نشریه تولید گیاهان زراعی
جلد نهم، شماره سوم، پاییز ۹۵
۸۷-۱۰٤
http://ejcp.gau.ac.ir

بررسی تأثیر نوع بقایا، مدیریت بقایا و نیتروژن بر عملکرد، کیفیت گندم دوروم (*Triticum durum* L.) و عناصر غذایی پر مصرف خاک

زهرا شهپری[۱]، اسفندیار فاتح [۲*] و امیر آینه‌بند[۳]

[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد اگرواکولوژی دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز،
[۲]دانشیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز،
[۳]استاد دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز

تاریخ دریافت: ۱۳۹٤/٦/۲۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹٤/۱۱/۲۰

چکیده

سابقه و هدف: وجود اقلیم خشک در کشور، عدم تناوب صحیح زراعی، جمع آوری، سوزاندن و خارج کردن بقایای گیاهی از زمین زراعی، مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی و عدم مصرف کودهای آلی، موجب شده است که میزان موادآلی در خاک‌های کشور کمتر شود که این مسئله باعث کاهش حاصل‌خیزی خاک و به دنبال آن کاهش عملکرد محصول شده است. ترکیب بقایای گیاهی یا نگه‌داری آن‌ها در سطح خاک باعث بهبود کیفیت خاک می‌شود. بقایای گیاهی می‌توانند منبع پایداری برای تولید سوخت زیستی و دیگر تولیدات صنعتی باشد. به هر حال، حذف آن‌ها از سطح مزرعه ممکن است اثرات منفی روی تولید محصول و کیفیت محیط زیست داشته باشد. نتایج آزمایشی نشان داد که حذف بقایا روی کربن آلی خاک اثر داشت و این اثرات در جایی بیش‌تر نمایان شد که میزان بالاتری از بقایا حذف شده بود.

مواد و روش‌ها: آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز در سال زراعی ۹٤-۱۳۹۳ اجرا شد. فاکتور اول شامل نوع بقایا (کلزا و گندم)، فاکتور دوم، مدیریت بقایا (سوزاندن، برگرداندن ۳۰ درصد بقایا به خاک و حذف بقایا) و فاکتور سوم مدیریت نیتروژن اوره (۱۵۰kg/ha)، کود بیولوژیک آلکازوت پلاس + اوره معمولی ($۷۵kg.ha^{-1}$) و اوره با پوشش گوگردی (۷۵kg/ha) بود. صفات مورد مطالعه در این آزمایش شامل عملکرد و پروتئین دانه، نیتروژن، پتاسیم و فسفر قابل جذب خاک و گیاه بودند. رقم موردنظر بهرنگ، با تراکم ۳۵۰ بوته

*نویسنده مسئول: e.fateh@scu.ac.ir

در مترمربع و در کرت‌هایی به طول ۳ و عرض ۲ متر صورت گرفت. عملیات برداشت در اواخر فروردین ماه ۱۳۹٤ پس از رسیدگی کامل انجام شد.

یافته‌ها: نتایج آزمایش بر روی صفات نشان داد که بیش‌ترین عملکرددانه با (٦/٩٢$t.ha^{-1}$) از کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره و سوزاندن بقایای کلزا به‌دست آمد.تیمار برگرداندن بقایای کلزا و کاربرد اوره با پوشش گوگردی بیش‌ترین مقدار پروتئین دانه را با ۱۵/۲۵ درصد و نیتروژن موجود در دانه را با ۲/٦۱ درصد دارابود. بیش‌ترین مقدار فسفر و پتاسیم دانه به‌ترتیب مربوط به تیمارهای تلفیق کود بیولوژیک و شیمیایی به‌همراه حذف بقایای گندم و برگرداندن بقایای گندم با کاربرد اوره با پوشش گوگردی بود.

نتیجه‌گیری کلی: به‌طورکلی تیمار برگرداندن بقایای گیاهی اثر مثبتی بر صفات مورد بررسی داشته و تا حدی باعث افزایش در فراهمی عناصر موجود در خاک شده است. بیش‌ترین مقدار نیتروژن و فسفر خاک از تیمار برگرداندن بقایای کلزا به‌همراه کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره به‌دست آمد. تیمار برگرداندن بقایای کلزا به‌همراه کاربرد مخلوط کود بیولوژیک و شیمیایی از لحاظ محتوای پتاسیم خاک نسبت به بقیه تیمارها عملکرد بهتری داشت. هر چند آتش زدن بقایای به‌دلیل وجود عناصر غذایی در ساختار آن و با توجه به این که بدون طی چرخه پوسیده شدن، عناصر غذایی را در اختیار گیاه قرار می‌دهد و در بیشتر صفات باعث افزایش شده اما این روند یک مسئله کوتاه مدت است و اگر به اثرات بعدی آن در بلند مدت نگاه شود، مضرات آن بیش‌تر از محاسن بوده و ادامه این روند علاوه‌بر تخریب ساختمان خاک به مرور زمان باعث کاهش عملکرد خواهد شد.

واژه‌های کلیدی: نوع بقایا، آلکازوت پلاس، اوره با پوشش گوگردی، گندم دوروم

مقدمه

وجود اقلیم خشک در کشور، عدم تناوب صحیح زراعی، جمع‌آوری، سوزاندن و خارج کردن بقایای گیاهی از زمین زراعی، مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی و عدم مصرف کودهای آلی، موجب شده است که میزان موادآلی در خاک‌های کشور روزبه روز کمتر شود که این مسئله باعث کاهش حاصلخیزی خاک و به‌دنبال آن کاهش عملکرد محصول شده است. بنابراین، جهت حفظ خاک و بهبود خصوصیات فیزیکی آن و حفظ تعادل عوامل زیست‌محیطی، ضرورت مصرف مواد آلی و افزایش درصد آن در خاک‌های کشور امری اجتناب ناپذیراست (۲۶). بقایای گیاهی که روی سطح خاک پخش می‌شوند، باعث کاهش دمای خاک و کاهش بخار آب در اثر هدر روی آب می‌شود زیرا بقایای گیاهی باعث بازتاب نور خوشید می‌شود (۱۷، ۱۹ و ۳۱). بقایای گیاهی می‌توانند منبع پایداری برای تولید سوخت زیستی و دیگر تولیدات صنعتی باشد. به هر حال، حذف آن‌ها از سطح مزرعه ممکن است اثرات منفی روی تولید محصول و کیفیت محیط زیست داشته باشد. نتایج آزمایشی نشان داد که حذف بقایا روی کربن آلی خاک اثر داشت و این اثرات در جایی بیش‌تر نمایان شد که میزان بالاتری از بقایا حذف شده بود (۲۹). نتایج بررسی نجفی‌نژاد و همکاران (۲۰۰۹) نشان داد که در تیمارهای خاک‌ورزی کاهش یافته و خاک‌ورزی مرسوم بیش‌ترین عملکرد دانه و ارتفاع بوته به‌دست آمد و مقدار پروتئین دانه، موادآلی، پتاسیم و فسفرخاک پس از برداشت در تیمار حداقل خاک‌ورزی بیش از سایر تیمارها بود. درتیمار باقی گذاردن بقایا، عملکرد دانه، وزن ۱۰۰۰ دانه، پروتئین دانه و مواد آلی بیش‌تری حاصل شد (۲۱). هم‌چنین مخلوط شدن بقایا با خاک در نظام‌های خاک‌ورزی حداقل و بدون خاک‌ورزی، سبب بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک، حفظ حاصلخیزی و رطوبت خاک، کاهش فرسایش و تبخیر بیش از اندازه می‌شود (۲). علاوه بر این، بقایای گیاهی می‌تواند سبب کاهش اثر تغییرات اقلیمی از طریق جداسازی محتویات کربن آلی خاک و جبران (تعادل) انتشار دی‌اکسید کربن و سایر گازهای گلخانه‌ای شود (۳۳). در تحقیقی ۱۲ ساله، الکساندرا و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که کودهای آلی و کاهش خاک‌ورزی ابزار موثری در حاصل‌خیزی خاک و تولید محصولات زراعی بود، اگرچه افزایش دو کود (آلی و شیمیایی) مورد نیاز بود (۱). امروزه تأثیر منبع و مقدار مصرف کود بر میزان اتلاف نیتروژن مورد توجه بسیار قرار گرفته و بسیاری از محققین نشان داده‌اند که استفاده از کودهای نیتروژن‌دار کندرها راندمان مصرف نیتروژن را افزایش و هزینه توزیع کود را کاهش می‌دهد (۱٤). نتایج پژوهشی طولانی مدت یاوندر- سینگ و همکاران (۲۰۰۳)

