Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Journal of Plant Production Research

Print ISSN: 2322-2050
Online ISSN: 2322-2778

Agro-ecological evaluation of influence of sesame crop residue management method and integrated chemical and biological fertilizer on wheat grain yield

Zahra Pourhoseini[1], Amir Aynehband[*2], Ali Monsefi[3]

1. M.Sc. Student of Agro-Ecology, Dept. of Plant Production Engineering and Genetics, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran. E-mail: pourhoseini1396@gmail.com
2. Corresponding Author, Professor, Dept. of Plant Production Engineering and Genetics, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran. E-mail: aynehband@scu.ac.ir
3. Assistant Prof., Dept. of Plant Production Engineering and Genetics, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran. E-mail: a.monsefi@scu.ac.ir

Article Info

Article type:
Full Length Research Paper

Article history:
Received: 02.08.2021
Revised: 03.06.2021
Accepted: 01.08.2022

Keywords:
Biological fertilizer,
Crop residue,
Dry matter transfer,
Intensive agriculture,
Wheat

ABSTRACT

Background and Objectives: In recent years, much attention has been paid to the quality aspects of soil and increasing crop production using crop residues, green manures and other organic fertilizers as sources of soil organic matter and plant nutrients. Crop residues can improve soil quality properties as well as improve soil plowing capacity by replacing or providing nutrients in the soil. The term bio-fertilizers does not refer exclusively to organic matter obtained from animal manures, plant residues and green manure, but bacteria and fungi, especially bacteria that stimulate plant growth and materials derived from their activities are among the most important bio-fertilizers. Therefore, the aims of this study was to investigate the effect of sesame residue management practices and the integrated of chemical and biological fertilizers on wheat yield.

Materials and Methods: This study was carried out in two seasons (summer for sesame and autumn for wheat) during 2018-19 in Shahid Chamran University of Ahvaz. Statistical analysis was a split plot design based on RCB with three replications. The main plot including 3 residue managements (e.g. removal, burn and incorporate). Sub-plots including 4 fertilizer managements that were: 1. chemical fertilizers of nitrogen, phosphorus and potassium; 2- Combination of vermin-compost fertilizer + potassium sulfate (before planting), super nitro-plus fertilizer + fertile fertilizer 2 (as seed treated) at planting time, humixcin organic fertilizer (foliar application) and one third of nitrogen fertilizer split; 3- (Combined 2): compost fertilizer + potassium sulfate (before planting), super nitro-plus fertilizer + fertile fertilizer 2 (as seed treated) at planting time and one third of nitrogen fertilizer split; 4- (Combined 3): Farm yard manure + potassium sulfate (before planting), Super nitro-plus fertilizer as seed treated, organic humixcin fertilizer (foliar application) and one third of nitrogen fertilizer split. Yield and yield components was selected and calculated from a surface equivalent to 2 m^2. To determine the weight of the first internode (peduncle) from the pollination stage to maturity, the first internode was sampled with an interval of 10 days and placed in the oven to determine the dry weight. The most important indicators for calculating dry matter transfer efficiency were calculated.

Results: Differences between levels of crop residue management, fertilizer management and their interaction in terms of yield components, grain yield, biological yield, harvest index, nitrogen and grain protein, remobilization rate, remobilization efficiency, remobilization share, current photosynthesis rate, Current photosynthesis efficiency, share of current photosynthesis, grain formation rate and biological yield were statistically at 1% probability level. The highest grain yield was observed in treatment of removal of residues and chemical fertilizers (4.45 t ha^{-1}) and the removal of residues and fertilizers (1) (4.29 t ha^{-1}) and the lowest was recorded in treatment of incorporated residues and fertilizers (2) (2.33 t ha^{-1}). The highest grain yield formation rate was observed in the treatment of residue and chemical fertilizer removal (24.72 kg ha^{-1} day^{-1}) and removal of residues and compound fertilizer (1) (23.86 kg ha^{-1} day^{-1}). The lowest grain yield formation rate was obtained in the treatment of residue and integrated fertilizer (2) (12.85 kg ha^{-1} day^{-1}). The highest rate, efficiency and contribution of photosynthesis were obtained in the removal of debris and the use of synthetic fertilizer (1) and the lowest was obtained in the incineration of waste and the use of synthetic fertilizer (3).

Conclusion: The results showed that treatments based on intensive agriculture (removal of crop residues and completely chemical management) have produced the highest grain yield. While treatments based on sustainable agriculture (Incorporated of crop residues with organic and biological fertilizers) with the highest percentage of grain protein, in fact have produced the highest product quality. On the other hand, although in Khuzestan province there is water shortage and drought stress in most cropping seasons, but according to the results obtained by incorporated crop residues, chemical fertilizers and integrated fertilizers, can increased plant growth, quality of crop production and reserve moisture in the soil and ultimately the stability of the system.

Cite this article: Pourhoseini, Zahra, Aynehband, Amir, Monsefi, Ali. 2022. Agro-ecological evaluation of influence of sesame crop residue management method and integrated chemical and biological fertilizer on wheat grain yield. *Journal of Plant Production Research*, 29 (2), 59-78.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/JOPP.2022.18826.2777
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی

شاپا چاپی: ۲۳۲۲-۲۰۵۰
شاپا آنلاین: ۲۳۲۲-۲۷۷۸

ارزیابی زراعی– بوم‌شناختی تأثیر روش مدیریت بقایای گیاهی کنجد و تلفیق کودهای شیمیایی و زیستی بر عملکرد دانه گندم

زهرا پورحسینی[۱]، امیر آینه‌بند*[۲]، علی منصفی[۳]

۱. دانشجوی کارشناسی‌ارشد اگرواکولوژی، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران. رایانامه: pourhoseini1396@gmail.com

۲. نویسنده مسئول، استاد گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران. رایانامه: aynehband@scu.ac.ir

۳. استادیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران. رایانامه: a.monsefi@scu.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۲۰
تاریخ ویرایش: ۱۳۹۹/۱۲/۱۶
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۱۸

واژه‌های کلیدی:
انتقال ماده خشک، بقایای گیاهی، کشاورزی فشرده، کودهای زیستی، گندم

چکیده

سابقه و هدف: در سال‌های اخیر، به جنبه‌های کیفی خاک و افزایش تولید گیاهان زراعی با استفاده از بقایای گیاهی، کودهای سبز و کودهای آلی دیگر، به عنوان منابع تأمین‌کننده ماده آلی خاک و عناصر غذایی گیاهان توجه بسیاری شده است. بقایای گیاهی می‌توانند با جایگزینی مناسب یا فراهم کردن عناصر غذایی در خاک، سبب بهبود ویژگی‌های کیفیتی خاک و هم‌چنین بهبود قدرت شخم‌پذیری خاک شوند. بنابراین، هدف از این پژوهش بررسی تأثیر روش مدیریت بقایای گیاه کنجد و تلفیق کودهای شیمیایی و زیستی بر عملکرد گندم است.

مواد و روش‌ها: این پژوهش در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز به‌صورت کرت‌های یک بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار انجام شد. کرت‌های اصلی شامل سه روش مدیریت بقایا به صورت حذف کامل، برگرداندن و آتش زدن بقایا بود. کرت‌های فرعی شامل چهار روش مدیریت کود بود که عبارتند از: ۱- (کاملاً شیمیایی): کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم؛ ۲- (تلفیقی ۱): کود ورمی‌کمپوست + سولفات پتاسیم (قبل از کاشت)، کود سوپر نیتروپلاس + کود بارور ۲ (به صورت بذرمال) در زمان کاشت، کود آلی هیومیکسین (محلول پاشی) و یک سوم کود نیتروژن به صورت سرک؛ ۳- (تلفیقی ۲): کود کمپوست + سولفات پتاسیم (قبل از کاشت)، کود سوپر نیتروپلاس + کود بارور ۲ (به صورت بذرمال) در زمان کاشت و یک سوم کود نیتروژن به صورت سرک؛ ۴- (تلفیقی ۳): کود دامی + سولفات پتاسیم (قبل از کاشت)، کود سوپرنیتروپلاس به صورت بذرمال، کود آلی هیومیکسین (محلول‌پاشی) و یک سوم کود نیتروژن به صورت سرک استفاده شدند.

