

تأثیر تناوب و کود نیتروژن بر غلظت N، P و K و عملکرد گندم

شهرام شعاعی^۱، فلورا رفیعی^۲ و علی کاشانی^۳

چکیده

به منظور ارزیابی اثر تناوب و سطوح کودی نیتروژن بر جذب عناصر N، P، K و عملکرد و بعضی از ویژگی‌های زراعی گندم رقم چمران، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در مزرعه آزمایشی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز اجرا گردید. فاکتور زراعت‌های پیش کاشت در ۶ تیمار شامل: گندم - گندم، ذرت - گندم، سودانگراس - گندم، مخلوط (شیدر و جو علوفه‌ای) - گندم، چغندر قند - گندم و سودان گراس - کلزا - گندم بود. فاکتور کود نیتروژن دو سطح کودی مورد نیاز برای تولید ۵ تن و ۷ تن دانه در هکتار را شامل شد. کشت گیاه اصلی (گندم) در آذر ماه صورت گرفت. نتایج نشان داد که تناوب و همچنین سطوح کود نیتروژن اثرات معنی‌داری بر عملکرد کل و عملکرد پروتئین دانه و کاه گندم داشته و بیشترین عملکرد دانه در تناوب چغندر قند - گندم، ذرت - گندم و نیز سطح کود نیتروژن به ازای تولید ۷ تن دانه در هکتار دیده شد. هم‌چنین اختلاف معنی‌داری در میزان جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم در تیمارهای مختلف تحت تأثیر تناوب مشاهده نگردید، ولی نتایج نشان داد که تحت شرایط آب و هوایی اهواز میزان جذب نیتروژن و فسفر در حد پایین‌تر از متوسط و جذب پتاسیم در حد متوسط قرار دارد.

واژه‌های کلیدی: تناوب، نیتروژن، جذب مواد غذایی، عملکرد، گندم.

تاریخ دریافت مقاله: ۸۷/۵/۲۲ تاریخ پذیرش: ۸۸/۶/۱۸

۱- هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد آشتیان

۲- دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

۳- استاد دانشگاه شهید چمران اهواز

مقدمه و بررسی منابع

حدود ۶۰ درصد سطح مزارع جهان را غلات تشکیل می‌دهد که از این مقدار ۳۳ درصد به کشت گندم اختصاص دارد. گندم اصلی‌ترین منبع تأمین کالری و پروتئین انسان بوده و به‌عنوان «ماده زندگی» شناخته شده است (۲).

با توجه به روند رو به افزایش جمعیت جهان، نیاز به افزایش تولید محصولات کشاورزی برای تأمین غذای جهانی بیشتر می‌گردد چرا که رشد فزاینده جمعیت در آینده به بحران تبدیل خواهد شد (۶). در همین راستا تولید غذا باید بیشتر از دو برابر شود تا توقع به وجود آمده برای غذا را برآورده کند. به‌طور کلی به منظور افزایش تولید محصولات زراعی در واحد سطح انجام عملیات به‌نژادی و به‌زراعی ضروری است، و هنگامی که این دو روش همراه با یکدیگر به کار گرفته شوند از ثمربخشی بیشتری برخوردار خواهند بود. موفقیت در تولید بیشتر مواد غذایی اساساً به دلیل نوآوری‌های تکنولوژیکی و پیشرفت‌های علمی از جمله اصلاح واریته‌های گیاهی جدید، استفاده از کودهای شیمیایی و آفت‌کش‌ها و توسعه سازه‌های آبیاری بوده است. البته با وجود این موفقیت نظام جهانی در تولید غذا در حال گسستن بسیاری از زیربناها و پایه‌هایی است که خود بر آن‌ها استوار می‌باشد (۵). تنها انتخابی که برای ما باقی مانده است حفظ درازمدت بازدهی زمین‌های کشاورزی توأم با تغییر در الگوی مصرف و کاربری اراضی به منظور بهره‌وری عادلانه‌تر همه انسان‌هاست (۴).

کشاورزی پایدار^۱ به مدیریت صحیح منابع کشاورزی اطلاق می‌گردد که در جهت رفع نیازهای در حال تغییر بشر به‌کار برده می‌شود و در عین حال منابع طبیعی و نیز کیفیت محیط زیست حفظ گردیده و حتی بهبود می‌یابند. یکی از مسائلی که در کشاورزی پایدار بر آن تکیه می‌گردد تناوب زراعی^۲ می‌باشد چرا که در اثر کشت متوالی یک محصول و یا توالی نامناسب محصولات در یک قطعه زمین، عوامل نامساعد تجمع یافته و یا بهره‌وری مطلوبی از عوامل محیطی و زراعی به عمل نمی‌آید. تأثیر محصولات بر یکدیگر از طریق آلوده‌پاتی، جمعیت میکروبی خاک، میزان توسعه آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز، ذخیره رطوبتی، حاصل‌خیزی و ساختمان خاک، کیفیت بستر، رقابت برای آب آبیاری، نیروی کار، ماشین‌آلات و سایر عوامل

زراعی به خوبی شناخته شده است. هم‌چنین اهمیت تناوب زراعی در توازن بین منابع محیطی و نیازهای تولید گیاهان کاملاً مشخص شده است (۱۰). با توجه به مطالب ذکر شده نمی‌توان تأثیر تناوب را بر افزایش عملکرد و نیز بازدهی اقتصادی و اکولوژیکی گیاهی نظیر گندم انکار نمود (۵).

