نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۸، شماره ۶ ، بهمن - اسفند ۱۳۸۹، ص ۹۳۸-۹۳۰

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 8, No. 6, Jan. – Feb. 2011, p. 930-938

تأثیر مقدار کود نیتروژن برعملکرد کمی و کیفی علوفه ذرت، ارزن مرواریدی و سورگوم در نظام کشت دوگانه

شیوا خالص رو[۱]- مجید آقا علیخانی[۲]*- سید علی محمد مدرس ثانوی[۳]

تاریخ دریافت: ۸۸/۳/۱
تاریخ پذیرش: ۸۸/۱۰/۱۵

چکیده

به منظور مقایسه سه گیاه علوفه‌ای سورگوم، ذرت و ارزن مرواریدی برای تولید علوفه سبز در کشت دوم، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه تربیت مدرس در سال ۱۳۸۵ انجام شد. آزمایش به صورت طرح کرت‌های یکبار خرد شده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. در این تحقیق ذرت (رقم هیبرید سینگل کراس ۷۰۴)، ارزن مرواریدی (رقم نوتریفید) و سورگوم علوفه‌ای (رقم اسپیدفید) به عنوان عامل اصلی و مقدار کود نیتروژن در سه سطح (۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع اوره) به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج حاکی از پاسخ مثبت هر سه گیاه مورد بررسی نسبت به افزایش کود نیتروژن بود. به طوری که ارزن با دریافت ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بالاترین میزان علوفه تر (۸۵/۸ تن در هکتار، ۲۰/۳ درصد بیشتر از سورگوم و ۳۰/۹ درصد بیشتر از ذرت) را تولید نمود. از آن جا که مصرف نیتروژن بیش از ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، نسبت برگ به ساقه و در نتیجه خوشخوراکی علوفه هر سه گیاه را کاهش می دهد، از اینرو در راستای کاهش مصرف نهاده های شیمیایی، کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در کشت تابستانه این گیاهان در این منطقه کافی می باشد. فزونی علوفه سبز ارزن و سورگوم نسبت به ذرت در این سطح کودی به ترتیب ۱۰ و ۱۲ درصد بود. ارزن و سورگوم در این سطح کودی به ترتیب ۷۲/۴ و ۷۳/۵ تن در هکتار علوفه سبز و ۱۳/۸ و ۲۲/۹ تن در هکتار ماده خشک تولید نمودند؛ در نهایت با توجه به برتری‌های کلی سورگوم و ارزن نسبت به ذرت به ویژه از لحاظ تحمل شرایط نامساعد مانند کم‌آبی و حاصلخیزی ضعیف خاک به نظر می‌رسد در این گونه موارد جایگزینی ذرت با سورگوم و ارزن گزینه مناسبی باشد. علاوه بر این تصمیم گیری در مورد توصیه زراعت سورگوم یا ارزن در منطقه نیازمند اطلاعات بیشتری در باره صفات کیفی این دو منبع علوفه ای و ارزیابی شاخص های تغذیه دام از قبیل ارزش رجحانی و مصرف اختیاری علوفه به روش *in vivo* می باشد.

واژه‌های کلیدی: سورگوم، ذرت، ارزن، نیتروژن، علوفه، ماده آلی، پروتئین خام

مقدمه

در کنار افزایش سطح زیر کشت و بهبود عملکرد در واحد سطح، زراعت چند کشتی[۴] به عنوان سومین راه افزایش تولیدات زراعی شناخته شده است. این سیستم که به صورت کشت بیش از یک گیاه در یک قطعه زمین و در یک سال زراعی تعبیر می‌شود، یکی از شیوه‌های کشاورزی پایدار محسوب می شود و با بهره‌گیری از اصل تنوع گیاهی در مزرعه موجب افزایش تولید، حفظ حاصلخیزی خاک، کنترل فرسایش و در مجموع بهره‌برداری بهینه از منابع می‌شود (۱۰). یکی از انواع سیستم‌های چند کشتی موسوم به کشت دوگانه[۵] که باعث افزایش عملکرد در واحد زمان می‌گردد، در کشاورزی کم نهاده به ویژه در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری که با محدودیت آب مواجه هستند، نقش مهمی در افزایش تولید و پایداری محصول دارد (۵). در کشت دوگانه گیاهان دانه‌ای و علوفه‌ای یکساله تابستانه بعد از برداشت گیاهان زمستانه کشت می‌شوند. چون سرمای زودرس برای گیاهان دانه‌ای نسبت به گیاهان علوفه‌ای در سیستم کشت دوگانه خطر بیشتری دارد، تولید کننده‌های دام، گیاهان علوفه‌ای را با اطمینان بیشتری به عنوان گیاه اصلی در سیستم کشت دوگانه

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد، استادیار و استاد گروه زراعت، دانشگاه تربیت مدرس، تهران
(*- نویسنده مسئول: Emai: maghaalikhani@modares.ac.ir)

4- Multiple cropping

5-Double cropping

می‌کارند (۲۲).

در بسیاری از مناطق کشور از جمله شهرستان های استان تهران، کشت ذرت علوفه‌ای (*Zea mays* L. cv. S.C. 704) به عنوان رایج‌ترین گزینه در کشت دوگانه پس از برداشت گندم و جو محسوب می‌شود. به نظر می‌رسد با توسعهٔ کشت دوم گیاهان علوفه‌ای تابستانه مانند سورگوم (*Sorghum bicolor* cv. Speedfeed) و ارزن مرواریدی(*Pennisetum americanum* cv. Nutrifeed) که از صفاتی مانند نیاز آبی پایین، کم توقع بودن به نوع خاک و تولید علوفه با کیفیت بالا برخوردار هستند (۳) می‌توان راهکاری مناسب برای معضل کمبود علوفه در کشور معرفی نمود.

در میان نهاده‌های مصرفی، مقدار کود نیتروژن درحصول حداکثر عملکرد علوفه و ارتقای ارزش غذایی آن نقش به سزایی دارند. زیرا به منظور دستیابی به حداکثر عملکرد علوفه‌ای که از نظر ویژگی‌های کیفی از قبیل درصد پروتئین غنی باشد و نیز برای اجتناب از سمیت نیتراتی در علوفه، تعیین حد بهینه آن حایز اهمیت می‌باشد (۱). در مزارع مناطق خشک و نیمه خشک، نیتروژن نخستین عنصری است که کمبود آن مطرح می‌باشد. زیرا در این مناطق میزان مواد آلی خاک که عمده‌ترین منبع برای نیتروژن هستند، به دلایل مختلف از جمله بارندگی کم، تناوب زراعی نامناسب، پوشش گیاهی ناچیز و عدم مصرف کودهای حیوانی و کود سبز کم است (۶). همان گونه که تأمین نیتروژن کافی سبب تولید عملکرد بهینه می‌گردد، عدم مدیریت در کاربرد کود نیتروژنه مانند استفاده از مقادیر زیادی نیتروژن منجر به ایجاد نتایج سوئی مانند آلودگی آب‌های زیرزمینی می‌شود؛ بنابراین تعین میزان بهینه کود نیتروژن برای تولید علوفه بیشتر و کاهش خسارت به محیط زیست به ویژه کیفیت آب امری ضروری است (۱۹).

