

## تأثیر گیاهان پوششی، سیستم‌های خاک‌ورزی و کود نیتروژن بر عملکرد سورگوم علوفه‌ای (*Sorghum bicolor* L.)

محمود رمودی<sup>۱\*</sup>، داریوش مظاهری<sup>۲</sup>، ناصر مجنون حسینی<sup>۳</sup>،  
عبداله‌ادی حسین‌زاده<sup>۴</sup> و سید محمد باقر حسینی<sup>۵</sup>  
۱، استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل، ۲، ۳، ۴، ۵، استاد، دانشیاران و استادیار  
پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران  
(تاریخ دریافت: ۸۸/۷/۷ - تاریخ تصویب: ۸۹/۴/۳۰)

### چکیده

به منظور بررسی تأثیر گیاهان پوششی و سیستم‌های خاک‌ورزی توام با مقادیر مختلف کود نیتروژن بر عملکرد کمی و کیفی سورگوم علوفه‌ای رقم KFs<sub>3</sub>، آزمایشی به صورت فاکتوریل\_اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار طی دو سال زراعی ۸۵-۱۳۸۳ در مزرعه آموزشی\_ پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی (کرج)، دانشگاه تهران اجرا گردید. کرت اصلی ترکیب سیستم خاک‌ورزی کاهش یافته (دیسک) و متداول (گاواهن برگردان+ دیسک) با مقادیر مختلف کود نیتروژن به میزان صفر (شاهد)، ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و کرت فرعی گیاهان پوششی شامل چاودار، ماشک گل خوشه‌ای و آیش (بدون گیاه پوششی) بودند. تأثیر سیستم‌های خاک‌ورزی بر خصوصیات کمی و کیفی سورگوم علوفه‌ای در هر دو سال آزمایش معنی‌دار نبود، اما عملکرد علوفه سبز و خشک سورگوم در هر دو سال آزمایش تحت تأثیر تیمارهای کود نیتروژن و گیاهان پوششی تفاوت معنی‌داری نشان داد، به طوری که حداکثر عملکرد علوفه سبز و خشک سورگوم با مصرف بیشترین میزان کود نیتروژن به دست آمد. اختلاف عملکرد علوفه سبز و خشک سورگوم در تیمارهای گیاهان پوششی از نظر آماری به طور معنی‌دار بیشتر از تیمار آیش بود، ولی بین تیمارهای گیاهان پوششی چاودار و ماشک گل خوشه‌ای از نظر آماری تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. در تجزیه مرکب صفات کیفی علوفه سورگوم نظیر ماده خشک قابل هضم، کربوهیدرات‌های محلول در آب، پروتئین خام و خاکستر بین تیمار شاهد با سطوح کود نیتروژن و همچنین تیمار آیش با تیمارهای گیاهان پوششی از نظر آماری تفاوت معنی‌دار وجود داشت. نتایج نشان داد که استفاده از گیاهان پوششی توام با ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و سیستم خاک‌ورزی کاهش یافته برای تولید سورگوم علوفه‌ای، مناسب‌ترین ترکیب قابل توصیه در منطقه کرج می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: عملکرد، سورگوم علوفه‌ای، گیاهان پوششی، سیستم خاک‌ورزی، نیتروژن.