گیاهان تناوبی و پوششی نقش مهمی در مدیریت نیتروژن خاک خصوصاً در سطوحی از خاک که بیشترین مقدار از دسترس خارج شدن نیتروژن را دارا می‌باشند دارد و هم‌چنین گیاهان پوششی علفی می‌توانند به مقدار زیادی در افزایش نیتروژن خاک و جلوگیری از شستشوی آن در طی دوران بارندگی کمک کنند (۴). کشت گیاهان علفی در یک زمان کوتاه باعث عدم تحرک نیتروژن و افزایش نسبت C/N می‌گردد و نیز لگومینوزها اگر به صورت مخلوط با هم کاشته شوند نیتروژن بیولوژیکی را تثبیت کرده و پتانسیل حرکتی آن را به حداقل می‌رسانند (۱۵). گیاهان تناوبی در تثبیت نیتروژن خاک، رطوبت خاک، مواد آلی خاک، تغییرات فیزیکی خاک، فعالیت آفات و بیماری‌ها و اثرات متقابل گیاه مؤثرند.

در همین رابطه مطالعه‌ای در رابطه با اثر تناوب زراعی یونجه‌های یک‌ساله بر عملکرد گندم امید در شرایط آبی و دیم توسط غفاری (۱۳۶۹) انجام شده است. براساس این مطالعه استفاده از یونجه به جای آیش در تناوب اکثر صفات گندم را به شکل مطلوب و معنی‌داری افزایش داد. به‌طوری‌که عملکرد محصول گندم در شرایط دیم ۳۵ درصد و در شرایط آبی ۲۵/۷۴ درصد، افزایش داشته است.

بورگی^۱ و همکاران (۲۰۰۱) در آزمایشات خود بیشترین عملکرد دانه گندم را در تناوب ۲ ساله ذرت - گندم و ۹ ساله گندم - ذرت - کاهو گزارش نمودند که تناوب ذرت - گندم بیشترین عملکرد و کیفیت را نشان داده است. ایشان هم‌چنین گزارش نمودند که درصد پروتئین در دانه از ۱۰/۷۰ الی ۱۳/۱۲ درصد برای تیمارها اختلاف نشان داد. هم‌چنین آنایا و استولزی^۲ (۱۹۷۲) در مطالعات خود بر روی تناوب‌های مختلف و اثرات آن‌ها بر روی گندم اشاره نمودند که درصد پروتئین اندام‌های هوایی گندم به جز دانه‌ها تغییری نشان نداد ولی بیشترین میزان پروتئین دانه در تناوب‌های چغندر-قند-گندم و ذرت - گندم نسبت به تناوب گندم-گندم دیده شد و در این تیمارها

۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص بوده و نتایج نشان داد که با افزایش کود نیتروژن تا ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار، تعداد ساقه‌های بارور، شاخص سطح برگ و عملکرد دانه و تعداد پنجه‌ها افزایش یافت که همبستگی نزدیکی با عملکرد دانه داشت، ولی با افزایش نیتروژن تا ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار اختلاف معنی‌داری در این فاکتورها مشاهده نشد.

هم‌چنین تأثیر تاریخ مصرف و میزان کود نیتروژن روی عملکرد گندم زمستانه توسط سامسونا و پورفیانویچ^۱ (۱۹۹۷) مورد بررسی قرار گرفت. سطح کودی شامل ۶۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص بوده و نتایج نشان داد که با افزایش کود، عملکرد دانه و نیز عملکرد بیولوژیکی افزایش قابل ملاحظه‌ای یافته و نیز درصد پروتئین دانه افزایش می‌یابد. هدف اصلی از این آزمایش به دست آوردن ترکیبی از بهترین تناوب و کاربرد کود نیتروژن در زراعت های گندم در منطقه اهواز و بررسی نحوه به کارگیری تناوب‌های مختلف برای حفظ حاصل‌خیزی زمین در طی یک سال زراعی و استفاده بهتر و مداوم از زمین بود.

مواد و روش‌ها

مشخصات خاک‌شناسی محل اجرای آزمایش

جهت تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه مورد نظر، قبل از کاشت از نقاط مختلف مزرعه و از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری نمونه‌گیری به عمل آمد و تجزیه‌های خاک‌شناسی مورد نیاز انجام شد.

مشخصات هواشناسی

شهر اهواز از نظر تقسیم‌بندی اقلیمی، جزء مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شود. براساس آمار هواشناسی در یک دوره ۲۰ ساله متوسط بارندگی سالانه ۱۹۸/۵ میلی‌متر و حداکثر مطلق درجه حرارت ۵۴ درجه سلسیوس و متوسط درجه حرارت ۲۵ درجه سلسیوس در تیرماه و حداقل مطلق درجه حرارت ۷- درجه سلسیوس در دی ماه بوده است (۱).

تیمارهای آزمایش

در این آزمایش بسته به شرایط منطقه و گیاهان متداول در منطقه، اثر زراعت‌های پیش‌کاشت قبل از گندم و تأثیر آن‌ها بر عملکرد گندم و هم‌چنین تأثیر دو سطح کودی نیتروژن که

بالاترین میزان پروتئین کل در گیاه مشاهده گردید. در آزمایشات صورت گرفته توسط حسین^۱ و همکاران (۲۰۰۱) در فیض‌آباد پاکستان نشان داد که به‌کار بردن کود سبز در مقایسه با کودهای حیوانی بهترین نتیجه را روی عملکرد دانه و افزایش جذب نیتروژن در گندم داشته است. در این آزمایش مشخص شد که کود سبز تا ۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به خاک اضافه می‌نماید.