که به بررسی اثرات مدیریت نیتروژن و نگه‌داری بقایای برنج بر کشت مستقیم گندم پرداختند، نشان داد که میزان نیتروژن مورد نیاز به‌همراه حفظ بقایا در این نوع کشت حدود ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار برآورد شد. هم‌چنین نتایج نشان‌دهنده اثرات مثبت بقایای برنج بر باروری خاک بود (۲۸). با توجه به موارد ذکر شده، هدف از انجام این پژوهش، بررسی تأثیر نوع بقایا، مدیریت بقایا و نیتروژن بر عملکرد و محتوی عناصر غذایی دانه گندم و خاک در شرایط آب و هوایی اهواز بود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی نوع بقایا، مدیریت بقایا و نیتروژن بر عملکرد، کیفیت گندم دوروم و عناصر غذایی پرمصرف خاک، در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکراردر مزرعه تحقیقاتی شماره یک دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران انجام شد. فاکتور اول شامل نوع بقایا (کلزا و گندم)، فاکتور دوم مدیریت بقایا (سوزاندن، برگرداندن ۳۰ درصد بقایا به خاک و حذف بقایا) و فاکتور سوم مدیریت نیتروژن (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره، ۷۵ کیلوگرم در هکتار اوره+آلکازوت پلاس و ۷۵ کیلوگرم در هکتار اوره با پوشش گوگردی) بود. جهت مدیریت‌های مختلف بقایا، بقایای گیاهان گندم و کلزا با توجه به نوع تیمار به خاک اضافه و با توجه به طرح آزمایشی در کرت های مشخص شده حذف، سوزانده یا به خاک بر گردانده شد. برای محاسبه میزان بقایای لازم، عملکرد کاه را در مساحت مورد آزمایش (٦ مترمربع) ضرب کرده و بر عملکرد بیولوژیک تقسیم می‌کنیم. در نهایت ۱/۳ بقایای مورد نیاز محاسبه شد. هر تکرار شامل ۱۸ تیمار و به طور کلی متشکل از ٥٤ کرت آزمایشی (۳× ٥ ×۳) بود. اجرای آزمایش با کشت گندم در اواسط آبان ماه در کرت‌هایی به طول سه و عرض ۲ متر (دو تا ۲۰ سانتی متر به عنوان حاشیه بین کرت‌های مجاور در نظر گرفته شد) انجام شد. تعداد خطوط کشت گندم ۸ خط و فاصله بین ردیف‌ها ۲۰ سانتی‌متر و رقم مورد استفاده بهرنگ با تراکم ۳۵۰ بوته در مترمربع بود. مقادیر کود پایه فسفر و پتاسیم با توجه آزمون خاک، ۹۰ کیلوگرم فسفر و ۸۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم و برای تأمین نیتروژن مورد نیاز برای تیمارهای ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از کود اوره (نیتروژن ٤٦ درصد) استفاده شد و برای تأمین منبع بیولوژیک نیتروژن از کود بیولوژیک آلکازوت پلاس (یک شیشه ۱۰۰ میلی‌لیتری مناسب برای یک هکتار، که با توجه به مساحت کرت‌ها به متر مربع تعمیم داده شد) استفاده گردید. کود اوره با توجه به آزمون خاک (جدول ۱) و بر اساس مقادیر تعیین شده برای هر کرت به‌صورت

۱/۳ به هنگام کاشت و ۲/۳ باقی‌مانده به‌صورت سرک در ابتدای مرحله ساقه‌رفتن و پنجه‌دهی هر یک به میزان ۱/۳ مصرف شد. برای اعمال کود بیولوژیک آلکازوت پلاس در دو نوبت و به‌صورت محلول پاشی (مرحله اول در زمان رشد سریع گیاه و مرحله دوم در مرحله گلدهی) بر روی گیاه انجام شد. کود بیولوژیک آلکازوت پلاس، به‌عنوان پیش برنده رشد گیاه[1] برای انواع محصولات زراعی، باغی و زینتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در هر میلی‌لیتر از کود بیولوژیک آلکازت پلاس، ده‌ها میلیارد باکتری تامین کننده نیتروژن و پیش‌برنده رشد گیاه موجود می‌باشد. این کود حاوی سه نوع باکتری *آزورایزوبیوم کائولینودانس*، *ازتوباکتر کروکوکوم* و *آزوسپیریلوم لیپوفروم* است. کود اوره کندرها (پوشش گوگردی) حاوی اوره و موادآلی و غیره است که نیاز نیتروژن گیاه را به آرامی تامین می‌نماید. ویژگی‌های خاک مورد آزمایش در جدول (۱) آورده شده است.

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی نمونه خاک مورد استفاده در آزمایش (عمق ۰-۳۰ سانتی‌متر).

