مجله علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی و علف‌های هرز، سال چهارم، شماره ۱۶، زمستان ۱۳۸۹، صفحه ۴۲-۲۹

اثر تـراکم گیـاهی و کود نیتـروژن بر عملکـرد کمّی و کیفی ذرت علوفه‌ای در منطقه‌ی درگز

نسیم سعادت‌زاده[۱]، سیدمحسن نبوی‌کلات [۲] و رضا بهاری کاشانی[۳]

چکیده

به منظور بررسی اثر تراکم گیاه و مقادیر مختلف کود نیتروژن بر عملکرد کمّی وکیفی ذرت علوفـه‌ای آزمایـشی در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلـوک‌هـای کامـل تـصادفی در ۳ تکـرار اجـرا گردید. ۴ سطح کود نیتروژن شامل (صفر، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار) به عنوان عامل اصلی و ۳ سطح تراکم گیاهی شامل (۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ هزار بوته در هکتار) به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شـدند. نتـایج بررسـی نـشان داد که با افزایش سطوح نیتروژن و تراکم گیاهی، ارتفـاع گیـاه، درصـد پـروتئین خـام و پـروتئین تولیـدی در هکتـار افزایش، قطر ساقه، وزن برگ و وزن بلال با افزایش تراکم کاهش ولی بـا افـزایش نیتـروژن افـزایش یافـت. بیـشترین عملکرد علوفه در سطح نیتروژن ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار (معادل ۴۶ تن) و تراکم ۱۰۰ هـزار بوتـه در هکتـار (۴۰/۲۷ تن) به‌دست آمد. همچنین، بیشترین عملکرد پروتئین در هکتار (۷ تن) متعلـق بـه سـطح ۱۵۰ کیلـوگرم نیتـروژن و تراکم ۱۲۵ هزار گیاه در هکتار بود.

واژگان کلیدی: پروتئین خام، عملکرد علوفه، ماده‌ی خشک، وزن بلال.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد
۲- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد (نویسنده‌ی مسئول) sm_nabavikalat@yahoo.com
۳- استادیار گروه علوم دامی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد .

تاریخ دریافت: ۸۹/۷/۲۳
تاریخ پذیرش: ۹۰/۲/۱۲

مقدمه

ذرت از غلات مهم مناطق گرمسیری و معتدل جهان است که از نظر تولید جهانی بعد از گندم و برنج مقام سوم را به خود اختصاص داده است. ذرت به دلیل آن که دارای مواد قندی و نشاسته‌ای زیادی بوده و از طرفی نیز مقدار محصول آن در واحد سطح نسبتاً زیاد و قابل توجه می‌باشد، یکی از بهترین ومناسب‌ترین گیاهان علوفه‌ای محسوب می‌شود (Russell *et al*. 1988).

در میان نهاده‌های مصرفی، مقدار کود نیتروژن و از میان عوامل زراعی، تراکم کاشت در حصول حداکثر عملکرد علوفه و ارتقای ارزش غذایی آن نقش به سزایی دارند (Cox and Cherney, 2001). افزایش تراکم گیاه زراعی عامل موثری در افزایش سهم گیاه زراعی در استفاده از کل منابع محسوب می‌شود. تراکم بوته و الگوی کاشت مناسب از شیوهایی است که با استفاده از آنها نور به عمق جوامع گیاهی نفوذ کرده و سهم زیادی در افزایش تولید ایفا می‌کند (Aldrich, 1984). گریبل و همکاران (Graybill *et al*. 1991) در ارزیابی عملکرد ماده‌ی خشک و کیفیت علوفه در ذرت نشان دادند که با افزایش تراکم بوته در واحد سطح، عملکرد ماده‌ی خشک افزایش یافت. لازم به ذکر است که رقابت درون گونه‌ای منجر به کاهش وزن خشک تک بوته می‌شود ولی چون تعداد تک بوته‌ها با افزایش تراکم زیاد می‌شود، این موضوع منجر به جبران افت ناشی از وزن خشک تک بوته می‌گردد. همچنین، با افزایش تراکم بوته و تشدید رقابت بین گیاهان برای جذب نور و املاح معدنی، عملکرد سیلویی، وزن تر بلال و صفات مورفولوژیکی ذرت به طور متفاوتی تغییر می‌کند که می‌تواند در کمیت و کیفیت علوفه‌ی تولیدی بسیار موثر باشد (Zamanian and Najafi, 2002).

فراهمی نیتروژن می‌تواند هم عملکرد کمّی و هم کیفیت گیاهان زراعی را تحت تاثیر قرار دهد (Lawlor *et al*. 2001). در زراعت ذرت نیز اگر نیتروژن به مقدار کافی در اختیار گیاه قرار گیرد باعث رشد سریع شده و در افزایش عملکرد کمّی و بالا بردن میزان پروتئین موثر خواهد بود (Evans, 1989). افزایش ماده‌ی خشک تولیدی در ذرت در نتیجه‌ی کاربرد نیتروژن در مطالعات متعددی گزارش شده است. به طور مثال ساجدی و اردکانی (Sajedi and Ardakani, 2008)، در مطالعه‌ی تاثیر نیتروژن بر خواص کمّی و کیفی ذرت علوفه‌ای دریافتند که افزایش مصرف نیتروژن تا ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سبب افـزایش تجمع ماده‌ی خشک می‌گردد که اصلی‌ترین دلیل آن را بهبود شاخص‌های فیزیولوژیک ذرت تحت تاثیر مصرف کودهای نیتروژنه ذکر نمودند. مطالعات یوهارت و آندرید (Uhart and Andrade, 1995) نشان داد که با افزایش نیتروژن خاک عملکرد وزن خشک ذرت افزایش می‌یابد که می‌تواند ناشی از تحت تاثیر قرار گرفتن سرعت رشد محصول، شاخص سطح برگ و دوام سطح برگ باشد.