آنگوست^۲ و همکاران (۱۹۹۱) در مطالعات خود به این نتیجه رسیدند که گیاهانی نظیر لگوم‌ها و گیاهان وچینی به دلیل این که زمینه را برای جذب بیشتر و مناسب‌تر نیتروژن در گیاه بعدی فراهم می‌نمایند، باعث افزایش میزان پروتئین کل در گیاه می‌گردند. آرشد^۳ و همکاران (۱۹۹۸) طی آزمایشی در کانادا توصیه نمودند که باید تناوب‌هایی نظیر غلات، دانه‌های روغنی و لگومینوزها جانشین گندم متوالی و آیش بشوند. در این آزمایش که بر روی تناوب‌های کلزا - گندم - گندم، آیش - گندم، نخود - گندم و گندم متوالی صورت گرفت مشخص شد که NO_3^- و نیتروژن خاک در تمام تناوب‌ها اختلاف معنی‌دار نشان دادند و هم‌چنین تناوب‌ها اثر کمی در میزان نیتروژن آمونیومی و فسفر قابل دسترسی داشتند و نفوذپذیری خاک در تناوب‌ها متفاوت بود.

هم‌چنین گوم‌ها و گیاهان علفی پوششی باعث تجمع بیشتر نیتروژن در گیاه شده و میزان پروتئین دانه و کل را در گندم افزایش می‌دهند ولی در میزان پروتئین کاه تأثیری ندارند (۱۰). در همین رابطه کاسمن^۴ و همکاران (۱۹۹۰) اثر کاربرد سطوح مختلف کود نیتروژن را در زمان‌های مختلف بر تخصیص ماده خشک و نیتروژن دانه در ۳ رقم گندم قرمز سخت بهاره در دو منطقه کالیفرنیا مورد آزمایش قرار داده و نتیجه گرفتند که اگر درصد بیشتری از کود نیتروژن در اوایل رشد به‌کار برده شود، عملکرد دانه و بیوماس هم‌زمان افزایش پیدا می‌کند، به‌طوری‌که شاخص برداشت در حد ثابتی باقی می‌ماند، ولی اگر درصد بیشتری از کود نیتروژن بعد از تلقیح به‌کار رود عملکرد و درصد نیتروژن دانه افزایش می‌یابد (۱۳). در یک آزمایش دیگر اثرات مقادیر مختلف کود نیتروژن و تقسیم آن مورد بررسی قرار گرفت (۱۵). سطوح کود نیتروژن شامل ۰، ۶۰، ۱۲۰ و

1. Hussain
2. Anguest
3. Arshad
4. Cassman

میزان نیتروژن در دانه و کاه

درصد نیتروژن موجود در دانه و کاه هر تیمار آزمایش به وسیله روش کجلدال و به وسیله دستگاه مخصوص اندازه‌گیری نیتروژن^۱ تعیین گردید (۱۱).

میزان نیتروژن، فسفر و پتاس قسمت هوایی گیاه در مرحله ظهور خوشه

در این آزمایش در مرحله ظهور خوشه، درصد نیتروژن با استفاده از روش کجلدال و میزان فسفر و پتاس موجود در کلیه اندام‌های هوایی گیاه با روش کوره‌ای اندازه‌گیری شد (۱۱).

نتایج و بحث

جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم توسط گیاه در مرحله ظهور خوشه

براساس تحقیقات انجام شده میزان عناصر مختلف در مراحل مختلف رشد گیاه تعیین گردیده است. جدول ۳ حدود بالا، پایین و متوسط نیتروژن، فسفر و پتاسیم را نشان می‌دهد (۱۱).

براساس نتایج به دست آمده مشخص شد که تناوب تأثیری بر درصد جذب نیتروژن توسط گیاه در مرحله ظهور خوشه نداشته و اختلافاتی که در آزمایش مشاهده شد، معنی‌دار نبود و تمام پیش‌کاشت‌ها از نظر تأثیر بر این فاکتور در یک گروه قرار گرفتند (جدول ۵). در این آزمایش تمام تیمارها از نظر جذب نیتروژن در حد پایین جذب قرار گرفتند. البته در بررسی اثر تیمارهای سطوح کود نیتروژن اعمال شده نیز مشخص شد که افزایش مصرف نیتروژن در تیمار کودی اعمال شده برای تولید ۷ تن دانه در هکتار از نظر جذب نیتروژن در گیاه اختلاف معنی‌داری با تیمار کودی اعمال شده برای تولید ۵ تن دانه در هکتار را نشان داد، ولی هر دو تیمار از نظر درصد جذب نیتروژن در حد پایین قرار گرفتند.

هم‌چنین در بررسی اثر تناوب و سطوح کود نیتروژن بر جذب فسفر در گیاه در مرحله ظهور خوشه نیز مشخص شد که اختلاف معنی‌داری بین تیمارها وجود ندارد و تمام تیمارها در یک گروه قرار گرفتند (جدول ۳). نتایج نشان داد که تمام تیمارها در حد پایین درصد جذب فسفر در گیاه در مرحله ظهور خوشه قرار داشتند (جدول ۷).

براساس نیاز گندم برای تولید پتانسیل دانه تا ۵ تن و ۷ تن برنامه‌ریزی شده بود، مورد بررسی قرار گرفت که با محاسبه میزان نیتروژن، فسفر و پتاس خاک و نیاز کلی گندم براساس پتانسیل تولید دانه و کاه در دو تناژ متفاوت ۷ تن و ۵ تن دانه در هکتار، میزان نیتروژن، فسفر و پتاس لازم در اختیار گیاه قرار داده شد.