Table 1. Physical and chemical characteristics of soil sample used in experiment (depth of 0-30 cm)

اسیدیته pH	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$)	مواد آلی (درصد) Organic matter (%)	بافت Texture	درصد نیتروژن کل (درصد) Total Nitrogen (%)	فسفر قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Phosphorus ($mg.kg^{-1}$)	پتاسیم قابل تبادل (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Exchangeable potassium ($mg.kg^{-1}$)
6.85	2.18	0.48	لومی شنی Sandy loam	0.06	12.35	80

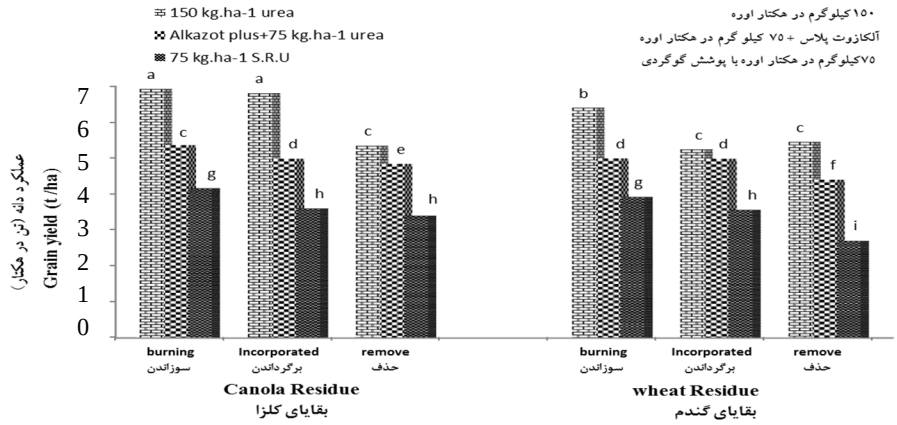
پس از مرحله رسیدگی فیزیولوژیک به‌منظور تعیین عملکرد نهایی، ضمن حذف خطوط حاشیه، برداشت از دو مترمربع هر کرت انجام گرفت. عملیات برداشت با داس انجام شد. برای اندازه‌گیری میزان نیتروژن اندام اهوایی، ابتدا نمونه‌های خشک گیاهی توسط آسیاب مخصوص خرد و سپس مقدار ۰/۵ گرم از نمونه‌های آسیاب شده به روش کجلدال مورد تجزیه قرار گرفت و درصد نیتروژن هر نمونه تعیین شد. برای اندازه‌گیری فسفر قابل جذب خاک و غلظت آن در گیاه از روش اولسون (۱۹۵٤) استفاده شد و در نهایت با دستگاه اسپکتوفتومتر قرائت شد (۲۳). اندازه‌گیری پتاسیم قابل جذب خاک و غلظت آن در گیاه به روش روش استات آمونیوم و با کمک دستگاه فلم فتومتر انجام

1- PGPR

شد (۱۰). در نهایت تجزیه آماری طرح با استفاده از نرم‌افزار SAS Ver. 9.1 انجام و میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD مقایسه شدند. رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel 2010 انجام شد.

نتایج و بحث

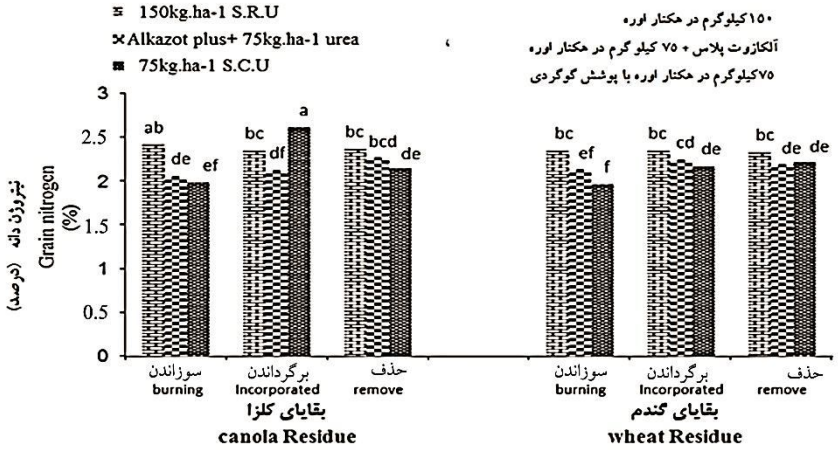
عملکرد دانه: نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که اثرات منابع نیتروژن و مدیریت بقایا بر عملکرد دانه در سطح یک درصد و نوع بقایا در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد. نتایج مقایسات میانگین نشان داد که بیش‌ترین (٦/۹۲ تن در هکتار) عملکرد دانه از تیمار سوزاندن بقایای کلزا و کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم اوره بدست آمد. اگرچه از نظر آماری تفاوت معنی‌داری بین این تیمار با تیمار برگرداندن بقایای کلزا و کاربرد همین مقدار کود ندارد. کم‌ترین مقدار عملکرد دانه هم با ۲/۷۲ تن در هکتار در تیمار حذف بقایای گندم با کاربرد اوره کندرها مشاهده شد (شکل ۱). در این بین تیمار تلفیقی کود شیمیایی و بیولوژیک به‌همراه مدیریت بقایای اعمال شده، نتایج حدواسطی را نشان داد. هانگ و همکاران (۲۰۱۳) بیان داشتند که پاسخ عملکرد به مدیریت بقایا به دو عامل شرایط محیطی و خصوصیات خاک بستگی دارد (۱۵). با توجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان چنین استنباط کرد که تأثیر نوع و مدیریت بقایای گیاهی به همراه مدیریت منابع کودی بر عملکرد گیاهان زراعی قابل توجه است. در تیمار سوزاندن بقایا به علت وجود مقادیر مناسب عناصر غذایی و سهل‌الوصول شدن عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم باعث سرعت بخشیدن به رشد گیاه می‌شود. اما خروج عناصر غذایی به واسطه حذف بقایا و استفاده از کودهای کندرها با توجه به این‌که نیتروژن را به آرامی و در زمان طولانی‌تری آزاد می‌کنند، احتمالاً نتوانسته عناصر غذایی را در صورت لزوم برای گیاه فراهم کند (٤ و ۱۳). در مقابل با استفاده از بقایای گیاهی به همراه کاربرد کود اوره و کود بیولوژیک به علت اضافه شدن برخی عناصر غذایی علاوه بر نیتروژن به خاک، باعث افزایش عملکرد دانه گندم شده است (۲۰).



شکل ۱- اثر متقابل نوع، مدیریت بقایای گیاهی و منابع نیتروژن بر عملکرد دانه گندم دوروم.

Figure 1. Interaction between the type, crop residue management and sources of nitrogen on grain yield durum wheat. S.R.U: Slow Release Urea.

پروتئین دانه: نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد از بین تیمارهای آزمایشی، تنها اثر منابع نیتروژن بر پروتئین دانه در سطح یک درصد معنی‌دار بود. بر اساس مقایسات میانگین نشان داد که تیمار برگرداندن بقایای کلزا و کاربرد اوره کندرها (اوره با پوشش گوگردی) با میزان (۱۵/۲۵ درصد) بیش‌ترین مقدار و تیمار سوزاندن بقایای گندم به همراه کاربرد اوره کندرها کم‌ترین میزان پروتئین دانه را با (۱۰/۹۶ درصد) نتیجه داد (شکل ۲). پروتئین موجود در دانه گندم حجم زیادی از نیازهای غذایی بشر را تأمین می‌کند (۱۶). میزان پروتئین دانه گندم تحت مدیریت‌های زراعی مختلف از جمله میزان، زمان و چگونگی مصرف نیتروژن، نوع رقم و شرایط محیطی در مراحل قبل و بعد از گرده افشانی قرار دارد. با توجه به نتایج بدست آمده برگرداندن بقایای گیاهی به همراه مصرف کود شیمیایی باعث گردیده نیتروژن مورد نیاز گیاه فراهم گردیده، در نتیجه باعث افزایش عملکرد گیاه زراعی شده و مازاد نیتروژن هم به‌صورت پروتئین در دانه ذخیره شود. گزارش‌هایی مبنی بر بهبود عملکرد پروتئین دانه گندم بر اثر وجود مقادیر کافی از نیتروژن، صورت گرفته است (۱۱). در آزمایشی، تلفیق کود شیمیایی و بیولوژیک باعث افزایش پروتئین دانه ذرت شد (۱۹). البته در این پژوهش با توجه به مقایسات میانگین این نتیجه مثبت در مدیریت سوزاندن بقایای گیاهی و کاربرد کود تلفیقی مشاهده نشد و حتی باعث کاهش پروتئین دانه گندم نیز شده است. به نظر می‌رسد که جذب نیتروژن در این تیمار بیش‌تر صرف رشد رویشی شده و کمتر به ذخیره دانه رفته است.