یکی از عوامل اصلی تاثیرگذار بر کیفیت علوفه، درصد پروتئین خام آن می‌باشد (Tilley and Terry, 1963). نیتروژن علاوه بر تاثیری که بر افزایش عملکرد ماده‌ی خشک گیاهان علوفه‌ای دارد، کیفیت آنها را نیز تحت تاثیر قرار می‌دهد. از آنجایی که نیتروژن یکی از ساختارهای اصلی اسیدهای آمینه می‌باشد، مصرف نیتروژن سبب بالا رفتن درصد پروتئین شده و به طور کلی عنوان شده است که نیتروژن بیش از نیاز برای گیاه باعث بالا رفتن درصد پروتئین در گیاه می‌گردد (Asghari *et al*. 2006)، همین طور با افزایش نیتروژن، میزان پروتئین خام در علوفه افزایش می‌یابد که به دنبال آن بهترین کیفیت

سیلویی علوفه به‌دست خواهد آمد (Torbatinezhad *et al*. 2001).

بنابراین، در این پژوهش اثرات تراکم گیاه در واحد سطح و مقادیر متفاوت نیتروژن مصرفی بر عملکرد کمّی و کیفی ذرت علوفه‌ای در منطقه‌ی درگز مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد وروش‌ها

به منظور بررسی اثرات تراکم گیاهی وکود نیتروژن بر عملکرد کمّی و کیفی ذرت علوفه‌ای آزمایشی در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در شهرستان درگز و در مزرعه‌ای با مختصات جغرافیایی ۳۷ درجه و ۲۶ دقیقه عرض شمالی و ۵۹ درجه و ۶ دقیقه طول شمالی از نصف النهار گرینویچ و ارتفاع ۴۸۰ متر از سطح دریا انجام شد.

طرح آزمایشی مورد استفاده، کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار بود. که عامل اصلی در این آزمایش کود نیتروژن با چهار سطح (صفر ،۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) که از منبع اوره تامین گردید و سه تراکم بوته (۷۵،۱۰۰ و ۱۲۵ هزار بوته در هکتار) به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شد. جهت رسیدن به تراکم گیاهی مورد نظر، فواصل بین ردیف‌ها ثابت در نظر گرفته شد. هر کرت فرعی شامل چهار ردیف کاشت با فاصله‌ی بین ردیف ۷۵ سانتی‌متر و طول ۵ متر بود. بنابراین، زمین آزمایش با توجه به تیمارها وتکرارهای در نظر گرفته شده شامل ۳۶ کرت فرعی بود. ۵۰ درصد کود مصرفی در زمان کاشت و ۵۰ درصد بقیه به صورت سرک در مرحله‌ی ۹-۷ برگی به کار برده شد.

در این آزمایش صفات مختلفی مورد بررسی قرار گرفت که شامل صفات مورفولوژیکی مانند ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد برگ بالای بلال، تعداد برگ پایین بلال، وزن بلال، وزن برگ بالای بلال، وزن برگ پایین بلال، که بر روی ۵ بوته رقابت کننده‌ی تصادفی در هر کرت و در مرحله‌ی برداشت علوفه (یک سوم خمیری شدن دانه) اندازه گیری و ثبت شدند. عملکرد کل علوفه‌ی تولیدی نیز پس از حذف ۰/۵ متر از ابتدا و انتهای هر کرت از دو ردیف میانی صورت گرفت. به منظور اندازه‌گیری متغیرهای ماده‌ی خشک و پروتئین خام نمونه‌های انتخاب شده از هر کرت در آزمایشگاه توسط دستگاه آون الکتریکی، دسیکاتور و دستگاه کلدال اتوماتیک اندازه‌گیری شد (Sajedi and Ardakani, 2008) .

جهت مدیریت داده‌ها و تجزیه و تحلیل آماری از نرم افزارهای Excel و Mstatc استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال ۰/۰۵ صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

عملکرد کل علوفه

بر اساس نتایج جدول ۱ اثر هر دو عامل مقادیر مختلف نیتروژن و تراکم گیاه بر عملکرد کل علوفه از نظر آماری در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. ولی اثر متقابل دو عامل تاثیر معنی‌داری بر این متغیر نداشت.

مقایسه‌ی عملکرد علوفه در سطوح مختلف نیتروژن مصرفی نشان داد که استفاده از ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن بیشترین عملکرد علوفه و به میزان حدود ۴۶ تن در هکتار را داشت و تفاوتی بین این دو سطح مشاهده نگردید. میزان علوفه‌ی تولیدی در سطح ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نسبت به ۷۵ کیلوگرم در هکتار و تیمار شاهد (صفر کیلوگرم نیتروژن) در حدود ۳۳ و ۵۸ درصد افزایش نشان داد (جدول ۲). همچنین، نتایج حاکی است که با افزایش تراکم گیاه در واحد سطح از ۷۵ هزار گیاه در هکتار به ۱۰۰ هزار بوته در هکتار، عملکرد کل علوفه‌ی تولیدی افزایش یافت. ولی تفاوتی بین تراکم ۱۰۰ و ۱۲۵ هزار گیاه در هکتار مشاهده نگردید. میزان

افزایش علوفه‌ی تولیدی در تراکم ۱۰۰ هزار بوته در هکتار نسبت به تراکم ۷۵ هزار بوته در حدود ۳۰ درصد بود (جدول ۳).

