تاثیر کودهای سبز و نیتروژن برعملکرد و شاخص‌های رشدی ذرت

غلامرضا محمدی[1*]،مریم صفری‌پور[2]، محمداقبال قبادی[3]، عبداله نجفی[3]

تاریخ دریافت: 94/1/27 تاریخ پذیرش: 94/5/17

1- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، ، دانشگاه رازی کرمانشاه
2- دانش آموخته کارشناسی ارشد اگرواکولوژی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، دانشگاه رازی کرمانشاه
3- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، دانشگاه رازی کرمانشاه
*مسئول مکاتبه: E-mail: mohammadi114@yahoo.com

چکیده

در کشاورزی پایدار، کاربرد کود سبز به‌عنوان جایگزینی برای کودهای شیمیایی از اهمیت بالایی برخوردار است. به منظور بررسی پاسخ برخی شاخص‌های رشدی ذرت به کاربرد کودهای سبز و نیتروژن، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی کرمانشاه در سال زراعی 91-90 انجام شد. آزمایش به صورت اسپلیت پلات بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با 3 تکرار اجرا شد. عامل اصلی (نوع کود سبز و زمان برگرداندن آن به خاک) در هفت سطح شامل چاودار برگردانده شده در اسفند، چاودار برگردانده شده در فروردین، ماشک برگردانده شده در اسفند، ماشک برگردانده شده در فروردین، مخلوط (ماشک + چاودار) برگردانده شده در اسفند، مخلوط برگردانده شده در فروردین و شاهد (بدون کود سبز) و عامل فرعی (کود نیتروژنی) در سه سطح شامل صفر (عدم کاربرد کود اوره)، 200 کیلوگرم در هکتارکود اوره (50 درصد مقدار توصیه شده) و 400 کیلوگرم در هکتارکود اوره (100 درصد مقدار توصیه شده) بودند. نتایج نشان داد، بیشترین شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول و عملکرد ذرت در تیمار ماشک برگردانده شده در فروردین و کمترین آن‌ها در تیمار شاهد (بدون کود سبز) به‌دست آمد. علاوه بر آن، تیمار ماشک در هردو زمان برگرداندن بیشترین سطح ویژه برگ را نیز موجب شد. باوجود این، شاخص‌های سرعت رشد نسبی، سرعت جذب خالص و نسبت سطح برگ به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر تیمارهای کود سبز قرار نگرفتند. در بین تیمارهای کودی نیتروژن، کاربرد 100 درصد مقدار توصیه شده بیشترین مقادیر صفات مورد بررسی و تیمار بدون کود کمترین مقادیر را نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: ذرت، شاخص رشدی، کشاورزی پایدار، کود سبز، کود نیتروژن.

Archive of SID

www.SID.ir

The Effect of Green Manure and Nitrogen Fertilizer on Corn Yield and Growth Indices

Gholamreza Mohammadi[1]*, Maryam Safari-Poor[2], Mohammad Eghbal Ghobadi[3], Abdollah Najaphy[3]

Recived: April 16, 2015 Accepted: August 8, 2015

1Assoc. Prof., Dept. of Crop Production and Breeding, Faculty of Agricultural Sciences and Engineering, Razi University, Kermanshah, Iran.
2Graduated MSc Student of Agroecology, Dept. of Crop Production and Breeding, Faculty of Agricultural Sciences and Engineering, Razi University, Kermanshah, Iran.
3Assist. Prof., Dept. of Crop Production and Breeding, Faculty of Agricultural Sciences and Engineering, Razi University, Kermanshah, Iran.
*Corresponding Author: mohammadi114@yahoo.comm

Abstract

In sustainable agriculture, using green manure as an alternative for chemical fertilizers has a high importance. To investigate the response of some corn (*Zea mays* L.) growth indices to green manure and nitrogen fertilizer an experiment was carried out at the Research Farm of Agricultural and Natural Resources Faculty, Razi University during the 90-91 growing season. The experiment was split plot based on a randomized complete block design with three replications. The main factor was green manure and its incorporation time including rye incorporated in March, rye incorporated in April, common vetch incorporated in March, common vetch incorporated in April, mixed (rye + commom vetch) incorporated in March, mixed incorporated in April and control (no green manure). The sub factor was nitrogen fertilizer as urea with three levels including 0 (no fertilizer), 200 kg.ha^{-1} (the 50% of the recommended amount) and 400 kg.ha^{-1} (the 100% of the recommended amount). Results indicated that the highest corn leaf area index, crop growth rate and grain yield were obtained in common vetch treatment incorporated in April and the lowest ones were recorded in control treatment (without green manure). Moreover, common vetch in both incorporation times led to the highest specific leaf area. However, corn relative growth rate, net assimilation rate and leaf area ratio were not significantly influenced by green manure treatments. Among the nitrogen treatments, the 100% of the recommended dose showed the highest values of the traits under study and unfertilized treatment showed the lowest ones.

Keywords: Corn, Green Manure, Growth Parameter, Nitrogen Fertilizer, Sustainable Agriculture.

مقدمه

در طی قرن گذشته تغییرات عمده‌ای در تکنولوژی و اقتصاد کشاورزی انجام شده است، به‌طوری‌که مصرف نهاده های شیمیایی افزایش یافته و عملیات متعدد خاکورزی به منظور افزایش تولید و بهره اقتصادی انجام شده است (دینس و همکاران 2002؛ آلگان و سلن

Archive of SID

www.SID.ir

20011). استفاده از کودهای شیمیایی برای تولید محصولات در سراسر جهان افزایش یافته است (آبریل و همکاران 2007). نتایج تحقیقات در مورد تاثیر نامطلوب کودها و سموم شیمیایی در تعادل محیط زیست و اکوسیستم های طبیعی بسیاری از دانشمندان محیط زیست را در مورد وضعیت آینده جهان نگران کرده است. تأثیرات نامطلوب کودها و آفت کش ها بر محیط زیست منجر به توجه بیشتر و استفاده از روش هایی گردیده که در آن نیازی به مصرف مواد شیمیایی نبوده یا کم باشد و این هدف موجب شده که با توجه به کشاورزی بوم شناختی بحث پایداری در کشاورزی مورد توجه قرار گیرد (فائو 2004). همچنین استفاده از این مواد شیمیایی موجب خطرات جدی برای سلامتی بشر را به همراه دارد (گراهام و وانکا 2000).

کودهای آلی می توانند جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی باشند استفاده از کودهای آلی مانند کود سبز، کمپوست و کودهای دامی به افزایش ماده آلی، نیتروژن، بهبود ساختمان خاک، افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی، افزایش تبادلات گازی و افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک منتهی می شود (کارتنی و مولن، 2008). با توجه به دیدگاه کشاورزی پایدار مبنی بر افزایش نهاده‌های غیرشیمیایی و کاهش نهاده‌های شیمیایی به‌کارگیری روش‌های مؤثر مانند کود سبز توصیه می شود (تجادا و همکاران 2008).

کودسبز گیاهی است که قبل از گیاه اصلی کشت شده و باعث احیا خاک، به عنوان منبع نیتروژن، افزایش عملکرد محصول و کاهش هزینه‌ها می شود (چر و همکاران 2006). استفاده از برخی گیاهان زراعی به عنوان کودسبز از طریق کاهش فرسایش خاک، کنترل علفهای هرز، افزایش مواد آلی و حاصلخیزی خاک باعث افزایش پایداری نظام کشت می شود (آلگان و سلن 2011). برگشت کودهای سبز در خاک باعث افزایش کربن و ماده آلی، نیتروژن کل، و حاصلخیزی خاک شده که این پدیده در نتیجه فعالیت‌های میکروبیولوژیکی اتفاق افتاده و باعث آزادسازی عناصر غذایی برای گیاهان می‌شود (تالگر و همکاران 2009). نیتروژن موجود در بقایای کود سبز از طریق فرآیندهای تجزیه به‌تدریج آزاد شده و مورد استفاده قرار می‌گیرد در این شرایط، کارایی استفاده از نیتروژن توسط گیاه زراعی بعدی افزایش یافته و میزان شستشوی عناصرغذایی به ویژه نیتروژن در مقایسه با کودهای معدنی کاهش می یابد (کلاین و سیلورنایل 2002). استفاده از گیاهان لگوم در تناوب با گیاهان زراعی دیگر و غلات می تواند به‌عنوان یکی از راهکارهای کاهش استفاده از کودهای شیمیایی به ویژه کودهای نیتروژنی باشد (پاتیل و همکاران 2001). ماتوس و همکاران (2008) نشان دادند با استفاده از کود های سبز لگوم میزان عناصر غذایی خاک و نیتروژن معدنی افزایش یافت.