یافته‌ها: تفاوت بین سطوح مدیریت بقایای گیاهی، مدیریت کود و اثر متقابل آن‌ها از نظر اجزای عملکرد، عملکرد دانه، عملکرد زیستی، شاخص برداشت، نیتروژن و پروتئین دانه، میزان انتقال مجدد، کارایی انتقال مجدد، سهم انتقال مجدد، میزان فتوسنتز جاری، کارایی فتوسنتز جاری، سهم فتوسنتز جاری، سرعت تشکیل عملکرد دانه و زیستی از نظر آماری در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. بیش‌ترین عملکرد دانه در تیمار حذف بقایا و کود شیمیایی (۴/۴۵ تن در هکتار) و حذف بقایا و کود تلفیقی (۱) (۴/۲۹ تن در هکتار) بود و کم‌ترین آن در تیمار برگرداندن بقایا و کود تلفیقی (۲) (۲/۳۳ تن در هکتار) به‌دست آمد. بیش‌ترین سرعت تشکیل عملکرد دانه در تیمار حذف بقایا و کودی شیمیایی (۲۴/۷۲ کیلوگرم در هکتار در روز) و حذف بقایا و کود تلفیقی (۱) (۲۳/۸۶ کیلوگرم در هکتار در روز) مشاهده شد. کم‌ترین سرعت تشکیل عملکرد دانه در تیمار برگرداندن بقایا و کود تلفیقی (۲) (۱۲/۸۵ کیلوگرم در هکتار در روز) حاصل شد. بیش‌ترین میزان، کارایی و سهم فتوسنتز جاری در حذف بقایا و مصرف کود تلفیقی (۱) به‌دست آمد و کم‌ترین آن در سوزاندن بقایا و مصرف کود تلفیقی (۳) حاصل شد.

نتیجه‌گیری: نتایج این پژوهش نشان داد که تیمارهای مبتنی بر کشاورزی فشرده (حذف بقایای گیاهی و مدیریت کاملاً شیمیایی) بیش‌ترین عملکرد دانه را تولید کرده‌اند. درحالی که تیمارهای مبتنی بر کشاورزی پایدار (برگرداندن بقایای گیاهی همراه با کودهای آلی و زیستی) با دارابودن بیش‌ترین درصد پروتئین دانه، درحقیقت بیشترین کیفیت محصول را تولید کرده‌اند. از طرفی، اگرچه در استان خوزستان کمبود آب و تنش خشکی در بیش‌تر فصول زراعی وجود دارد، اما با توجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان با مخلوط کردن بقایای گیاهی، کودهای شیمیایی و کودهای تلفیقی، باعث افزایش رشد گیاه، تولید محصول با کیفیت و ذخیره رطوبت و در نهایت پایداری کشت بوم گردد.

استناد: پورحسینی، زهرا، آینه‌بند، امیر، منصفی، علی (۱۴۰۱). ارزیابی زراعی- بوم‌شناختی تأثیر روش مدیریت بقایای گیاهی کنجد و تلفیق کودهای شیمیایی و زیستی بر عملکرد دانه گندم. *نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی*، ۲۹ (۲)، ۷۸-۵۹.
DOI: 10.22069/JOPP.2022.18826.2777

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
© نویسندگان.

مقدمه

مدیریت بقایای گیاهی یکی از اساسی‌ترین ارکان تولید در کشاورزی پایدار است. در اکثر کشورهای توسعه‌یافته برای افزایش کیفیت خاک (فیزیکی، شیمیایی و زیستی)، از بقایای گیاهی حتی در کشاورزی فشرده استفاده می‌شود (۱ و ۲). بقایای گیاهی چه به صورت مالچ‌های کلشی و یا مخلوط با خاک در بهبود شرایط خاک مؤثرند. این بقایا که منبع عظیمی از عناصر غذایی و ترکیبات مفید برای حفظ باروری منابع خاک می‌باشند، با سوزاندن هدر رفته و یا به مصرف خوراک دام می‌رسند. بنابراین به مرور زمان محتوای مواد آلی خاک کاهش یافته و اثرات منفی آن بر کاهش حاصلخیزی خاک به کاهش عملکرد گیاه منجر می‌شود (۳). فرهودی و همکاران، ۲۰۰۷؛ گزارش کردند که سوزاندن بقایای گیاهی بر میزان عناصر قابل جذب خاک نسبت به تیمار شاهد، کاهش معنی‌داری را نشان داد، که این موضوع باعث افزایش pH خاک شد (۴). افزایش عناصر غذایی به‌واسطه افزودن بقایای گیاهی هم در کوتاه‌مدت و هم در بلندمدت می‌تواند در بهبود حاصلخیزی خاک مؤثر باشد ولی سرعت تجزیه این مواد عامل مهمی در استفاده مطلوب از عناصر غذایی آن‌ها است (۵). صادقی و کاظمینی ۲۰۰۷؛ در آزمایشی مشخص نمود مخلوط کردن بقایای گیاهی غلات در مدت زمان کوتاهی قبل از کاشت گیاه بعدی به دلیل پایین بودن سرعت تجزیه این بقایا، منجر به معدنی شدن (غیرمتحرک) نیتروژن خاک می‌گردد (۶). بیان شده که یکی از راهکارهای مؤثر در افزایش سرعت تجزیه بقایا، استفاده از کود نیتروژن متناسب با افزایش در کمیت بقایای گیاهی است (۷).

از سوی دیگر، مخلوط نمودن بقایای گیاه کلزا باعث افزایش دسترسی گیاه به عناصر موجود در خاک شده و به دنبال آن با رشد بهتر گیاه باعث اثرات مثبت بر صفات عملکردی و در نهایت عملکرد در گندم شد به طوری که بیش‌ترین مقدار نیتروژن و فسفر خاک از تیمار برگرداندن بقایای کلزا به همراه ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره به‌دست آمد (۲). در نظام‌های کشاورزی پایدار، از جمله کشاورزی فشرده، استفاده از کودهای زیستی در پایداری حاصلخیزی خاک و مدیریت تلفیقی عناصر غذایی امری لازم است. گزارش شده که به‌کارگیری کودهای شیمیایی در تلفیق با کودهای زیستی می‌تواند باعث بهبود کیفی محصولات زراعی و در برخی موارد نیز باعث کاهش مصرف کودهای شیمیایی شود (۸).

شایان ذکر است که از بین عناصر ضرروری غذایی، فسفر از عناصر اصلی مورد نیاز گیاه بوده که تأثیر مستقیم بر عملکرد محصول زراعی دارد (۹). بخش زیادی از فسفر رسیده به خاک از منابع شیمیایی بر خلاف نیتروژن، به فرم نامحلول در آمده و گیاه به‌راحتی قادر به جذب آن به راحتی نیست که این امر باعث افزایش نیاز به این عنصر و افزایش مصرف آن می‌شود (۱۰). آزمایش‌های محمد و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد که نتایج حاصل از مصرف کود زیستی فسفاته در مقایسه با کودهای سوپرفسفات تریپل در ذرت، سویا و گندم بیانگر تأثیر رضایت‌بخشی این کود بود، به طوری که مشخص گردید در مقایسه کود زیستی فسفاته باعث افزایش قابل‌ملاحظه‌ای در میزان عملکرد می‌شود (۱۱).

غفوری و همکاران (۲۰۱۶) گزارش دادند که مصرف کود ورمی‌کمپوست با افزایش فراهمی عناصر غذایی، تحریک تولید مواد تنظیم‌کننده رشد، افزایش درصد مواد آلی و بهبود ساختمان خاک باعث بهبود رشد هوایی و ریشه کرچک شده و در مقایسه با شاهد، شاخص‌های رشد و عملکرد دانه را به‌طور معنی‌داری بهبود داد (۱۲). هم‌چنین ایزان و همکاران (۲۰۲۰) بیان کردند که عملکرد آفتابگردان در شرایط کاربرد مقادیر مختلف کود ورمی‌کمپوست در ترکیب با کود زیستس بیوسوپر و ازوتوباکتر به صورت نسبی کم‌تر

از تیمار کود شیمیایی رایج بود. هر چند بهبود عملکرد دانه آفتابگردان با افزایش در مقدار کود ورمی‌کمپوست از ۵ با ۱۵ تن در هکتار بیش‌تر از شرایط افزایش در کمیت کاربرد کودهای زیستی بود (۱۳).