شکل ۲- اثر متقابل نوع، مدیریت بقایای گیاهی و منابع نیتروژن بر پروتئین دانه گندم دوروم.

Figure 2. Interaction between the type, crop residue management and sources of nitrogen on grain pro durum wheat. S.R.U: Slow Release Urea.

غلظت عناصر در گیاه و خاک: نیتروژن دانه: براساس جدول تجزیه واریانس (جدول ۲)، از بین تیمارهای آزمایشی، اثر منابع نیتروژن بر نیتروژن دانه در سطح یک درصد و مدیریت بقایا در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری نشان داد. با توجه به مقایسه میانگین بیش‌ترین میزان نیتروژن دانه در تیمار برگرداندن بقایای کلزا و کاربرد اوره کندرها با (۲/٦۱ درصد) و کم‌ترین آن از تیمار سوزاندن بقایای گندم و کاربرد اوره کندرها با مقدار (۱/۹٦ درصد) مشاهده شد (شکل ۳). دانه گندم محل ذخیره مواد غذایی و سایر فراورده‌هایی است که در طول رشد گیاه ساخته شده در محل‌های ذخیره‌ای تجمع می‌یابد. در مرحله رسیدگی همزمان با پیر شدن برگ‌ها، پروتئین و کربوهیدرات به دانه منتقل می‌شود (۲۷). در این آزمایش علت افزایش نیتروژن در دانه را می‌توان به آهسته رها شدن عنصر نیتروژن هم در بقایا و هم در کود اوره با پوشش گوگردی نسبت داد. اما در تیمار سوزاندن بقایا به همراه این کود احتمالاً این عنصر صرف رشد رویشی شده و کم‌تر به ذخیره دانه رفته است.برگرداندن بقایای گیاهانی که نسبت کربن به نیتروژن پایینی دارند (همانند خانواده بقولات) به علت اینکه سرعت تجزیه آن‌ها سریع‌تر انجام می‌شود، عناصر غذایی را برای محصول بعدی زودتر از بقایایی با ترکیبات لیگنینی بالا و نسبت کربن به نیتروژن بیشتر، آزاد می‌کنند (۸).

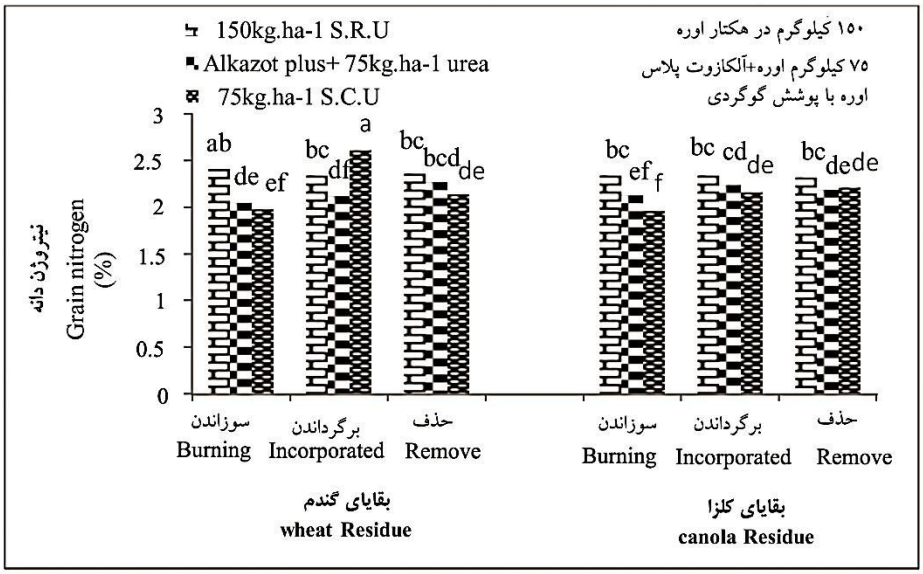
جدول ۲۰ نتایج تجزیه واریانس عملکرد دانه، پروتئین دانه، نیتروژن، فسفر و پتاسیم دانه گندم و خاک تحت تأثیر نوع، مدیریت بقایا و منابع مختلف نیتروژن

Table 2. Analysis of variance forgrain yield, grain protein, nitrogen, phosphorus and potassium by grain and soil type, crop residue management and the various sources of nitrogen

منابع تغییر sov	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات Mean Square							
		عملکرد دانه Grain yield	پروتئین دانه Grain protein	نیتروژن دانه Grain N	فسفر دانه Grain P	پتاسیم دانه Grain K	نیتروژن‌خاک Soil N	فسفرخاک Soil P	پتاسیمخاک Soil K
تکرار	2	2268625**	1.1 ns	ns0.02	1358**	49.80**	0.0007**	428.2**	9993**
Replication	2	2227394**	7.3**	0.19**	3240**	6.9**	0.00035**	88.8**	1170*
منابع نیتروژن(A) Sources of Nitrogen (A)	2	3325345**	ns1.9	0.14**	13446**	1.3 **	0.00016**	390.7**	5151**
مدیریت بقایای گیاهی (B) Residue management (B)	1	1112033**	0.4ns	ns0.02	283**	ns0.08	0.000082**	ns0.46	ns6.09
نوع بقایا (C) Type Residue (C)	4	ns90960	ns1.4	ns0.05	604 **	2.6**	0.0002**	1383.9**	18244**
(AB)	2	ns318755	ns0.78	ns0.03	7119 **	9.6 **	0.00065**	1003.0**	13225**
(AC)	2	507947 *	2.9*	ns0.06	ns10.1	2.2 **	0.00055**	61.2**	807**
(BC)	4	488213 *	4.9**	0.12**	8596 **	2.3 **	0.00059**	242.10**	3191**
(ABC)	34	147380	0.8	0.023	5.92	0.026	0.000002	2.31	54.18
خطای آزمایشی (Error)		13.7	6.92	6.82	1.43	1.5	3.39	8.37	4.61
ضریب تغییرات (cv)									

*و**به‌ترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد معنی‌دار می‌باشد و ns معنی‌دار نمی‌باشد.