### مقدمه

نتایج بسیاری از آزمایشات نشان داده است که استفاده از سیستم خاک‌ورزی حفاظتی در مقایسه با خاک‌ورزی متداول موجب کاهش عملکرد در گیاهان زراعی مختلف شده است (Boquet et al., 2004; Halvorson et al., 2001). نتایج یک بررسی نشان داد که عملکرد ماده خشک ذرت تحت تأثیر سیستم‌های خاک‌ورزی قرار نگرفتند، اما بیشترین ماده خشک تولید شده از سیستم خاک‌ورزی متداول در مقایسه با سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی حاصل شد (Beyaert et al., 2002). یافته‌های تحقیقات (Mirlohi et al., 2000; Reinbott et al., 2004) عکس‌العمل قوی و شدید سورگوم علوفه‌ای به کود نیتروژن حتی در مقادیر بسیار بالای نیتروژن را تأیید می‌کند. Beyaert & Roy (2005) با بررسی تأثیر کود نیتروژن بر عملکرد سورگوم گزارش نمودند که حداکثر عملکرد با ۱۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار برآورد شده است. یک گیاه پوششی زمستانه ممکن است باعث افزایش عملکرد محصول کشت بعدی شود (Vyn, 1998). Clark et al. (1994) گزارش نمودند که عملکرد دانه ذرت تحت تأثیر گیاهان پوششی بسیار معنی‌دار شد و بیشترین میزان عملکرد دانه ذرت به گیاه پوششی ماشک گل خوشه‌ای تعلق داشت، که ناشی از تثبیت نیتروژن بیشتر توسط گیاه پوششی ماشک گل خوشه‌ای می‌تواند باشد. Ranells & Wegger (1996) دلیل افزایش عملکرد گیاه اصلی، بعد از کشت گیاهان پوششی را به آزاد سازی نیتروژن از بقایای گیاهی نسبت دادند. در یک بررسی (Holderbaum et al., 1990) با مطالعه مدیریت برداشت گیاه پوششی شبدر لاکه، افزایش عملکرد علوفه ذرت با افزایش نیتروژن گزارش شده است که با کاربرد ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار افزایش عملکرد علوفه ذرت نسبت به تیمار شاهد (صفر) ۳۰/۶۵ درصد بود. Kwaw-Mensah & Al-Kasi (2006) گزارش نمودند عکس‌العمل بیوماس ذرت به سیستم‌های خاک‌ورزی مختلف برای تمام سطوح نیتروژن معنی‌دار شدند و ماکزیمم عملکرد دانه با ۱۸۲ کیلوگرم نیتروژن به دست آمد. نتایج بررسی عکس‌العمل ذرت و سورگوم دانه‌ای در سیستم بدون خاک‌ورزی با

گیاهان پوششی و کود نیتروژن نشان داد که عملکرد ذرت و سورگوم دانه‌ای در تیمارهای گیاهان پوششی لگوم (نخود و ماشک گل خوشه‌ای) بیشترین مقدار بوده و عملکرد با افزایش میزان نیتروژن افزایش داشت (Reinbott et al., 2004). Miguez & Bollero (2005) گزارش نمودند که گیاهان پوششی لگوم زمستانه عملکرد ذرت را بدون مصرف نیتروژن به طور قابل ملاحظه افزایش دادند. در مطالعه ارزیابی عملکرد دانه ذرت در کشت مداوم به مدت ۵ سال در یک خاک لومی رسی با کود نیتروژن و سیستم‌های خاک‌ورزی گزارش شده است که عملکرد ماده خشک ذرت در هر دو سیستم خاک‌ورزی با افزایش کود نیتروژن افزایش معنی‌داری داشت، ولی تفاوت ماده خشک تولید شده ذرت بین سیستم‌های خاک‌ورزی معنی‌دار نبود (Halvorson et al., 2006).

در تولید گیاهان علوفه‌ای، علاوه بر عملکرد ماده خشک، کیفیت علوفه نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. تأثیر عوامل محیطی از قبیل نیتروژن و گیاهان پوششی بر عملکرد و ارزش غذایی گیاه علوفه‌ای توسط محققین زیادی مورد مطالعه قرار گرفته است (Mirlohi et al., 1999; Buxton et al., 2000). افزایش میزان نیتروژن سبب افزایش پروتئین خام، کربوهیدرات کل و خاکستر کل سورگوم می‌شود (Reiad et al., 1995). Mirlohi et al. (2000) گزارش نمودند که با افزایش سطح کود نیتروژن درصد پروتئین علوفه سورگوم علوفه‌ای به طور معنی‌دار افزایش یافت. افزایش معنی‌دار درصد پروتئین و قابلیت هضم ذرت با افزایش سطوح مختلف نیتروژن توسط دیگر محققین گزارش شده است (Vyn, 1998; Cox et al., 1993). در مطالعه تک کشتی و کشت دوگانه سورگوم علوفه‌ای با گیاه پوششی چاودار زمستانه گزارش شده است که با افزایش میزان کود نیتروژن، میزان نیتروژن سورگوم افزایش یافت، به طوری که میزان نیتروژن سورگوم که به دنبال گیاه پوششی چاودار کشت شده بود، نسبت به سورگوم که به طور مستمر کشت شده بود، بیشتر بود (Buxton et al., 1999). در بررسی Holderbaum et al. (1990) بر ذرت بعد از مدیریت گیاه پوششی شبدر لاکه با کاربرد کود نیتروژن نتایج مشابهی گزارش شد. در بررسی حاضر نیز

داده شد و برای تیمار شاهد فقط از کود پایه سوپر فسفات ترپیل (۱۱۲ کیلوگرم در هکتار) استفاده گردید. علف‌های هرز در طول دوره رشد به صورت مکانیکی کنترل شدند.