بر این اساس، پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر روش مدیریت بقایای گیاه کنجد و تلفیق کودهای شیمیایی و زیستی بر عملکرد گندم انجام گرفته است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در دو فصل تابستان (کشت کنجد) و پاییز (کشت گندم) و در سال زراعی ۹۸-۹۷ در مزرعه تحقیقاتی شماره یک دانشکده کشاورزی شهید چمران اهواز اجرا شد. بر اساس تجزیه خاک، مزرعه آزمایشی دارای بافت لومی رسی، pH برابر با ۷/۶۵؛ شوری ۳/۲ دسی‌زیمنس بر متر، درصد مواد آلی برابر با ۰/۵۲؛ ظرفیت تبادل کاتیونی برابر با ۱۳/۷ سانتی‌مول بار بر کیلوگرم؛ نیتروژن کل برابر با ۰/۰۳۲ درصد، فسفر قابل‌جذب برابر با ۱۳ میلی‌گرم در کیلوگرم و پتاسیم قابل‌جذب برابر با ۱۵۸/۹ میلی‌گرم در کیلوگرم، بود. این آزمایش به صورت کرت‌های یک بار خرد شده و در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. کرت‌های اصلی شامل سه روش مدیریت بقایای گیاهی کنجد (به صورت حذف بقایا، سوزاندن بقایا و برگرداندن بقایا) و کرت فرعی شامل چهار روش مدیریت کود بود که عبارت بودند از: ۱- (کاملاً شیمیایی): کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم به ترتیب به میزان ۹۰، ۷۵ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار (بر اساس مقادیر توصیه شده در منطقه)؛ ۲- (تلفیقی ۱): کود ورمی‌کمپوست + سولفات پتاسیم (قبل از کاشت)، کود سوپر نیتروپلاس + کود بارور ۲ (به صورت بذرمال) در زمان کاشت، کود آلی هیومیکسین (محلول پاشی) و یک سوم کود نیتروژن به‌صورت سرک؛ ۳- (تلفیقی ۲): کود کمپوست + سولفات پتاسیم (قبل از کاشت)، کود سوپر نیتروپلاس + کود بارور ۲ (به صورت بذرمال) در زمان کاشت و یک سوم کود نیتروژن به صورت سرک؛ ۴- (تلفیقی ۳): کود دامی + سولفات پتاسیم (قبل از کاشت)، کود سوپر نیتروپلاس به صورت بذرمال، کود آلی هیومیکسین (محلول‌پاشی) و یک سوم کود نیتروژن به‌صورت سرک. در این آزمایش برای تولید بقایای گیاه کنجد، در تابستان سال زراعی ۹۸-۹۷ گیاه کنجد با رقم محلی دزفول کشت شد، سپس در پاییز میزان زیست‌توده بقایای گیاهی کنجد برای هر مترمربع ۱۸۰۰ گرم (۱۸ تن در هکتار) و مقدار کودهای آلی بر مبنای ۱۰ تن در هکتار محاسبه و بر اساس تیمارهای ذکر شده تعیین و اعمال گردید. رقم گندم مورد مطالعه در این پژوهش رقم مهرگان بود. پس از اجرای تیمارهای مدیریت بقایای گیاه کنجد، کشت گندم به‌وسیله خطی کار در تاریخ ۱۳۹۷/۸/۳۰ انجام و برداشت در تاریخ ۱۳۹۸/۲/۲۰ صورت گرفت. در هر کرت آزمایشی ۸ ردیف گندم به طول ۵ متر و فاصله ۲۰ سانتی‌متر بر روی ردیف در تراکم ۴۰۰ بذر در هر مترمربع صورت پذیرفت. کودهای زیستی سوپر نیتروپلاس و بارور ۲ به‌صورت بذر مال قبل از کاشت مورد استفاده قرار گرفتند و دیگر کودهای زیستی به‌صورت سرک در دو مرحله رشد گیاه (پنجه‌دهی و ابتدای مرحله ساقه رفتن) مورد استفاده قرار گرفتند. عملکرد و اجزای عملکرد دانه از سطحی معادل دو مترمربع انتخاب و محاسبه گردید. برای تعیین وزن میانگره اول (پدانکل) از مرحله گرده‌افشانی تا رسیدگی، میانگره اول با فاصله زمانی ۱۰ روز نمونه‌گیری و جهت تعیین وزن خشک به‌مدت ۴۸ ساعت در آون، در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند.

مهم‌ترین شاخص‌های محاسبه کارایی انتقال ماده خشک به کمک رابطه‌های زیر محاسبه شدند (۱۴):

(۱)

(وزن خشک کاه − ماده خشک اندام‌های رویشی در مرحله گرده افشانی) = میزان انتقال مجدد ماده خشک

(۲)

$$\text{کارایی انتقال مجدد ماده خشک} = \frac{\text{میزان انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای}}{\text{وزن ماده خشک اندام‌های رویشی در مرحله گرده افشانی}} \times ۱۰۰$$

(۳)

(میزان انتقال مجدد − عملکرد دانه) = میزان فتوسنتز جاری

(۴)

$$\text{کارایی فتوسنتز جاری} = \frac{\text{میزان فتوسنتز جاری}}{\text{وزن ماده خشک اندام‌های رویشی در مرحله گرده افشانی}} \times ۱۰۰$$

(۵)

$$\text{سهم انتقال مجدد ماده خشک} = \frac{\text{میزان انتقال مجدد ماده خشک}}{\text{وزن دانه}} \times ۱۰۰$$

(۶)

(سهم انتقال مجدد − ۱۰۰) = سهم فتوسنتز جاری

(۷)

$$\text{سرعت تشکیل عملکرد دانه} = \frac{\text{عملکرد دانه}}{\text{روز پس از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیکی}}$$

(۸)

$$\text{سرعت تشکیل عملکرد زیستی} = \frac{\text{عملکرد زیستی}}{\text{روز پس از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیکی}}$$

تجزیه و تحلیل داده‌ها با برنامه آماری SAS و مقایسه میانگین تیمارها به روش دانکن انجام شد. نمودارها توسط نرم‌افزار اکسل رسم شد. جدول همبستگی صفات نیز با نرم‌افزار MINI TAB انجام شد.

نتایج و بحث

عملکرد و اجزای عملکرد: نتایج این آزمایش (جدول ۱) نشان داد که هر دو تیمار، روش مدیریت بقایا و مدیریت کود تأثیرات متفاوتی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه گندم داشته است؛ به صورتی که حذف بقایا بیش‌ترین ارتفاع (۷۷/۳ سانتی‌متر) بوته را داشت و در بین تیمارهای کودی نیز روش کاملاً شیمیایی بیش‌ترین (۷۵/۰۸ سانتی‌متر) ارتفاع بوته گندم را تعیین کرد (جدول ۱). نتایج بیانگر این است که بوته‌های گندم در شرایط عدم حضور بقایا در سطح خاک، سرعت رشد اولیه بیش‌تری داشته‌اند و در مقابل حضور بقایا به عنوان مانعی فیزیکی، رشد اولیه آن‌ها را کند کرده است. هم‌چنین فراهمی سریع عناصر غذایی به ویژه نیتروژن در روش شیمیایی نقش مهمی در بیش‌تر بودن ارتفاع بوته‌های گندم داشت. بنابراین بیش‌ترین سهم در ارتفاع، مربوط به طول ساقه بود که این تفاوت در طول ساقه در نهایت بر وزن کل کاه نیز تاثیرگذار بود. به هر حال برهمکنش داده‌ها نشان داد که بیش‌ترین ارتفاع بوته (۷۹/۴ سانتی‌متر) و بیش‌ترین طول ساقه (۶۹/۳ سانتی‌متر) در روش حذف بقایا و مدیریت شیمیایی کود به‌دست آمد (جدول ۱). بیش‌ترین وزن سنبله به ترتیب در تیمار حذف بقایا (۷۵۳/۳ گرم در مترمربع) و کاربرد کود شیمیایی (۷۷۵/۵ گرم در مترمربع) وجود داشت. در تمامی روش‌های تلفیقی کود نیز وزن سنبله نهایی گندم به‌طور معنی‌داری کم‌تر از تیمار کود شیمیایی بود (جدول ۱). به نظر می‌رسد از آن‌جایی که طول سنبله زیاد تحت‌تأثیر تیمارهای آزمایش قرار نگرفته؛ بنابراین عامل اصلی تفاوت در وزن سنبله‌ها به دلیل تفاوت در تعداد دانه در سنبله ایجاد شده باشد (۱۵). به‌طوری‌که بیش‌ترین تعداد دانه در سنبله اساساً مربوط به تیمارهای حذف بقایا (۳۲/۶ دانه) و روش کاملاً شیمیایی (۳۱/۷ دانه) می‌باشد. برهمکنش تیمارها نشان می‌دهد که این برتری برای دو صفت وزن کل سنبله و تعداد دانه در سنبله نیز به ترتیب ۷۸۹/۸ گرم و ۳۴/۳۳ دانه در سنبله است (جدول ۱). بیش‌ترین وزن کاه (۴۷۲ گرم) در شرایط سوزاندن بقایا و مدیریت کاملاً شیمیایی کود به‌دست آمد که از یک‌سو تحت‌تأثیر طول ساقه و از سوی دیگر تحت‌تأثیر ذخایر ساقه خواهد بود (جدول ۲). در مجموع روش‌های تلفیقی در مقایسه با روش شیمیایی، وزن کل ساقه کم‌تری دارا بودند که بخشی از آن می‌تواند تحت‌تأثیر میزان فراهمی عناصر و سرعت جذب آن‌ها در دوره رشد گیاه باشد. بنابراین، روش‌های تلفیقی کود در مجموع ساقه‌های گندم کوتاه‌تر و با وزن کم‌تر در مقایسه با روش شیمیایی تولید کردند (۷). به نظر می‌رسد از آن‌جا که صفت طول سنبله در انتهای دوره رشد تعیین می‌شود؛ بنابراین عملکرد دانه تحت‌تأثیر هر دو گروه از تیمارهای این آزمایش که عمدتاً در مراحل اولیه رشد تأثیرگذار می‌باشند (مدیریت بقایا و مدیریت کود) قرار نگرفته اما در مقابل صفات طول ساقه و حتی وزن ساقه که تا حد زیادی در مراحل اولیه رشد گندم تعیین می‌شود تأثیرپذیری بیش‌تری از تیمارهای آزمایشی داشته‌اند (جدول ۲).