افزایش سطح زیر کشت ذرت طی چند دهۀ گذشته، فشرده سازی سیستم های کشت این گیاه به همراه نیاز بالای ذرت به عناصر غذایی موجب شده است که علاوه بر مصرف بی‌رویه نهاده های شیمیایی، هزینه های تولید افزایش یافته و به همین دلیل خطرات زیست محیطی ایجاد شود (بیاری و همکاران 2008). نیتروژن به عنوان یک عنصر غذایی پرنیاز، از اجزای مهم اکثرکودهای آلی است در این قبیل کودها بخش اصلی نیتروژن در ساختمان مولکولهای آلی قرار گرفته است (هرناندز و همکاران 2002). به‌طوریکه چر و همکاران (2006) کودسبز را به عنوان منبع نیتروژن برای گیاه ذرت معرفی کردند. همچنین کاربرد کودسبز باعث افزایش عملکرد دانه غلات می شود (ایوانس و همکاران 2003؛ بلک شاو و همکاران 2001). افزایش محصول می تواند به دلیل افزایش میزان نیتروژن و ماده غذایی و افزایش نگه داری ماده غذایی باشد (دینس و همکاران 2002). از آنجا که ذرت گیاهی بهاره است و در پاییز و زمستان زمین بصورت آیش رها می‌شود، بنابراین فرسایش‌های آبی و بادی افزایش می‌یابد. کشت گیاه مناسب با هدف کود سبز در این فاصله زمانی می‌تواند

Archive of SID

www.SID.ir

به جلوگیری از فرسایش و بهبود ساختار بیوفیزیکی و افزایش ماده آلی خاک منجر شود (الفستراند و رتنسون 2007؛ تجادا و همکاران 2008؛ تریپوسکایا و رومانووسکایا 2006). استفاده از کود سبز به همراه کودشیمیایی نیتروژنی باعث می شود عناصرغذایی در طی فصل رشد به آرامی در اختیار محصول بعدی قرار گرفته و می‌تواند موجب دستیابی به عملکرد بیشتر نسبت به استفاده از کود شیمیایی به‌تنهایی شود (پرامانیک و همکاران 2004).

انتخاب نوع کود سبز مناسب یکی از عوامل مهم در موفقیت سیستم‌های زراعی برخوردار از این گیاهان است. اگرچه در بسیاری از موارد، کودهای سبز لگوم به‌دلیل برخورداری از توانایی تثبیت زیستی نیتروژن ترجیح داده می‌شوند، ولی در برخی شرایط مانند زمانی که خطر آبشویی نیترات‌ها وجود دارد و یا بهره‌گیری از توان دگرآسیبی کود سبز به منظور کنترل علف‌های هرز مد نظر است، ممکن است کودهای سبز غیر لگوم از کارایی بیشتری برخوردار باشند (چر و همکاران 2006). نکته مهم دیگر در مدیریت کود سبز، زمان مناسب برگرداندن آن به خاک است. رهاسازی عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن از بافت‌های کود سبز به‌درون خاک ممکن است پیش یا پس از زمان حداکثر نیاز گیاه زراعی بعدی به این عناصر رخ دهد (سانجو و سینگ 2001؛ شرستا و همکاران 1999). بنابراین، انتخاب زمان مناسب برگرداندن با درنظر گرفتن شرایط اقلیمی و خاک به‌منظور همزمان‌سازی آزادشدن عناصر غذایی از کود سبز و جذب آن توسط گیاه زراعی بعدی از اهمیت بالایی برخوردار است (چر و همکاران 2006).

ذرت یکی از گیاهان زراعی است که نیاز زیادی به نیتروژن داشته و این عنصر اغلب به‌صورت کود شیمیایی تامین می‌شود. ویژگی‌های گیاهی ذرت می‌تواند به‌شدت تحت تاثیر میزان نیتروژن در دسترس آن قرار گیرد. به‌طوری که سپهری و همکاران (1381) عنوان کردند، میزان نیتروژن یکی از عوامل مؤثر بر توسعه سطح برگ هر گیاه و به تبع آن توسعه سایه اندازی گیاهی در ذرت است و با تأثیر بر اندازه و طول عمر هر برگ، سبب افزایش شاخص سطح برگ می شود. این افزایش سطح فتوسنتزکننده گیاه می‌تواند به بهبود سایر شاخص‌های رشدی و در نهایت عملکرد آن منجر شود. باتوجه به تاثیرپذیری بالای شاخص‌های رشدی از شرایط تغذیه‌ای گیاه به‌ویژه نیتروژن و نیز وجود همبستگی معنی‌دار بین این شاخص‌ها و عملکرد گیاه زراعی، در این آزمایش سعی شد تا تأثیر کودهای سبز لگوم و غیر لگوم بصورت خالص و مخلوط، برگردانده شده به خاک در دو زمان مختلف و تحت سطوح مختلف کود نیتروژنی بر برخی شاخص‌های رشدی ذرت مورد ارزیابی قرار گیرد.

مواد و روش ها

آزمایش در سال زراعی 1391-1390 در مزرعه تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی کرمانشاه به صورت اسپلیت پلات بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با 3 تکرار انجام شد. این مزرعه در عرض جغرافیایی 34 درجه و 21 دقیقه شمالی و طول جغرافیایی 47 درجه و 9 دقیقه شرقی قرار دارد. ارتفاع از سطح دریا 1319 متر و دارای وضعیت آب و هوایی معتدل سرد در رشته کوه‌های زاگرس شمالی می‌باشد. مقدار نسبی ذرات شن، سیلت و رس موجود در خاک محل آزمایش به ترتیب 24، 41 و 35 درصد، محتوای ماده آلی آن 1/86 درصد و pH آن 8/3 بود. میزان نزولات در طی فصل زراعی 309 میلی‌متر بود. عامل اصلی (نوع کود سبز و زمان برگرداندن آن به خاک) در هفت سطح شامل چاودار برگردانده شده در اسفند، چاودار برگردانده شده در فروردین، ماشک برگردانده شده در اسفند، ماشک برگردانده شده در فروردین، مخلوط (ماشک+ چاودار) برگردانده شده در اسفند، مخلوط برگردانده شده در فروردین و شاهد (بدون کود سبز) و عامل فرعی (کود

Archive of SID

www.SID.ir

نیتروژنی) در سه سطح شامل صفر (عدم کاربرد کود اوره)، 200 کیلوگرم در هکتارکود اوره (50 درصد مقدار توصیه شده) و 400 کیلوگرم در هکتارکود اوره (100 درصد مقدار توصیه شده) در نظر گرفته شد. کرت‌های شاهد فاقد کود سبز بودند، ولی مقادیر کود نیتروژن در آن‌ها اعمال شد. طول هر پلات 3/5 متر و عرض آن 6 متر بود. فاصله بین تکرار ها 3 متر و فاصله بین پلات ها در هر تکرار 1 متر در نظر گرفته شد.

کودهای سبز در آبان‌ماه در زمین زراعی موردنظر کشت شدند. برای کشت چاودار 120 و ماشک 50 کیلوگرم در هکتار بذر مصرف شد. کاشت بذر به صورت دستی بود و در زمان داشت هیچ گونه عملیات زراعی اعم از کاربرد قارچ کش، علف کش و کود شیمیایی بر روی این گیاهان صورت نگرفت. پس از چند ماه رشد، کودهای سبز توسط گاوآهن برگردان دار، در دو تاریخ مختلف (25 اسفند و 25 فروردین)، به خاک برگردانده شدند وچند ماه پس از برگرداندن کود سبز، اقدام به کشت ذرت شد. ذرت رقم سینگل کراس 704 (یک هیبرید دو منظوره از گروه دیررس با قدرت سازگاری بسیار خوب که در سطح وسیعی از شرایط آب و هوایی کشت می‌شود) در اوایل خرداد ماه به صورت دستی با فاصله روی ردیف 20 سانتی متر، فاصله بین ردیف 75 سانتی‌متر و با تراکم حدود 7 بوته در مترمربع کشت شد.در طول دوره رشد جهت مبارزه با علفهای هرز مزرعه، وجین دستی صورت گرفت. کود اوره در دو مرحله یکی همزمان با کشت و دیگری در مرحله 6 تا 8 برگی بصورت سرک به کار برده شد. آبیاری با توجه به نیاز گیاه و بصورت جویچه‌ای انجام شد.

صفات مورد ارزیابی در این بررسی شامل عملکرد دانه، شاخص سطح برگ (LAI)، سرعت رشد نسبی (CGR)، سرعت رشد محصول (RGR)، سرعت جذب خالص (NAR)، نسبت سطح برگ (LAR) و سطح ویژه برگ (SLA) بود. جهت تعیین عملکرد دانه، بلال ها از بوته های برداشت شده از هر کرت جدا شده و پس از جداسازی دانه ها، به مدت 48 ساعت در آون با دمای 72 درجه سانتی گراد قرار گرفته و سپس وزن دانه ها محاسبه و میانگین آن ها به عنوان عملکرد دانه ثبت گردید. جهت بررسی تأثیر تیمارهای اعمال شده بر شاخص‌های رشدی ذرت، در چند مرحله و با فاصله زمانی هر 14 روز یکبار (6-4، 8-6 و 10-8 برگی، ظاهرشدن گل‌های تاجی و بلال‌دهی) از واحدهای آزمایشی نمونه برداری صورت گرفت. در هر نمونه برداری، 5 بوته از هر کرت با در نظر گرفتن اثر حاشیه کف بر شده در پاکت قرار داده شد، سپس به آزمایشگاه انتقال یافته و سطح برگ با دستگاه سطح برگ سنج اندازه گیری شد. برای اندازه گیری وزن خشک گیاه ذرت، پس از جدا کردن برگ و ساقه بوته های ذرت نمونه ها داخل پاکت کاغذی گذاشته شده و به مدت 48 ساعت در آون با دمای 75 درجه سانتی گراد قرا داده شدند. پس از خشک شدن، وزن خشک برگ و ساقه به صورت جداگانه و سپس وزن خشک کل گیاه برای هر تیمار و تکرار اندازه گیری و ثبت شد. با استفاده از شاخص سطح برگ و وزن خشک گیاه، شاخص های رشدی محاسبه شدند (هانت 1990).