تولید علوفه سورگوم معمولاً با دادن مقدار کمی کود نیتروژن مدیریت می‌شود اما این گیاه واکنش زیادی به کاربرد کود نیتروژنه نشان می‌دهد (۲۳). بسته به میزان حاصلخیزی خاک، شرایط آب و هوایی و ارقام مورد کشت، کشاورزان در مزارع سورگوم از ۴۵ تا ۲۲۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مصرف می‌کنند (۱۵). بر اساس یافته‌های تربتی نژاد و همکاران (۴)، بیشترین عملکرد ماده خشک علوفه، ارتفاع و نیز بیشترین میزان تولید برگ و ساقه سورگوم علوفه‌ای از بین چهار سطح نیتروژن ۰، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ در سطح نیتروژن ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. نتیجه تحقیق بباوی (۱۲) نیز حاکی از آن است که با افزایش مقادیر مختلف کود نیتروژنی، تراکم پنجه‌های سورگوم علوفه‌ای به طور معنی داری افزایش پیدا کرد. دولی ژائو و همکاران (۱۵) در آزمایشی نشان دادند که مقادیر مختلف کود نیتروژن باعث ایجاد اختلاف معنی‌داری در ارتفاع و سطح برگ گیاه سورگوم گردید. نتیجه تحقیقات ماراناویل و مادهاوان (۲۱) حاکی از آن است که کمبود نیتروژن سبب کاهش میزان آنزیم فسفو انول پیروات کربوکسیلاز (PEP-C) و روبیسکو (RUBP) در برگ‌های سورگوم می‌شود، بدیهی است از تبعات این رخداد می‌توان کاهش عملکرد علوفه و ماده خشک گیاه را انتظار داشت. در آزمایش دیگری گوپتا و سینگ (۱۸) اعلام کردند که سورگوم علوفه‌ای به مقادیر مختلف کود نیتروژنی تا ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار واکنش مثبتی نشان داده است اما مقادیر بالاتر نیتروژن تأثیر فزاینده‌ای نداشتند. اگرچه گیاه سورگوم در مقایسه با ذرت به طور کارآمدتری از نیتروژن استفاده می کند و مقاومت بیشتری به خشکی و دمای بالا دارد (۲۹)، اما کمبود نیتروژن سبب کاهش رشد و نیز کاهش تجمع ماده خشک در این گیاه می‌شود (۱۵). بر اساس گزارش جانگ و همکاران (۲۰)، با مصرف ۵۶، ۱۱۲، ۱۶۸ و ۲۲۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در خاک در زمان‌های ۵، ۶، ۷ و ۸ هفته پس از کاشت ذرت، مصرف نیتروژن تا میزان ۱۶۸ کیلوگرم در هکتار (صرف نظر از زمان مصرف آن) موجب افزایش عملکرد دانه و علوفه ذرت شد.

بر اساس یافته‌های جرج و بولجان (۱۷)، عکس‌العمل ارقام مختلف ارزن مرواریدی و ارزن دم روباهی به کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار متفاوت بود؛ به طوری که گونه‌های مورد بررسی از نظر چین برداری، عملکرد علوفه کل، نسبت برگ به ساقه و کیفیت علوفه متفاوت بودند. گزارش تحقیق بریچ و استوارت (۱۳) نشان داد که با افزایش کود نیتروژنی نسبت برگ به ساقه ارزن در تمام چین‌ها به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد. آن‌ها گزارش کردند که نسبت برگ به ساقه در مقایسه تیمار شاهد با تیمار ۳۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از ۰/۹۲ به ۰/۵۸ کاهش پیدا کرد.

کوالدراک (۱۴) گزارش کرد که افزایش نیتروژن در مزرعه ارزن نوتریفید، سرعت ظهور پنجه‌ها و سطح برگ‌های گیاه را افزایش داد. البته تأثیری بر تعداد برگ‌ها نداشت. از این رو انتظار می‌رود مقادیر نیتروژن با نسبت برگ به ساقه و در نتیجه با خوش خوراکی علوفه در ارتباط باشد.

معمولاً پروتئین یکی از صفات مهمی است که ارزش غذایی علوفه را تعیین می‌کند. در آزمایشی فونتانلی (۱۶) گزارش کرد کیفیت علوفه ارزن مرواریدی و هیبرید سورگوم × سودان گراس بسیار بالا بوده و به دلیل این صفت مطلوب از آن‌ها برای پرورش گاوهای شیری یا رشد سریع حیوانات استفاده می‌شود. ارزن مرواریدی به عنوان یک منبع علوفه‌ای ارزشمند در تولید مقادیر بالای پروتئین شناخته شده است. همچین وارد و همکاران (۲۷)، در مقایسه ترکیبات شیمیایی و قابلیت هضم علوفه سیلویی ارزن مرواریدی، ذرت و سورگوم به عنوان کشت دوگانه در دانشگاه لوییزینیا نشان دادند ارزن مرواریدی نسبت به دو علوفه دیگر بالاترین درصد پروتئین خام را قبل و بعد از سیلو کردن تولید کرد. در ارزیابی کیفیت علوفه ذرت، سورگوم، سودان گراس و ارزن مرواریدی به عنوان علوفه نیز درصد

فیبر محلول در شوینده خنثی (NDF) در سودان گراس (۶۶/۲ درصد) از بقیه علوفه‌ها بیشتر بود.