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر تیمارهای آزمایش بر صفات مورد نظر.

Table 1. Mean comparison effect of crop residue management and fertilizer management on traits scrutiny.

وزن کل سنبله Total spike wheat (g/m^2)	تعداد کل سنبله Total No. of spike ($No./m^2$)	وزن سنبله Spike weight (g/m^2)	تعداد دانه در سنبله No. of seed/spike (n/m^2)	طول ساقه Straw length (cm)	طول سنبله Spike length (cm)	ارتفاع گیاه Plant height (cm)	تیمار Treatment
			مدیریت بقایای گیاهی Crop residue management				
753.3^{a}	313.16^{a}	2.6^{a}	32.58^{a}	66.05^{a}	10.9^{a}	77.31^{a}	حذف بقایا (R) Remove residue
737.5^{b}	299.5^{c}	2.25^{b}	31.13^{b}	62.23^{b}	10.3^{b}	71.84^{b}	سوزاندن بقایا (B) Burning residue
739.9^{b}	311.16^{b}	2.35^{b}	26.91^{c}	62.86^{b}	10.34^{b}	72.31^{b}	برگرداندن بقایا (C) Incorporate residue
			مدیریت کود Fertilizer management				
775.59^{a}	312.77^{a}	2.73^{a}	31.7^{a}	66.26^{a}	10.9^{a}	75.08^{a}	کود شیمیایی (CF) Chemical fertilizer
745.92^{b}	308.77^{b}	2.35^{b}	30.62^{ab}	64.35^{b}	10.55^{b}	74.31^{ab}	کود تلفیقی (۱) (M1) Combine fertilizer 1
730.95^{c}	308.77^{c}	2.25^{b}	28.55^{c}	62.63^{c}	10.54^{b}	72.05^{b}	کود تلفیقی (۲) (M2) Combine fertilizer 2
721.94^{d}	304^{d}	2.26^{b}	29.8^{b}	61.61^{c}	10.1^{c}	73.84^{ab}	کود تلفیقی (۳) (M3) Combine fertilizer 3
			برهمکنش تیمارها Treatment interactions				
789.85^{a}	320^{a}	2.9^{a}	34.33^{a}	69.3^{a}	11.05^{ab}	79.4^{a}	R CF
753.3^{c}	315^{b}	2.6^{b}	33.66^{a}	67.7^{b}	11.14^{a}	76.25^{ab}	RM_1
735.2^{e}	310^{c}	2.4^{cd}	31.66^{b}	63.75^{d}	10.8^{cd}	76.7^{ab}	RM_2
734.86^{e}	307^{d}	2.5^{bc}	30.66^{bc}	63.4^{ed}	10.65^{de}	76.9^{ab}	RM_3
766.08^{b}	296^{f}	2.45^{c}	32^{b}	65.45^{c}	10.7^{cde}	74.8^{bc}	B CF
742.53^{d}	298^{f}	2.15^{f}	31.53^{b}	61.3^{fg}	10.35^{fg}	71.65^{dc}	BM_1
733.48^{e}	301^{e}	2.2^{ef}	31^{bc}	62.2^{ef}	10.55^{ef}	70.75^{d}	BM_2
708.2^{g}	303^{e}	2.2^{ef}	30^{cd}	60^{g}	9.67^{i}	70.18^{d}	BM_3
770.85^{b}	322^{a}	2.85^{a}	29^{d}	65.65^{c}	10.92^{bc}	74.2^{bc}	C CF
741.95^{d}	313^{bc}	2.3^{de}	26.66^{e}	62.4^{def}	10.16^{gh}	71.9^{dc}	CM_1
724.16^{f}	307^{d}	2.15^{f}	23^{f}	61.95^{ef}	10.29^{g}	68.70^{d}	CM_2
722.76^{f}	302^{e}	2.1^{f}	29^{d}	61.4^{fg}	9.98h	74.45^{bc}	CM_3

میانگین‌های دارای حروف لاتین متفاوت با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار دارند

The means with different letters has significantly difference at 0.05 probability level by Dunkan's test

در خصوص صفت تعداد دانه در سنبله نیز می‌توان چنین بیان کرد که با توجه به تفاوت اندک (اگر چه در برخی موارد معنی‌دار شده است) برای صفت طول سنبله در بین تیمارهای آزمایش، بنابراین به نظر می‌رسد دانه‌ها در تیمارهای حذف بقایا و روش مدیریت شیمیایی از تراکم بیش‌تری در سنبله‌های گندم برخوردار بودند که نتیجه تراکم بیش‌تر دانه در سنبله، در صفت وزن کل سنبله‌ها نمایان گردیده است. به عبارت دیگر هر تیماری که تعداد دانه در سنبله بیش‌تری داشته است، وزن کل سنبله‌های آن نیز بیش‌تر بوده است. نکته جالب، معنی‌دار بودن اثر تیمارهای آزمایش بر صفت وزن هزاردانه است. به‌طوری‌که هر دو روش منطبق با کشاورزی فشرده (تیمارهای حذف بقایا و مدیریت کاملاً شیمیایی کود) هم در حالت اثرات تکی و هم در حالت برهمکنش تیمار حذف بقایای گیاهی با دو روش روش کوددهی کاملاً شیمیایی و تلفیقی ۱ بیش‌ترین (۴۰/۵ گرم) وزن هزاردانه را تولید کرده‌اند (جدول ۲). این برتری از یک سو در نتیجه بیش‌تر بودن طول سنبله و از سوی دیگر ناشی از بیش‌تر بودن تعداد دانه در سنبله در روش‌های منطبق با کشاورزی فشرده است. به هر حال، روش مدیریت تلفیقی کود باعث کاهش وزن هزاردانه در مقایسه با شرایط شیمیایی شده است. از آن‌جایی که ارقام فعلی گندم سازگاری بالایی با شرایط کشاورزی پر نهاده دارند بنابراین به نظر می‌رسد هر گونه کاهش یا تغییر در نحوه فراهمی عناصر غذایی (تغییر از کاملاً شیمیایی به شرایط کودهای زیستی) توانایی تأمین مناسب عناصر غذایی برای این ارقام را فراهم نخواهد کرد (۱۶ و ۱۷). به‌علاوه، سوزاندن بقایا، شرایط مشابهی با حذف بقایا به لحاظ صفت وزن هزاردانه تولید کرده که احتمالاً ناشی از فراهمی حجم زیادی از عناصر معدنی در نتیجه سوزاندن بقایای گیاهی بوده است.

در مجموع عملکرد دانه گندم در این آزمایش نشان داد که از حساسیت بالایی به تغییر نوع نهاده‌های کودی از شیمیایی به آلی و هم‌چنین به حضور یا عدم حضور بقایای گیاهی خواهد داشت. به‌طوری‌که بیش‌ترین (۴/۴۵ تن در هکتار) عملکرد دانه در روش حذف بقایا و مدیریت شیمیایی کود به‌دست آمد (جدول ۲). این برتری به دلیل صفاتی هم‌چون طول سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن هزاردانه بود. به‌عبارت دیگر می‌توان بیان کرد که افزایش عملکرد دانه در شرایط کشاورزی فشرده (حذف بقایا و کود شیمیایی) ناشی از تأثیر این تیمارها بر شاخص‌های مورفولوژیکی رشد بر خصوصیات رشد و اجزای عملکرد از جمله طول سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن هزاردانه بوده که با افزایش هر کدام نیز افزایش یافته است (جدول‌های ۱ و ۲). در مقابل، کاهش عملکرد دانه در تیمارهای کاربرد کود زیستی ممکن است به‌دلیل عدم فعالیت به موقع ریزجانداران موجود در کود زیستی و در نتیجه عدم تامین عناصر مورد نیاز در زمان سنبله‌دهی باشد که بر فعالیت مخازن در انتهای دوره رشد تأثیر گذاشته است. مشابه با عملکرد دانه، برتری کشاورزی فشرده در مقایسه با سایر روش‌ها در رابطه با عملکرد زیست‌توده نیز در این آزمایش مشاهده شد (۹/۰۱ تن در هکتار) (جدول ۲). به نظر می‌رسد تأثیر نامطلوب برگشت بقایای کنجد بر رشد اولیه گیاه، حتی با مصرف کود شیمیایی مکمل نیز بهبود نیافته است. برتری عملکرد زیست‌توده در تیمارهای حذف بقایا و سوزاندن عمدتاً در نتیجه افزایش ارتفاع بوته و هم‌چنین بهبود عملکرد و اجزای عملکرد به وجود