جهت رسم نمودار روند تغییرات شاخص سطح برگ در طول فصل رشد از رابطه 1 (گلدانی و همکاران 1390) استفاده شد:

$$LAI = a + b \times 4 \times \frac{\exp\left(-\frac{x-c}{d}\right)}{\left(1+\exp\left(-\frac{x-c}{d}\right)\right)^2} \qquad [1]$$

در این رابطه، a: عرض از مبداء، b: زمان رسیدن به حداکثر LAI، c: حداکثر LAI و d: نقطه عطف منحنی است که در آن رشد سطح برگ وارد مرحله خطی می‌شود و x: زمان بر حسب روزهای پس از کاشت است.

Archive of SID

www.SID.ir

جهت رسم نمودار روند تغییرات سرعت رشد محصول و سرعت رشد نسبی در طول فصل رشد به‌ترتیب از روابط 2 و 3 (گلدانی و همکاران 1390) استفاده شد:

$$CGR = \frac{a \times b \times c \times \exp(-c \times x)}{((1 + b \times \exp(-c \times x)))^2} \quad [2]$$

$$RGR = b \times c \times \exp(-c \times x) / (1 + b \times (-c \times x)) \quad [3]$$

در این روابط، CGR: سرعت تجمع ماده خشک بر حسب گرم در مترمربع در روز، RGR: سرعت رشد نسبی بر حسب گرم بر گرم در روز، a: حداکثر تجمع ماده خشک، b: ثابت معادله، c: سرعت رشد نسبی و x: زمان بر حسب روز پس از کاشت است.

توزیع نرمال داده های به دست آمده با استفاده از آزمون کلموگروف اسمیرنف و از طریق نرم افزار SPSSمورد بررسی قرار گرفت. به منظور تجزیه واریانس صفاتی که در چند مرحله اندازه‌گیری شده بودند، از میانگین داده‌های مراحل اندازه‌گیری استفاده شد. سپس با استفاده از نرم افزار SAS تجزیه های آماری انجام و نمودارهای مربوطه با استفاده از نرم افزارهای EXCEL و Slidewrite رسم گردید. مقایسه میانگین ها نیز با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال 5 درصد انجام شد.

نتایج و بحث

شاخص سطح برگ

نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد که کاربرد کود سبز و سطوح مختلف نیتروژن تأثیر معنی داری ($p\leq0/01$) بر شاخص سطح برگ داشت (جدول 1). به‌طوریکه بیشترین شاخص سطح برگ مربوط به تیمار کودسبز ماشک برگردان دوم با 3/50 و کمترین آن مربوط به شاهد با 2/05 بود (شکل 1). در بین مقادیر کود نیتروژن، بیشترین شاخص سطح برگ مربوط به 100 درصد مقدار توصیه شده (400 کیلوگرم در هکتار) با میانگین 3/36 و کمترین این شاخص در شرایط بدون مصرف کود با میانگین 2/70 به دست آمد (شکل 2).

شاخص سطح برگ یک، مساوی یک واحد از مساحت سطح برگ در واحد سطح زمین است که به طور نظری می تواند تمام نور برخورد کرده به خودش را دریافت نماید، ولی با توجه به شکل برگ، نازکی (نور عبور کرده)، زاویه و مقدار عمودی بودن، برگ ها به ندرت تمام نور را دریافت می کنند. معمولاً شاخص سطح برگ 3 تا 5 جهت تولید حداکثر ماده خشک برای اغلب محصولات کاشته شده لازم است (کوچکی و سرمدنیا، 1388). وجود کودسبز باعث افزایش معنی دار در شاخص برگ نسبت به تیمار شاهدگردید. کودسبز ماشک بیشترین و چاودار کم ترین تأثیر را بر شاخص سطح برگ نشان دادند که این امر شاید به دلیل آن باشد که ماشک یک گیاه لگوم بوده و به دلیل توان تثبیت نیتروژن توانسته نیتروژن بیشتری نسبت به چاودار در اختیار گیاه ذرت قرار دهد. کلارک و همکاران (1997)، مک وی و همکاران (1989) و دایگامی و ترن (2001) گزارش کردند که بقولاتی مانند ماشک و شبدرها، به علت داشتن غلظت بالای نیتروژن و نسبت پایین کربن به نیترون خیلی سریع در خاک تجزیه شده و باعث همزمانی آزاد سازی نیتروژن از بقایای گیاهی با تقاضای گیاه بعدی برای نیتروژن می‌شوند. در همین راستا، گرامی و همکاران (1392) بر روی گندم، غفاری و همکاران (1391) بر روی سیب زمینی نشان دادند که کاربرد کودسبز باعث افزایش سطح برگ می‌شود.

در بررسی حاضر، افزایش مقدار کود نیتروژن مصرفی باعث افزایش شاخص سطح برگ گردید. لک و همکاران (1385)، هانی و همکاران (2006)، در آزمایش‌هایی مبنی بر تأثیر مثبت کود نیتروژن بر روی ذرت، تدین و امام (1386) در گندم نتایج مشابهی را گزارش کردند. میزان نیتروژن یکی از عوامل مؤثر بر توسعه سطح برگ هر گیاه و به تبع آن توسعه سایه اندازی گیاهی در ذرت است و با تأثیر بر اندازه و طول عمر هر

Archive of SID

www.SID.ir

برگ، سبب افزایش شاخص سطح برگ می شود. گیاهان با دریافت نیتروژن بیشتر، سطح برگ بزرگتری پیدا می کنند (سپهری و همکاران 1381). افزایش سطح برگ را می توان به دلیل افزایش سطح سبزینه ای گیاه دانست (امام و نیک نژاد 1383) که این افزایش تعیین کننده ظرفیت فتوسنتزی گیاه است (یساری و پاتواردهان 2007). بطور کلی، بالا بودن شاخص سطح برگ با کاربرد بیشتر نیتروژن بدلیل تأثیر مثبت این عنصر در اندازه و طول عمر برگ می باشد (پاتل و همکاران 2006). با افزایش نیتروژن خاک، گسترش سطح برگ افزایش یافته و نفوذ نور به درون سایه انداز و کارآیی مصرف نور زیاد می شود و بنابراین، سرعت رشد محصول و شاخص سطح برگ زیاد و عملکرد دانه افزایش می‌یابد (کوگب و آدیدیران 2003). نیتروژن یکی از عوامل زراعی مهم می باشد که اثر قابل توجهی بر شاخص‌های رشدی دارد به گونه ای که با انتخاب میزان کود نیتروژن مناسب می توان به ترکیب متعادلی از شاخص‌های رشدی در گیاه دست یافت و عملکرد گیاه زراعی را بهبود بخشید.

باتوجه به شکل 3 شاخص سطح برگ در طول فصل رشد دارای تغییراتی بوده است، به‌طوریکه در مراحل اولیه حالت افزایشی داشته و در 80 روز پس از کاشت (ظهور گل تاجی) به حداکثر مقدار خود رسیده است پس از طی حداکثر مقدار خود حالت کاهشی پیدا کرده و سیر کاهشی دارد. در بین تیمارهای کود سبز، ماشک برگردان دوم در تمام فصل رشد برتری خود را حفظ کرده و در کاربرد کود نیتروژن نیز کاربرد 400 کیلوگرم نیتروژن بالاترین شاخص سطح برگ را در طول فصل رشد دارا بود. با افزایش سن گیاه شاخص سطح برگ نیز افزایش یافته و در مرحله ی باز شدن کامل گل تاجی به حداکثر خود می‌رسد، زیرا در این مرحله هم سطح برگ و هم تعداد برگ به حداکثر خود می رسد، ولی در مراحل بعدی رشد به علت ریزش بعضی از بر گ های پایینی و کم شدن سطح برگ LAI نیز کاهش می یابد (لرزاده و عنایت‌قلی‌زاده 1388). صابرعلی و همکاران (2007) و تدین و امام (1386) گزارش کردند که مقدار شاخص سطح برگ ذرت در مرحله ابریشم دهی به حداکثر می رسد و پس از آن به دلیل ریزش برگ ها، روند نزولی پیدا می کند.

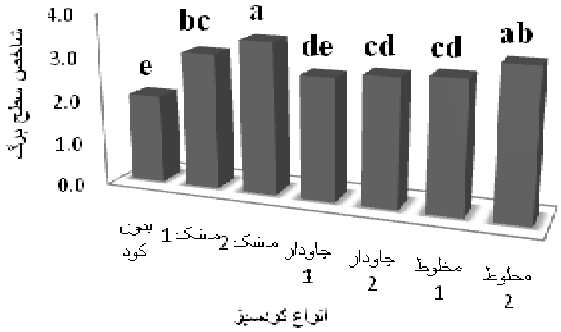
جدول 1- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد و شاخص‌های رشدی ذرت تحت تاثیر تیمارهای مختلف کودسبز و کود نیتروژنی.