ویژگی‌های ارتفاع و تعداد برگ در بوته قبل از برداشت علوفه از ۵ بوته که به طور تصادفی از هر کرت انتخاب شد، اندازه گیری گردید و پس از خشک شدن برگ‌ها و ساقه‌ها در آن ۷۰ درجه سانتی‌گراد، نسبت برگ به ساقه تعیین گردید. عملکرد علوفه سبز سورگوم از ۴ ردیف وسط با حذف حاشیه هر کرت از سطح ۵ مترمربع در اوایل گلدهی برداشت شد. علوفه سبز بلافاصله توزین، سپس از هر کرت یک نمونه ۲ کیلوگرمی بعد از خشک کردن در آن ۷۰ درجه سانتی‌گراد، برای تعیین عملکرد علوفه خشک استفاده گردید. به منظور ارزیابی کیفیت علوفه، ابتدا نمونه‌های مربوطه آسیاب شده (حداقل ۵۰ گرم) و سپس صفات کیفی شامل درصد ماده خشک قابل هضم (DMD)<sup>۱</sup>، درصد قندهای محلول در آب (WSC)<sup>۲</sup>، درصد پروتئین خام (CP)<sup>۳</sup>، درصد دیواره سلولی منهای همی‌سلولز (ADF)<sup>۴</sup> و درصد خاکستر کل (Ash)<sup>۵</sup> تعیین شد. محاسبات آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS آنالیز شد. مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام گردید.

### نتایج و بحث

تأثیر سیستم‌های خاک‌ورزی در تجزیه مرکب داده‌ها بر هیچ کدام از صفات کیفی سورگوم علوفه‌ای از نظر آماری معنی‌دار نشد. در حالی که، تیمارهای کود نیتروژن و گیاهان پوششی بر صفات درصد ماده خشک قابل هضم، درصد کربوهیدرات محلول در آب، درصد پروتئین و خاکستر سورگوم علوفه‌ای تأثیر بسیار معنی‌داری داشتند (جدول ۱). با افزایش میزان کود نیتروژن تمام صفات کیفی فوق افزایش یافتند، و

تأثیر گیاهان پوششی و مصرف مقادیر مختلف کود نیتروژن توأم با سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی بر عملکرد کمی و کیفی سورگوم علوفه‌ای مورد مطالعه قرار گرفت.

### مواد و روش‌ها

این تحقیق طی دو سال زراعی ۸۵-۱۳۸۳ در مزرعه آموزشی- پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران واقع در کرج، با بافت خاک لومی شنی و عرض جغرافیائی ۳۵ درجه و ۵۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیائی ۵۰ درجه و ۵۸ دقیقه شرقی و ۱۳۱۲ متر ارتفاع آن از سطح دریا اجرا گردید. آزمایش به صورت فاکتوریل- اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. کرت اصلی ترکیب سیستم‌های خاک‌ورزی کاهش یافته (دیسک) و خاک‌ورزی متداول (گاواهن + دیسک) توأم با مقادیر مصرف کود نیتروژن به مقدار صفر (شاهد)، ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود و در کرت فرعی گیاهان پوششی شامل چاودار (*Secale cereale*)، ماشک گل خوشه‌ای (*Vicia villosa*) و آیش (بدون گیاه پوششی) بودند. عملیات کاشت گیاهان پوششی بصورت خشکه کاری در سال اول در تاریخ ۲۰ آبان ماه ۱۳۸۳ و در سال دوم در تاریخ ۱۸ آبان ۱۳۸۴ انجام شد. مقدار بذر مصرف شده برای چاودار ۱۶۰ و برای ماشک گل خوشه‌ای ۲۸ کیلوگرم در هکتار بود (Clark et al., 1994). چاودار در مرحله گلدهی و ماشک گل خوشه‌ای در مرحله غنچه‌دهی به طور هم زمان با استفاده از سیستم خاک‌ورزی مورد نظر در سال اول در تاریخ ۱۹ اردیبهشت ۱۳۸۴ و در سال دوم در تاریخ ۲۲ اردیبهشت ۱۳۸۵، به خاک برگردانده شدند و سه هفته بعد از زیر خاک کردن بقایای آنها (Sainju et al., 2002)، سورگوم علوفه‌ای رقم KFS<sub>3</sub> در سال اول در ۱۰ خرداد ۱۳۸۴ و در سال دوم در ۱۲ خرداد ۱۳۸۵ کشت گردید. هر کرت آزمایشی دارای ۶ ردیف کاشت به طول ۱۰ متر و با فواصل خطوط ۵۰ سانتی‌متر و فواصل بوته‌ها ۱۰ سانتی‌متر بود. کود نیتروژن از منبع اوره به میزان مورد نظر محاسبه و در سه نوبت، همزمان با کاشت، مرحله ۶-۷ برگی و بعد از چین اول به طور مساوی به هر کرت