آمده است. در نتیجه، بهبود دو صفت عملکرد دانه و عملکرد زیست‌توده در نهایت باعث شده که بیش‌ترین (۴۹/۵۵ درصد) شاخص برداشت گندم در شرایط حذف بقایا و مدیریت شیمیایی کود به‌دست آید (جدول ۲). از آن‌جایی که شاخص برداشت به نوعی نشان‌دهنده وضعیت انتقال مواد فتوسنتزی از اندام‌های مختلف به دانه است؛ بنابراین با توجه به تأخیر در فراهمی عناصر غذایی در تیمار برگرداندن بقایای کنجد می‌توان چنین بیان داشت که در این روش به‌دلیل تأخیر یا کمبود فراهمی عناصر در ابتدای دوره رشد گیاه از کمیت عملکرد زیست‌توده و عملکرد دانه کاسته شده است. در مقابل با حذف بقایا و کاربرد کود شیمیایی هر چند که هر دو جز عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی افزایش یافته ولی میزان افزایش عملکرد دانه بیش‌تر از عملکرد زیست‌توده بوده، بنابراین باعث بهبود شاخص برداشت شده است. برای مثال عملکرد دانه در برگرداندن بقایا و حذف بقایا از ۲/۹۳ تن به ۴/۰۷ تن در هکتار افزایش یافته که معادل ۳۰٪ بهبود عملکرد دانه است. در حالی‌که در همین شرایط با تغییر از برگرداندن بقایا به حذف بقایا، عملکرد دانه از ۶/۸۳ به ۸/۳۸ تن در هکتار افزایش یافته که معادل ۲۰ درصد بهبود در عملکرد است (جدول ۲). بنابراین هر چند که هر دو جزء عملکرد دانه و عملکرد زیست‌توده بهبود یافته‌اند ولی افزایش بیش‌تر در عملکرد دانه باعث بهبود شاخص برداشت در این تیمارها شده است.

نکته جالب در خصوص نتایج این آزمایش، رابطه معکوس بین کمیت و کیفیت عملکرد تحت تأثیر روش‌های منطبق بر کشاورزی فشرده و کشاورزی پایدار است. با توجه به آن‌چه تاکنون بیان شد، در روش‌های سازگار با کشاورزی فشرده (حذف بقایا و کوددهی کاملاً شیمیایی) بیش‌ترین عملکرد دانه به‌دست آمد، اما نقطه مقابل شرایطی است که بیش‌ترین کیفیت محصول یا به عبارتی درصد پروتئین دانه در شرایط برگرداندن بقایا (۱۲/۷۴ درصد) و روش تلفیقی ۱ با (۱۲/۷۱ درصد) به‌دست آمد (جدول ۲). به‌طور مشابه نیز برهمکنش تیمار برگرداندن بقایا و مدیریت تلفیقی ۱ کودی، بیش‌ترین (۱۳/۴۳ درصد) میزان پروتئین را دارا بود. بخشی از این بهبود پروتئین دانه در روش‌های مبتنی بر کشاورزی پایدار می‌تواند ناشی از رهاسازی تدریجی عناصر از کودهای آلی و هم‌چنین از کودهای بیولوژیکی به‌خصوص از مراحل زایشی به بعد باشد. بنابراین، با بررسی صفات عملکرد و اجزای عملکرد در این آزمایش می‌توان چنین برداشت نمود که اگرچه روش‌های کشاورزی فشرده کمیت محصول را بهبود داده‌اند ولی در مقابل روش‌های منطبق با کشاورزی پایدار کیفیت محصول را بهبود داده است (۷).

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر تیمارهای آزمایش بر صفات مورد نظر.

Table 2. Mean comparison effect of crop residue management and fertilizer management on traits scrutiny.

پروتئین دانه Grain protein (%)	شاخص برداشت Harvest index	عملکرد زیست‌توده Biological yield (t/ha)	عملکرد دانه Grain yield (t/ha)	وزن هزاردانه 1000 grain weight (g)	وزن کاه Straw weight (g/m^2)	تیمار Treatment
			مدیریت بقایای گیاهی Crop residue management			
12.5^{b}	48.5^{a}	8.38^{a}	4.07^{a}	39.87^{a}	$431.^{a}$	حذف بقایا (R) Remove residue
12.35^{b}	45^{b}	8.16^{a}	3.67^{b}	39.31^{a}	440.5^{a}	سوزاندن بقایا (B) Burning residue
12.74^{a}	42.8^{c}	6.83^{b}	2.93^{c}	35.25^{b}	390.12^{b}	برگرداندن بقایا (C) Incorporate residue
			مدیریت کود Fertilizer management			
12.508^{b}	46.86^{a}	8.37^{a}	3.93^{a}	39.33^{a}	444.33^{a}	کود شیمیایی (CF) Chemical fertilizer
12.71^{a}	45.95^{a}	7.77^{b}	3.59^{b}	37.75^{b}	417.66^{b}	کود تلفیقی (۱) (M1) Combine fertilizer 1
12.24^{c}	45.95^{a}	7.18^{c}	3.28d	37.41^{b}	379.16^{c}	کود تلفیقی (۲) (M2) Combine fertilizer 2
12.66^{ab}	43.68^{b}	7.83^{b}	3.42^{c}	38.08^{b}	441^{a}	کود تلفیقی (۳) (M3) Combine fertilizer 3
			برهمکنش تیمارها Treatment interactions			
12.792^{b}	49.55^{a}	8.98^{a}	4.45^{a}	40.5^{a}	456^{b}	R CF
12.236^{c}	49.42^{ab}	8.68^{ab}	4.29^{a}	40.5^{a}	437.5^{c}	RM_1
12.232^{c}	48.18^{abc}	7.95^{cd}	3.83^{b}	39^{cd}	412.5^{d}	RM_2
12.742^{b}	47.07^{cde}	7.89^{cd}	3.72^{bc}	39.5^{bc}	418^{d}	RM_3
12.355^{c}	44.98^{ef}	8.57^{b}	3.86^{b}	40^{ab}	472^{a}	B CF
12.46^{c}	47.27^{bcd}	7.66^{de}	3.62^{cd}	38.25^{ed}	404^{d}	BM_1
12.221^{c}	45.32^{de}	8.217^{c}	3.71^{bc}	39.75^{abc}	417^{d}	BM_2
12.376^{c}	46.23^{cde}	8.19^{c}	3.5^{d}	39.25^{bc}	469^{ab}	BM_3
12.377^{c}	42.78^{g}	7.53^{e}	3.48^{d}	37.5^{e}	405^{d}	C CF
13.437^{a}	41.06^{g}	6.98^{f}	2.86^{f}	34.5^{g}	411.5^{d}	CM_1
12.268^{c}	42.89^{fg}	5.39^{g}	2.31^{g}	33.5^{h}	308^{e}	CM2
12.883^{b}	41.19^{g}	7.41^{e}	3.06^{e}	35.5^{f}	436^{c}	CM3

میانگین‌های دارای حروف لاتین متفاوت با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار دارند

The means with different letters has significantly difference at 0.05 probability level by Dunkan's test

شاخص‌های کارایی ماده خشک فتوسنتزی: با توجه به نتایج ارائه شده در جدول ۳ مشخص می‌شود که تیمارهای مختلف آزمایش اثرات متفاوتی بر شاخص‌های مختلف کارایی انتقال مواد فتوسنتزی داشته‌اند. برای مثال، بیش‌ترین مقدار شاخص‌های انتقال مجدد ماده خشک (۳۲۹/۱۶) و کارایی انتقال مجدد خشک (۷۰/۳۲) در شرایط سوزاندن بقایا به‌دست آمد ولی بیش‌ترین مقدار سایر شاخص‌ها در شرایط حذف بقایا به‌دست آمده است. از سوی دیگر تیمارهای مدیریت کود نیز نشان دادند که شاخص‌های میزان انتقال مجدد ماده خشک (۳۲۴/۶۳)، کارایی انتقال مجدد ماده خشک (۶۷)، سرعت تشکیل دانه (۲۱/۸۳) و هم‌چنین شاخص سرعت تشکیل عملکرد زیستی (۴۶/۵۲) بیش‌ترین کمیت را در تیمار مدیریت کود به روش کاملاً شیمیایی دارا بودند. بررسی دقیق‌تر شاخص‌های فوق نشان می‌دهد که شاخص میزان انتقال مجدد ماده خشک که در حقیقت تفاوت بین ماده خشک اندام‌های رویشی در مرحله گرده‌افشانی و وزن خشک کاه است. در شرایط سوزاندن بقایا (۳۲۹/۱۵) و در شرایط مدیریت کاملاً شیمیایی (۳۲۴/۶۳) بیش‌ترین میزان را دارا بود. این برتری در شرایط برهمکنش این تیمارها نیز دیده شد (۳۶۰/۳) (جدول ۳). به نظر می‌رسد عدم تجزیه کامل بقایا و به‌دنبال آن عدم آزادسازی عناصر مورد نیاز گندم از جمله نیتروژن قابل‌جذب، کم‌تر بودن مقدار این شاخص در شرایط برگرداندن بقایا را توجیه می‌نماید. در مقابل، سوزاندن بقایای کنجد باعث شده است که بخش زیادی از ماده آلی به مواد معدنی تبدیل و در دسترس گیاه قرار گیرد. از سوی دیگر نیز فراهمی سریع‌تر عناصر غذایی موجود در کودهای شیمیایی در مقایسه با ترکیبات آلی تأثیر بهتری بر این شاخص گذاشته است. بنابراین، مجموعه این عوامل باعث شده که بیش‌ترین اثر متقابل این شاخص در تیمار سوزاندن بقایا و مدیریت کاملاً شیمیایی (۳۶۰/۳) به‌دست آید (جدول ۳).