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد دانه	شاخص سطح برگ	سرعت رشد محصول	سرعت رشد نسبی	سرعت جذب خالص	نسبت سطح برگ	سطح ویژه برگ
تکرار	2	2339^{ns}	0/014 ^{ns}	122/12**	0/00001 ^{ns}	16/64*	0/0000076*	0/00101**
کود سبز	6	104845**	1/009 **	55/91*	0/00012 ^{ns}	1/01 ^{ns}	0/0000018 ^{ns}	0/00061**
اشتباه اصلی	12	1675	0/086	16/60	0/00015	1/98	0/0000019	0/00011
کود نیتروژنی	2	271200**	2/250**	323/48**	0/00017**	4/04 ^{ns}	0/0000002 ^{ns}	0/00235**
کود سبز × کود نیتروژنی	12	444^{ns}	0/008^{ns}	3/61 ^{ns}	0/00002 ^{ns}	2/07 ^{ns}	0/0000001 ^{ns}	0/00008 ^{ns}
اشتباه فرعی	28	230	0/010	5/17	0/00002	1/69	0/0000002	0/00012
ضریب تغییرات (درصد)	-	12/89	9/57	8/92	14/23	16/83	11/02	11/01

ns، ** و *: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی دار در سطوح احتمال 1 و 5 درصد میباشد.

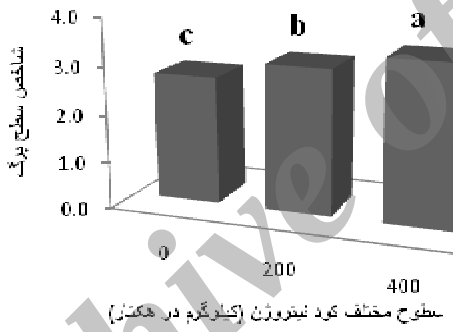
Archive of SID

www.SID.ir



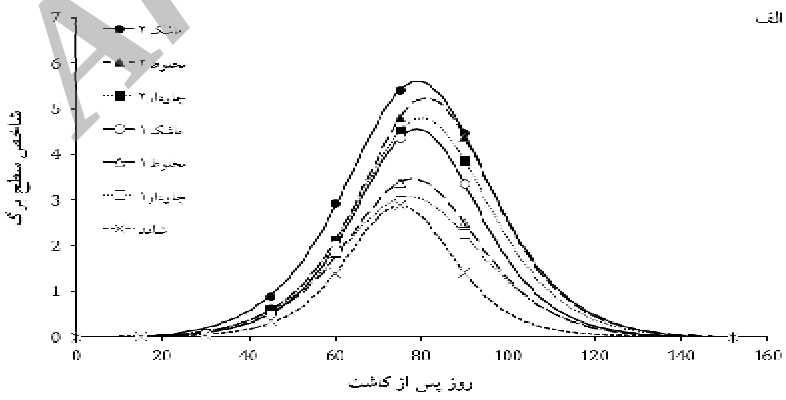
شکل 1- شاخص سطح برگ ذرت درانواع کود سبز در زمان های مختلف برگرداندن (اعداد 1 و 2 در محور افقی، به ترتیب زمان برگرداندن اول (اسفند) و دوم (فروردین) را نشان می دهد)

حروف مشترک نشان دهنده عدم وجود تفاوت معنی دار بین میانگین‌های مختلف بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال 5 درصد است.



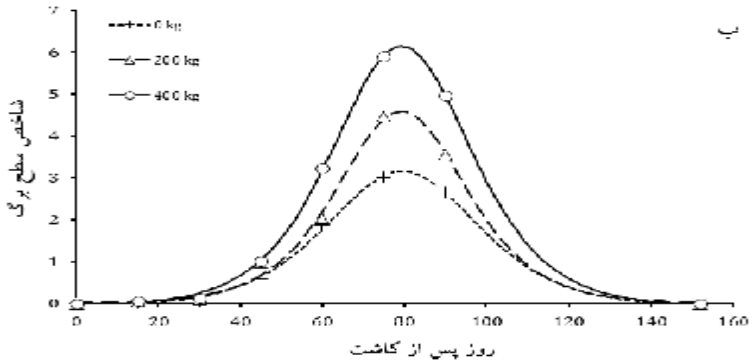
شکل 2- شاخص سطح برگ ذرت در سطوح مختلف کود نیتروژن

حروف مشترک نشان دهنده عدم وجود تفاوت معنی دار بین میانگین‌های مختلف بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال 5 درصد است.



Archive of SID

www.SID.ir



شکل 3- روند تغییرات شاخص سطح برگ ذرت طی روزهای پس از کاشت تحت کاربرد کود سبز (الف)، و سطوح مختلف کود نیتروژن (ب)

سرعت رشد محصول

بنابر تجزیه واریانس داده‌ها، کاربرد کود سبز ($p\leq0/05$) و کود نیتروژنی ($p\leq0/01$) اثر معنی‌داری بر سرعت رشد محصول داشت (جدول 1). بالاترین سرعت رشد محصول مربوط به تیمار ماشک برگردان دوم و با میانگین تقریبی 28/35 گرم بر مترمربع در روز به دست آمد و کمترین آن در تیمار بدون کود سبز با مقدار 20/56 گرم بر مترمربع در روز مشاهده شد. البته بین تیمار ماشک برگردان دوم و تیمارهای مخلوط در هر دو زمان برگرداندن، چاودار برگردان دوم و ماشک برگردان اول از نظر این شاخص تفاوت معنی داری وجود نداشت (شکل 4).

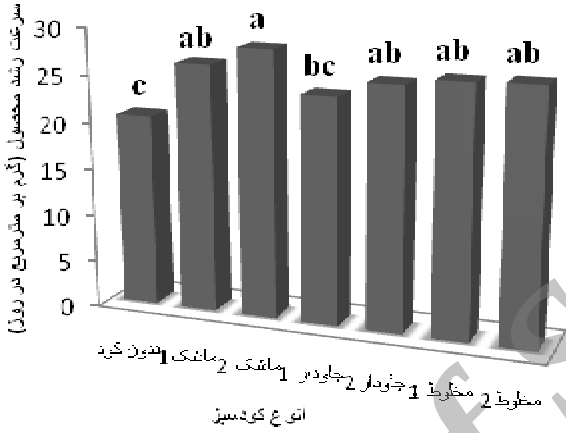
در بین مقادیر کود نیتروژنی، مقدار 100 درصد توصیه شده با میانگین 29/57 گرم بر مترمربع در روز، بالاترین وتیمار بدون کود با میانگین 21/77 گرم بر مترمربع در روز پایین‌ترین سرعت رشد محصول را به خود اختصاص دادند (شکل 5). سرعت رشد محصول تقریباً برابر با 30 گرم در مترمربع در روز، در مورد گیاهان گروه C_4 مانند ذرت قابل حصول است (کوچکی و سرمدنیا 1388). روند افزایش سرعت رشد محصول در ادامه فصل به رشد و نمو سریع برگ ها و ساقه بستگی دارد. این رشد و نمو به تأمین آب و عناصر غذایی کافی احتیاج دارد (لطیفی و همکاران 1382). از آنجا که کاربرد کودسبز باعث افزایش عناصر غذایی، ماده آلی، ریزموجودات خاکزی و حاصلخیزی خاک می شود، می‌توان افزایش این شاخص را به‌دلیل افزایش دسترسی به عناصر غذایی به ویژه نیتروژن ناشی از کاربرد کود سبز دانست. علاوه بر آن، پاسخ سرعت رشد محصول به کاربرد کود شیمیایی نیتروژن نیز افزایشی بود. رحیمی و همکاران (1388) در مطالعات خود برروی کتان روغنی نشان دادند، افزایش مقدار نیتروژن کاربردی باعث افزایش سرعت رشد محصول می گردد. کوگب وآدیدیران (2003)، لوکاس (1986) و فرخی و ارادتمند اصلی (1387) در مشاهدات خود به این نتیجه رسیدند که استفاده از کود نیتروژن به طور معنی داری باعث افزایش سرعت رشد محصول می شود.

شکل 6 روند تغییرات سرعت رشد محصول را در طول فصل رشد نشان می‌دهد. همان‌گونه که از نمودارها مشخص است، بیشترین مقدار این شاخص را ماشک 2 و 1 و کمترین آن را شاهد به خود اختصاص داده‌است. در بین تیمارهای کود نیتروژنی نیز، مقدار 100 درصد توصیه شده و شاهد در طول فصل رشد به‌ترتیب بیشترین و کمترین سرعت رشد محصول را نشان دادند. سرعت رشد محصول ابتدا سیر صعودی داشته و در مرحله‌ای از رشد به حداکثر مقدار خود می-رسد. پس از این مرحله، سرعت رشد محصول کاهش پیدا کرده و به صفر نزدیک می شود. به بیان دیگر،

Archive of SID

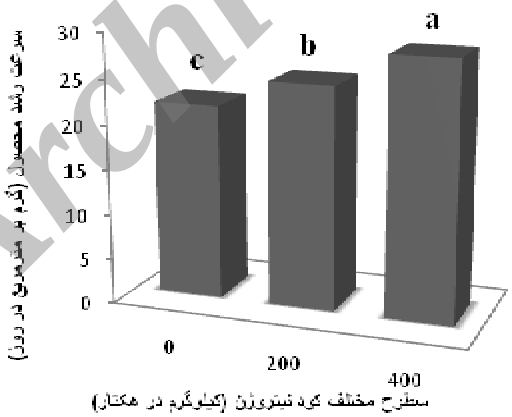
www.SID.ir

آهنگ رشد گیاه تقریبا در اواسط فصل رشد به حداکثر خود رسیده و پس از آن کاهش می یابد (ساجدی و اردکانی 1387؛ طریق الاسلامی و همکاران 1391). همانگونه که در شکل 6 (الف و ب) دیده می‌شود، تفاوت بین تیمارها با از نظر سرعت رشد محصول با پیشرفت مراحل رشد افزایش یافته و در حدود 80 روز پس از کاشت (ظهور گل تاجی) به بیشترین مقدار خود رسیده است، یعنی زمانی که این شاخص حداکثر مقدار خود را نشان داده‌است.