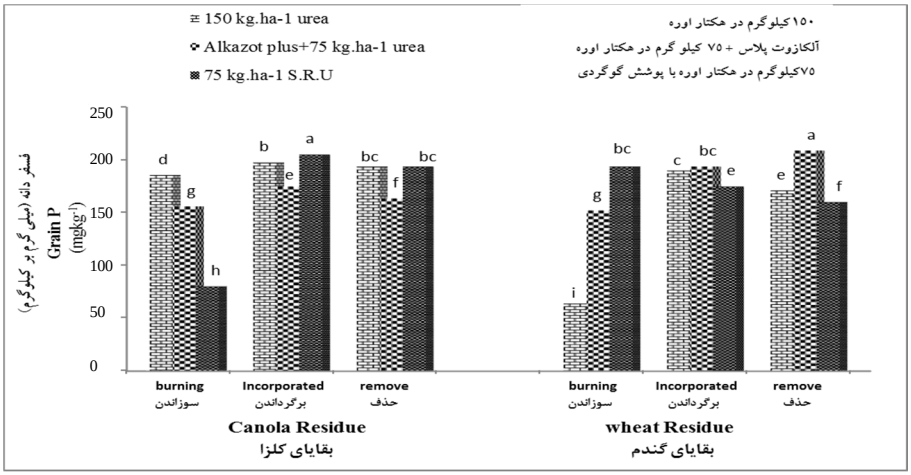
* and **: indicated significant at the 5 & 1% probability levels and ns no significant, respectively.



شکل ۳- اثر متقابل نوع، مدیریت بقایای گیاهی و منابع نیتروژن بر نیتروژن دانه گندم دوروم.

Figure 3. Interaction between the type, crop residue management and sources of nitrogen on seed nitrogen durum wheat.

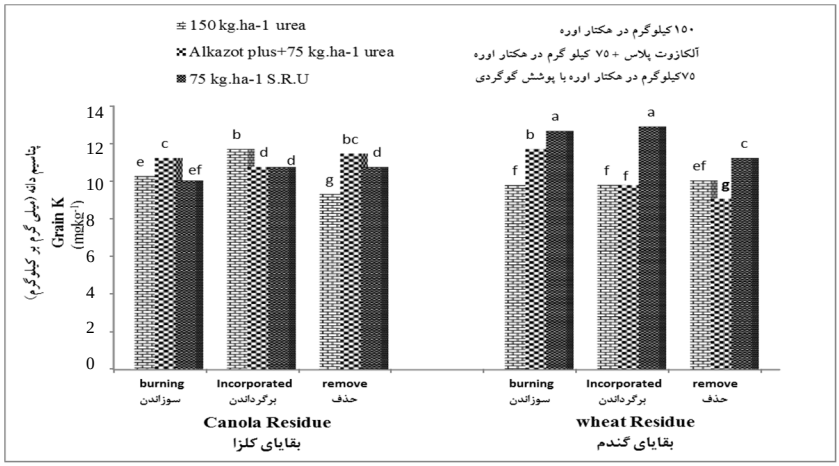
فسفر دانه: نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که اثر منابع نیتروژن، مدیریت بقایا و نوع بقایا برفسفر دانه در سطح احتمال یک درصد دارای تفاوت معنی‌داری بود. از بین بر هم‌کنش‌ها، تنها برهم‌کنش مدیریت بقایا و نوع بقایا تفاوت معنی‌داری ایجاد نکرد. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که تیمار حذف بقایای گندم به همراه تلفیق کود شیمیایی و بیولوژیک با (۲۰۸۹/٦ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بیش‌ترین مقدار و تیمار سوزاندن بقایای گندم به‌همراه ۱۵۰ کیلوگرم اوره با (٦٤٦ میلی‌گرم بر کیلوگرم) کم‌ترین میزان فسفر دانه را سبب شد (شکل ٤). گندم فسفر را در مقایسه با سایر کودها سریع تر جذب می‌کند و به گیاه در افزایش جذب عناصر غذایی خاک در مراحل مختلف رشد کمک می‌کند (۲۲). نتایج نشان‌دهنده اثرات برگرداندن بقایا و آزادسازی عناصر غذایی طی مدت تجزیه دارد. همچنین نتایج حاکی از اثرات مضر سوزاندن بقایای گیاهی بر کاهش میزان فسفر دانه حکایت دارد.پژوهشی نشان داد که سوزاندن بقایای گیاهی باعث تلفات ۸۰ درصدی نیتروژن، ۲۵ درصد فسفر، ۲۱ درصد پتاسیم می‌شود که نتیجه آن از بین رفتن میکروارگانیسم های خاک و کاهش جذب فسفر که به دنبال آن کاهش در میزان فسفر دانه را در پی خواهد داشت (۱۲).



شکل ٤- اثر متقابل نوع، مدیریت بقایای گیاهی و منابع نیتروژن بر فسفر دانه گندم دوروم.

Figure 4. Interaction between the type, crop residue management and sources of nitrogen on seed phosphorus durum wheat.

پتاسیم دانه: نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد از بین تیمارهای آزمایشی، اثر منابع نیتروژن و مدیریت بقایا بر میزان پتاس دانه در سطح یک و اثر نوع بقایا در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). اثر برهم‌کنش‌ها نیز در سطح یک درصد معنی‌دار بود. با توجه نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیش‌ترین (۱۲/۹۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم) میزان پتاسیم در تیمار برگرداندن بقایای گندم و کاربرد اوره کندرها مشاهده شد. کم‌ترین (۹/۰۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم) میزان پتاسیم در تیمار حذف بقایای گندم و تلفیق کود شیمیایی و بیولوژیک حاصل شد (شکل ۵). بر اساس گزارش‌های موجود عمده پتاسیم تجمع یافته در غلاتی نظیر ذرت و برنج در شاخساره‌های هوایی آن‌ها تجمع می‌یابد و مقدار کمی به دانه منتقل می‌شود (۹). بنابراین به نظر می‌رسد که برگرداندن غلات به خاک، احتمالاً تأثیر به سزایی روی بازچرخش پتاسیم در سیستم خاک-گیاه دارد. در تیمار حذف بقایا به همراه کود بیولوژیک آلکازوت پلاس به‌نظر می‌رسد به علت حذف منبع پتاسیم موجود در بقایا، میکروارگانیسم‌های موجود در این کود نتوانسته پتاسیم موردنیاز گیاه را فراهم نموده، در نتیجه گیاه با کمبود این عنصر در مرحله رسیدگی مواجه می‌شود.