نتایج حاصل از این بررسی تایید کننده‌ی این مطلب است که تراکم گیاه در واحد سطح و مقادیر مناسب نیتروژن، هر کدام با تحت تاثیر قرار دادن عوامل مختلف رشد (فتوسنتز، سطح برگ و ...) و تجمع ماده‌ی خشک باعث افـزایش عملکرد علوفه می‌گردد.

چنین نتـایجی در بررسی‌های سپهری و همکاران (Sepehri *et al*. 2002)، سـاجدی و اردکانی (Sajedi and Ardakani, 2008) و ایوانز (Evans, 1989) نیز مشاهده شده است. این مشاهدات نیز حاکی از واکنش مثبت عملکرد علوفه به افزایش مناسب مقادیر نیتروژن و تراکم گیاه در واحد سطح است.

شیفر و همکاران (Sheaffer *et al*. 2006) معتقد هستند که با افزایش سطوح نیتروژن، میزان بیوماس گیاه افزایش می‌یابد. در واقع مقادیر کود نیتروژن و تراکم کاشت نه تنها در حصول حداکثر عملکرد علوفه تاثیر دارد، بلکه در ارتقای ارزش غذایی آن نیز نقش به سزایی را ایفا می‌کند. کوکس و چرنی (Cox and Cherney, 2001)، ساجدی و اردکانی (Sajedi and Ardakani, 2008) در آزمایش خود به این نتیجه رسیدند که دلیل اصلی افزایش عملکرد با افزایش مقادیر مختلف نیتروژن، افزایش سطح برگ گیاه و میزان جذب نور توسط برگ‌ها و تبدیل آنها به مواد فتوسنتزی است. به این ترتیب افزایش میزان برگ در مزرعه سبب افزایش میزان جذب نور، فتوسنتز بیشتر و تولید ماده‌ی خشک بالاتر خواهد شد.

ارتفاع گیاه

براساس نتایج جدول ۱ تاثیر هر دو عامل مقادیر مختلف نیتروژن و تراکم گیاه بر ارتفاع گیاه از نظر آماری در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود ولی اثر متقابل دو عامل تاثیری بر این متغیر نداشت.

مقایسه‌ی مقادیر ارتفاع گیاه در سطوح مختلف نیتروژن مصرفی نشان داد که ارتفاع گیاه در تیمار شاهد (صفر کیلوگرم نیتروژن)، کمترین میزان را داشت و تفاوت آن با سه سطح دیگر معنی‌دار بود. ولی بین سه سطح نیتروژن مصرفی تفاوتی مشاهده نگردید (جدول ۲). همچنین، نتایج حاکی است که با افزایش تراکم گیاه در واحد سطح از ۷۵ هزار بوته در هکتار به ۱۰۰ هزار بوته در هکتار، ارتفاع گیاه افزایش یافت ولی تفاوتی بین تراکم ۱۰۰ و ۱۲۵ هزار بوته در هکتار مشاهده نگردید. میزان افزایش ارتفاع گیاه در تراکم ۱۰۰ هزار بوته در هکتار نسبت به تراکم ۷۵ هزار بوته در حدود ۱۲ درصد بود (جدول ۳).

نتایج حاصل از این بررسی، بیان کننده‌ی این مطلب است که علت اصلی افزایش ارتفاع بوته در تراکم‌های بالا می‌تواند رقابت برای کسب نور باشد که این افزایش ارتفاع بوته عمدتاً ناشی از افزایش طول میان گره‌ها در تراکم‌های بالا می‌باشد. چنین نتایجی در آزمایش‌های هاشمی دزفولی و هربرت (Hashemi Dezfoli and Herbert, 1992) مشاهده می‌شود به طوری که آنها اظهار نموده‌اند که در تراکم‌های بالا به دلیل کاهش تخـریب نوری اکسین، فاصله‌ی میان گره‌ها افزایش یافته و ارتفاع زیاد می‌شود ولی در تراکم‌های پایین به دلیل تشعشات زیادتر در اجتماع گیاهی، تخریب نوری اکسین بیشتر شده و در نتیجه ارتفاع گیاه افزایش نمی‌یابد. موچو و ویلسون (Muchow and Wilson, 1980) و گلین و داینارد (Glenn and Daynard, 1973) معتقد هستند که با افزایش تـراکم گیـاهی، ارتفـاع گیاه تا حدی زیاد می‌شود، آنها تنها علت این امر را رقابت گیاهان برای دریافت نور دانسته‌اند. همچنین، این محققین دریافتند که اگر تراکم کاشت بیش از حد زیاد شود

گیاهان، علاوه بر نور بر سر دیگر منابع و عوامل محیطی نیز رقابت کرده و با این افزایش بیش از حد تراکم، ارتفاع بوته کاهش خواهد یافت.

ایوانز (Evans, 1989) در آزمایش خود به این نتیجه رسید که با افزایش سطوح کودی نیتروژن ارتفاع گیاه و به طور کلی رشد گیاه افزایش یافته است. در واقع نیتروژن اگر به مقدار کافی در اختیار گیاه قرار گیرد باعث رشد سریع و افزایش فواصل میان گره‌ها در ذرت خواهد شد.