شکل 4- سرعت رشد محصول ذرت در انواع کود سبز در زمان های مختلف برگرداندن (اعداد 1 و 2 در محور افقی، به ترتیب زمان برگرداندن اول (اسفند) و دوم (فروردین) را نشان می دهد)

حروف مشترک نشان دهنده عدم وجود تفاوت معنی دار بین میانگین‌های مختلف بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال 5 درصد است.

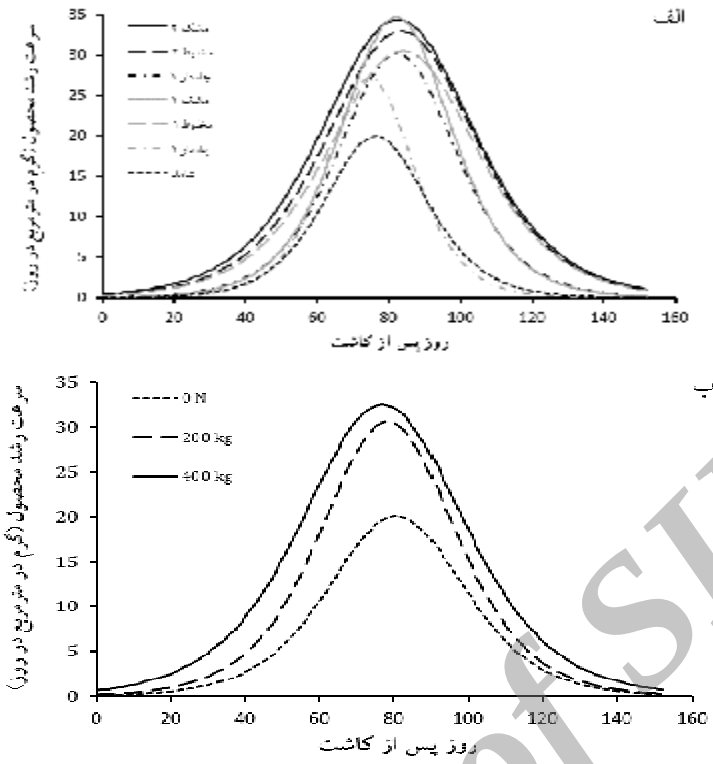


شکل 5- سرعت رشد محصول ذرت در سطوح مختلف کود نیتروژن

حروف مشترک نشان دهنده عدم وجود تفاوت معنی دار بین میانگین‌های مختلف بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال 5 درصد است.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل 6- روند تغییرات سرعت رشد محصول ذرت طی روزهای پس از کاشت تحت کاربرد کود سبز (الف)، و سطوح مختلف کود نیتروژن (ب)

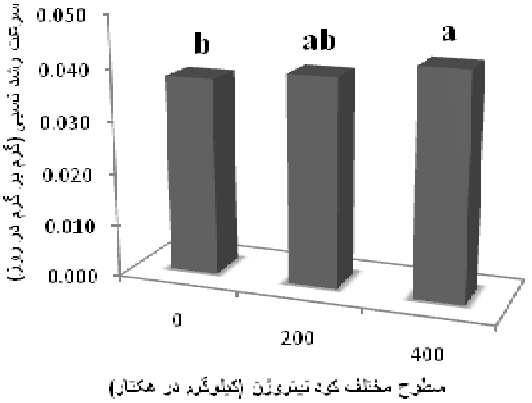
سرعت رشد نسبی

در بررسی حاضر، کاربرد کود نیتروژن سرعت رشد نسبی را به طور معنی داری ($p\leq0/01$) تحت تأثیر قرار داد (جدول 1). در بین تیمارهای کود شیمیایی، بیشترین میزان سرعت رشد نسبی را سطح کودی 100 درصد (400 کیلوگرم در هکتار) با میانگین 0/043 گرم بر گرم در روز و کمترین آن را تیمار بدون کود با مقدار 0/038گرم بر گرم در روز به خود اختصاص داد (شکل 7). براساس مشاهدات این آزمایش، کاربرد کود نیتروژن باعث افزایش سرعت رشد نسبی نسبت به شاهد گردید و این امر می تواند به‌دلیل افزایش دسترسی گیاه به این عنصرغذایی مهم باشد. نتایج فرخی و ارادتمند اصلی (1387) و رضایی سوخت-آبندانی و رمضانی (1389) این یافته را تأیید می کنند.

با توجه به شکل 8، در تیمارهای مختلف کودی سرعت رشد نسبی در مراحل ابتدایی رشد در حداکثر خود بوده و سپس با افزایش سن گیاه کاهش می یابد. یکی از دلایل این امر آن است که بخش‌هایی که به گیاه افزوده می شوند، اغلب بافت‌های ساختمانی هستند که از لحاظ متابولیکی فعال نبوده و نقشی در فتوسنتز ندارند. همچنین، به دلیل قرار گرفتن برگ‌های اولیه در سایه و افزایش سن آن‌ها فعالیت فتوسنتزی کاهش یافته و سرعت رشد نسبی نیز کاهش می یابد. هر چند که مقدار وزن خشک گیاه با گذشت زمان افزایش پیدا می کند، ولی از سرعت رشد نسبی به دلیل افزایش نسبت بافت‌های ساختمانی به بافت‌های در حال رشد کاسته می شود (طریق الاسلامی و همکاران 1391). عیدی زاده و همکاران (1389) نیز بیان کردند که سرعت رشد نسبی بر اثر گذشت زمان، افزایش رشد گیاه و افزایش سایه اندازی کاهش می‌یابد.

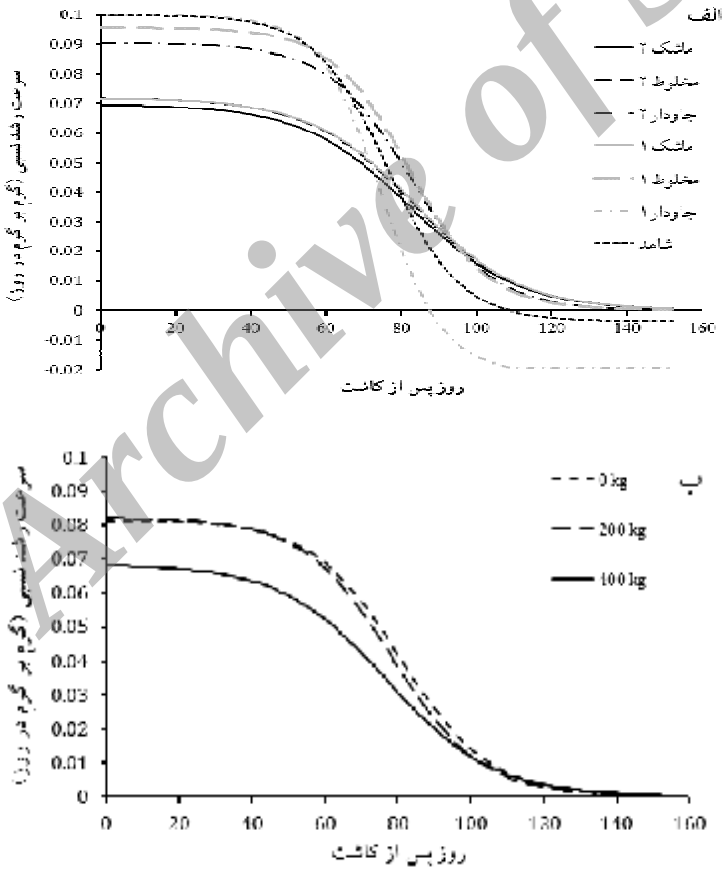
Archive of SID

www.SID.ir



شکل 7- سرعت رشد نسبی ذرت در سطوح مختلف کود نیتروژن

حروف مشترک نشان دهنده عدم وجود تفاوت معنی دار بین میانگین‌های مختلف بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال 5 درصد است.



شکل 8- روند تغییرات سرعت رشد نسبی ذرت طی روزهای پس از کاشت تحت کاربرد کود سبز (الف)، و سطوح مختلف کود نیتروژن (ب) سرعت جذب خالص

سرعت جذب خالص تحت تاثیر کاربرد کودسبز و کود نیتروژن قرار نگرفت و بین سطوح مختلف کودسبز و نیتروژن، از نظر مقدار این شاخص اختلاف آماری معنی‌داری دیده نشد (جدول 1). به‌نظر می‌رسد که سرعت جذب خالص تحت تأثیر عوامل بسیار زیادی قرار دارد که عملاً اندازه گیری آنها پیچیده بوده و به

Archive of SID

www.SID.ir

سادگی قابل تشخیص نیست .به همین دلیل، نتایج بسیاری از پژوهشگران در مورد جذب و تحلیل خالص با یکدیگر تفاوت دارد (طریق الاسلامی و همکاران 1391). لوکاس (1986) نیز گزارش کرد، اگرچه بین سطوح 75، 100 و 150 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن، بالاترین سرعت جذب خالص در سطح 75 کیلوگرم در هکتار به دست آمد، ولی بین سطوح مختلف نیتروژن تفاوت آماری معنی‌داری از نظر این شاخص وجود نداشت.