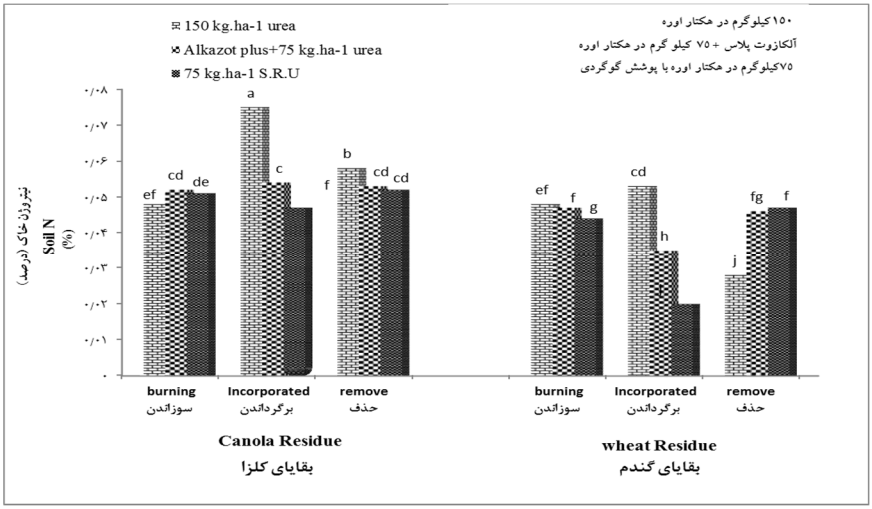


شکل ۵- اثر متقابل نوع، مدیریت بقایای گیاهی و منابع نیتروژن بر پتاسیم دانه گندم دوروم.

Figure 5. Interaction between the type, crop residue management and sources of nitrogen on seed potassium durum wheat.

نیتروژن خاک: نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر نوع بقایا، مدیریت بقایا و منابع نیتروژن بر نیتروژن خاک در سطح ۵ درصد معنی‌دار است. هم‌چنین اثر برهمکنش تیمارها نیز در سطح یک درصد اثر معنی‌داری بر نیتروژن خاک داشت (جدول ۲). با توجه به مقایسات میانگین تیمار برگرداندن بقایای کلزا به همراه ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره، با (۰/۰۷۵ درصد) بیش‌ترین و کاربرد اوره کندرها با وجود برگرداندن بقایای گندم با (۰/۰۲ درصد) کم‌ترین میزان نیتروژن خاک را نتیجه داد (شکل ٦). با توجه به نتایج بدست آمده به نظر می‌رسد استفاده از بقایای گیاهانی که کیفیت مناسبی دارند اگر همراه با مدیریت مطلوب انجام گیرد، نتیجه مطلوبی در پی خواهد داشت. به‌خصوص اگر زمان آزادسازی عناصر غذایی از بقایای گیاهی در حال تجزیه، همزمان با نیاز گیاه زراعی باشد. در چنین شرایطی شکاف زمانی بین آزادسازی عناصر از بقایای گیاهی و جذب عناصر توسط گیاه از محیط کم شده و با کاهش تلفات عناصر، راندمان جذب را افزایش خواهد داد (٦). اما اگر این همزمانی صورت نگیرد گیاه مجبور است از منابع کودی برای تأمین عناصر موردنیاز خود استفاده کند. در این حالت فرم معدنی نیتروژن تبدیل به فرم آلی می‌شود که در این حالت این نیتروژن اگرچه زیاد هم باشد اما برای گیاه قابل استفاده نیست. بنابراین در صورت استفاده از مقادیر اضافی کود نیتروژن، گیاه می‌تواند این کاهش را جبران کند. نگه‌داری بقایای گیاهی در مزرعه ممکن است، باعث غیرمتحرک شدن نیتروژن

در مدت کوتاهی شود (۲٤ و ۲۵). لرنر و همکاران (۲۰۰٦) طی پژوهشی بیان داشتند کود نیتـروژن و گوگرد اثر معنی‌داری روی عملکرد و کیفیت دانه گندم دوروم نشان داد (۱۷).

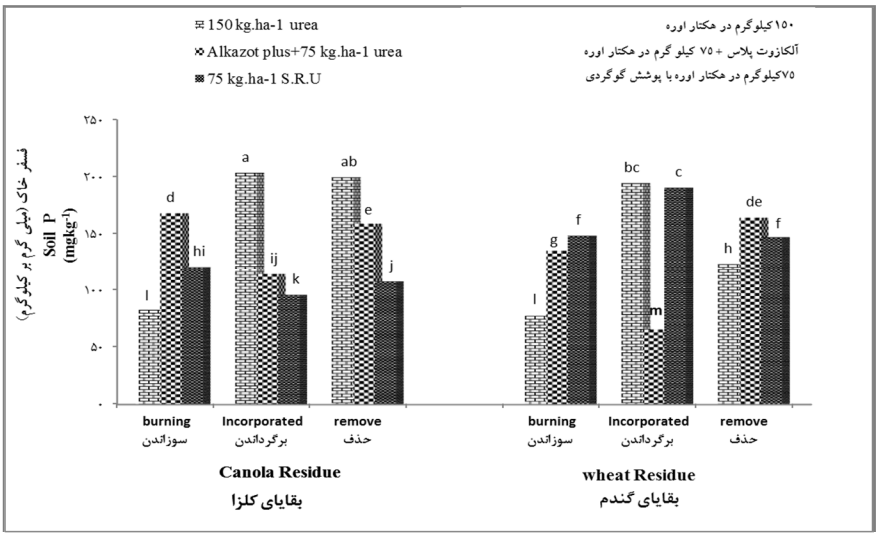


شکل ٦- اثر متقابل نوع، مدیریت بقایای گیاهی و منابع نیتروژن بر میزان نیتروژن خاک.

Figure 6. Interaction between the type, crop residue management and sources of nitrogen on soil nitrogen content.

فسفر خاک: نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که اثر منابع نیتروژن، مدیریت بقایا و برهم‌کنش‌ها برفسفر خاک در سطح احتمال یک درصد دارای تفاوت معنی‌داری بود اما نوع بقایا تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد نشان نداد. مقایسه میانگین نشان داد که بیش‌ترین میزان فسفر خاک با (۲۰/۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم) مربوط به تیمارهای برگرداندن بقایای کلزا به همراه کود ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره و کم‌ترین میزان فسفر خاک با (٦/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) از تیمار برگرداندن بقایای گندم با کاربرد مخلوط کود بیولوژیک و شیمیایی حاصل شد (شکل ۷). بقایای گیاهی می‌تواند جذب سطی فسفر را کاهش دهد و در نتیجه دسترسی گیاه را به فسفر افزایش دهد (۸). اما این روند در برگرداندن بقایای گندم مشاهده نشد. برگرداندن بقایای گیاهی به‌همراه کاربرد مخلوط کود شیمیایی و بیولوژیک باعث کاهش در میزان فسفر خاک شد که علت این کاهش ممکن است ناشی از یک رابطه آنتاگونیسمی با میکروارگانیسم‌های موجود در کود بیولوژیک با فرآیند آزادسازی فسفر باشد (۳). ارجمند (۲۰۱٤) بیان داشت که بیش‌ترین میزان فسفر خاک در تیمار کود سبز مخلوط (ماش و جو)

مشاهده شد. وی این افزایش در مقدار فسفر خاک تحت این تیمار را کارایی میکروارگانیسم‌های خاک در تجزیه به سبب دسترسی هم به نیتروژن و هم به کربوهیدارت حاصل از تجزیه بقایای جو بیشتر بوده و تجزیه را سریع‌تر انجام داده‌اند و عناصر را در زمان کوتاه‌تری به خاک اضافه کرده‌اند (۳). این نتایج نیز با پژوهش سهرابی و همکاران (۲۰۱٤) همخوانی دارد (۳۱ و ۳۲).