مشخصات طرح آزمایشی

اثر شش زراعت پیش‌کاشت و دو سطح کودی نیتروژن بر روی گندم رقم چمران در آزمایشی به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار مورد مطالعه قرار گرفت. هر تکرار شامل ۱۲ کرت و کل آزمایش شامل ۴۸ کرت بود. مساحت هر کرت ۱۰ مترمربع بوده و دارای ۱۲ خط کاشت بودند که خطوط اول و چهارم از هر طرف به عنوان حاشیه و خطوط دوم و سوم از دو طرف به عنوان خطوط نمونه‌برداری و چهار خط وسط خطوط عملکرد بودند. نمونه‌برداری از هر کرت پس از حذف ۰/۵ متر حاشیه از دو طرف ردیف‌ها انجام گرفت. تجزیه‌های آماری این آزمایش با نرم‌افزار آماری MSTATC صورت گرفت.

مصرف کود مورد نیاز

در این آزمایش کود نیتروژن از منبع اوره تأمین شد و براساس آزمون خاک و تیمارهای کودی، بر مبنای ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار برای هر کرت محاسبه گردید. کود مورد نیاز برای کرت‌های F_1 ، معادل ۱۱۵ گرم در ۱۰ مترمربع و برای کرت‌های F_2 ، معادل ۱۷۵ گرم در ۱۰ مترمربع و با احتساب نیتروژن موجود در فسفات آمونیوم محاسبه گردید. که معادل دو سوم این مقادیر قبل از کاشت و یک سوم آن در ابتدای ساقه رفتن در اختیار گیاه قرار داده شد. کود فسفره از منبع فسفات آمونیوم تأمین شد و برای هر کرت براساس آزمون خاک و بر مبنای ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار محاسبه و قبل از کاشت مصرف شد. مقدار نیتروژن توزیع شده به وسیله فسفات آمونیوم با توجه به نیتروژن مورد نیاز هر کرت، از کود اوره آن کرت کسر گردید. کود پتاسه نیز از منبع سولفات پتاسیم تأمین شد و برای هر کرت براساس آزمون خاک و بر مبنای ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار محاسبه و قبل از کاشت مصرف گردید.

نیترژن بیشتری را نسبت به تیمار کودی دیگر نشان داد که البته این اختلاف هم معنی‌دار نبود (جدول ۷). این نتایج با گزارشات آنایا و استولزی (۱۹۷۲) و آنگوست و همکاران (۱۹۹۱) مطابقت دارد. هم‌چنین در بررسی عملکرد پروتئین کاه نیز مشخص شد که تناوب تأثیری بر عملکرد پروتئین کاه ندارد، ولی با افزایش مصرف نیترژن در تیمار کودی اعمال شده برای تولید ۷ تن دانه در هکتار، عملکرد پروتئین کاه نیز افزایش یافته و تحت تأثیر آن قرار گرفت.

عملکرد پروتئین کل

همان‌طور که جدول ۸ نتایج نشان می‌دهد عملکرد پروتئین کل هم تحت تأثیر تناوب و نیز تیمارهای کودی قرار گرفت. به طوری که تناوب‌های ذرت-گندم و پس از آن چغندر قند-گندم بالاترین عملکرد پروتئین کل و تناوب سودانگراس-کلزا-گندم کمترین عملکرد پروتئین کل را داشتند. هم‌چنین تیمار کودی اعمال شده برای تولید ۷ تن دانه در هکتار نیز عملکرد پروتئین بالاتری را نسبت به تیمار کودی دیگر نشان داد (جدول ۱۰). در همین رابطه آنایا و استولزی (۱۹۷۲) نیز اعلام نمودند که کل پروتئین تولیدی ارتباط نزدیک با عملکرد دانه داشته و میزان پروتئین دانه رابطه معکوسی با میزان عملکرد دانه دارد. هم‌چنین این نتایج با گزارشات آنگوست و همکاران (۱۹۹۱) مطابقت داشت.

عملکرد دانه

نتایج این بررسی نشان داد که عملکرد دانه تحت تأثیر تناوب و سطوح کود نیترژن قرار می‌گیرد و تحت زراعت‌های تناوب اعمال شده و سطوح کود نیترژن اختلاف معنی‌داری در عملکرد دانه مشاهده گردید. بیشترین عملکرد دانه مربوط به تناوب چغندر قند-گندم (R_5) و پس از آن ذرت-گندم (R_4) و سپس تناوب علوفه مخلوط-گندم (R_7) بود. تناوب سودانگراس-گندم (R_3) و سودانگراس-کلزا-گندم (R_6) نیز هر دو در یک گروه و در رده بعدی قرار گرفتند. هم‌چنین کمترین عملکرد دانه مربوط به تناوب گندم-گندم (R_1) بود که با توجه به نتایج مربوط به اجزای عملکرد این نتیجه دور از انتظار نبود (جدول ۹). همان‌طور که ملاحظه می‌گردد. در شرایط عادی و نرمال برای تولید ۵ تن محصول دانه در هکتار در منطقه، درصد عملکرد دانه در هر یک از تناوب‌های چغندر قند-گندم، ذرت-گندم، علوفه مخلوط-

نتایج حاصل از بررسی تأثیر تناوب و تیمارهای کودی اعمال شده بر درصد جذب پتاسیم در گیاه در مرحله ظهور خوشه نیز نشان داد که تناوب و سطوح کود نیترژن اعمال شده اثری بر جذب پتاسیم در گیاه ندارند. هم‌چنین تمام تیمارها از نظر درصد جذب پتاسیم در حد متوسط قرار گرفتند. به‌طور کلی نتایج نشان داد که به دلیل شرایط آب و هوایی منطقه، گندم از نظر جذب عناصری مانند نیترژن و فسفر بسیار ضعیف عمل می‌کند و فقط عنصر پتاسیم را در حد متوسطی جذب می‌کند و در واقع نیترژن، فسفر و پتاسیم مصرف شده و یا تثبیت شده در خاک به صورت غیرقابل دسترس در می‌آید و یا در اثر شستشو از دسترس خارج شده و نمی‌تواند مورد استفاده گیاه قرار گیرد.