1. Dry Matter Digestibility
2. Water Soluble Carbohydrates
3. Crude Protein
4. Acid Detergent Fiber
5. Total Ash

احتمالا نیتروژن آزاد شده از بقایای گیاهان پوششی ادامه پیدا کرد که کمبود نیتروژن برطرف گردید و بعد از آن واکنش سورگوم به افزایش نیتروژن خاتمه یافت. برخی محققان از افزایش قابلیت هضم (Cox et al., 1993)، پروتئین خام و درصد خاکستر سورگوم (Reiad et al., 1995) با افزایش کود نیتروژن گزارش داده‌اند که با نتایج این بررسی مطابقت دارد.

بیشترین میزان آنها به تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تعلق داشت، به طوری که به جز ADF نسبت به تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری را نشان دادند، اما بین سطوح ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از این نظر تفاوت معنی‌داری دیده نشد (جدول ۲). با افزایش سطح نیتروژن خاک، عملکرد کیفی سورگوم افزایش یافت و این روند افزایشی تا ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و

جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب خصوصیات کیفی و عملکرد سبز و خشک سورگوم علوفه‌ای در طی سال‌های ۸۵-۱۳۸۴

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		DMD	WSC	CP	ADF	Ash	عملکرد علوفه سبز
سال	۱	۱۳۹/۳*	۱۳۹/۵*	۱۵۶/۱*	۱۱۱/۳*	۱۰/۴۳*	۳۷/۶**
بلوک (سال)	۶	۶/۵۸	۲/۸۴	۱/۰۳	۶/۶۹	۰/۲۹	۶۶۳/۰۴
خاک‌ورزی	۱	۰/۰۵۴*	۰/۰۰۴*	۰/۰۶۳*	۰/۰۲۰*	۰/۰۵۶*	۰/۱۰
سال × خاک‌ورزی	۱	۰/۳۴*	۰/۱۹*	۰/۱۰۲*	۰/۱۰۱*	۰/۰۱*	۶۲/۳۱۸
نیتروژن	۲	۳۰/۳**	۱۲/۲**	۱۱/۷**	۲/۸۶	۲/۶۵**	۴۱۸۶/۶**
سال × نیتروژن	۲	۱/۱۹	۰/۲۵	۰/۱۳	۰/۱۲	۰/۱۰۳	۱۰۲/۲۳
خاک‌ورزی × نیتروژن	۲	۰/۰۸	۰/۰۰۴	۰/۰۶	۰/۳۲	۰/۰۰۲	۸/۲۷
سال × خاک‌ورزی × نیتروژن	۲	۰/۰۳	۰/۰۰۴	۰/۰۲	۰/۲۰	۰/۰۲	۴۴/۷
خطای a	۳۰	۲/۷۲	۱/۵۷	۱/۰۱	۱/۰۸	۰/۲۹	۶۰/۱۰
گیاه پوششی	۲	۹/۰۸*	۷/۵۵**	۴/۰۱**	۱/۸۳	۱/۶۸**	۱۱۰/۷۰**
سال × گیاه پوششی	۲	۱/۸۹	۰/۰۰۸	۰/۰۱۶	۰/۰۷	۰/۱۴	۳۸/۲۵
خاک‌ورزی × گیاه پوششی	۲	۰/۱۰۴	۰/۰۰۲	۰/۰۰۴	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۴	۱۷/۷۳
نیتروژن × گیاه پوششی	۴	۰/۲۰	۰/۳۲	۰/۰۸	۰/۱۰	۰/۰۰۴	۶/۵۲
سال × خاک‌ورزی × گیاه پوششی	۲	۰/۱۰	۰/۰۱	۰/۰۰۴	۰/۰۰۱	۰/۰۱	۱۴/۱۱
سال × نیتروژن × گیاه پوششی	۴	۰/۱۲	۰/۱۰	۰/۱۵	۰/۰۳	۰/۰۰۴	۸/۹۴
خاک‌ورزی × نیتروژن × گیاه پوششی	۴	۰/۰۶	۰/۰۰۱	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۰۵	۷/۲۸
سال × خاک‌ورزی × نیتروژن × گیاه پوششی	۴	۰/۰۶	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۱	۵/۳۳
خطای b	۷۲	۲/۲۱	۰/۸۶	۰/۵۱	۱/۷۰	۰/۲۳	۴۷/۶۳
ضریب تغییرات (درصد)	-	۲/۰۵	۶/۰۶	۶/۴۳	۵/۱	۶/۸۱	۸/۰۹