در ادامه، کارایی انتقال مجدد ماده خشک که میزان انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای نسبت به وزن ماده خشک اندام‌های رویشی در مرحله گرده‌افشانی را نشان می‌دهد، همراه با شاخص قبلی، بیش‌ترین کمیت را در شرایط سوزاندن بقایا (۷۰/۳۲) و مدیریت کاملاً شیمیایی (۶۷) دارا بود. نتایج برهمکنش تیمارها بیانگر این است که به طور میانگین نیز همه تیمارهای مرتبط با سوزاندن بقایا در مقایسه با سایر تیمارها از کارایی انتقال مجدد بیش‌تری برخوردار می‌باشند (نتایج برهمکنش تیمارها در جدول ۳). این نتایج بیان‌گر آن است که همانند شاخص میزان انتقال مجدد ماده خشک، عواملی که فراهمی عناصر غذایی را در خاک تسریع می‌کنند مانند سوزاندن بقایا در مقایسه با کاربرد مستقیم بقایای گیاهی و نیز استفاده از کودهای شیمیایی در مقایسه با مواد آلی همگی تأثیر مطلوبی در افزایش این شاخص داشته‌اند. البته با توجه به نتایج این آزمایش به‌نظر می‌رسد در شرایط کاربرد تیمارهای مدیریت تلفیقی، رابطه‌ای معکوس بین شاخص میزان انتقال مجدد ماده خشک و کارایی آن وجود دارد. به‌عبارت دیگر هرچه سهم نیتروژن معدنی در مدیریت تلفیقی کود در مقایسه با ماده آلی افزایش یافته، میزان انتقال مجدد ماده خشک افزایش ولی در مقابل کارایی این انتقال کاهش یافته است. در مورد شاخص سهم انتقال مجدد که میزان ماده خشک انتقال یافته به وزن دانه را نشان می‌دهد، می‌توان از نتایج جدول ۳ چنین استنباط کرد که اساساً به دلیل ماده خشک بیش‌تری است که به دانه‌های گندم در این روش در مقایسه با ۲ روش دیگر منتقل شده است زیرا مقدار عملکرد دانه (مخرج کسر) در این روش (حذف بقایا) بیش‌تر

از سایر روش‌های مدیریت بقایای گیاهی بوده است (جدول ۴). با مقایسه روش‌های مدیریت کود نیز مشخص می‌شود که از آن‌جایی که عملکرد دانه گندم (جدول ۲) بین تیمارهای مختلف مدیریت کود تفاوت زیادی ندارند (مشابه بودن مخرج کسر در این شاخص) بنابراین کمیت مواد منتقل شده، عامل مؤثر در تفاوت بین مقدار این شاخص در تیمارهای کودی است. به عبارت دیگر در هر دو روش حذف بقایا و مدیریت تلفیقی ۳، میزان ماده خشک منتقل شده در تعیین عملکرد دانه بسیار تأثیر گذار بوده است.

در ادامه، نتایج این آزمایش در خصوص شاخص کارایی فتوسنتز جاری نیز نشان می‌دهد که با حذف بقایای کنجد بیش‌ترین کارایی فتوسنتز جاری (۲۷/۳۵) همانند شاخص میزان فتوسنتز جاری (۱۱۱/۵۲) به‌دست آمد اما با سوزاندن بقایای گیاهی مقدار این شاخص کاهش معنی‌داری نشان داد (جدول ۴). به نظر می‌رسد با توجه به این‌که کارایی فتوسنتز جاری از تقسیم میزان فتوسنتز جاری بر وزن ماده خشک اندام‌های رویشی در گرده‌افشانی به‌دست می‌آید و نیز با توجه به این‌که در این آزمایش حذف بقایا به شکل معنی‌داری وزن ماده خشک را در پایان گرده‌افشانی افزایش داده است؛ بنابراین مقدار این شاخص به دلیل مصرف بیش‌تر نیتروژن سرک و کود زیستی سوپر نیتروپلاس افزایش داشته است. هرچند که افزایش مصرف نیتروژن معدنی در کل، سهم فتوسنتز جاری را تا حد زیادی بهبود خواهد داد ولی مقدار هر دو شاخص میزان فتوسنتز جاری و کارایی فتوسنتز جاری در تیمار مدیریت شیمیایی (به ترتیب ۱۷/۰۶ و ۶۸/۴۸) در مقایسه با تیمارهای تلفیقی یک و دو کم‌تر است. از جمله دلایل این وضعیت می‌تواند در ارتباط با این نکته باشد که در شرایط کاربرد مواد آلی، عناصر شیمیایی به‌ویژه نیتروژن به تدریج آزاد شده و امکان آبشویی تلفات آن‌ها در مقایسه با کودهای شیمیایی کم‌تر خواهد بود بنابراین جذب بهتری خواهند داشت (هر چند به‌تدریج). در ادامه نیز نتایج شاخص سهم فتوسنتز جاری بیانگر این است که حذف بقایای گیاهی و انتخاب ترکیب مناسبی از تلفیق کودهای شیمیایی و زیستی باعث می‌شود که وابستگی گیاه به مواد پرورده حاصل از فتوسنتز جاری بیش‌تر شده و سهم آن‌ها در عملکرد دانه افزایش یابد. به هرحال بیش‌ترین میزان شاخص سهم فتوسنتز جاری در روش حذف بقایا (۲۳/۴۳) و مدیریت تلفیقی ۱ (۱۸/۴۱) به‌دست آمد. در نهایت، دو شاخص سرعت تشکیل عملکرد دانه و شاخص سرعت تشکیل عملکرد زیستی به ترتیب تأثیر دوره رشد گیاه بر عملکرد دانه و عملکرد زیستی را نشان می‌دهند. در این خصوص نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد که بیش‌ترین سرعت تشکیل عملکرد دانه در تمام سطوح مدیریت بقایای گیاهی با مصرف کود شیمیایی حاصل شده (نتایج برهمکنش تیمارها) و کاربرد مدیریت کودی کاملاً شیمیایی با حذف بقایا تأثیر بهتر و بیش‌تری بر سرعت تشکیل عملکرد دانه داشته است (۲۴/۷۲). بر این اساس استفاده از بقایای گیاهی کنجد کم‌ترین تأثیر (۱۶/۲۷) را بر سرعت تشکیل عملکرد دانه گندم داشته و در مقابل با حذف آن و مصرف بیش‌تر کودهای شیمیایی و ورمی‌کمپوست در تیمار کود تلفیقی ۱ می‌توان شاهد افزایش سرعت تشکیل عملکرد دانه بود.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر تیمارهای آزمایش بر شاخص‌های کارایی مواد فتوسنتزی.

Table 3. Comparison of the average effect of experimental treatments on the performance indices of photosynthetic materials.