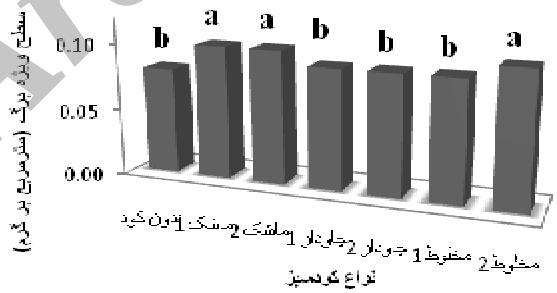
نسبت سطح برگ

کاربرد کودسبز و نیتروژن تاثیر معنی‌داری بر نسبت سطح برگ ذرت نداشت (جدول 1). این یافته با نتایج برخی از پژوهشگران مغایرت دارد. طریق الاسلامی و همکاران (1391) نشان دادندکه سطح 180 کیلوگرم نیتروژن در هکتار نسبت سطح برگ بالاتری نسبت به سطوح 130 و 80 کیلوگرم دارا بود. در آزمایشی دیگر ساجدی و اردکانی (1387) نشان دادند، نسبت سطح برگ به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر کاربرد کود نیتروژن قرار نگرفت.

سطح ویژه برگ

تأثیر تیمارهای آزمایشی بر سطح ویژه برگ در سطح احتمال 1 درصد معنی دار بود (جدول 1). این شاخص بر اثر کاربرد کود سبز و نیز با افزایش مقدار کود نیتروژن افزایش پیدا کرد، به‌طوریکه تیمارهای ماشک در هر دو برگردان و مخلوط برگردان دوم در بالاترین سطح و عدم کاربرد کود سبز پایین ترین سطح ویژه برگ را موجب شدند. البته بین تیمار شاهد و تیمارهای چاودار در هردو برگردان و مخلوط برگردان یکم از نظر آماری اختلاف معنی داری مشاهده نشد (شکل9).

افزایش کود نیتروژن نیز به‌طور معنی‌داری باعث افزایش این شاخص گردید، به‌طوریکه مقدار این شاخص از 0/08 متر مربع بر گرم در شرایط عدم کاربرد کود نیتروژن به 0/11 متر مربع بر گرم در شرایط کاربرد کود به میزان 100 درصد مقدار توصیه شده رسید (شکل 10). به‌نظر می‌رسد که گیاه در صورت بهبود حاصلخیزی خاک و دسترسی مناسب به نیتروژن، سعی می‌کند با افزایش سطح دریافت کننده نور توان فتوسنتزی خود را بالا ببرد که پیامد آن می-تواند افزایش رشد و عملکرد گیاه زراعی باشد.

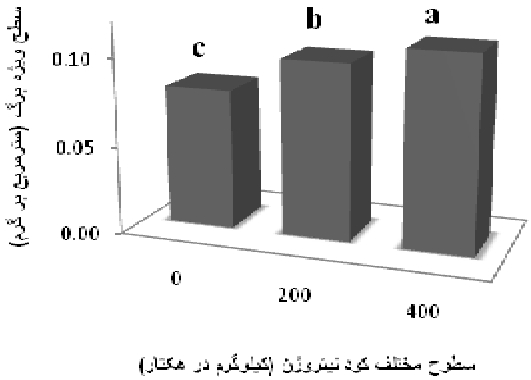


شکل 9- سطح ویژه برگ ذرت در انواع کود سبز در زمان های مختلف برگرداندن (اعداد 1 و 2 در محور افقی، به ترتیب زمان برگرداندن اول (اسفند) و دوم (فروردین) را نشان می دهد)

حروف مشترک نشان دهنده عدم وجود تفاوت معنی دار بین میانگین‌های مختلف بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال 5 درصد است.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل 10 - سطح ویژه برگ ذرت در سطوح مختلف کود نیتروژن

حروف مشترک نشان دهنده عدم وجود تفاوت معنی دار بین میانگین‌های مختلف بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال 5 درصد است.

عملکرد دانه

عملکرد دانه بطور معنی‌داری ($p\leq0/01$) تحت تأثیرکاربرد کودهای سبز و نیتروژن قرار گرفت (جدول 1). در بین تیمارهای کود سبز، ماشک برگردانده شده در فروردین با میانگین 12124/7 کیلوگرم در هکتار بیشترین و تیمار شاهد (بدون کود سبز) با میانگین 9185/6 کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد دانه را دارا بودند (شکل 11). بیشترین عملکرد دانه در بین سطوح مختلف کود نیتروژن را، تیمار 100 درصد نیتروژن توصیه شده با مقدار 11253/8 کیلوگرم در هکتار و کم-ترین این صفت را تیمار عدم کاربرد نیتروژن با میانگین 9041/3 کیلوگرم در هکتار به خود اختصاص داد (شکل 12).

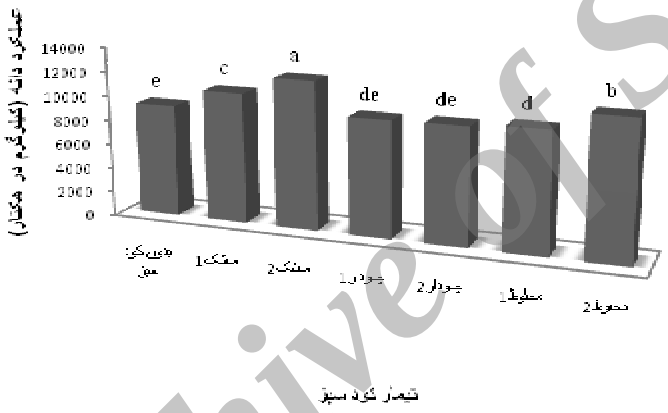
به نظر می‌رسد، افزایش عملکرد دانه بر اثر کاربرد ماشک با خاصیت تثبیت نیتروژن خانواده لگومینوز در ارتباط باشد. این نیتروژن تثبیت شده پس از برگرداندن کود سبز به خاک به رشد و نمو گیاه زراعی کمک کرده و با افزایش رشد و نمو، عملکرد نیز افزایش پیدا می‌کند. در بین شاخص‌های رشدی مورد بررسی، شاخص سطح برگ و سرعت رشد محصول به ترتیب با ضرایب 0/95 و 0/83 از بالاترین همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد دانه برخوردار بودند. این بدان معناست که واکنش این دو شاخص و عملکرد نسبت به تیمارهای آزمایشی همسو بوده و هر عاملی که این دو شاخص را افزایش دهد به بهبود عملکرد نیز منجر می‌شود. براین اساس می‌توان نتیجه گرفت که کاربرد کود سبز و کود نیتروژنی عمدتا از طریق بهبود این‌دو شاخص به افزایش عملکرد دانه منجر شده است. همانگونه که پیش-تر نیز اشاره شد، افزایش سطح برگ تعیین‌کننده ظرفیت فتوسنتزی گیاه است و افزایش نیتروژن خاک ناشی از کاربرد کود سبز و کود نیتروژنی به گسترش سطح برگ و جذب بیشتر نور منجر می‌شود که پیامد آن می-تواند افزایش سرعت رشد محصول و بهبود عملکرد دانه باشد. اسکارفول و همکاران (1987) از گیاه پوششی بقولات جهت تامین نیتروژن مورد نیاز لوبیا استفاده کردند. بر اساس مشاهدات آن‌ها، عملکرد لوبیا بعد از لگوم مشابه عملکرد به دست آمده بعد از مصرف90 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن بدون گیاه پوششی بود. قابلیت جذب نیتروژن دراندامهای زایشی بسیار بیشتر از قابلیت جذب دراندامهای رویشی است، زیرا جذب نیتروژن توسط اندام زایشی تاثیر بسزایی درافزایش وزن دانه و در نهایت عملکرد آن داشته است (تسای و تسای 1990). عدم تاثیر معنی‌دار کود سبز چاودار بر عملکرد دانه ذرت را می‌توان با نسبت بالای کربن به نیتروژن در این گیاه در مقایسه با ماشک مرتبط دانست که موجب می‌شود به زمان بیشتری برای

Archive of SID

www.SID.ir

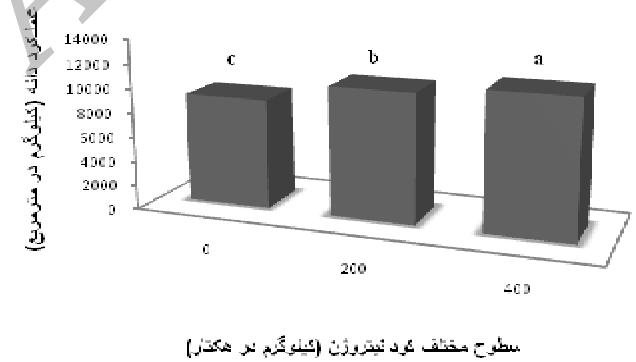
تجزیه و قابل دسترس شدن نیتروژن و سایر عناصر غذایی موجود در بافت‌های آن جهت استفاده ذرت نیاز باشد. زمان برگرداندن، تأثیر بسزایی بر عملکرد داشته و در تمامی تیمارهای کود سبز، زمان برگرداندن دوم در سطحی بالاتر قرار گرفته است (شکل 11).