قطر ساقه

نتایج (جدول ۱) بیان می‌کند که تاثیر هر دو عامل مقادیر مختلف نیتروژن و تراکم گیاه بر قطر ساقه در پایین‌ترین بخش ساقه از نظر آماری در سطح احتمال۱٪ معنی‌دار بود ولی اثر متقابل دو عامل تاثیری بر این صفت نداشت.

بررسی قطر ساقه در سطوح نیتروژن نشان داد که بیشترین میزان قطر ساقه در پایین‌ترین بخش ساقه در سطح ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار به میزان حدود ۷ سانتی‌متر به‌دست آمد. ولی تفاوتی بین این دو سطح مشاهده نگردید. قطرساقه در سطح ۱۵۰کیلوگرم در هکتار نسبت به ۷۵ کیلوگرم در هکتار و تیمار شاهد (صفر کیلوگرم نیتروژن) حدود ۹ درصد و ۱۵ درصد افزایش نشان داد (جدول ۲).

نتایج حاکی است که با افزایش تراکم گیاه در واحد سطح از ۷۵ هزار بوته به ۱۰۰ هزار بوته در هکتار، قطر ساقه کاهش یافت ولی تفاوت معنی‌داری بین تراکم ۱۰۰ و ۱۲۵ هزار بوته در هکتار مشاهده نشد. میزان کاهش قطر ساقه در تراکم ۱۰۰ هزار بوته در هکتار نسبت به تراکم ۷۵ هزار بوته حدود ۸ درصد بود (جدول ۳). نتایج حاصل با بررسی‌های زمانیان و نجفی (Zamanian and Najafi, 2002) مطابقت دارد، این بررسی‌ها حاکی از آن است که با افزایش تراکم بوته، قطر ساقه تغییر می‌کند و هر چه تعداد گیاه افزایش و فاصله‌ی ردیف کاهش یابد، نوری که به کف کانوپی می‌رسد کم شده و رقابت برای جذب بیشتر تشعشع زیاد شده و از طرف دیگر تخریب نوری اکسین صورت نمی‌گیرد و مجموعه‌ی این عوامل می‌توانند باعث افزایش طول میان گره‌ها و کاهش قطر ساقه گردند.

وزن برگ بالا و پایین بلال

بر اساس نتایج (جدول ۱) تاثیر هر دو عامل مقادیر مختلف نیتروژن و تراکم گیاه بر وزن برگ بالا و پایین بلال از نظر آماری در سطح ۱٪ معنی‌دار بود ولی اثر متقابل این دو عامل بر وزن برگ تاثیری نداشت. بیشترین میزان وزن برگ بالا و پایین بلال در سطح کودی ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار حاصل گردید (وزن برگ پایین بلال ۱۰ گرم و وزن برگ بالای بلال ۹ گرم) ولی تفاوتی بین دو سطح ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار دیده نشد (جدول ۲).

نتایج بیان می‌کند که کمترین وزن برگ در تراکم بوته‌ی ۱۰۰ و ۱۲۵ هزار بوته در هکتار به‌دست آمده است ولی بین این دو تراکم، تفاوتی مشاهده نگردید. بیشترین وزن برگ نیز در تراکم ۷۵ هزار بوته در هکتار به‌دست آمد (برگ پایین بلال ۱۰ گرم و وزن برگ بالای بلال حدود ۸ گرم) (جدول ۳).

چنین نتایجی در بررسی‌های لطیفی و دماوندی (Latifi and Damavandi, 2003) و صالحی (Salehi, 2003) نیز مشاهده شده است. این مشاهدات نیز حاکی از این است که با افزایش تعداد گیاه در واحد سطح به دلیل افزایش رقابت بین گیاهان برای عوامل محیطی موثر بر رشد و جذب نور وزن برگ کاهش خواهد یافت.

وزن بلال

تاثیر دو عامل سطوح مختلف نیتروژن و تراکم گیاهی و همچنین اثر متقابل دو عامل بر وزن

بلال از نظـر آماری در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۱).

بررسی وزن بلال نشان داد که بیشترین میزان در سطح نیتروژن ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار و حدود ۵۵ گرم به‌دست آمد. بین دو سطح ۷۵ و۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیز تفاوتی مشاهده نشد (جدول ۲). نتایج نشان داد که کمترین وزن بلال در تراکم‌های گیاهی ۱۰۰ و ۱۲۵ هزار بوته در هکتار به‌دست آمد ولی بین این دو سطح اختلاف معنی‌دار مشاهده نمی‌شود. بیشترین وزن بلال نیز در تراکم ۷۵ هزار بوته در هکتار و حدود ۵۵ گرم به‌دست آمد (جدول ۳).

بررسی اثرات متقابل دو عامل (جدول ۴) نشان داد که با افزایش میزان نیتروژن مصرفی وزن بلال افزایش ولی با زیاد شدن تراکم گیاهی کاهش یافته است. به همین دلیل در هر سطح از نیتروژن، بالاترین وزن بلال در پایین‌ترین سطح تراکم یعنی ۷۵ هزار بوته در هکتار به‌دست آمد. بنابراین، بیشترین میزان وزن بلال در ترکیب تراکم ۷۵ هزار بوته در هکتار و مصرف ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن دیده شد .