هدف از این تحقیق تعیین عملکرد و کیفیت علوفه سه گیاه چهار کربنه از خانواده گندمیان (ذرت، سورگوم و ارزن) در پاسخ به مقادیر مختلف کود نیتروژن در شرایط کشت دوم بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به صورت مزرعه‌ای در سال ۱۳۸۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس در تهران با مختصات جغرافیایی ۵۱ درجه و ۴۳ دقیقه طول شرقی و ۳۵ درجه و ۸ دقیقه عرض شمالی و ۱۲۱۵ متر ارتفاع از سطح دریا انجام پذیرفت. این منطقه با ۲۷۲ میلی متر بارندگی سالانه دارای رژیم آب و هوایی نیمه خشک می‌باشد. بر اساس نتایج تجزیه خاک مزرعه، بافت آن لوم شنی (Sandy loam) تشخیص داده شد. بر اساس یافته‌های تحقیقات پیشین در موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر (۸) حصول بیشینه عملکرد در گیاهان گرما دوست C4 از جمله ذرت، سورگوم و ارزن در منطقه‌ای معتدل مانند تهران در گرو کشت این محصولات در نیمه دوم اردیبهشت ماه و به عنوان کشت اول می‌باشد. از آنجا که زمین محل اجرای آزمایش از سال قبل به زیر کشت یک غله زمستانه (جو) بوده و برداشت آن تا اواخر بهار به طول می‌انجامد و با احتساب زمان لازم برای آماده سازی زمین برای کشت بعدی، عملا کشت گیاهانی همچون ذرت، سورگوم و ارزن در این منطقه کرپه می‌شود، از این رو توصیه های کودی که برای این گیاهان به عنوان کشت اول مطرح شده‌اند دیگر قابل اعتماد نخواهند بود. به همین دلیل کشت محصولات زراعی مورد بررسی در این تحقیق به عنوان کشت دوم و در نظام زراعت دوگانه در نظر گرفته شد. در این آزمایش برای بررسی عملکرد و کیفیت علوفه سه گیاه علوفه‌ای (ذرت، رقم هیبرید سینگل کراس۷۰۴ ؛ ارزن مرواریدی، رقم نوتریفید و سورگوم علوفه‌ای، رقم اسپیدفید) تحت تأثیر مقادیر کود نیتروژن (۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) از طرح کرت‌های یکبار خرد شده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار استفاده شد. بر این اساس گیاهان علوفه‌ای در کرت‌های اصلی و سطوح کود نیتروژن در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. هر کرت فرعی مشتمل بر ۶ خط کاشت به فاصله ردیف ۵۰ سانتی متر و به طول ۶ متر در نظر گرفته شد. علاوه بر این بین هر کرت با کرت مجاور که از نظر سطح دریافت کود نیتروژن متفاوت بودند، دو خط به صورت نکاشت در نظر گرفته شد. و برای جلوگیری از راهیابی پازآب تکرار بالایی به کرت‌های پایین دست در انتهای هر تکرار یک جوی مستقل برای انتقال پاز آب به بیرون از مزرعه تعبیه شد. عملیات آماده سازی زمین، بلافاصله پس از برداشت محصول زراعت قبلی (جو) آغاز شد. برای این منظور ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل در مزرعه پخش و از طریق شخم برگردان با خاک مخلوط گردید. سپس با استفاده از دیسک، ماله و شیارساز سایر مراحل آماده سازی زمین انجام شد. کاشت گیاهان به صورت همزمان در بیست و چهارم تیر ماه انجام گرفت.

به منظور جلوگیری از آبشویی نیتروژن و افزایش بهره‌وری گیاهان از آن عملیات کوددهی به صورت تقسیط شده در دو نوبت انجام شد. نوبت اول، پنج روز پس از سبز شدن و بعد از تنک نمودن گیاهچه‌های اضافی انجام شد. قسط دوم کوددهی نیز در مورد سورگوم و ارزن پس از برداشت چین اول در تاریخ بیست و هشتم شهریور ماه و در مورد ذرت در زمان ظهور تاسل در تاریخ پانزدهم شهریور ماه انجام گرفت. مقادیر مربوط به هر کرت (شامل ۴ خط) به طور مساوی توزیع گردید. برای این منظور در یک طرف خط کاشت، شیاری به عمق ۴-۳ سانتی متر توسط فوکا ایجاد شد و پس از پخش کود در شیار مربوطه با خاک پوشانده شد.

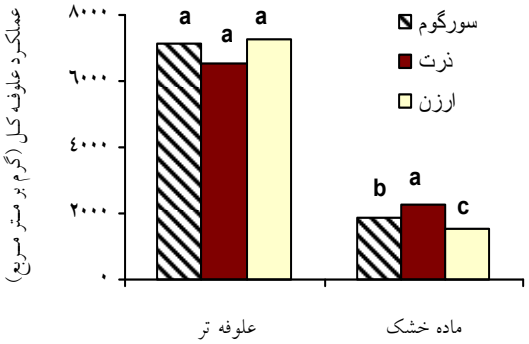
به منظور نمونه برداری، دو ردیف کناری و ۰/۵ متر ابتدا و انتهای هر خط در هر واحد آزمایش به عنوان حاشیه کنار گذاشته شدند و برداشت فقط از دو ردیف میانی هر کرت انجام گرفت. در طول دوره رشد در هر نمونه برداری وزن برگ، ساقه، نسبت برگ به ساقه و وزن کل علوفه بر مبنای وزن تر و خشک برآورد گردید. شایان ذکر است علوفه ذرت در مرحله خمیری نرم (مصادف با ۷۵ روز پس از سبز شدن) و علوفه سورگوم و ارزن در مرحله ۱۰ تا ۲۰ درصد گلدهی در دو چین (به ترتیب ۵۵ و ۱۰۵ روز پس از سبز شدن) برداشت شد. نمونه‌های حاصل از برداشت ذرت و چین اول و دوم سورگوم و ارزن پس از خشک شدن در آون آسیاب شدند و یک نمونه کاملاً همگن به دست آمد که به آزمایشگاه منتقل شد و صفاتی چون درصد ماده خشک (به روش خشک کردن در آون الکتریکی)، درصد پروتئین خام (با روش هضم، تقطیر و تیتراسیون توسط دستگاه کجلدال)، درصد فیبر محلول در شوینده خنثی (به روش جوشاندن ماده خشک علوفه در هیدروکسید سدیم و اسید سولفوریک رقیق)، درصد ماده آلی (به روش سوزاندن ماده خشک در کوره الکتریکی در دمای ۵۰۰ درجه سانتی گراد به مدت ۵ ساعت) و میزان عناصر غذایی شامل فسفر (به روش السون و توسط دستگاه اسپکتوفتومتر) و کلسیم (به روش عصاره‌گیری و توسط دستگاه جذب اتمی) اندازه‌گیری شد (۷). برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار آماری SAS استفاده شد، سپس مقایسه میانگین‌های صفات مورد بررسی به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گرفت.