\*\*، \* به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد.

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های مرکب صفات کمی و کیفی سورگوم علوفه‌ای در سال‌های اول و دوم (۸۵-۱۳۸۴)

تیمارها	ماده خشک قابل هضم (درصد)	قندهای محلول در آب (درصد)	پروتئین خام (درصد)	خاکستر کل (درصد)	دیواره سلولزی منهای همی سلولوز (درصد)	عملکرد علوفه سبز (تن درهکتار)	عملکرد علوفه خشک (تن درهکتار)
سال	۷۱/۴b	۱۶/۳a	۱۰/۱b	۷/۳a	۲۵/۷b	۹۷/۳a	۱۲/۴a
۱۳۸۴	۷۳/۴a	۱۴/۳b	۱۲/۲a	۶/۸b	۲۷/۵a	۷۳/۲b	۱۱/۴b
خاک‌ورزی	۷۲/۵a	۱۵/۳a	۱۱/۲a	۷/۱a	۲۵/۶a	۵۸/۴a	۱۱/۹a
متداول	۷۲/۴a	۱۵/۳a	۱۱/۱a	۷/۰a	۲۵/۵a	۵۸/۲a	۱۱/۸a
کاهشی	۷۱/۸b	۱۴/۸b	۱۰/۶b	۶/۸b	۲۵/۸a	۵۷/۸c	۱۰/۳c
نیتروژن (کیلوگرم درهکتار)	۷۲/۴ab	۱۵/۴a	۱۱/۴a	۷/۱a	۲۵/۶a	۸۵/۶b	۱۱/۰b
۰	۷۳/۱a	۱۵/۸a	۱۱/۵a	۷/۳a	۲۵/۳a	۹۴/۴a	۱۳/۳a
۷۵	۷۲/۰b	۱۴/۹b	۱۰/۸b	۶/۹b	۲۵/۸a	۷۹/۹b	۱۰/۹b
۱۵۰	۷۲/۵ab	۱۵/۵a	۱۱/۲a	۷/۱a	۲۵/۵a	۸۷/۰a	۱۲/۲a
گیاه پوششی	۷۲/۸a	۱۵/۶a	۱۱/۴a	۷/۲a	۲۵/۴a	۸۹/۰a	۱۲/۵a
آیش							
چاودار							
ماشک گل خوشه‌ای							

حروف مشترک در هر ستون، فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد می‌باشند.

درصد کربوهیدرات محلول در آب و درصد خاکستر به دلیل عملکرد زیاد در سال اول بیشتر از سال دوم بود (جدول ۲). افزایش کیفیت علوفه را می‌توان بواسطه کاهش ارتفاع بوته و کاهش نسبت برگ به ساقه در سال دوم با توجه به ثابت بودن تعداد برگ در دو سال آزمایش، توجیه نمود (جدول ۳).

با وجود اینکه تأثیر تیمارهای آزمایشی (سیستم‌های خاک‌ورزی، کود نیتروژن و گیاهان پوششی) در تجزیه مرکب بر ADF معنی‌دار نشد (جدول ۱) ولی، با افزایش کود نیتروژن میزان ADF کاهش یافت، که با نتایج بررسی Cox et al. (1993) همخوانی دارد. همچنین ADF در تیمارهای گیاهان پوششی در مقایسه با تیمار آیش نیز کمتر بود (جدول ۲)، که کم بودن آن بیانگر قابلیت هضم بهتر علوفه می‌باشد. هیچ کدام از اثرات متقابل بر خصوصیات کیفی علوفه معنی‌دار نشد (جدول ۱).