درصد و میزان عملکرد پروتئین دانه

نتایج نشان داد که درصد پروتئین دانه تحت تأثیر تناوب و هم‌چنین تیمارهای کودی اعمال شده قرار نگرفت (جدول ۸) و هرچند درصد پروتئین در تناوب‌های ذرت - گندم نسبت به سایر تناوب‌ها و نیز در تیمار کودی اعمال شده برای تولید ۷ تن دانه در هکتار از دیگر تیمار کودی بیشتر بود ولی این اختلاف معنی‌دار نبود، اما به علت اختلافاتی که در عملکرد دانه تیمارهای مختلف وجود داشت، عملکرد پروتئین دانه تحت تأثیر هر دو تیمار تناوب و کود قرار گرفت و بیشترین عملکرد پروتئین دانه متعلق به تناوب ذرت-گندم و پس از آن چغندر قند-گندم بوده و کمترین عملکرد پروتئین دانه نیز متعلق به تناوب‌های گندم-گندم، سودانگراس-گندم و سودانگراس-کلزا-گندم بود. در تیمارهای کودی نیز بیشترین عملکرد پروتئین دانه متعلق به تیمار کودی اعمال شده جهت تولید ۷ تن دانه در هکتار بود. نتایج به دست آمده از این آزمایش با نتایج بورگی و همکاران (۲۰۰۱)، کاسمن و همکاران (۱۹۹۰) و سامسونا و پورفیا نوویچ (۱۹۹۷) مشابهت دارد.

درصد و میزان عملکرد پروتئین کاه

نتایج حاصل نشان داد که درصد نیترژن کاه تحت تأثیر تناوب و تیمارهای کودی اعمال شده قرار نگرفت و تمام تیمارها در یک گروه قرار گرفتند. اختلافاتی از نظر درصد نیترژن کاه بین تناوب‌ها وجود داشت و تناوب گندم-گندم و ذرت-گندم درصد نیترژن کاه بیشتری را نشان دادند، ولی این تفاوت‌ها ناچیز بود. در مورد تیمارهای کودی نیز تیمار کودی اعمال شده برای تولید ۷ تن دانه در هکتار درصد

تیمار کودی اعمال شده برای تولید ۷ تن دانه در هکتار نسبت به تیمار کودی برای تولید ۵ تن دانه در هکتار عملکرد بیشتری را نشان داد. البته درصد عملکرد دانه در هر یک از تیمارهای کودی تولید ۵ تن و ۷ تن دانه در هکتار ۷۷/۴۳ و ۶۰/۱۱ درصد بود. این نتایج با گزارشات کاسمن و همکاران (۱۹۹۰)، آستانپکو و نیلووسکایا (۲۰۰۵) و سامسونا و پورفیا نوییچ (۱۹۹۷) مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری کلی

تناوب و سطوح کود نیتروژن اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه و پروتئین داشتند و تناوب‌های چغندر-گندم و ذرت-گندم از عملکرد بیشتری برخوردار بودند. با این حال تناوب تأثیری در جذب عناصر فسفر، پتاسیم و نیتروژن نداشت.

گندم، سودانگراس - گندم، سودانگراس - کلزا - گندم و گندم - گندم به ترتیب ۹۱/۴۲، ۸۴/۹۸، ۸/۸۷، ۷۸/۸۱ و ۷۶/۷۱ و ۷۱/۹۸ درصد بود (جدول ۱۰).

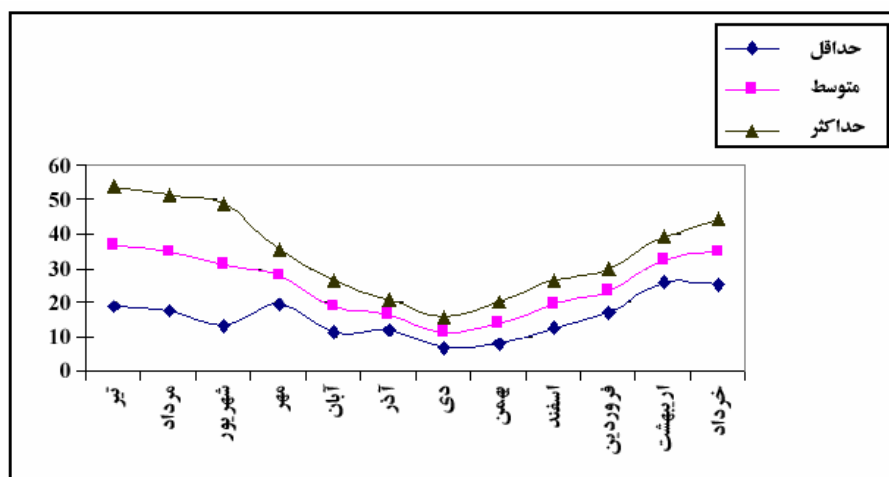
این نتایج نشان داد که تناوب‌هایی نظیر چغندر-گندم و ذرت - گندم به علت ایجاد شرایط مناسب‌تر برای کشت بعدی از جمله کاهش تراکم علف هرز، تخلیه نکردن کامل مواد غذایی خاک و افزایش نفوذپذیری خاک که به نفوذ ریشه‌ها و آب در خاک کمک می‌کند، عملکرد دانه بیشتری را باعث شدند. نتایج این آزمایش با گزارشات غفاری (۱۳۶۹)، بورگی و همکاران (۲۰۰۱)، حسین و همکاران (۲۰۰۱)، آرشاد و همکاران (۱۹۹۸) و آنایا و استولزی (۱۹۷۲) که البته بر روی تناوب‌های مختلفی کار کرده‌اند مشابه بود. در بررسی تیمارهای کودی اعمال شده نیز عملکرد دانه تحت تأثیر قرار گرفت و