بلک شاو وهمکاران (2001) نیز در آزمایشی در رابطه با تأثیر کود سبز بر روی گندم، کو و یلوم (2002)، میگوئز و بولرو (2005) و تجادا و همکاران (2008) بر روی ذرت به نتایجی مشابه دست یافتند. در یک بررسی دیگر، محمدی و قبادی (2010) مشاهده کردند که کاربرد ماشک معمولی به عنوان کود سبز، عملکرد ذرت در کشت بعدی را در مقایسه با شاهد (بدون کود سبز) به میزان 46/3 درصد افزایش داد. در رابطه با نیتروژن، هی و والکر (1989) گزارش کردند، افزایش کاربرد نیتروژن باعث افزایش دوام سطح برگ و تولید ماده خشک می شود و در نتیجه این افزایش، عملکرد دانه نیز افزایش پیدا می کند. همچنین در آزمایش‌هایی مجیدیان و همکاران (1387)، فرخی و ارادتمند اصلی (1387) و سوانا‌ریت و همکاران (1998) نشان دادند، عملکرد دانه ذرت به طور معنی‌داری با افزایش نیتروژن افزایش پیدا می کند.



شکل 11- عملکرد دانه ذرت در انواع کود سبز در زمان‌های مختلف برگرداندن (اعداد 1 و 2 در محور افقی، به ترتیب زمان برگرداندن اول (اسفند) و دوم (فروردین) را نشان می دهد)

حروف مشترک نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌های مختلف بر اساس آزمون دانکن در سطح 5 درصد است.



شکل 12- عملکرد دانه ذرت در سطوح مختلف کود نیتروژن

حروف مشترک نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌های مختلف بر اساس آزمون دانکن در سطح 5 درصد است.

Archive of SID

www.SID.ir

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی، نتایج این بررسی نشان داد که کاربرد کودهای سبز اغلب شاخص‌های رشدی، محتوای کلروفیل و عملکرد ذرت را به‌طور معنی‌داری بهبود بخشید و در بین تیمارهای کود سبز، ماشک به‌ویژه زمانی که در فروردین به خاک برگردانده شد از تاثیر بیشتری برخوردار بود. در بررسی انجام شده توسط چوی و دایمون (2008)، میزان نیتروژن تثبیت شده توسط ماشک گل‌خوشه‌ای به عنوان کود سبز، زمانی که این گیاه در ماه آوریل (فروردین‌ماه) به خاک برگردانده شد به‌طور معنی‌داری بیشتر از ماشک برگردانده شده در ماه مارس (اسفندماه) بود. در آزمایشی دیگر، تونیسن و همکاران (2000) مشاهده کردند که زمان اوج رهاسازی نیتروژن از کودهای سبز می‌تواند از 2 تا 8 هفته پس از برگردانده شدن آن‌ها به خاک متغیر باشد. این یافته‌ها، اهمیت زمان مناسب برگرداندن کود سبز به خاک جهت حداکثر بهره‌برداری گیاه زراعی بعدی از عناصر غذایی موجود در بافت‌های کود سبز را نشان می‌دهد. در بررسی حاضر، کودهای سبز برگردانده شده به خاک در فروردین بر روی اغلب صفات مورد مطالعه از تاثیر مثبت بیشتری برخوردار بودند که این امر می‌تواند از رشد و تولید بیوماس بیشتر توسط آن-ها و در نتیجه افزودن مقادیر بیشتر عناصر غذایی به خاک در این تاریخ ناشی شده باشد. این امر می‌تواند از توان تثبیت زیستی نیتروژن توسط این گیاه، آزادسازی تدریجی آن در طول فصل رشد ذرت و همزمانی آزادشدن نیتروژن تثبیت شده با نیاز گیاه زراعی به این عنصر (به‌ویژه در تاریخ برگردان دوم) ناشی شده باشد. صفات مورد ارزیابی به افزایش سطح کود نیتروژن مصرفی نیز پاسخ مثبت نشان دادند، بدین ترتیب که بیشترین مقادیر این صفات در بالاترین سطح کودی (100 درصد مقدار توصیه شده معادل 400 کیلوگرم در هکتار) ثبت گردید. این پاسخ مثبت بیانگر آن است که کودهای سبز به تنهایی قادر به تامین نیتروژن مورد نیاز ذرت نبوده‌اند. بررسی‌های سایر پژوهشگران نیز موید این واقعیت است که در شرایط مزرعه‌ای کمتر از 30 درصد نیتروژن موجود در کودهای سبز برای گیاه زراعی بعدی قابل استفاده است و بخش اعظم آن به شکل آلی در خاک باقی می‌ماند (هاریس و همکاران 1994، مولر و ساندمن 1988). تونیسن و همکاران (2000) نیز گزارش کردند که به منظور تامین نیازهای غذایی و دستیابی به عملکردهای مطلوب، کاربرد کود شیمیایی نیتروژن همراه با کودهای سبز ضرورت دارد.

منابع مورد استفاده

امام ی و نیک نژاد م، 1383. مقدمه ای بر فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات دانشگاه شیراز. 571 صفحه.

تدین م ر، امام ی، 1386. تأثیر آبیاری تکمیلی و کود نیتروژن بر واکنش های مورفولوژیک و عملکرد دانه دو رقم گندم تحت شرایط دیم در استان فارس. مجله علمی کشاورزی،30 (2): 69-53..

رحیمی م م، نورمحمدی ق، آیینه بند ا، افشار ع و معاف پوریان غ، 1388. اثر زمان کاشت و سطوح مختلف نیتروژن بر خصوصیات کمی و کیفی کتان روغنی(*Linum usitatissimum L.*). مجله به زراعی نهال و بذر، 2 (25): 91-79.

Archive of SID

www.SID.ir

رضایی سوخت آبندانی ر و رمضانی م، 1389. بررسی اثرات دورآبیاری و کود نیتروژن بر شاخصهای فیزیولوژیکی رشد و عملکرد ذرت علوفه ای (هیبرید S.c704) در شرایط آب و هوایی استان مازندران. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، 3 (7): 44-19.

ساجدی ن و اردکانی م ر، 1387. اثر مقادیر مختلف کود نیتروژن، روی و آهن بر شاخص‌های فیزیولوژیک ذرت علوفه‌ای در استان مرکزی. مجله پژوهش‌های زراعی ایران، 6 (1): 110-99.

سپهری ع، مدرس ثانوی ع م، قره ریاضی ب و یمینی ی، 1381. تأثیر تنش آب و مقادیر مختلف نیتروژن بر مراحل رشد و نمو و عملکرد و اجزای عملکرد ذرت. مجله علوم زراعی ایران، 3 (4): 200-184.

طریق الاسلامی م، ضرغامی ر، مشهدی م، بوجار ا و اویسی م، 1391. تأثیر تنش خشکی و مقادیرکود نیتروژن بر شاخصهای فیزیولوژیک ذرت دانه ای. مجله زارعت و اصلاح نباتات، 8 (1): 174-161.

عیدی زاده خ، مهدوی دامغانی ع، صباحی ح و صوفی زاده س، 1389. اثرات کاربرد کودهای بیولوژیک در ترکیب با کود شیمیایی بر رشد ذرت (*Zea mays* L.) در شوشتر. نشریه بوم شناسی کشاورزی، 2 (2): 301-292.

غفاری م، احمدوند گ، اردکانی م ر، نادعلی ا و الهی پناه ف، 1391. اثر بقایای گیاهی پوششی بر کنترل علف های هرز، شاخص های فیزیولوژیک، عملکرد و اجزا عملکرد سیب زمینی. مجله علوم گیاهان زراعی ایران، 43 (2): 309-295.

فرخی غ و ارادتمند اصلی د، 1387. تاثیر پیریدوکسین و سطوح مختلف نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای رقم سینگل کراس 704. مجله زراعت و اصلاح نباتات ایران، 4 (1): 16-5.

کوچکی ع و سرمدنیا غ، 1388. فیزیولوژی گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. 400 صفحه.

گرامی ف، آینه بند ا و فاتح ا، 1392. اثر کودهای سبز و شیمیایی نیتروژنی بر رشد اولیه، عملکرد و اجزای عملکرد گندم (*Triticum aestivum* L.). نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، 23 (1): 17-1.

گلدانی م، رضوانی‌مقدم پ، نصیری محلاتی م و کافی م، 1390. بررسی کارآیی مصرف نور، شاخص های فنولوژیکی و فیزیولوژیکی هیبریدهای ذرت در تراکم های مختلف کاشت. مجله پژوهش‌های تولید گیاهی، 18 (1): 27-1.

لرزاده ش و عنایت قلی زاده م ر، 1388. بررسی کارآیی مصرف نیتروژن تحت شیوه های مختلف اعمال کود نیتروژنه بر روی عملکرد، اجزای عملکرد و برخی شاخص های زراعی ذرت سینگل کراس 704 در خوزستان. فصلنامه علمی تخصصی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، 1 (2): 61-46.