عملکرد علوفه سبز و خشک سورگوم در تجزیه مرکب داده‌ها تحت تأثیر سال معنی‌دار شد (جدول ۱) به طوری که، میانگین عملکرد علوفه سبز و خشک در سال اول بیشتر از سال دوم آزمایش گردید (جدول ۲). تأثیر سیستم‌های خاک‌ورزی در تجزیه مرکب بر عملکرد علوفه سبز و خشک سورگوم معنی‌دار نشد (جدول ۱)، اما میزان عملکرد علوفه سبز و خشک سورگوم در خاک‌ورزی متداول به طور نامحسوس بیشتر از خاک‌ورزی کاهشی بود (جدول ۲).

تفاوت صفات کیفی از جمله درصد ماده خشک قابل هضم، درصد پروتئین خام و خاکستر سورگوم علوفه‌ای بین تیمارهای گیاهان پوششی با تیمار آیش (بدون گیاه پوششی) از نظر آماری معنی‌دار شد، ولی بین تیمارهای گیاهان پوششی چاودار و ماشک گل خوشه‌ای از این نظر تفاوتی آماری مشاهده نگردید. احتمالاً دلیل آن را می‌توان به افزایش نیتروژن خاک توسط گیاهان پوششی چاودار و ماشک گل خوشه‌ای نسبت داد، که با نتایج Ranells & Wegger (1996) مطابقت دارد. بیشتر بودن درصد پروتئین خام علوفه سورگوم در تیمار گیاهان پوششی (جدول ۲) نسبت به شاهد، ممکن است مرتبط با افزایش عناصر غذایی بویژه نیتروژن، فسفر، پتاسیم و سایر مواد مغذی در شرایط عدم آیشی و یا ناشی از پوسیدگی تدریجی بقایای آزاد شده دانست که در اختیار سورگوم قرار گرفته است. افزایش درصد پروتئین ذرت بعد از تیمار ماشک گل خوشه‌ای را به داشتن ریشه‌های عمیق و گسترده آن که قادر به جذب عناصر غذایی از اعماق خاک و نیز پوسیدن سریع بقایای آن، علاوه بر تثبیت نیتروژن که سبب افزایش نیتروژن خاک گردیده، گزارش کرده‌اند (Power et al., 1991).

براساس نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها (جدول ۱) صفات کیفی علوفه سورگوم تحت تأثیر سال قرار گرفت. به طوری که میانگین درصد ماده خشک قابل هضم و درصد پروتئین سورگوم علوفه‌ای در سال دوم به طور معنی‌دار بیشتر از سال اول بود، در حالی که

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های ارتفاع، تعداد برگ و نسبت برگ به ساقه سورگوم علوفه‌ای تحت تأثیر کود نیتروژن و گیاهان پوششی در دو سال (۸۵-۱۳۸۴)

تیمارها	نسبت برگ به ساقه		تعداد برگ در بوته		ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	
	۱۳۸۵	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۴
نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)						
۰	۰/۵۲a	۰/۵۰۱b	۱۰/۹b	۱۰/۷c	۱۶۸/۴b	۱۳۸/۰b
۷۵	۰/۵۴a	۰/۴۹۶a	۱۱/۱a	۱۱/۳b	۱۷۷/۷a	۱۵۱/۱a
۱۵۰	۰/۵۶a	۰/۴۹۱a	۱۱/۲a	۱۱/۶a	۱۸۰/۹a	۱۵۸/۴a
گیاه پوششی						
آیش	۰/۵۴a	۰/۴۹۸a	۱۱/۰a	۱۰/۸c	۱۶۹/۶b	۱۴۰/۰c
چاودار	۰/۵۳a	۰/۴۹۶a	۱۱/۱a	۱۱/۳b	۱۷۹/۶a	۱۵۰/۷b
ماشک گل خوشه‌ای	۰/۵۴a	۰/۴۹۲a	۱۱/۰a	۱۱/۶a	۱۷۷/۹a	۱۵۶/۸a

حروف مشترک در هر ستون، فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد می‌باشند.

خشک سورگوم در تیمارهای گیاهان پوششی را می‌توان به تجزیه بقایای گیاهان پوششی و آزاد شدن تدریجی عناصر غذایی، بویژه نیتروژن نسبت داد که بدون احتمال آبشویی در اختیار گیاه سورگوم قرار گرفته است. (Yenish et al. و (1998) Vaughan & Evanylo (1996) دلیل افزایش عملکرد گیاهان پس از کشت گیاهان پوششی را، دستیابی به نیتروژن خاک بیان نموده‌اند.