این نتایج با بررسی‌های زیدان و همکاران (Zeidan *et al*. 2006)، صادقی و بحرانی (Sadeghi and Bohrani, 2001) و زمانیان و نجفی (Zamanian and Najafi, 2002) مطابقت دارد. این مطالعات حاکی از آن است که افزایش تراکم بوته وزن بلال را کاهش می‌دهد ودر واقع دلیل اصلی کاهش وزن بلال در اثر تراکم گیاه را می‌توان سایه اندازی بوته‌ها عنوان کرد.

درصد ماده خشک

نتایج (جدول ۱) نشان داد تاثیر دو تیمار تراکم و سطوح کود نیتروژن و اثر متقابل دو عامل بر درصد ماده‌ی خشک از نظر آماری در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود.

مقایسه میانگین درصد ماده خشک در سطوح نیتروژن نشان داد که بیشترین درصد ماده‌ی خشک در سطح ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد. میزان افزایش درصد ماده‌ی خشک در سطح ۱۵۰ کیلوگرم نسبت به سطح ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حدود ۲ درصد افزایش نشان می‌دهد و سطح ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نسبت به سطح ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن کاهش حدود ۰/۸ درصدی و معنی‌داری داشت (جدول ۲).

با افزایش تراکم گیاه در واحد سطح از ۷۵ هزار بوته در هکتار به ۱۰۰ هزار بوته در هکتار، درصد ماده‌ی خشک افزایش یافت ولی این افزایش تفاوت معنی‌داری نشان نداد. در سطح ۱۲۵ هزار بوته در هکتار، درصد ماده‌ی خشک نسبت به ۱۰۰ بوته گیاه در واحد سطح کاهش معنی‌داری داشت و این کاهش در حدود ۲ درصد بود. بررسی اثرات متقابل دو عامل حاکی است که با افزایش میزان نیتروژن مصرفی از ۷۵ به ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار، درصد ماده‌ی خشک گیاه افزایش یافت ولی در هر سطح کودی افزایش تراکم سبب کاهش درصد ماده‌ی خشک گردید که می‌تواند ناشی از رشد رویشی بیشتر و آبدارتر شدن بافت‌ها باشد (جدول ۴) . این نتایج با بررسی کوکس و چرنی (Cox and Cherney, 2001) و شیفر و همکاران (Sheaffer *et al*. 2006) مطابقت دارد ولی نتایج آزمایش‌های بذر افشان و همکاران (Bazrafshan *et al*. 2005) نیز نشان داد که تراکم‌های بالا باعث افزایش ماده‌ی خشک در گیاه ذرت می‌گردد.

ساجدی و اردکانی (Sajedi and Ardakani, 2008) معتقد هستند که افزایش میزان کود نیتروژن در هکتار با کاهش ریزش برگ‌ها در اثر عدم انتقال عناصر غذایی به دلیل پشتوانه‌ی غنی نیتروژن باعث افزایش تجمع ماده‌ی خشک و در نهایت افزایش عملکرد علوفه می‌گردد.

سپهری و همکاران (Sepehri *et al*. 2002) افزایش تجمع ماده‌ی خشک را به دلیل تاثیر زیاد نیتروژن بر سطح برگ و تداوم بهتر آن عنوان کردند.

درصد پروتئین خام

نیتروژن، تراکم گیاهی و اثر متقابل آنها بر درصد پروتئین خام از نظر آماری در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۱).

بررسی درصد پروتئین خام در سطوح مختلف نیتروژن نشان داد که بالاترین درصد در سطح ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و به میزان حدود ۱۲درصد به‌دست آمد. درصد پروتئین خام در دو سطح ۷۵ کیلوگرم نیتروژن و تیمار شاهد (صفر کیلوگرم نیتروژن در هکتار) تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۲). همچنین، با افزایش تراکم گیاهی از ۱۰۰ هزار بوته به ۱۲۵ هزار بوته در هکتار، درصد پروتئین خام افزایش یافت. بین تراکم ۱۰۰ هزار بوته در هکتار و ۷۵ هزار بوته در هکتار تفاوت معنی‌داری در میزان درصد پروتئین خام مشاهده نگردید (جدول ۳).

بر اساس نتایج اثر متقابل دو عامل نیتروژن و تراکم گیاهی، به طور کلی افزایش سطوح نیتروژن و تراکم گیاه در افزایش درصد پروتئین خام موثر بود. بیشترین میزان درصد پروتئین خام مربوط به سطح ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تراکم ۱۲۵ هزار بوته در هکتار بود (جدول ۴).

نتایج این بررسی با مشاهدات زیدان و همکاران (Zeidan *et al*. 2006)، مایز (Mays, 1995)، گریگنانی و همکاران (Grignani *et al*. 2007)، جفری و فریتسچیتی (Jeffery and Fritschi, 2006) مطابقت دارد. وس و همکاران (Vos *et al*. 2005) معتقد هستند که با افزایش نیتروژن، سطح برگ نیز افزایش می‌یابد و در نتیجه افزایش نسبت برگ به ساقه موجب افزایش میزان پروتئین و کاهش بخش‌های خشبی و لیگنینی در علوفه می‌گردد. اصغری و همکاران (Asghari *et al*. 2006) نیز عنوان کردند از آنجایی که نیتروژن یکی از ساختارهای اصلی اسید آمینه است، مصرف نیتروژن سبب بالا رفتن درصد پروتئین در علوفه می‌گردد.