لطیفی ن، نواب‌پور س و قادری فرشید ا، 1382. ارزیابی شاخص های رشد در آفتابگردان، رقم رکورد، تحت شرایط دیم. نشریه :علوم و صنایع کشاورزی ، 17 (1): 67-61.

لک ش، نادری ا، سیادت ع، آینه بند ا و نورمحمدی ق، 1385. اثر سطوح مختلف نیتروژن و تراکم بوته در شرایط مختلف رطوبتی بر عملکرد، اجزای عملکرد و کارآیی مصرف آب ذرت دانه ای سینگل کراس 704 در خوزستان . مجله علوم زراعی ایران، 8 (2): 170-153.

Archive of SID

www.SID.ir

مجیدیان م، قلاوند ا، کامگار حقیقی ع ا و کریمیان ن، 1387. اثر تنش خشکی، کود شیمیایی نیتروژن و کود آلی بر قرائت کلروفیل متر، عملکرد دانه و اجزای عملکرد ذرت دانه ای سینگل کراس 704. مجله علوم زراعی ایران، 10 (3): 330-303.

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, Ecosystems & Environment, 119: 171-176.

Algan N and Celen AS, 2011. Evaluation of mung bean (*Vigna radiata* L.) as green manure in Aegean conditions in terms of soil nutrition under different sowing dates. African Journal of Agricultural Research, 6(7): 1744-1749.

Biari A, Gholami A and Rahmani HA, 2008. Growth promotion and enhanced nutrient uptake of maize by application of plant growth promoting rhizobacteria in arid region of Iran. Journal of Biological Science, 8(6): 1015-1020.

Blackshaw RE, Moyer RC and Boswall AL, 2001. Suitability of underson sweet clover as a fallow replacement in smi arid cropping system. Agronomy Journal, 93: 863-868.

Cherr CM, Scholberg JMS and McSorley R. 2006. Green manure approaches to crop production: A Synthesis. Agronomy Journal, 98: 302-319.

Choi B and Daimon H, 2008. Effect of hairy vetch incorporated as green manure on growth and N uptake of sorghum crop. Plant Production Science, 11: 211-216.

Clark AJ, Decker AM, Meisinger JJ and McIntosh MS, 1997. Kill date of vetch, rye, and a vetch-rye mixture. I. Cover crop and corn nitrogen. Agronomy Journal, 89: 427-434

Cline GR and Silvernail AF, 2002. Effects of cover crops, nitrogen, and tillage on sweet corn. HortTechnology, 12: 118125.

Courtney RG and Mullen GJ, 2008. Soil quality and barley growth as influenced by the land application of two compost types. Bioresource Technology, 99: 2913-2918.

Dayegamiye AN and Tran TS, 2001. Effects of green manures on soil organic matter and wheat yields and N nutrition. Canadian Journal of Soil Science, 81: 371-382.

Dinnes DL, Karlen DL, Jaynes DB, Kaspar TC, Hatfield JL, Colvin TS and Cambardella CA, 2002. Nitrogen management strategies to reduce nitrate leaching in tiledrained Midwesternsoils Agronomy Journal, 94: 153-171.

Elfstrand S, Ba B and Rtensson M, 2007. Influence of various forms of green manure amendment on soil microbial community composition, enzyme activity and nutrient levels in leek. Applied Soil Ecology, 36: 70-82.

Evans J, Scott G, Lemerle D, Kaiser A, Orchard B, Murray GM and Amestrong EL, 2003. Impact of legume break crops on yield and grain quality of wheat and relationship with soil mineral N and crop N content. Astrulian Journal of Agricultural Research, 54: 777-788.

Food and Agricultural Organization of the United Nation. 2004. Disponível em: http://faostat.fao.org/faostat/collections. subset= Agriculture. Acesso em: 8 novembro.

Archive of SID

www.SID.ir

Graham PH and Vanca CP, 2000. Nitrogen fixation in perspective: an overview of research and extension needs. Field Crops Research, 65: 93-106.

Hani A, Elteliba M, Hamad A and Eltom EA, 2006. The effect of nitrogen and phosphorus fertilization on growth, yield and quality of forage maize (*Zea mays* L.) Agronomy Journal, 5(3): 515-518.

Harris GH, Hesterman OB, Paul EA, Peters SE and Janke RR, 1994. Fate of legume and fertilizer nitrogen-15 in a long-term cropping systems experiment. Agronomy Journal, 86: 910–915.

Hay RKM and Walker AJ, 1989. An introduction to the physiology of crop yield. Published in the USA with John willey & sons. INC. New York. 292 P.

Hernandez T, Moral R, Espinosa AP, Caselles JM, Murcia MD and Garcia C, 2002. Nitrogen mineralization potential in calcareous soils amended with sewage sludge. Bioresource Technology, 83: 213-219.

Hunt R, 1990. Basic growth analysis. London: Unwin Hyman.

Kogbe JOS and Adediran JA, 2003. Influence of nitrogen, phosphorus and potassium application on theyield of maize in the Savanna Zone of Nigeria. African Journal of Biotechnology, 2 (10): 345 - 349.

Kuo S and Jellum EJ, 2002. Influence of winter cover crop and residue management on soil nitrogen availability and corn yield. Agronomy Journal, 94: 501-508.

Lucas EO, 1986. The effect of density and nitrogen fertilizer on growth and yield of maize (*Zea mays* L.) in Ngeria. Journal of Agriculture Science Cambridge, 10: 573-578.

MacVay KA, Radciffe DE and Hargrve WL, 1989. Winter legume effects on soil properties and nitrogen fertilizer requirements. Soil Science Society of America Journal, 53: 1856-1862.

Matos EDS, Mendonce EDS, Lima PCD, Coelho MS, Mateus RF and Cardoso IM, 2008. Green manure in coffee system in the region of Zona Da Mata, Minas Gerais: Characteristics and kinetics of carbon and nitrogen mineralization. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 32: 2027-2035.

Miguez FE and Bollero GA, 2005. Review of corn yield response under winter cover cropping systems using meta-analytic methods. Crop Science, 45: 2318-2329.

Mohammadi GR and Ghobadi ME, 2010. The effects of different autumn-seeded cover crops on subsequent irrigated corn response to nitrogen fertilizer. Agricultural Sciences, 1: 148-153.

Mueller MM and Sundman V, 1988. The fate of nitrogen (^{15}N) released from different plant materials during decomposition under field conditions. Plant and Soil, 105: 133–139.

Patel JB, Patel VJ and Patel JR. 2006. Influence of different methods of irrigation and nitrogen levels on crop growth rate and yield of maize (Zea mays L.). Indian Crop Science Journal, 1(1-2): 175-177.

Archive of SID

www.SID.ir

Patil SK, Singh UV, Singh P, Mishra VN, Das RO and Henao J, 2001. Nitrogen dynamics and crop growth on an Alfisol and a Vertisol under direct-seeded rainfed lowland rice-based system. Field Crops Research, 70: 185-199.

Pramanik MYA, Sarkar MAR, Islam MA and Samad MA, 2004. Effect of green manures and different levels of nitrogen on the yield and yield components of transplant Aman rice. Agronomy Journal, 3(2): 122-125.

Saberali SF, Sadatnouri SA, Hejazi A and Zand E, 2007. Influence of plant density and planting pattern of corn on its growth and yield under competition with common Lambesquarters (*Chenopodium album*). Journal of Research Production, 74: 143-152.

Sainju UM and Singh BP, 2001. Tillage, cover crop, and kill-planting date effects on corn yield and soil nitrogen. Agronomy Journal, 93: 878–886.

Shrestha A, Hesterman OB, Copeland LO, Squire JM, Fisk JW and Sheaffer CC, 1999. Annual legumes as green manure and forage crops in winter canola (*Brassica napus* L.) rotations. Canadian Journal of Plant Science, 79: 19–25.

Skarphol BJ, Corey KA and Meisinger JJ, 1987. Response of snap beans to tillage and cover crops. Journal of the American Society Horticultural Science, 112: 936-941.

Suwanarit A, Lekhasoonthrakorn N, Rungchuang J and Kritapirom S, 1998. Effects of intercropping groundnut and green manure legumes to corn on the yields of corn and productivity and chemical properties of soil. Kasetsart Journal- Natural Science, 32: 374-384.

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

Tejada M, Gonzalez JL and Parrado J, 2008. Effects of different green manures on soil biological properties and maize yield. Bioresource Technology, 99: 1758-1767.

Thonnissen C, Midmore DJ, Ladha JK, Olk DC and Schmidhalter U, 2000. Legume decomposition and nitrogen release when applied as green manures to tropical vegetable production systems. Agronomy Journal, 92: 253–260.

Tripolskaya L and Romanovskaya D, 2006. A study of nitrogen migration affected by different plants for green manure in sandy loam soil. Ecologia, 4: 89-97.

Tsai CL and Tsai CY, 1990. Endosperm modified by cross pollination maize to induce changes in dry matter and nitrogen accumulation. Crop Science, 30: 804-808.

Yasari E and Patwardhan AM, 2007. Effects of *Aztobacter* and *Azospirillium* inoculations and chemical fertilizers on growth and productivity of canola. Asian Journal of Plant Science, 6(1): 77-82.

Archive of SID

www.SID.ir