نتایج و بحث

عملکرد کل علوفه در پایان فصل رشد

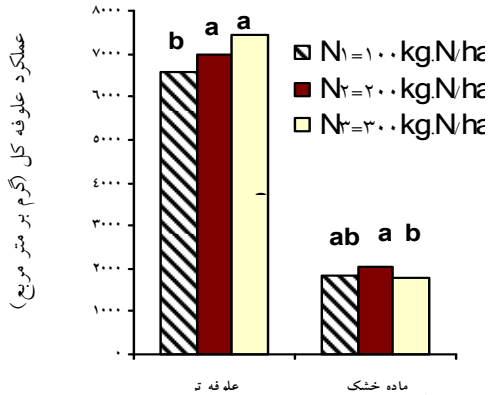
عملکرد نهایی علوفه ذرت (در مرحله ۷۵ روز پس از سبز شدن،

مطابق با مرحله خمیری نرم) با عملکرد نهایی علوفه سورگوم و ارزن (مجموع علوفه تولیدی در چین اول و دوم، به ترتیب در زمان ۵۵ و ۱۰۵ روز پس از سبز شدن) تحت تأثیر مقادیر مختلف کود نیتروژن مقایسه شدند. تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که عامل نوع گیاه، عملکرد علوفه خشک کل را در سطح آماری ۱ درصد تحت تأثیر قرار داد. هم‌چنین مقدار نیتروژن بر عملکرد علوفه تر کل تأثیر بسیار معنی داری داشت اما عملکرد علوفه خشک را تحت تأثیر قرار نداد. با وجود این دو ویژگی عملکرد علوفه تر و خشک کل از برهم کنش نوع گیاه در مقدار نیتروژن به طور بسیار معنی‌داری متأثر گردید (جدول ۱). در این تحقیق ذرت با ۲۲۹۴/۷ و ارزن با ۱۵۰۲/۳ گرم در متر مربع به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد علوفه خشک را در واحد سطح تولید نمودند. اما بر مبنای علوفه تر، ارزن با تولید ۷۲۷۷/۹ گرم در متر مربع علوفه تر در میان گیاهان مورد بررسی رکورد دار می‌باشد (شکل ۱).



شکل ۱- عملکرد علوفه کل سورگوم، ذرت و ارزن در پایان فصل رشد

بررسی‌های میرلوحی و همکاران (۱۱) برتری عملکرد علوفه تر سورگوم نسبت به ذرت و تحقیقات فونتانلی (۱۶) برتری ارزن نسبت به سورگوم در تولید علوفه تر را مورد تأکید قرار می‌دهد. از طرفی علوفه ارزن با دارا بودن نسبت برگ به ساقه بالا (۱/۲۸ در چین اول) از لحاظ یکی از معیارهای کیفی علوفه، برتر از سایرین معرفی می‌شود. نتایج تحقیقات نشان می‌دهد، در مناطقی که برای کشت ذرت و سورگوم بسیار خشک و غیر حاصلخیز هستند؛ بهترین گزینه ارزن مرواریدی با کارآیی مصرف آب بسیار بالا می‌باشد (۳).



شکل ۲- تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژن بر عملکرد کل علوفه

مقایسه میانگین‌های عملکرد علوفه کل تحت تأثیر مقادیر نیتروژن نشان می‌دهد که افزایش مقدار نیتروژن مصرفی، عملکرد علوفه تر را افزایش داده است با این توضیح که بین سطوح کودی ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تفاوت آماری معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۲). با توجه به این که مصرف ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار عملکرد ماده خشک بیشتری نسبت به سایر سطوح نیتروژن (شکل ۲) داشت و از لحاظ نسبت برگ به ساقه نیز در گروه برتر قرار گرفت (جدول۵)؛ لذا سطح کودی N_2 معادل مصرف ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار انتخاب می‌شود. این تیمار با تولید ۷۰/۰۴ تن در هکتار علوفه تر در گروه آماری برتر و با تولید ۲۰/۲۸ تن در هکتار علوفه خشک، در صدر قرار گرفت.

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر نوع گیاه و مقدار نیتروژن بر عملکرد علوفه کل در پایان فصل رشد

منابع تغییر	درجه‌آزادی	عملکرد علوفه خشک کل	عملکرد علوفه تر کل
بلوک	۳	۱۴۷۷۱/۵*	۱۳۲۰۶۵۲/۵۴^{ns}
نوع گیاه	۲	۱۸۹۷۴۲۲/۵۴**	۱۷۷۷۲۲۵^{ns}
خطای a	۶	۲۶۰۰۵/۱۶	۵۹۱۹۳۲/۴
مقدار نیتروژن	۲	۲۱۲۶۱۲/۱۳^{ns}	۲۱۷۱۹۷۷/۰۸**
نوع گیاه × نیتروژن	۴	۹۰۸۸۶۸/۴۳**	۲۲۸۵۸۸۳/۳۳**
خطای b	۱۸	۶۸۹۵۴/۷۹	۳۵۶۹۲۱/۰۶
ضریب تغییرات		۱۳/۹۷	۸/۵۳

* معنی دار در سطح آماری ۵ درصد ** معنی دار در سطح آماری ۱ درصد

در خصوص تأثیر مثبت کود نیتروژن بر افزایش عملکرد کل علوفه تر در گندمیان گرمسیری از جمله ذرت، سورگوم و ارزن گزارش‌های متعددی وجود دارد و اکثریت قریب به اتفاق آن‌ها به این نکته اذعان نموده‌اند که افزایش مصرف کود نیتروژن موجب ازدیاد عملکرد علوفه شده است؛ با این تفاوت که بسته به محل اجرای آزمایش‌ها و ویژگی‌های آب و هوا، اقلیم و خاک، سطح کودی نیتروژن یا تیمار برتر متفاوت بوده است. به طور مثال مقدار بهینه کود نیتروژن در سورگوم علوفه‌ای اسپیدفید ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار برآورد شده است (۱ و ۹).

میرلوحی و همکاران (۱۱) گزارش کردند که با افزایش مقدار نیتروژن از ۱۴۰ تا ۲۳۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد علوفه تر در سورگوم علوفه‌ای افزایش یافته است. در مورد گیاه ارزن علوفه‌ای مصرف کود نیتروژن تا سطوح ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار افزایش عملکرد علوفه را به همراه داشته است (۳).