عملکرد پروتئین در هکتار

دو عامل سطوح مختلف نیتروژن وتراکم گیاهی و همچنین اثر متقابل دو عامل بر این متغیر در سطح احتمال ۰/۰۱ معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه‌ی مقادیر مختلف نیتروژن نشان داد که بیشترین پروتئین تولیدی در هکتار در سطح ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و به میزان حدود ۶ تن در هکتار به‌دست آمد. ولی تفاوتی بین این سطح از نیتروژن مصرفی و ۱۵۰ کیلوگرم مشاهده نگردید (جدول ۲). بررسی سطوح مختلف تراکم گیاهی در واحد سطح نیز نشان داد که با افزایش تراکم گیاهی از ۷۵ هزار بوته به ۱۰۰ و ۱۲۵ هزار بوته در هکتار، پروتئین تولیدی افزایش یافت ولی بین این دو سطح تفاوت مشاهده نگردید (جدول ۳).

بررسی اثرات متقابل دو عامل نیتروژن و تراکم گیاهی نیز نشان داد که با افزایش میزان نیتروژن مصرفی و بالا رفتن تراکم گیاه در واحد سطح، عملکرد پروتئین در هکتار افزایش یافت. به همین دلیل، بالاترین مقادیر پروتئین تولیدی در تراکم ۱۲۵ هزار بوته و سطح کودی ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن و تراکم‌های ۱۰۰ و ۱۲۵ هزار بوته و سطح کودی ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن به‌دست آمد به طوری که تفاوتی بین این سطوح مشاهده نگردید. بنابراین، بر اساس نتایج این بررسی، تراکم ۱۲۵ هزار بوته در هکتار و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن مصرفی می‌تواند از نظر مطلوب‌ترین سطح تولید پروتئین مورد نظر باشد (جدول ۴).

نتیجه‌گیری نهایی

در این مطالعه بیشترین عملکرد کمّی علوفه در سطح کودی ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن خالص بدست آمد. این مطلب گویای آن است که عملکردهای بالا در زراعت ذرت بدون مصرف متعادل کودهای شیمیایی حتی در اراضی حاصلخیز امکان پذیر نمی‌باشد. با توجه به این که گیاه ذرت یک گیاه کاملاً کود پذیر است کود نیتروژن اگر به اندازه‌ی کافی در اختیار گیاه قرار گیرد، می‌تواند با تاثیر گذاشتن بر عوامل مختلفی نظیر شاخص‌های فیزیولوژیکی رشد سبب بهبود رشد گیاه و افزایش بیوماس تولیدی در گیاه گردد. علاوه بر عملکرد کمّی علوفه، نیتروژن بر روی کیفیت نیز تاثیر مثبت گذاشت. طبق نتایج به‌دست آمده درصد پروتئین و نیز عملکرد پروتئین در هکتار با افزایش مصرف کود تا ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت. همچنین، بیشترین عملکرد کمّی علوفه در تراکم ۱۰۰ هزار بوته در هکتار حاصل شد. و این امر بدان معنی است که با مدیریت و برنامه‌ریزی مناسب در تعیین تراکم مناسب می‌توان به عملکرد قابل قبولی دست یافت. به گونه‌ای که تغییر در تراکم بوته بر ویژگی‌های کّمی وکیفی ذرت علوفه‌ای موثر می‌باشد و افزایش تراکم گیاهی عامل موثری در افزایش سهم گیاه در استفاده از نور ودر نتیجه‌ی آن تولید مناسب خواهد بود. باتوجه به این‌که گیاه ذرت یک محصول مهم در تولید علوفه و تامین انرژی است و یکی از نیرومندترین گیاهان زراعی برای جذب و ذخیره‌ی انرژی خورشیدی است و ارزش غذایی بسیار زیادی در تغذیه‌ی دام و طیور دارد، با برنامه ریزی و مدیریت دقیق در استفاده از نهاده‌های کودی و تراکم مناسب می‌توان به بالاترین عملکرد علوفه هم از نظر کمّی و هم از نظر کیفی دست یافت.

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات

Table 1- Analysis of variance of the traits

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات M.S								
		عملکرد پروتئین در هکتار Protein yield in hectare	درصد پروتئین خام Crud protein (%)	درصد ماده خشک Dry matter (%)	وزن بلال Cob weight	وزن برگ بالای بلال Leaf weight – above cob	وزن برگ پایین بلال Leaf weight – below cob	قطر ساقه Stem diameter	ارتفاع گیاه Plant height	عملکرد علوفه Forage yield
بلوک Block	2	0.18^{ns}	0.1^{ns}	12.11**	54.19**	0.39^{ns}	0.04^{ns}	0.02^{ns}	0.04^{ns}	11.79^{ns}
نیتروژن (A) Nitrogen	3	27.59**	1.32**	2.77**	470.32**	27.35**	27.86**	3.288**	0.17**	1548.9**
خطا Error(a)	6	0.12	0.02	0.11	20.82	0.69	1.32	0.3	0.016	8.06
تراکم گیاه (B) Plant Density	2	0.66**	0.86**	8.69**	548.77**	5.08**	16.67**	2.49**	0.29**	559.8**
AB	6	0.72**	1.66**	5.02**	15.7^{ns}	1.35^{ns}	1.45^{ns}	0.31^{ns}	0.11^{ns}	15.7^{ns}
خطا Error(b)	16	0.1	0.02	0.11	107.18	0.8	0.8	0.18	0.017	10.79
ضریب تغییرات (%) C.V(%)		7.34	1.35	0.36	35.37	11.05	9.67	5.79	5.9	7.17

ns ، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns, * ,** Non – Significant, Significant in 0.05 and 0.01 level of probability, respectively