جدول ۱- نتایج تجزیه خاک‌شناسی مزرعه

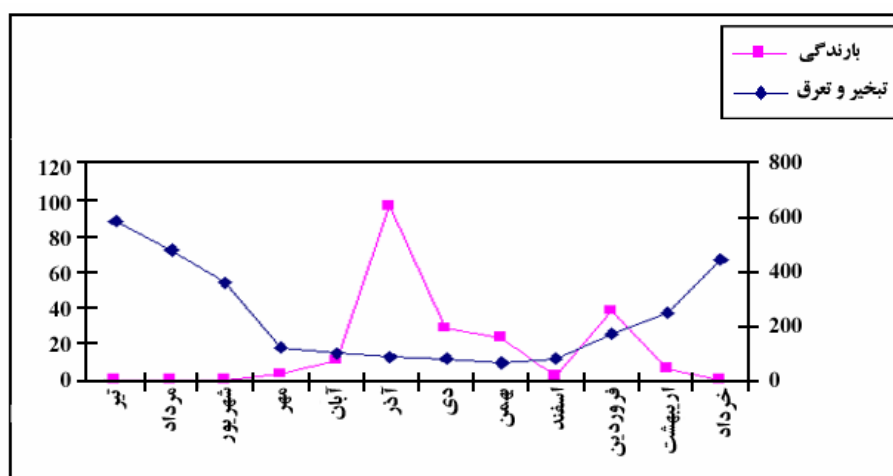
پتاسیم قابل جذب mg/kg	فسفر قابل جذب mg/kg	نیتروژن کل (درصد)	مواد آلی (درصد)	pH	هدایت الکتریکی mmhos/cm	تناوب‌ها
۲۱۸/۷۵	۱۴/۴	۰/۰۵	۰/۵۳۶	۷/۲۵	۳/۲	گندم
۱۹۵	۱۶	۰/۰۴۷	۰/۵۰۲	۷/۸۱	۳/۲	ذرت
۱۸۷/۵	۱۹/۱۲	۰/۰۴۷	۰/۵۸۶	۷/۷۸	۳/۳	سودانگراس
۲۲۲/۵	۹۲	۰/۰۴۷	۰/۵۷۱	۷/۹۸	۳/۱	علوفه مخلوط
۲۶۱/۲۵	۱۱/۲۰	۰/۰۴۵	۰/۵۲۷	۷/۴۷	۳/۶	چغندر-گندم
۲۱۵	۱۸/۵	۰/۰۴۵	۰/۵۴۴	۷/۶۳	۳/۲	سودانگراس - کلزا

جدول ۲- تیمارهای مورد نظر و علایم قراردادی آنها

تیمار		علامت	زراعت کاشته شده قبل از گندم	
		قراردادی	تاریخ کاشت	تاریخ برداشت
گندم - گندم		R ₁	۸۱/۸/۲۶	۸۲/۲/۱۵
ذرت - گندم		R ₂	۸۲/۴/۱۵	۸۲/۷/۱۵
سودانگراس - گندم		R ₃	۸۲/۳/۱	۸۲/۷/۱۶
علوفه مخلوط (جو علوفه‌ای همراه شبدر) - گندم		R ₄	۸۲/۷/۲۱	۸۲/۹/۱۱
چغندر-گندم		R ₅	۸۱/۷/۱۹	۸۲/۲/۳۰
سودانگراس - کلزا - گندم		R ₆	۸۲/۷/۲۱	۸۲/۹/۱۱
سطح کود نیتروژن برای تولید ۵ تن دانه در هکتار		F ₁	-	-
سطح کود نیتروژن برای تولید ۷ تن دانه در هکتار		F ₂	-	-



نمودار ۱- آمار حداقل، متوسط و حداکثر دما در سال زراعی ۸۲-۸۳



نمودار ۲- آمار بارندگی و تبخیر و تعرق طی سال زراعی ۸۲-۸۳

جدول ۳- درصد نیتروژن، فسفر و پتاسیم در مرحله ظهور خوشه در گندم

عنصر	حد پائین (درصد)	حد متوسط (درصد)	حد بالا (درصد)
نیتروژن	۱-۱/۹۹	۲-۳	> ۳
فسفر	۰/۱۵-۰/۱۹	۰/۲۰-۰/۵۰	> ۰/۵۰
پتاسیم	۱/۲۵-۱/۴۹	۱/۵۰-۳	> ۳