چنان‌که کوالدارک (۱۴) در مورد ارزن نوتریفید و بباوی (۱۲) در مورد سورگوم علوفه‌ای اظهار داشته‌اند افزایش مقادیر کود نیتروژنی، تراکم پنجه‌ها، سرعت ظهور آن‌ها و سطح برگ‌های گیاه را افزایش داده و از این طریق منجر به افزایش عملکرد علوفه می‌گردد. در آزمایشی دولی ژائو و همکاران (۱۵) نشان دادند که مقادیر مختلف کود نیتروژن باعث ایجاد اختلاف معنی‌دار در ارتفاع و سطح برگ گیاه سورگوم گردید. در تحقیق حاضر نیز افزایش مصرف کود نیتروژن تا سطح کودی ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار ضمن افزایش سرعت رشد محصول در تمام دوره رشد، تراکم پنجه در واحد سطح در سورگوم و ارزن را به طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار داد (داده ها نشان داده نشده است)؛ به طوری که ارزن با دریافت ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بالاترین تعداد پنجه (۱۴/۲۵) در واحد سطح را در چین اول داشت، اما در چین دوم تعداد پنجه‌های سورگوم بیشتر بود و با ازدیاد کود تا سطح ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، تعداد پنجه در واحد سطح به ۲۶ افزایش یافت. در بررسی دقیق‌تر از جدول مقایسه میانگین‌های عملکرد کل علوفه تحت تأثیر اثر متقابل نوع گیاه در مقدار نیتروژن (جدول ۲)، می‌توان دریافت که ارزن در سطح کودی ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، بالاترین میزان علوفه تر (۸۵/۸ تن در هکتار) و ذرت در سطح کودی ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، بیشترین میزان علوفه خشک (۲۴/۶ تن در هکتار) را تولید نموده‌اند.

بر مبنای علوفه تر، عملکرد سورگوم در هر یک از سطوح کودی با عملکرد ارزن در سطح کودی ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در یک گروه آماری قرار می‌گیرد. به این ترتیب انتخاب سطح کودی ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار برای تولید علوفه سبز از این دو گیاه ترجیح داده می‌شود. اما بر مبنای وزن خشک، عملکرد علوفه خشک سورگوم در سطح کودی ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با علوفه خشک ذرت در این سطح کودی اختلاف آماری معنی دار ندارند.

بر این اساس برای رسیدن به حداکثر عملکرد علوفه خشک از ذرت و سورگوم در شرایط این آزمایش، سطح کودی ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بر سایرین ارجحیت دارد.

صفات کیفی

کیفیت علوفه در چین اول: بر اساس تجزیه واریانس داده‌های آزمایش علوفه چین اول سورگوم و ارزن و علوفه ذرت از نظر کلیه صفات کیفی اندازه‌گیری شده تفاوت آماری معنی‌داری نشان دادند.

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های عملکرد علوفه کل در پایان فصل رشد تحت تأثیر متقابل نوع گیاه در مقدار نیتروژن

عوامل آزمایش	علوفه خشک کل (گرم در متر مربع)	علوفه تر کل (گرم در متر مربع)
نوع گیاه × مقدار نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)		
سورگوم ۱۰۰	۱۷۵۶/۶^{cde}	۶۹۹۶/۳^{bc}
سورگوم ۲۰۰	۲۲۸۹/۶^{ab}	۷۳۴۸/۸^{b}
سورگوم ۳۰۰	۱۴۷۴^{def}	۷۱۳۶/۳^{b}
ذرت ۱۰۰	۲۶۰۵/۶^{a}	۶۶۹۷/۵^{bc}
ذرت ۲۰۰	۲۴۱۹/۶^{a}	۶۴۳۱/۳^{bc}
ذرت ۳۰۰	۱۸۵۸/۹^{cd}	۶۵۵۲/۵^{bc}
ارزن ۱۰۰	۱۱۵۰/۶^{f}	۶۰۲۱/۳^{c}
ارزن ۲۰۰	۱۳۷۴/۵^{ef}	۷۲۳۳/۸^{b}
ارزن ۳۰۰	۱۹۸۱/۸^{bc}	۸۵۷۸/۸^{a}

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک ، از نظر آماری فاقد اختلاف معنی‌دار ($P< ۰/۰۵$) هستند.

اما مقدار نیتروژن فقط بـر پـروتئین خـام، فسـفر و کلسـیم تـأثیر معنی‌داری بر جای گذاشت. علاوه بر این اثر متقابل نوع گیاه در مقدار نیتروژن فقط بر نسبت برگ به ساقه اثر معنـی‌دار داشـت (جـدول ۳). مقایسه میانگین‌های صفات کیفی علوفه (جدول ۵) حاکی از آن اسـت که علوفه ذرت از نظـر فیبـر محلـول در شـوینده خنثـی(NDF[1]) در جایگاه برتری نسبت به علوفه سورگوم و ارزن قرار دارد. علوفـه چـین اول سورگوم با ۱۰/۲ درصد پروتئین خـام، برتـر از ارزن بـود ولـی بـا علوفه ذرت در یک گروه آماری قرار گرفت. ایـن در حـالی اسـت کـه وارد و همکاران (۲۷) گزارش نمودند که در میان سه گراس علوفـه‌ای تابستانه (ارزن، ذرت و سورگوم)، ارزن بالاترین درصد پروتئین خـام و بیشترین قابلیت هضم علوفه را داشته است. بررسـی‌هـای سـدیوس و اسچاتز (۲۵) نیز به برتری پـروتئین خـام ارزن اشـاره دارد. سـه گیـاه مزبور از نظر درصد فسفر اختلاف آماری معنی‌داری نداشتند و به طـور متوسط ۰/۲ درصد از ماده خشک آن‌ها را فسفر تشکیل می‌داد. از نظر درصد کلسیم در ماده خشک، سورگوم در جایگـاه برتـر و ارزن و ذرت به ترتیب در رتبه‌های دوم و سوم قرار داشتند.

همان طور که گفته شد مقدار کاربرد نیتروژن، تأثیری بر درصد ماده آلی و NDF نداشت. میانگین ماده آلی و NDF در علوفه چـین اول این تحقیق به ترتیب ۹۲/۰۱ و ۶۳/۱۹ درصد بود، اما همان طـور که در بسیاری از تحقیقات به اثبات رسیده است، افزایش کود نیتروژن به طور معنی‌داری، درصد پروتئین خام علوفه را افزایش داد به طـوری که افزایش نیتروژن از ۱۰۰ به ۲۰۰ کیلوگرم، درصـد پـروتئین خـام را ۱۵/۵ درصد افزایش داد و تأثیر کود بیشتر در این زمینه معنی‌دار نبود. در آزمایش آقاعلیخانی و همکاران (۲) در مورد تأثیر کود نیتـروژن بـر صفات کیفی ارزن علوفه‌ای نیز، درصد پروتئین در سطح کـودی ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، ۱۱/۴ درصد بود و کاربرد کود بیشتر از این میـزان، تأثیر معنی‌داری ایجاد نکرد. هم چنین نتیجه تحقیـق دیگـری نشـان داده است که کاربرد کود نیتروژن در مقایسه بـا تیمـار شـاهد، درصـد پروتئین خام علوفه سورگوم را افزایش داد لیکن بـین مقـادیر مختلـف نیتروژن از نظر درصد پروتئین علوفه تفاوت آماری معنـی‌داری وجـود نداشت (۱). در آزمایش مذکور درصد پروتئین خام علوفـه سـورگوم بـا مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتـروژن در هکتـار، ۸/۱۳ و در تحقیـق حاضـر ۸/۴۳ درصد بوده اسـت. بـریچ و اسـتوارت (۱۳) نیـز واکـنش درصـد پروتئین خام علوفه سورگوم در پاسخ به افزایش مقدار کود نیتـروژن را مثبت دانستند.