جدول۲- مقایسه میانگین صفات در سطوح مختلف نیتروژن

Table 2- Mean Comparison of Traits in Various Nitrogen Level

نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) Nitrogen (kg/ha)	عملکرد پروتئین (تن در هکتار) Protein yield (ton/ha)	درصد پروتئین خام Crud protein (%)	درصد ماده خشک Dry matter (%)	وزن بلال (گرم) Cob weight(g)	وزن برگ بالای بلال (گرم) Leaf weight – above cob(g)	وزن برگ پایین بلال (گرم) Leaf weight – below cob(g)	قطر ساقه (سانتی‌متر) Stem diameter (cm)	ارتفاع گیاه (متر) Plant height (m)	عملکرد علوفه (تن در هکتار) Forage yield (ton/ha)
0	2.38c	12.1c	91.56b	38.44c	5.94c	7.5b	6.68b	1.98b	19.84c
75	3.75b	11.97c	90.67c	44.78b	7.5b	8.22b	7.08b	2.18a	31.39b
150	5.86a	12.38b	92a	49.33b	9.38a	10.17a	7.84a	2.3a	46.79a
225	6.01a	12.83a	91.33b	55.5a	9.66a	11.33a	7.94a	2.25a	46.86a

در هر ستون تفاوت بین دو میانگین با یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نیست.

Means with similar letters in each column are not significant at the 0.05 level of probability.

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات در تراکم های مختلف

Table 3- Mean comparison traits in various plant densities

تراکم گیاه در هکتار (هزار) Plant Density in Hectare (10000)	عملکرد پروتئین (تن در هکتار) Protein Yield (ton/ha)	درصد پروتئین خام Crud Protein (%)	درصد ماده خشک Dry matter (%)	وزن بلال (گرم) Cob Weight(g)	وزن برگ بالای بلال(گرم) Leaf Weight – above cob(g)	وزن برگ پایین بلال (گرم) Leaf Weight – below cob(g)	قطر ساقه (سانتی‌متر) Stem Diameter (cm)	ارتفاع گیاه (متر) Plant Height (m)	عملکرد علوفه (تن در هکتار) Forage Yield (ton/ha)
75	3.47b	12.21b	91.75a	55.08a	8.87a	10.67a	7.89a	2b	28.33b
100	4.91a	12.13b	92a	42.75b	7.7b	8.62b	7.28b	2.27a	40.27a
125	5.12a	12.63a	90.42b	43.25b	7.79b	8.62b	7b	2.26a	40.06a

در هر ستون تفاوت بین دو میانگین با یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نیست.

Means with similar letters in each column are not significant at the 0.05 level of probability.

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات (اثر متقابل نیتروژن و تراکم گیاه)

Table 4 - Mean comparison of traits (Interaction of nitrogen and plant density)

نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) Nitrogen (kg/ha)	**تراکم گیاه در هکتار**(هزار) Plant density /ha (1000)	**درصد پروتئین خام** Crud protein (%)	**درصد ماده خشک** Dry matter (%)	**وزن بلال** Cob weight(gr)	**عملکرد پروتئین در هکتار** Protein yield (ton/ha)
0	75	12.5c	91c	40cde	1.78f
	100	11.3e	92b	36.67e	2.55e
	125	12.5c	91.67b	38.67de	2.82e
75	75	12d	93a	51.33bc	3.08e
	100	12.6c	90d	43cde	4.35cd
	125	11.3e	89e	40cde	3.82d
150	75	11.74d	92b	56.33b	4.36cd
	100	11.9d	93a	47bcde	6.17b
	125	13.5a	91c	44.67cde	7.05a
225	75	12.6c	91c	72.67a	4.68c
	100	12.7c	93a	44.33cde	6.58ab
	125	13.2b	90d	49.67bcd	6.79a

در هر ستون تفاوت بین دو میانگین با یک حرف مشترک در سطح احتما ۵ درصد معنی دار نیست.

Means with similar letters in each column are not significant at the 0.05 level of probability.