سرعت تشکیل عملکرد زیستی Speed of biological function formation	سرعت تشکیل عملکرد دانه Speed of grain yield formation	سهم فتوسنتز جاری (٪) Current photosynthetic efficiency	کارایی فتوسنتز جاری (٪) Photosynthetic efficiency	میزان فتوسنتز جاری Current photosynthetic rate	سهم انتقال مجدد ماده خشک (٪) The share of dry matter remobilization	کارایی انتقال مجدد ماده خشک (٪) Dry matter remobilization efficiency	میزان انتقال مجدد ماده خشک Dry matter remobilization rate	تیمار Treatment
مدیریت بقایای گیاهی Crop residue management								
46.58^{a}	22.63^{a}	23.43^{a}	65.52^{a}	27.35^{a}	39.87^{b}	61.84^{b}	295.9^{b}	حذف بقایا (R) Remove residue
45.34^{a}	20.41^{b}	8.38^{c}	38.28^{c}	10.55^{c}	39.31^{a}	70.32^{a}	329.1^{a}	سوزاندن بقایا (B) Burning residue
37.95^{b}	16.27^{c}	13.67^{b}	51.41^{b}	17.8^{b}	35.25^{b}	62.05^{b}	241.5^{c}	برگرداندن بقایا (C) Incorporate residue
مدیریت کود Fertilizer management								
46.52^{a}	21.83^{a}	14.04^{ab}	68.48^{a}	17.06^{ab}	82.93^{ab}	67^{a}	324.6^{a}	کود شیمیایی (CF) Chemical fertilizer
43.17^{b}	19.97^{b}	18.41^{a}	78.01^{a}	21.46^{a}	78.53^{b}	65.7^{a}	281.4^{b}	کود تلفیقی ۱ (M1) Combine fertilizer 1
39.94^{c}	18.25d	16.54^{a}	70.39^{a}	21.2^{a}	78.79^{b}	59.87^{b}	258.2^{c}	کود تلفیقی ۲ (M2) Combine fertilizer 2
43.54^{b}	19.04^{c}	11.66^{b}	51.41^{b}	14.57^{b}	85.42^{a}	66.37^{a}	291.3^{b}	کود تلفیقی ۳ (M3) Combine fertilizer 3
برهمکنش تیمارها Treatments interactions								
50.05^{a}	24.72^{a}	21.16^{bc}	74.8^{b}	25.61^{bc}	74.38^{fg}	61.67^{c}	331.2^{bc}	R Ch
48.16^{b}	23.86^{a}	25.79^{ab}	76.2^{ab}	28.006^{b}	71.99^{g}	66.1^{bc}	309.3^{cd}	RM1
44.22^{cd}	21.31^{b}	30.65^{a}	79.08^{a}	36.3^{a}	63.7^{h}	53.6^{d}	244.38^{f}	RM2
43.89^{cd}	20.66^{bc}	16.14^{cde}	70.98^{c}	19.51^{de}	80.48^{de}	65.99^{bc}	299^{de}	RM3
47.66^{b}	21.44^{b}	5.06^{f}	25.63^{g}	6.65^{h}	93.35^{a}	71.24^{ab}	360.3^{a}	B Ch
42.56^{ed}	20.12^{cd}	10.27^{ef}	47.2^{f}	13.03^{fg}	86.96^{bc}	68.62^{abc}	315^{cd}	BM1
45.63^{c}	20.61^{bc}	5.12^{f}	23.8^{g}	6.42^{h}	93.57^{a}	73.46^{a}	347.3^{ab}	BM2
45.52^{c}	19.47^{d}	13.08^{e}	56.51^{e}	16.12^{ef}	83.87^{cd}	67.96^{abc}	294^{de}	BM3
41.85^{e}	19.35^{d}	15.92^{cde}	65.99^{d}	18.92^{de}	81.07^{de}	68.11^{abc}	282.3^{e}	C Ch
38.78^{f}	15.92^{f}	19.18^{cd}	66.65^{d}	23.34^{bcd}	76.65^{efg}	62.37^{c}	220^{g}	CM1
29.96^{g}	12.85^{g}	13.84^{de}	48.28^{f}	20.87^{cde}	79.12^{def}	52.57^{d}	183^{h}	CM2
41.21^{e}	16.98^{e}	5.76^{f}	24.73^{g}	8.08^{gh}	91.91^{ab}	65.16^{bc}	281^{e}	CM3

میانگین‌های دارای حروف لاتین متفاوت با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار دارند

The means with different letters has significantly difference at 0.05 probability level by Dunkan's test

از سوی دیگر به نظر می‌رسد که مصرف کودهای کاملاً شیمیایی به همراه حذف بقایای کنجد به احتمال زیاد با ایجاد شرایط رشد رویشی اولیه سریع‌تر و به‌دنبال آن به دلیل ایجاد ساقه‌های بلندتر و نیز بیش‌تر شدن برخی صفات ریخت‌شناسی مانند طول و وزن میانگره، از ذخیره بیش‌تر مواد فتوسنتزی برخوردار شده که این مسأله می‌تواند دلیل افزایش سرعت رشد عملکرد زیستی در این تیمار باشد. به هرحال تیمار حذف بقایا در ترکیب با مدیریت کاملاً شیمیایی در مقایسه با سایر تیمارها بیش‌ترین (۵۰/۰۵) کمیت این شاخص را دارا بود (جدول ۳).

در مجموع نتایج نشان داد که تأثیر تیمارهای مدیریت کود بیش‌تر از تیمارهای مدیریت بقایا گیاهی بر اکثر شاخص‌های کارایی ماده خشک بوده است. از این جهت به‌نظر می‌رسد فراهمی عناصر غذایی به‌ویژه در مراحل میانی و انتهایی رشد گندم عامل مهمی در این برتری باشد (۱۸).

همبستگی صفات عملکرد: نتایج جدول همبستگی بین صفات (جدول ۴) نشان داد که عملکرد دانه با همه اجزا عملکرد، به‌جز صفت تعداد سنبله همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت.

جدول ۴- نتایج ضرایب همبستگی بین صفات مورد آزمایش به روش پیرسون.

Table 4. Results of correlation coefficients between traits tested by Pearson method.

اجزای عملکرد Yield components	۱- طول سنبله 1- Spike length	۲- وزن سنبله 2- Spike weight	۳- وزن خشک ساقه 3- straw dry weight	۴- تعداد دانه در سنبله 4- No. grain / spike	۵- وزن هزاردانه 5- 1000 grain weight	۶- عملکرد دانه 6- Grain yield	۷- عملکرد بیولوژیکی 7- Biological yield	۸- شاخص برداشت 8- Harvest index
1	1							
2	0.718**	1						
3	0.094ns	0.269ns	1					
4	0.463**	0.454**	0.709**	1				
5	0.434**	0.430**	0.657**	0.846**	1			
6	0.570**	0.584**	0.664**	0.964**	0.929**	1		
7	0.398*	0.462**	0.861**	0.927**	0.891**	0.928**	1	
8	0.653**	0.574**	0.128ns	0.717**	0.708**	0.796**	0.515**	1

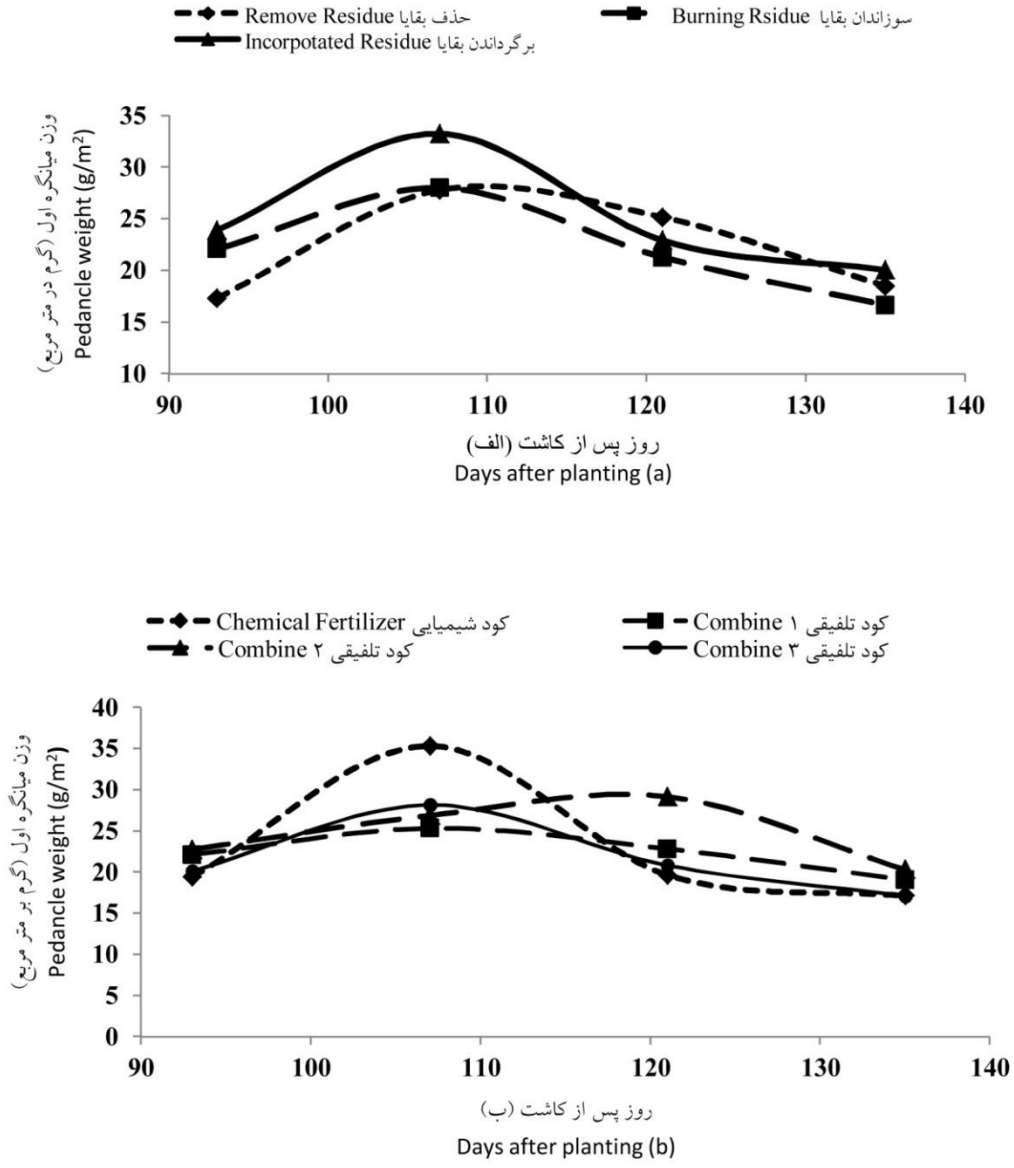
ns، * و ** به ترتیب بیانگر تفاوت غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد می‌باشد