کیفیت علوفه در چین دوم: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر نوع گیاه بر درصد ماده آلی و درصد کلسیم در سـطح ۵ درصـد معنی‌دار بود (جدول ۴)؛ به طوری که علوفه سورگوم با ۹۳/۴۸ درصـد ماده آلی و ۰/۳۳ درصد کلسیم در ماده خشک علوفه، مقادیر بـالاتر را به خود اختصاص داد (جدول ۶). علاوه بر این به رغم معنی دار نشدن اختلاف دو گیاه در صفت NDF و فسفر ملاحظه می‌گردد که علوفـه سورگوم کیفیت مرغوب‌تری داشته است. چنان کـه علوفـه آن NDF کمتر و فسفر بیشتری را دارا می‌باشد. در مقابل، علوفه چین دوم ارزن، پروتئین خام و نسبت برگ به ساقه بیشتری نسبت به علوفه سـورگوم داشت، هر چند تفاوت آن‌ها از نظر آماری معنی‌دار نبود.

مصرف کود بیش از ۲۰۰ کیلـوگرم در هکتـار نتوانسـت افـزایش معنی‌داری در این صفات ایجاد نماید. به این ترتیب نتایج ایـن بخـش از تحقیق، ما را به سمت انتخاب تیمار کودی ۲۰۰ کیلـوگرم نیتـروژن در هکتار که از لحاظ اقتصادی و زیست محیطـی بیشـتر مقـرون بـه صرفه می باشد رهنمون می‌شود، با انتخاب ایـن تیمـار، رهنمودهـای کشاورزی پایدار مبنی بر کاهش مصرف کودهای شیمیایی نیـز مـورد توجه واقع شده است. آقا علیخـانی نیـز سـطح کـودی ۲۰۰ کیلـوگرم نیتروژن در هکتـار را بـرای رسـیدن بـه بـالاترین کیفیـت علوفـه در سورگوم پیشنهاد نمود (۱). همچنین بررسی واکـنش ارزن مرواریـدی به مقادیر نیتروژن نشان داد که با توجه به عدم وجود اخـتلاف آمـاری معنی‌دار بین سـطوح کـودی ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ کیلـوگرم نیتـروژن در هکتار، مقدار ۲۰۰ کیلـوگرم بـرای حصـول ۱۱/۴۱ درصـد پـروتئین، ۰/۲۹ درصد فسفر و ۰/۸۴ درصـد کلسـیم در علوفـه ارزن مرواریـدی مناسب می باشد (۲). به این ترتیب اجتناب از مصرف نیتـروژن بیشـتر کاملاً منطقی به نظر می‌رسد زیرا هـیچ گونـه افـزایش معنـی‌داری در کیفیت علوفه ایجاد ننموده، ضمن آن کـه مطـابق اظهـارات راسـت و همکاران (۲۴) کاربرد سـطوح بـالای نیتـروژن ممکـن اسـت سـمیت نیتراتی در بافت‌های گیاهی را به همراه داشته و سیستم گردش خـون دام و کیفیت فرآورده‌های دامی حاصله را مختل نماید.

نتیجه گیری

در سیستم کشت دوگانه برای تولید علوفه تابستانه، عملکـرد کـل علوفه سبز سـورگوم و ارزن نوتریفیـد بـه مراتـب بیشـتر از ذرت ۷۰۴ می‌باشد. فزونی علوفه سبز ارزن و سورگوم نسـبت بـه ذرت در سـطح کودی ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب ۱۰ و ۱۲ درصـد بـود. علوفـه ارزن به دلیل قدرت پنجه زنی بالاتر، همواره نسـبت بـرگ بـه سـاقه بیشتری از سورگوم دارد و بسیاری از محققین، افزایش درصد برگ در ارزن علوفه‌ای را با قابلیـت هضـم بیشـتر علوفـه مـرتبط دانسـته‌انـد. هم‌چنین به دلیل عدم وجود اسید سـیانیدریک مـی‌تـوان آن را مـورد چرای مستقیم دام قرار داد. در اکثریت قریب بـه اتفـاق صـفات مـورد ارزیابی، روندی افزایشی در پاسخ به افزایش مقدار کود از ۱۰۰ تا ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مشاهده شد. هر چند در صفات مهمی نظیر صفات کیفی، بین سطوح ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن تفاوت آمـاری معنی‌داری وجود نداشت. از طرفی در صـفاتی نظیـر نسـبت بـرگ بـه

1-Neutral Detergent Fiber

ساقه و تعداد پنجه، مصرف کود بیش از ۲۰۰ کیلوگرم تأثیر منفی داشت. از این رو می‌توان سطح کودی ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن را به عنوان تیمار برتر در این آزمایش برگزید. در نهایت با توجه به برتری‌های کلی سورگوم و ارزن نسبت به ذرت به ویژه از لحاظ تحمل شرایط نامساعد مانند کم‌آبی و حاصلخیزی ضعیف خاک به نظر می‌رسد در این گونه موارد جایگزینی ذرت با سورگوم و ارزن گزینه مناسبی باشد. با این وجود تصمیم‌گیری در مورد توصیه زراعت سورگوم یا ارزن در منطقه نیازمند اطلاعات بیشتری در باره صفات کیفی این دو منبع علوفه ای و ارزیابی شاخص های تغذیه دام از قبیل ارزش رجحانی و مصرف اختیاری علوفه به روش *in vivo* می‌باشد.