ضرایب همبستگی بالا و منفی ADF با درصد ماده خشک قابل هضم و کربوهیدرات‌های محلول در آب سورگوم علوفه‌ای بیانگر این است هر چه میزان آن کمتر باشد، قابلیت هضم ماده خشک غذایی سورگوم افزایش می‌یابد (جدول ۴). همبستگی بسیار معنی‌دار و مثبت عملکرد علوفه سورگوم با درصد ماده خشک قابل هضم و کربوهیدرات‌های محلول در آب می‌تواند ناشی از تأثیر کود نیتروژن بر صفات کمی و کیفی سورگوم علوفه‌ای باشد. همبستگی منفی و بسیار معنی‌دار ADF با قابلیت هضم کل سورگوم تحت تأثیر تیمارها توسط Ward et al. (2001) گزارش شده است. به طور کلی، با توجه به نتایج این تحقیق استفاده از سیستم خاک‌ورزی کاهش‌ی و گیاهان پوششی توام با ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار می‌تواند برای تولید سورگوم علوفه‌ای در منطقه کرج مناسب باشند.

افزایش عملکرد سورگوم در سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی توسط Reinbott et al. (2004) گزارش شده است، که با نتایج این بررسی همخوانی دارد. میانگین عملکرد علوفه سبز و خشک سورگوم تحت تأثیر تیمارهای کود نیتروژن و گیاهان پوششی معنی‌دار شد (جدول ۱) و با افزایش میزان کود نیتروژن، عملکرد علوفه سبز و خشک روندی افزایشی داشتند، به طوری که حداکثر عملکرد علوفه سبز و خشک سورگوم، با مصرف بیشترین میزان کود نیتروژن، بدست آمد (جدول ۲). نتایج Boquet et al. (2004) نشان داد که با مصرف نیتروژن بیشتر، عملکرد علوفه به طور قابل توجهی افزایش یافت که با نتایج بررسی حاضر مطابقت کامل دارد.

اختلاف عملکرد علوفه سبز و خشک سورگوم در تیمار آیش با تیمارهای گیاهان پوششی به جز در ADF معنی‌دار گردید (جدول ۲)، ولی بین گیاهان پوششی چاودار و ماشک گل خوشه‌ای از این نظر تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. از دلایل کاهش عملکرد علوفه سبز و خشک سورگوم در تیمار گیاه پوششی چاودار در مقایسه با ماشک گل خوشه‌ای را می‌توان احتمالاً ناشی از ترشحات آللوپاتیک بقایای آن (Sainju & Singh, 2001) و همچنین افزایش نسبت C/N خاک (Yenish et al., 1996) عنوان نمود. افزایش عملکرد علوفه سبز و

جدول ۴- ضرایب همبستگی بین صفات کمی و کیفی (درصد) سورگوم علوفه‌ای (میانگین دو سال)

صفات	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
۱. عملکرد علوفه سبز	۱						
۲. عملکرد علوفه خشک	۰/۹۹**	۱					
۳. WSC	۰/۹۲**	۰/۹۳**	۱				
۴. Cp	۰/۹۱**	۰/۹۰**	۰/۸۸**	۱			
۵. Ash	۰/۹۵**	۰/۹۵**	۰/۹۲**	۰/۹۶**	۱		
۶. ADF	-۰/۹۲**	-۰/۹۱**	-۰/۸۰**	-۰/۸۴**	-۰/۸۹**	۱	
۷. DMD	۰/۹۶**	۰/۹۶**	۰/۹۰**	۰/۹۱**	۰/۹۶**	۰/۹۱**	۱

\*\* معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.