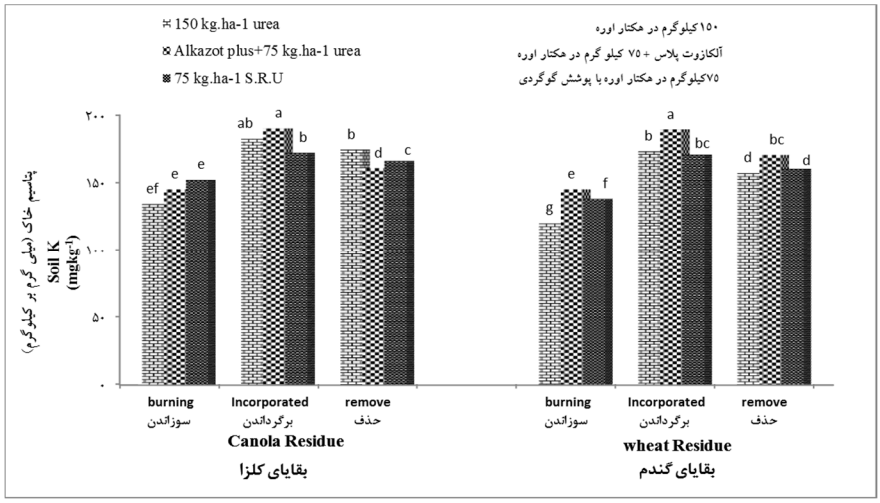


شکل ۷- اثر متقابل نوع، مدیریت بقایای گیاهی و منابع نیتروژن برمیزان فسفر خاک.

Figure 7. Interaction between the type, crop residue management and sources of nitrogen on soil phosphorus content.

پتاسیم خاک: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر منابع نیتروژن و برهم‌کنش‌ها بر پتاسیم خاک در سطح احتمال یک درصد و مدیریت بقایا سطح ۵ درصد دارای تفاوت معنی‌داری بود. اما نوع بقایا تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد نشان نداد (جدول ۲). بر اساس مقایسه میانگین تیمار برگرداندن بقایای کلزا به همراه کاربرد مخلوط کود بیولوژیک و شیمیایی با (۱۹۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم)بیش‌ترین و تیمار سوزاندن بقایای گندم به‌همراه ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره با میزان (۱۲۰/۳٤ میلی‌گرم بر کیلوگرم) کم‌ترین پتاسیم خاک را نتیجه داد (شکل ۸). وانگ و همکاران (۲۰۰۷) طی تحقیقی بیان داشتند که بقایای گیاهی باعث افزایش میزان پتاسیم، ماده آلی، نیتروژن و فسفر در خاک می‌شود. محتوای پتاسیم بقولات در مقایسه با غلات بیشتر است (۳٤). به نظر می‌رسد که برگرداندن بقایای کلزا

و آزاد شدن تدریجی عناصر باعث افزایش میزان آن عناصر در خاک شده است.همچنین با توجه به اینکه سوزاندن بقایا باعث از دست رفتن بخش قابل توجهی از عناصر خاک می‌شود، پایین بودن میزان پتاسیم خاک در این آزمایش قابل پیش‌بینی به نظر می‌رسید یا اینکه ممکن است به‌دلیل وجود مقدار کافی از این عنصر در تیمار سوزاندن بقایا، جذب آن به شدت صورت گرفته است که در نتیجه آن کاهش میزان آن در خاک را باعث می‌شود.



شکل ۸. اثر متقابل نوع، مدیریت بقایای گیاهی و منابع نیتروژن بر میزان پتاسم خاک.

Figure 8. Interaction between the type, crop residue management and sources of nitrogen on the soil potassium content.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این آزمایش بیانگر برتری بقایای بقایای کلزا نسبت به گندم از نظر تأمین عناصر مورد نیاز برای گیاه بود. از بین منابع کودی اگرچه مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره باعث افزایش عملکرد دانه شد اما عملاً کیفیت دانه گندم که بیش‌تر مربوط به پروتئین آن می‌باشد را تحت تأثیر قرار نداد. از آن‌جایی که اوره کندرها باعث افزایش در پروتئین دانه و پتاسیم دانه شد، در کشت‌هایی که هدف افزایش میزان کیفیت دانه است این کود قابل توصیه می‌باشد. با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان نتیجه گرفت که هر چند آتش زدن بقایای به دلیل وجود عناصر غذایی در ساختار آن و با توجه به این‌که بدون طی چرخه پوسیده شدن، عناصر غذایی را در اختیار گیاه قرار می‌دهد و در بیشتر صفات

باعث افزایش شده اما این روند یک مسئله کوتاه مدت است و اگر به اثرات بعـدی آن در بلنـد مـدت نگاه شود، مضرات آن بیش‌تر از محاسن آن است. ادامه این روند علاوه بر تخریب ساختمان خاک بـه مرور زمان باعث کاهش عملکرد خواهد شد.از طرفیمشاهده شده است که برگرداندن بقایا به خاک در افزایش عناصر موجود در گیـاه و خـاک نقـش فعـالی داشـته و از آن‌جـایی کـه ایـن روش از لحـاظ اکولوژیکی مناسب و هم‌چنین از لحاظ اجتمایی و اقتصادی قابل قبول بـوده، روشـی مناسـب و قابـل توصیه می‌باشد. با توجه بـه ضـرورت و اهمیـت تولیـد محصـولات سـالم عـاری از نیتـرات، حفـظ محیط‌زیست و اقدام عملی برای ممانعت از گرم شدن کره زمـین بـه‌ویـژه از طریـق تصـاعد گازهـای آمونیاک و نیتریت، تولید کودهای کندرهای ارزان قیمت در کشور و هم‌چنین تحقیقات بیش‌تر دربـاره نحوه مصرف و مقدار مصرف آن‌ها مورد نیاز و ضروری می‌باشد.

منابع

1. Alexandra, M.R., Charles, B., and Jeangros, S. 2013. Effect of organic fertilizers and reduced-tillage on soil properties, crop nitrogen response and crop yield: Results of a 12-year experiment in Changins, Switzerland. Soil. Till.Res., 126: 11–18.
2. All-Issa, T.A., and Samarah, N.H. 2007. The effect of tillage practices on barleyproductionunder rainfed conditions in Jordan. Am- Eurasian. J. Agri. Environ. Sci., 2(1): 75-79.
3. Arjomand, A. 2014. The effect of Time in corporation to the soil of some green manure plants on yield and yield components of wheat (*Triticum aestivum* L). Master This is Agriculture. Shahid Chamran University of Ahvaz.
4. BabaakbariSari, M. 2005. Nitrogen efficiency improvement incalcareous soils with different texture sin wheat fields Karaj. Master's thesis, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modarres University, Tehran.
5. Barahimi, N., Afyuni, M., Karami, M., and Rezaee Nejad, Y. 2009. Cumulative and Residual Effects of Organic Amendments on Nitrogen, Phosphorus and Potassium Concentrations in Soil and Wheat. J. Sci. Technol. Agri. Nat. Res., Water. Soil. Sci., 12: 46.803-812. (In Persian)
6. Blanco-Canqui, H., and Lal, R. 2009. Crop residue removal impacts on soil productivity and environmental quality. Crit. Rev. Oper., 28: 139–163.
7. Brussaard, L., and Ferrea–cerrate, A. 1997. Soil Ecology in Sustainable Agricultural Systems. CRC/Lewis Polishers. N.Y., U.S.A.
8. Dayegamiye, A.N., and Tran, T.S. 2001. Effects of green manures on soil organic matter and wheat yields and N nutrition. Can. J. Soil. Sci., 81: 371-382.