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر نوع گیاه و مقدار نیتروژن بر صفات کیفی علوفه در چین اول

منابع تغییر	درجه‌آزادی	درصد ماده آلی	درصد فیبر محلول در شوینده خنثی	درصد پروتیین خام	درصد فسفر	درصد کلسیم	نسبت برگ به ساقه
بلوک	۳	۰/۷۹ ns	۷۸/۳۱ ns	۱/۷۷ ns	۰/۰۰۰۰۴۸ ns	۰/۰۰۰۱۴ ns	۰/۰۴۳ ns
نوع گیاه	۲	۱۴۳/۵۴ **	۱۸۸/۰۰ *	۱۱/۳۱ **	۰/۰۰۰۶۷ ns	۰/۰۳۶ **	۲/۵۱ **
خطای a	۶	۴/۷	۲۹/۷۴	۰/۶۵	۰/۰۰۰۵۱	۰/۰۰۰۳۷	۰/۰۲۹
مقدار نیتروژن	۲	۰/۲۲ ns	۴/۶۰ ns	۸/۷۴ **	۰/۰۰۰۴۷ **	۰/۰۰۰۷۴ **	۰/۰۴۹ ns
نوع گیاه ×نیتروژن	۴	۱/۳۶ ns	۱۴/۳۴ ns	۱/۶۸ ns	۰/۰۰۰۱ ns	۰/۰۰۰۰۴ ns	۰/۱۸۳ **
خطای b	۱۸	۱/۰۳	۶/۳۱	۰/۹۱	۰/۰۰۰۰۱۵	۰/۰۰۰۰۳۷	۰/۰۲۵
ضریب تغییرات		۱/۱۰	۳/۹۸	۱۰/۱۷	۱/۹۰	۲/۱۳	۲۰/۶۷

جدول ٤- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر نوع گیاه و مقدار نیتروژن بر صفات کیفی علوفه در چین دوم

منابع تغییر	درجه‌آزادی	درصد ماده آلی	درصد فیبر محلول در شوینده خنثی	درصد پروتیین خام	درصد فسفر	درصد کلسیم	نسبت برگ به ساقه
بلوک	۳	۳/۹۸ ns	۱۳/۴۷ ns	۰/۳۲ ns	۰/۰۰۰۲۲ ns	۰/۰۰۰۳۸ ns	۰/۰۰۷ ns
نوع گیاه	۱	۶۸/۲۴ *	۶/۹۱ ns	۹/۴۵ ns	۰/۰۰۰۰۲ ns	۰/۰۰۳۰۴ *	۰/۵۷ ns
خطای a	۳	۴/۷۸	۷/۲۸	۱/۰۴	۰/۰۰۰۲۳	۰/۰۰۰۱۴	۰/۱۳
مقدار نیتروژن	۲	۲/۶۰ ns	۵/۶۰ ns	۶/۲۰ ns	۰/۰۰۰۲۰ **	۰/۰۰۰۳۵ *	۰/۰۶ ns
نوع گیاه × نیتروژن	۲	۰/۷۵ ns	۰/۵۷ ns	۱/۰۹ ns	۰/۰۰۰۰۳ ns	۰/۰۰۰۲۰ ns	۱/۴۳ **
خطای b	۱۲	۱/۳۳	۷/۲۲	۱/۷۱	۰/۰۰۰۰۳	۰/۰۰۰۰۹	۰/۰۹۳
ضریب تغییرات		۱/۲۶	۴/۰۳	۹/۴۷	۲/۵	۲/۸۷	۲۰/۲۶

جدول ۵- مقایسه میانگین‌های صفات کیفی علوفه در چین اول تحت تاثیر نوع گیاه و مقدار نیتروژن بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن

عوامل	درصد ماده آلی	درصد فیبر محلول در شوینده خنثی	درصد پروتئین خام	درصد فسفر	درصد کلسیم	نسبت برگ به ساقه
نوع گیاه						
سورگوم	۹۲/۰۴ b	۶۳/۷۰ ab	۱۰/۲۰ a	۰/۲۰۸ a	۰/۳۲ a	۰/۵۵۸ b
ارزن	۸۸/۶۵ c	۶۶/۸۷ a	۸/۳۲ b	۰/۲۰۰ a	۰/۳۰ b	۱/۲۸۲ a
ذرت	۹۵/۵۶ a	۵۹/۰۰ b	۹/۶۷ a	۰/۲۱ a	۰/۲۲ c	۰/۴۳۵ b
مقدار نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)						
۱۰۰	۹۲/۱۹ a	۶۳/۶۵ a	۸/۴۳ b	۰/۲۰۲ c	۰/۲۷ b	۰/۸۲۶ a
۲۰۰	۹۱/۹۳ a	۶۳/۴۵ a	۹/۷۳ a	۰/۲۰۷ b	۰/۲۸ b	۰/۷۵۱ a
۳۰۰	۹۲/۱۳ a	۶۲/۴۹ a	۱۰/۰۴ a	۰/۲۱۵ a	۰/۲۹ a	۰/۶۹۸ a

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، از نظر آماری فاقد اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) هستند

جدول ٦- مقایسه میانگین‌های صفات کیفی علوفه در چین دوم تحت تاثیر نوع گیاه و مقدار نیتروژن بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن

عوامل	درصد ماده آلی	درصد فیبر محلول در شوینده خنثی	درصد پروتئین خام	درصد فسفر	درصد کلسیم	نسبت برگ به ساقه
نوع گیاه						
سورگوم	۹۳/۴۸^{a}	۶۶/۱۹^{a}	۱۳/۱۸^{a}	۰/۲۱۵^{a}	۰/۳۳^{a}	۱/۳۵ ^{a}
ارزن	۹۰/۱۱^{b}	۶۷/۲۷^{a}	۱۴/۱۴^{a}	۰/۲۱۳^{a}	۰/۳۱^{b}	۱/۶۶ ^{a}
مقدار نیتروژن(کیلوگرم در هکتار)						
۱۰۰	۹۱/۱۴^{a}	۶۶/۵۱^{a}	۱۲/۸۴^{b}	۰/۲۰^{b}	۰/۳۱^{b}	۱/۵۷ ^{a}
۲۰۰	۹۲/۰۴^{a}	۶۶/۰۳^{a}	۱۴/۰۵^{ab}	۰/۲۱^{a}	۰/۳۲^{ab}	۱/۵۴ ^{a}
۳۰۰	۹۲/۲۰^{a}	۶۷/۶۶^{a}	۱۴/۵۵^{a}	۰/۲۱^{a}	۰/۳۳^{a}	۱/۴۱ ^{a}

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، از نظر آماری فاقد اختلاف معنی‌دار($P<0.05$)هستند

منابع

۱- آقاعلیخانی، م. ۱۳۷۲. بررسی تأثیر مقادیر مختلف و شیوه توزیع کود نیتروژن بر منحنی رشد و خصوصیات کمی و کیفی سورگوم علوفه‌ای. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه تربیت مدرس. ۲۶۲ ص.