## REFERENCES

1. Beyaert, R. P., Schott, J. W. & White, P. H. (2002). Tillage effect on corn production in a Coarse-Textured soil in Southern Ontario. *Agron J*, 94, 767-774.
2. Beyaert, R. P. & Roy, R. C. (2005). Influence of nitrogen fertilization on multi-cut forage sorghum – sudangrass yield and nitrogen use. *Agron J*, 97, 1493-1501.
3. Boquet D. J., Hutchinson, R. L. & Breitenbeck, G. A. (2004). Long-term tillage, cover crop, and nitrogen rate effects on cotton: yield and fiber properties. *Agron J*, 96, 1436-

4. Buxton, D. R., Anderson, I. C. & Hallam, A. (1999). Performance of sweet and forage sorghum growth continually, double- cropped with winter rye, or in rotation with soybean and maize. *Agron J*, 91, 93-101.
5. Clark, A. J., Decker, A. M. & Meisinger, J. J. (1994). Seeding rate and kill date effects on hairy vetch-cereal rye cover crop mixtures for corn production. *Agron J*, 86, 1065-1070.
6. Cox, W. J., Kalonge, S. Cherey, D. J. R. & Reid, W. S. (1993). Growth, yield, and quality of forage maize under different nitrogen management practices. *Agron J*, 85, 341-347.
7. Halvorson, A. D., Wienhold, B. J. & Black, A. L. (2001). Tillage and nitrogen fertilization influence grain and soil nitrogen in an annual cropping system. *Agron J*, 93, 836-841.
8. Halvorson, A. D., Mosier, A. R., Reule, C. A. & Bauch, W. C. (2006). Nitrogen and tillage effects on irrigated continuous corn yields. *Agron J*, 98, 63-71.
9. Holderbaum, J. F., Decker, A. M., Meisinger, J. J., Mulford F. R. & Vough, L. R. (1990). Fall-seeded legume cover crops for no-tillage corn in the humid East. *Agron J*, 82, 117-124.
10. Kwaw-Mensah, D. & Al-Kasi, M. (2006). Tillage and nitrogen source and rate effects on corn response in corn – soybean rotation. *Agron J*, 98, 507-513.
11. Miguez, F. E. & Bollero, G. A. (2005). Review of corn Yield response under winter cover cropping systems using meta-analytic methods. *Crop Sci*, 45, 2318- 2329.
12. Mirlohi, A., Bozorgvar, N. & Bassiri, M. (2000). Effect of nitrogen rate on growth, forage yield and silage quality of three sorghum hybrids. *J Sci Tech Agric and Nat Resour*, 4(2), 105-116. (In Farsi).
13. Power, J. F., Doran, J. W. & Koerner, P. T. (1991). Hairy vetch as a winter cover crop for dryland corn production. *J Prod Agric*, 4, 62-67.
14. Ranells, N. N. & Wegger, M. G. (1996). Nitrogen release from grass and legume cover crop monoculture and bicultures. *Aron J*, 88, 777-782.
15. Reiad, M. S., El-Hakeem, M. S., Hammada, M. A. & Abd-Alla, S. O. M. (1995). Chemical content of fodder sorghum plants as unfenced by nitrogen and organic manure fertilizers under Siwa Oasis conditions. *Annals Agric Sci*, 33, 623-635.
16. Reinbott, T. M., Conley, P. S. & Blevins, D. G. (2004). No-tillage corn and grain sorghum response to cover crop and nitrogen fertilization. *Agron J*, 96, 1158-1163.
17. Sainju, U. M. & Singh, B. P. (2001). Tillage, cover crop, and kill-planting date effects on corn yield and soil nitrogen. *Agron J*, 93, 878-886.
18. Sainju, U. M., Singh, B. P. & Yaffa, S. (2002). Soil organic matter and tomato yield following tillage, cover cropping, and nitrogen fertilization. *Agron J*, 94, 594-602.
19. Torbert, H. A., Kenneth, N. P. & Morrison, J. E. (2001). Tillage systems, fertilizer nitrogen rate, and timing effect on corn yields in the Texas Backland Prairie. *Agron J*, 93, 1119-1124.
20. Vaughan, J. D. & Evanylo, G. K. (1998). Corn response to cover crop species, spring desiccation time, and residue management. *Agron J*, 90, 536-544.
21. Vyn, T. J. (1998). Crop sequence and conservation tillage effects on soil structure and maize growth. In *B.D. Soane*. In: Proceedings of 11<sup>th</sup> Int. Conf. Soil Till. Res. Org. Edinburgh. United Kingdom. P. 921-926.
22. Ward, J. D., Redfean, D. D., McCormick, M. E. & Cuomo, G. J. (2001). Chemical composition, ensiling characteristics, and apparent digestibility of summer annual forage in a subtropical double-cropping system with annual ryegrass. *Dairy Sci J*, 84, 177-182.
23. Yenish, J. P., Worsham, A. D. & York, A. C. (1996). Cover crops for herbicide replacement in no-tillage corn. *Weed Tech*, 10, 815-821.