جدول ۴- میانگین میزان جذب ازت، فسفر در مرحله ظهور خوشه در تیمارهای آزمایش

ردیف	تیمار	علامت اختصاری	ازت (درصد)	فسفر (درصد)	پتاسیم (درصد)
۱	گندم - گندم	R ₁	۱/۴۹۹	۰/۱۶۸	۳/۰۸۲
۲	ذرت - گندم	R ₂	۱/۵۳۹	۰/۱۴۱	۲/۸۱۱
۳	سودانگراس - گندم	R ₃	۱/۵۳۴	۰/۱۵۴	۲/۹۵۱
۴	علوفه مخلوط - گندم	R ₄	۱/۶۱	۰/۱۷۲	۲/۹۶۴
۵	چغندر قند - گندم	R ₅	۱/۶۰۵	۰/۱۸۳	۳/۰۱۸
۶	سودانگراس - کلزا - گندم	R ₆	۱/۶۴۲	۰/۲۴۵	۲/۷۷۷
۱	کود ازته برای تولید ۵ تن دانه	F ₁	۱/۴۵۷	۰/۱۷۹	۲/۹۸۰
۲	کود ازته برای تولید ۷ تن دانه	F ₂	۱/۶۸۶	۰/۱۷۶	۲/۸۸۷

جدول ۵- تجزیه واریانس جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم توسط اندام‌های هوایی گیاه در مرحله ظهور خوشه

میانگین مربعات			درجه آزادی	منابع تغییرات
پتاسیم	فسفر	نیتروژن		
۳/۲۱۷ *	۰/۰۲۴ ^{ns}	۰/۲۷۹ *	۳	بلوک
۰/۱۱۲ ^{ns}	۰/۰۱۱ ^{ns}	۰/۰۲۵ ^{ns}	۵	پیش کاشت
۰/۱۰۴ ^{ns}	۰/۰۰۰۱ ^{ns}	۰/۶۲۵ ^{**}	۱	کود
۰/۵۱۴ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۴۱ ^{ns}	۵	پیش کاشت × کود
٪۱۹/۹۶	٪۲۱/۰۷	٪۱۶/۳۶		ضریب تغییرات

** : معنی دار در سطح یک درصد * معنی دار در سطح پنج درصد ^{ns} غیر معنی دار

جدول ۶- مقایسه میانگین‌های جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم توسط اندام‌های هوایی گیاه در مرحله ظهور خوشه در تناوب‌های مختلف

تیمار	صفت	نیتروژن	فسفر	پتاسیم
گندم - گندم	R ₁	۱/۴۹۸ a	۰/۱۶۸۱ ab	۳/۰۸۲ a
ذرت - گندم	R ₂	۱/۵۳۹ a	۰/۱۴۰۶ a	۲/۸۱۱ a
سودانگراس - گندم	R ₃	۱/۵۳۴ a	۰/۱۵۴۴ ab	۲/۹۵۱ a
علوفه مخلوط - گندم	R ₄	۱/۶۱۰ a	۰/۱۷۱۹ ab	۲/۹۶۴ a
چغندر قند - گندم	R ₅	۱/۶۰۵ a	۰/۱۸۳۱ ab	۳/۰۱۷ a
سودانگراس - کلزا - گندم	R ₆	۱/۶۴۲ a	۰/۲۴۵۰ a	۲/۷۷۷ a
LSD در سطح پنج درصد		۰/۲۶۱۳	۰/۰۹۰۹۹	۰/۵۹۵۸

جدول ۷ - مقایسه میانگین‌های جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم توسط اندام‌های هوایی گیاه در مرحله ظهور خوشه در تیمارهای کودی

تیمار	صفت	نیتروژن	فسفر	پتاسیم
کود نیتروژن برای تولید ۵ تن دانه در هکتار	۱/۴۵۷ b	۰/۱۷۹ a	۲/۹۸۰ a	
کود نیتروژن برای تولید ۷ تن دانه در هکتار	۱/۶۸۶ a	۰/۱۷۶ a	۲/۸۸۷ a	

جدول ۸ - نتایج تجزیه واریانس عملکرد پروتئین دانه، عملکرد پروتئین کاه، عملکرد پروتئین کل و عملکرد دانه

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		عملکرد پروتئین دانه	عملکرد پروتئین کاه	عملکرد پروتئین کل
بلوک	۳	۲۹۴۶۲/۳۸۸ *	۴۸۰۹/۴۳۰ ^{NS}	۳۲۳۲۷/۸۰۵*
پیش‌کاشت	۵	۱۸۲۶۹/۳۷۳ **	۱۷۹۹/۷۵۰ ^{NS}	۳۰۷۶۷/۶۵۴*
کود	۱	۳۱۳۱۹/۱۹۱ *	۱۰۷۵۲/۶۵۱ *	۵۸۶۱۱/۱۴۵*
پیش‌کاشت × کود	۵	۳۵۲۷/۳۷۳ ^{NS}	۳۴۲۸/۴۳۱ ^{NS}	۹۱۰۵/۳۱۱ ^{NS}
ضرب تغییرات		%۱۶/۴۹	%۲۱/۲۱	%۱۷/۲۷

** معنی‌دار در سطح یک درصد * معنی‌دار در سطح پنج درصد ^{NS} غیر معنی‌دار

جدول ۹ - مقایسه میانگین‌های عملکرد پروتئین دانه و کاه، عملکرد پروتئین کل و عملکرد دانه در تناوب‌های مختلف