9. Eghbal, B., Binford, J.F., Baltenspreger, D., and Anderson, F.D. 1995. Maize temporal yield variability under long term manure and fertilizer application: Fractal analysis. Soil. Sci., 59: 1360-1364.
10. Fageria, N.K., Baligar, V.C., and Jones, C.A. 1997. Growth and Mineral Nutrition of Field Crops, 2nd Edition. New York: Marcel Dekker.
11. Fatemi, A., Malakouti, J., Bazargan, K., Rahnamaie, R., and Eftekhari, K. 2011. Correlation between Mineral Composition and Potassium Quantity-Intensity Parameters and available potassium in Calcareous Soils. J. Water. Soil. Conserv., 18(2): 23-44. (In Persian)
12. Fowler, D.B. 2003. Crop nitrogen demand and grain protein concentration of spring and winter wheat. Agron. J., 95: 260- 265.
13. Gangwar, K.S., Singh, K.K., Sherma, S.K., and Tomar, O.K. 2006. Alternative tillage and crop residue management in wheat after rice in sandy loam soils of Indo- Gangetic Plains. Soil. Till. Res., 88: 242- 252.
14. Gascho, G.J., and Snyder, G.H. 1976. Sulfur-coated fertilizers for sugarcane: I. Plant response to sulfur-coated urea. Soil. Sci. Soc. Am. J., 40: 119-122.
15. Huang, S., Yongjun, Z., Jianfu, W., Qinghua, S., and Xiaohua, P. 2013. Effect of crop residue retention on rice yield in China: A meta-analysis. Field. Crop. Res., 154: 188–194.
16. Kandil, E.A., Fawzi, M.I.F., and Shahin, M.F.M. 2010. The effect of some slow release nitrogen fertilizerson growth, nutrient status and fruiting of Mit Ghamr peach trees. J. Am. Sci., 6(12): 195-201.
17. Lerner, S.E., Seghezzo, M.L., Molfese, E.R., Ponzio, N.R., Cogliatti, M., and Rogers, W.J. 2006. N- and S-fertilizer effects on grain composition, industrial quality and end-use in durum wheat. J. Cereal. Sci., 44: 2–11.
18. Long, D.S., Engel, R.E., and Carlson, G.R. 2000. Method for precision nitrogen management in spring wheat: II. Implementation. Precis. Agric., 2: 25-38.
19. Majidian, M. 2009. Effects of nitrogen fertilizer, manure and water stress during different growth stages of maize. Tarbiat Modarres University PhD thesis. (In Persian).
20. Mitchell, J., Singh, P., Wallender, W., Munk, D., Wroble, J., Horwath, W., Hogan, P., Roy, R., and Hanson, B. 2012. No-tillage and high residue practices reduce soil water evaporation. Calif. Agri., 66: 55–61.
21. Mohammadi, M. 2012. Effects of canola and nitrogen fertilizer on some physical and chemical properties of soil and yield of the next crop. Soil and Water Research Institute.
22. Najafinejad, H., Jewelry, M.A., Ravari, S.Z., and Azad shahraki, F. 2009. Effect of crop rotation and crop residue management on corn yield. SC 704 and some soil properties. J. Seed Plant., 25(3): 258-245.
23. Noor Mohamadi, Gh., Siadat, S.A., and Kashani, A. 2005. Cultivation of Cereals Crop. Pub. Shahid Chamran University of Ahvaz. (In persian). 446p.

24. Olsen, S.R., Cole, C.V., Watenabe, F.S., and Dean, L.A. 1954. Estimation of Available Phosphorous in Soil by Extraction with Sodium Bicarbonate, U.S. Dept. Agri. Cris. 939. USA.
25. Peng, S., Buresh, R., Huang, J., Zhong, X., Zou, Y., Yang, J., Wang, G., Liu, Y., Hu, R., Tang, Q., Cui, K., Zhang, F., and Dobermann, A. 2010. Improving nitrogen fertilization in rice by site-specific N management. A review. Agro. Sust. Develop, 30: 649–656.
26. Peng, S., Buresh, R.J., Huang, J., Yang, J., Zou, Y., Zhong, X., Wang, G., and Zhang, F. 2006. Strategies for overcoming low agronomic nitrogen use efficiency in irrigated rice systems in China. Field. Crop. Res., 96: 37–47.
27. Qushchi, F., Jvrablv, A., Sylspvr, M., and Conductor, C. 2010. Effect of tillage and crop residue management barley (*Hordeum vulgare*) on soil properties and Forage corn (*Zea mays*). J. Ecol. Agri. 2(32): 436-428.
28. Siadat, AS., Modhej, A., and Esfahani, M. 2013. Cereals. Publications University of Mashhad. 352p.
29. Singh, Y. 2003. Crop residue management in rice- wheat system, addressing resource conservation issues in rice–wheat systems of south Asia, A Resource Book, Rice Wheat Consortium for Indo-Gangetic Plains (CIMMYT), March 2003.
30. Smith, W., Grant, N., Campbell, B.B., McConkey, C.A., Desjardins, B.G., Kröbel, R.R.L., and Malhi, S.S. 2012. Crop residue removal effects on soil carbon: Measured and inter-model comparisons. Eur. J. Agr., 161: 27-38.
31. Sohrabi, S.S., Fateh, E., Aynehband, A., and Rahnama, A. 2014. Effect of crop residue management and nitrogen fertilizer on grain yield and yield components wheat (*Triticum aestivum* L.). J. Agr., 6(2): 645- 655.
32. Sohrabi, S.S., Fateh, E., Aynehband, A., and Rahnama, A. 2014. Effect of crop residue management and nitrogen fertilizer on accumulation and remobilization of wheat (*Triticum aestivum* L.) dry matter. J. Crop. Prod., 7(2): 113-134.
33. Vokovic, I., Mesic, M., Zgorelec, Z., Jurisic, A., and Sajko, K. 2008. Nitrogen use efficiency in winter wheat. Cereal. Res. Commun., 36: 1119-1202.
34. Wang, K.L.H., Wang, K.R.J., and Buresh, R.J. 2007. Residue management for improving soil fertility and sustainable crop productivity in China. Pp: 689-697. Proceeding International Rice Conference. New Delhi, India.
35. Wilhelm, W.W., and Wortmann, C.S. 2004. Tillage and rotation interactions for corn and soybean grain yield as affected by precipitation and air temperature. Agron. J., 96: 425-432.
36. Yadvinder-Singh, Manpreet Singh, Sidhu, H.S., Humphreys, E., Thind, H.S., Jat, M.L., Blackwell, J., and Vicky Singh. 2015. Nitrogen management for zero till wheat with surface retention of rice residues in north-west Indi. Field. Crop. Res., 184: 183-191.