۲- آقاعلیخانی، م.، م. اسحق احمدی، و ع. م. مدرس ثانوی. ۱۳۸۶. تأثیر تراکم کاشت و مقادیر نیتروژن بر عملکرد و کیفیت علوفه ارزن مرواریدی. مجله پژوهش و سازندگی. ج ۷۷. ش ۴. ص: ۲۷-۱۹.

۳- استاسکوف نیل، س. ۲۰۰۲. زراعت غلات. (ترجمه راشد محصل و همکاران، ۱۳۸۰). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد،۴۰۶ ص.

۴- تربتی نژاد، ن.، م. چائی‌چی، و س. شریفی. ۱۳۸۱. اثر سطوح نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم سورگوم علوفه‌ای در منطقه گرگان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ش ۲. ص: ۲۱۹-۲۰۵.

۵- جوانشیر، ع.، ع. دباغ محمدی نسب، ا. حمیدی، و م. قلی پور. ۱۳۷۹. اکولوژی کشت مخلوط. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۲۲ ص.

۶- ضیائیان، ع؛ و م. ج. ملکوتی. ۱۳۸۰. ضرورت اعمال مدیریت بهینه کود در راستای افزایش عملکرد و بهبود کیفیت ذرت. نشریه فنی ۲۰۲ سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. ۱۹ ص.

۷- غازان شاهی، ج. ۱۳۷۶. آنالیز خاک و گیاه. ناشر مترجم. ۳۱۱ ص.

۸- فومن اجیرلو، ع. ۱۳۶۶. خاستگاه، پراکنش، رشد و نمو و موارد مصرف سورگوم. انتشارات موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر. جهاد کشاورزی.

۹- کاظمی اربط، ح.، ف. رحیم زاده خوئی، م. مقدم، و ا. بنالی خرقی. ۱۳۷۹. اثر مقادیر مختلف کودهای نیتروژنه و فسفر و دوره‌های آبیاری بر روی بیوماس تولیدی سورگوم علوفه‌ای واریته اسپیدفید. مجله علوم کشاورزی ایران. ج ۳۱. ش ۳. ص: ۷۲۳-۷۱۳.

۱۰- مظاهری، د. ۱۳۷۳. کشت مخلوط به عنوان یک راه افزایش و پایداری محصول. مقالات کلیدی سومین کنگرهٔ علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، انتشارات دانشگاه تبریز.

۱۱- میرلوحی، آ.، ن. بزرگوار، و م. بصیری. ۱۳۷۹. اثر مقادیر مختلف کود ازته بر رشد، عملکرد و کیفیت سیلوئی سه هیبرید سورگوم علوفه‌ای. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ج ۴. ش ۲. ص: ۱۱۵-۱۰۵.

12- Bebawi, F. 1989. Forage sorghum production on a witchweed infected soil in relation to cutting height and nitrogen. Agronomy Journal. 78: 827-832.

13- Brich, C. P., and D. Stewart. 1989. The effect of nitrogen fertilizer rate and timing on the yield of hybrid sorghum from serial harvest. Australian Sorghum Workshop, Toowomba.

14- Coaldrake, P. 1985. Leaf area accumulation of pearl millet as affected by nitrogen supply. Field Crops Research. 11: 185-192.

15- Duli Zhao, K., V. Gopal Kakani, and R. Reddy. 2005. Nitrogen deficiency effects on plant growth, leaf photosynthesis, and reflectance properties of sorghum. European Journal of Agronomy. 22: 391-403.

16- Fontaneli, R. S., L. E. Sollenberger, and Ch. R. Staples. 2001. Yield distribution and nutritive value of intensively managed warm- season unnual grasses. Agronomy Journal. 93: 1257-1262.

17- George, D. L., and M. Buljan. 1993. Effect of nitrogen and cutting on forage and grain characters of millets. School of Land and Food, University of Queensland. 1-4.

18- Gupta, M. L., and R. M. Singh. 1988. Effect of intercropping of legumes in sorghum at different levels of nitrogen

under rainfed condition on sorghum equivalent and monetary return. Indian Journal of Agriculture Science. 58: 20-25.
19- Jaynes, D. B., T. S. Colvin, D. L. Karlen, C. A. Cambardella, and D. W. Meek. 2001. Nitrate loss in subsurface drainage as affected by nitrogen fertilizer rate. Journal of Environment. 30: 1305-1314.
20- Jung, G. A., B. C. Lilly, C. S. Shih and R. L. Reid. 1964. Studies with sudangrass. Effect of growth stage and level of nitrogen fertilizer upon yields of dry matter, estimated digestibility of energy, dry matter and protein, amino acid composition, and prussic acid potential. Agronomy Journal. 56: 533-537.
21- Maranville, J. W., and S. Madhavan. 2002. Physiology adaption for nitrogen use efficiency in sorghum. Plant and Soil. 245: 25-34.
22- Moosaw, R., G. Lesoing, and C. Francis. 1991. Two crops in one year, double cropping. Available on the URL: http://digitalcommons. Unl.edu/extentionhist/730
23- Ram, S. N., and B. Sing. 2001. Effect of nitrogen and harvesting time on yield and quality of sorghum (*Sorghum bicolor*) intercropped with legumes. Indian Journal of Agronomy. 46: 32-37.
24- Rust, S. R., D. H. Ritchie, O. B. Hesterman, and J. J. Kells. 1988. Annual summer forage production in Michigan. Cooperative Extention Service. Michigan University Extention Bulletin E- 2126.
25- Sedivec, K. K., and B. G. Schatz. 1991. Pearl millet forage production in North Dakota. North Dakota State University. NDSU Extention Service. R- 1016.
26- Stuart, P. 1990. The forage book, A refrense book covering forage crop selection, establishment, management and utilization. P: 60.
27- Ward, J. D., D. D. Redfearn, M. E. Mccormik, and G. J. Guomo. 2001. Chemical composition, ensiling characteristics, and apparent digestibility of summer anuual forages in a subtropical double – cropping system with annual ryegrass. Dairy Science Journal. 84: 177-182.
28- Wilson, J. R. 1973. The influence of aerial environment. Nitrogen supply and ontogenetical changes on the chemical composition and digestibility of (*panicum maximum*) Jacq. Var. Trichoglumeeles. Australian Journal of Agricultural Research. 26: 997-1007.
29- Young, K. J., and S. P. Long. 2000. Crop Ecosystem Responses to Climatic Change: Maize and Sorghum. CABI Publishing, Wallingford. 107-131.