References منابع مورد استفاده

- Aldrich, R.J. 1984. Weed - corn ecology. Breton pub., North Situate MA.
- Asghari, A., Zh. Razmjo, and M. Tehrani. 2006. Effect of nitrogen on yield and yield components and percentage of seed protein of four sorghum cultivars. *J. of Agricultural Science and Natural Reassures*. 13: 45-54. (In Persian).
- Bazrafshan, F., Gh.A. Fathi, A.A. Siadat, A. Adinehband, and Zh. Alami Saeed. 2005. Evaluation of planting pattern and plant density on yield and yield components of sweet corn. *J. of Agricultural Science*. 2(28): 117-126. (In Persian).
- Cox, W.J. and D.J.R. Cherney. 2001. Row spacing, plant density, and nitrogen effects on corn silage. *Agron. J*. 93: 597-602.
- Evans, J. 1989. Photosynthesis and nitrogen relationship in leaves of C_3 plants. *Ecologia.* 78: 9-19.
- Glenn, F.B. and T.B. Daynard. 1973. Effect of genotype, planting pattern, and plant density on plant – to - plant variability and grain yield of corn. *Can. J. Plant Sci*. 54: 323-330.
- Graybill, J.S., W.J. Cox, and D.J. Otis. 1991. Yield and quality of forage maize as influenced by hybrid, planting date and plant density. *Agron. J.* 83: 559-564.
- Grignani, C., L. Zavattaro, D. Sacco, and S. Monaco. 2007. Production, nitrogen and carbon balance of maize-based forage systems. *Europ. J. Agronomy*. 26: 442–453.
- Hashemi Dezfoli, S.A. and A. Herbert. 1992. Effect of leaf arrangement and plant density on yield of maize. *J. of Iranian Agricultural Research*.11:89-104. (In Persian).
- Jeffery, D. and B. Fritschi. 2006. Large application of fertilizer N at planting affects seed protein and oil concentration and yield in the early soybean production systems. *Field Crops Research*. 99: 67-74.
- Latifi, N. and A. Damavandi. 2003. Effect of row spacing and density on growth and development of maize in Damghan region. *J. of Agricultural Science and Natural Resources*. 11(1): 54-57. (In Persian).
- Lawlor, D.W., G. Lemaire, and F. Gastal. 2001. Nitrogen, plant growth and crop yield. Lea, P.J., Morot Guardu, G.F. (eds). Berlin: Springer-Verlag.
- Mays, D.A. 1995. Influence of split-applied nitrogen on grain yield and protein content in ten grain sorghum cultivars. *Journal of Plant Nutrition*. 18: 1081 -1086
- Muchow, R.C. and T.R. Wilson. 1980. Comparative digestibility of tropical and temperate forage a contrast between grasses and legumes. *J. of Australian Institute of Agricultural Science*. 46: 274- 249.
- Russell, W. and A.R. Hallauure. 1988. Corn in hybridization of crop plants. W.R. Fehr, and H.H. Hadley, (eds). Am. Soc. Agron. Madison. WI.

- Sadeghi, H. and J. Bohrani .2001. Effect of plant density and amount of nitrogen fertilizer on yield and yield components of maize. *J. of Iranian Agricultural Science*. 3(2): 1-11. (In Persian).
- Salehi, B. 2003. Evaluation of row spacing and plant density effects on yield and yield components of maize (Cultivar 704). *J. of Iranian Agricultural Science*. 6(4): 383-393.(In Persian).
- Sajedi, N. and M.R. Ardakani. 2008. Effect of various amount of nitrogen fertilizer, Zn and Fe on physiological indices of forage corn. *J. of Iranian Agronomical Researchs*. 7: 99-110. (In Persian).
- Sepehri, A., M.B. Modares Sanavi, B. Ghareyazi, and E. Eamini. 2002. Effect of water stress and various amount of nitrogen on growth and development stage and yield and yield component of corn. *J. of Iranian Agricultural Science*. 4(2): 184-200 (In Persian).
- Sheaffer. C.C. and J.L. Halgerson, and H.G. Jung. 2006. Hybrid and N fertilization effect corn silage yield and quality. *Agron. J*. 192: 278-283.
- Tilley, J.M.A. and R.A. Terry. 1963. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *Journal of British Grassland Society.* 18:104-111.
- Torbatinezhad, N.M., M. Chaichi, and S. Shrifi. 2001. Evaluation of nitrogen fertilizer on silage quality of three cultivars of sorghum. *J. of Agricultural Science and Industrial*. 15: 75-82. (In Persian).
- Uhart, S.A. and F.H. Andrade. 1995. Nitrogen deficiency in maize: I. Effects on crop growth, development. Dry matter partitioning, and kernel set. *Crop Sci*. 35: 1376-1383.
- Vos, J., P.E.L. Vander Putten, and C.J. Birch. 2005. Effect of nitrogen supply on leaf appearance, leaf nitrogen economy and photosynthetic maize (*Zea mays* L.). *Field Crop Research*. 93: 64-73.
- Zamanian, M. and A. Najafi. 2002. Evaluation of sowing row and plant density on silage yield and morphological characteristics of maize (cultivar 704). *J. of Seedling and Seed* .18(2): 200-214. (In Persian).
- Zeidan, M.S., A. Amany, and M.F. El-Kramany. 2006. Effect of N-fertilizer and plant density on yield and quality of maize in sandy soil. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*. 2: 156-161.

Effects of Plant Density and Nitrogen Fertilizer on Quantity and Quality of Forage Corn in Daregaz Region (Iran)

Saadatzadeh, N.[1], S.M. Nabavi Kalat[2]*, and R. Bahari Kashani[3]

Abstract

In order to evaluate the effects of plant density and nitrogen on quantity and quality of forage corn an experiment was conducted in Daregaz region in cropping season 2008 – 2009. The experimental design was a split – plot based on randomized complete block with three replications. The main plots were four levels of nitrogen (0 , 75, 150 and 225 kg/ha) and sub plots were three levels of plant density (75000, 100000 and 125000 plant/ha). The results showed that increasing nitrogen levels and plant density, plant height, percentage crude protein and total protein production (ton/ha) were increased. By increasing plant density, stem diameter, leaf and ear weight decreased while they increased with increased nitrogen levels. The highest forage yield obtained at nitrogen level 150 kg/ha (46 ton/ha) and 100000 plant per hectare (40.27 ton/ha). The highest total protein production (7 ton/ha) obtained at nitrogen level of 150 kg/ha and plant density of 125000 plant/ha.

Key words: Crud protein, Dry matter, Ear weight, Forage yield.

1- Former MSc. Student of Agronomy, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran.
2- Assistant prof., Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran.
3- Assistant prof., Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran.
***Corresponding Author**: sm_nabavikalat@yahoo.com*