عملکرد پروتئین دانه (kg/ha)	عملکرد پروتئین کاه (kg/ha)	عملکرد پروتئین کل (kg/ha)	عملکرد دانه (kg/ha)		
۳۸۳/۹ c	۱۸۴/۹a	۵۶۸/۸ bc	۳۵۹۹/۰۳۸ c	R1	گندم - گندم
۴۹۹/۰ a	۲۲۲/۱a	۶۹۶/۱ a	۴۲۴۹/۴۱۳ ab	R2	ذرت - گندم
۳۹۹/۳ c	۱۷۹/۴a	۵۷۸/۷ bc	۳۹۴۰/۸۱۳ bc	R3	سودانگراس - گندم
۴۱۱/۰ bc	۱۸۸/۸a	۵۹۹/۸ abc	۴۰۴۳/۸۰۰ b	R4	علوفه مخلوط - گندم
۴۷۴/۴ ab	۱۹۰/۳a	۶۷۳/۳ ab	۴۵۷۱/۰۸۷ a	R5	چغندر قند - گندم
۳۹۹/۸ c	۱۹۱/۷a	۵۳۹/۱ c	۳۸۳۵/۵۶۲ bc	R6	سودانگراس - کلزا - گندم
۷۱/۹۱	۴۹/۴۷	۱۰۷/۱	۸۵/۵۵		LSD در سطح پنج درصد

جدول ۱۰ - مقایسه میانگین‌های عملکرد پروتئین دانه، عملکرد پروتئین کاه، عملکرد پروتئین کل و عملکرد دانه در سطوح کودی

تیمار	صفت	عملکرد پروتئین دانه (kg/ha)	عملکرد پروتئین کاه (kg/ha)	عملکرد پروتئین کل (kg/ha)	عملکرد دانه (kg/ha)
کود نیتروژن برای تولید ۵ تن دانه در هکتار	۴۰۳/۰۰۸ b	۱۷۷/۸۹۶ b	۵۷۴/۳۴۵ b	۳۸۷۱/۷۷۱ b	
کود نیتروژن برای تولید ۷ تن دانه در هکتار	۴۵۴/۰۹۶ a	۲۰۷/۸۳۰ a	۶۴۴/۲۳۲ a	۴۲۰۸/۱۳۳ a	

منابع

- ۱- بهنیا، م. ح. ۱۳۷۲. غلات سردسیری. انتشارات دانشگاه تهران، ۲۰۲ ص.
- ۲- بی‌نام. ۱۳۸۳. آمار هواشناسی ۱۳۸۳-۱۳۸۲. آمار ایستگاه هواشناسی دانشکده آبیاری و آبادانی، دانشگاه شهید چمران اهواز.
- ۳- غفاری، ع. ۱۳۶۹. اثر تناوب زراعی یونجه‌های یک‌ساله بر عملکرد گندم امید در شرایط آبی و دیم. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تبریز، ۱۲۱ ص.
- ۴- کوچکی، ع. و خلقانی، ج. ۱۳۷۷. کشاورزی پایدار در مناطق معتدل (ترجمه). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۹۲ ص.
- ۵- کوچکی، ع. نخ‌فروش، ع. و ظریف کتابی، ح. ۱۳۷۶. کشاورزی ارگانیک (ترجمه). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۸۰ ص.
- ۶- نورمحمدی، ق.، سیادت، ع. و کاشانی، ع. ۱۳۷۶. زراعت غلات. انتشارات دانشگاه شهیدچمران اهواز، ۲۳۵ ص.
7. Anaya, M.G., and Stolzy, L. H. 1972. Wheat response to different rotation. Crop Science Society 36: 485-489.
8. Anguest, J., Van Harwaarden A., and Home, G. 1991. Productivity and break crop effect of winter oilseed. Australian Journal of Experimental Agriculture 37: 669-677
9. Arshad, M. A., Gill, K. S., and Izaurrealde, R. C. 1998. Wheat Production, weed population and soil properties subsequent to 20 years of sod as affected by crop rotation and tillage. Journal of Sustainable Agriculture 12 (2-3): 131-154
10. Arthur, A., Bomke, J., and Odhiambo, O. 2000. Grass and legume cover crop effect's on dry matter and nitrogen accumulation. Agricultural Journal 93: 299-307.
11. Benton Jones, J., Wolf, B., and Mills, H. A. 1995. Plant analysis hand book. The University of Adelaid.
12. Borghi, B., Giordani, G., Corbellini, M., Vaccino, P., Guermandi, M., and Toderi, G. 2001. Influence of crop-rotation, manuer and fertilizers on bread-making quality of wheat (*Triticum aestivum*). European Journal of Agronomy 4(1): 37-45.
13. Cassman, K. G., Bryant, D. C., Fulton, A. E., and Jackson, L. F. 1990. Nitrogen supply effect's on partitoining of dry matter and nitrogen to grain irrigiated wheat. Agronomy Journal 39(3): 332-341.
14. Hussain, T., Jilani, G., Parr, J. F., and Ahamd, R. 2001. Transition from conventional to alterative agriculture in Pakistan: The role of green manuer in Substitution for inorganic "N" fertilizer's in a rice – wheat farming systems. American Journal of Alternative Agriculture 10 (3): 133-137.
15. Ostapenko, N. V., and Nilovskaya, N. T. 2005. Development and realization of potential winter wheat production depending on nitrogen nutrition and weather condition. Agrokhimiya. 2: 11-15.
16. Somsonau, U. P., and Purfyanovich, M. I. 1997. Effect of the rate and date of nitrogen fertilizer application on yield of winter wheat in Iran through of wheat, fallow, soybean and alfalfa and monuring. Bodenkulture 49(3): 151-157.