ns, * and ** It indicates a non-significant and significant difference at the level of five and one percent, respectively

البته بیش‌ترین همبستگی مربوط به رابطه بین عملکرد دانه با تعداد دانه در سنبله بود و این صفت بیش‌ترین تأثیر را در افزایش عملکرد داشته است (R^2=۰/۹۶۴) به‌علاوه بین عملکرد دانه و شاخص برداشت نیز رابطه مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد مشاهده شد (R^2=۰/۷۹۶). از آن‌جایی که شاخص برداشت بیان‌گر درصد انتقال مواد آلی منتقل شده از منبع به مخزن می‌باشد، بنابراین تیماری که

دارای شاخص برداشت بالاتری است می‌تواند کربوهیدرات بیش‌تری را از اندام‌های سبز منتقل و باعث افزایش عملکرد گردد. این مسأله وجود رابطه مثبت و معنی‌دار بین عملکرد زیست‌توده و شاخص برداشت را توجیه می‌نماید (R^2=-۰/۵۱۵).

روند تغییرات وزن خشک میانگره اول (پدانکل): روند تغییرات وزن خشک پدانکل در رابطه با مدیریت بقایای گیاهی نشان داد که بیش‌ترین وزن خشک میانگره اول مربوط به برگرداندن بقایا در ۱۰۷ روز پس از کاشت با ۳۳/۲۵ گرم در مترمربع بود و در همین زمان، وزن خشک میانگره اول برای دو تیمار سوزاندن و حذف بقایا ۲۸ گرم در مترمربع بود (شکل ۱- الف).



شکل ۱- اثر بقایای گیاهی (الف) و تلفیق کودهای زیستی و شیمیایی (ب) بر روند تغییرات وزن میانگره اول در گندم.

Fig. 1. Effect of crop residues (a) and combination of biochemical and chemical fertilizers (b) on the trend of weight changes in the first internode in wheat.

بنابراین اثر برگرداندن بقایا از ابتدای دوره رشد تا ۱۰۷ روز بعد دارای روند افزایشی و پس از آن کاهشی بود. هرچند که با گذشت زمان در ۱۲۱ روز پس از کاشت، وزن میانگره پدانکل در تیمار مخلوط کردن یا برگرداندن بقایا کم‌تر از تیمار حذف بقایا بود. اثر سطوح مختلف مدیریت کود بر وزن خشک میانگره پدانکل نشان داد که بیش‌ترین وزن خشک میانگره در ۱۰۷ روز پس از کاشت در تیمار کاملاً شیمیایی (۳۵/۲۲ گرم در مترمربع) مشاهده شد اما تیمار تلفیقی ۲ در ۱۲۱ روز پس از کاشت بیش‌ترین مقدار را دارا بود (۲۹/۱۷ گرم در مترمربع). هر چند که در انتهای دوره کاهش یافت (شکل ۱- ب). بهرحال، کم‌ترین نوسان در وزن میانگره اول مربوط به تیمار کودی تلفیقی ۱ و بیش‌ترین نوسان مربوط به تیمار کاملاً شیمیایی بود.

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج این پژوهش نشان داد که تیمارهای مبتنی بر کشاورزی فشرده (روش حذف بقایای گیاهی و مدیریت کاملاً شیمیایی کود) بیش‌ترین عملکرد دانه را تولید کرده‌اند (بهبود کمیت محصول). درحالی‌که تیمارهای مبتنی بر کشاورزی پایدار (برگرداندن بقایای گیاهی همراه با به‌کارگیری کودهای آلی و زیستی) با دارابودن بیش‌ترین درصد پروتئین دانه، درحقیقت بیش‌ترین کیفیت محصول را تولید کرده‌اند (بهبود کیفیت محصول). بیش‌ترین کمیت عملکرد گندم در تیمارهای منطبق با کشاورزی فشرده یعنی تیمار حذف بقایا و مدیریت شیمیایی کود به‌دست آمد (۴/۴۵ تن در هکتار). در حالی‌که بیش‌ترین کیفیت دانه گندم (درصد پروتئین) در تیمارهای منطبق با کشاورزی پایدار یا به عبارتی روش مخلوط کردن بقایا همراه با مدیریت تلفیقی کود به‌دست آمد (۱۳/۰۴۳ درصد). به‌علاوه، عملکرد دانه بیش‌ترین همبستگی معنی‌دار را با صفت عداد دانه در سنبله دارا بود (۰/۹۶۴). سوزاندن بقایای کنجد باعث کاهش معنی‌دار عملکرد زیست‌توده شد (کاهش کمیت محصولات فرعی). اما در مقابل برگرداندن بقایای کنجد کم‌ترین تأثیر را بر صفات ریخت‌شناختی، عملکرد و اجزای عملکرد داشت و فقط باعث افزایش وزن میانگره اول و پروتئین دانه شد (بهبود کیفیت محصول). از طرفی، اگرچه در استان خوزستان کمبود آب و تنش خشکی در بیش‌تر فصول زراعی وجود دارد، ولی با توجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان با مخلوط کردن بقایای گیاهی، کودهای شیمیایی و کودهای تلفیقی، باعث افزایش رشد گیاه، تولید محصول با کیفیت و ذخیره رطوبت و در نهایت پایداری کشت‌بوم گردد. با توجه به نتایج برهمکنش تیمارها، چنان‌چه فقط تیمارهای بوم‌شناختی در نظر گرفته شوند روش مدیریت تلفیقی کود ۱ رتبه اول در صفات عملکرد دانه و درصد پروتئین و رتبه دوم در صفت عملکرد زیست‌توده را دارا بود. هم‌چنین اگرچه تیمار برگرداندن بقایا برای بسیاری از صفات کمی، از کمیت پایین‌تری برخوردار بود ولی به لحاظ صفت کیفی (پروتئین دانه) از کمیت بیش‌تری برخوردار بود.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز به جهت تأمین هزینه مورد نیاز این پژوهش که قسمتی از قرارداد پژوهانه به شماره SCU.AA98.167 می‌باشد، تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

1.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.

2.Shahpari, Z., Fateh, E. and Aynehband, A. 2016. Investigation of the effect of residue type, residue management and nitrogen on yield, wheat (*Triticum durum*) quality and nutrient-dense nutrients in the soil. J. Plant. Prod. 9: 3. 87-104. (In Persian)

3.Sohrabi, S.S., Fateh, E., Aynehband, A. and Rahnema, A. 2013. Investigating the effect of crop residue management and different nitrogen sources on yield and yield components of wheat (*Triticum aestivum*). J. Agroecol. 6: 3. 645-655. (In Persian)

4.Farhodi, R., Chachi, M.R., Hosseini, M.N. and Savaghebi, Gh.R. 2007. The effect of wheat crop residue management on soil properties and sunflower yield in dual cultivation system. Iranian. J. Field. Crop. Sci. 39: 1. 11-21. (In Persian)

5.Bahari, A., Aynehband, A. and Fateh, E. 2016. Effect of different wheat residue management on forage yield and yield components of amaranth (*Amaranthus cruentus*) and mung bean (*Vigna radiate*) intercropping. Agric. Sci. Sustain. Prod. 24: 1. 1-16. (In Persian)

6.Sadeghi, H. and Kazemeini, A.R. 2007. Effect of crop residue management and nitrogen fertilizer on grain yield and yield components of two barley cultivars in rainfed conditions. Iranian. J. Field. Crop. Sci. 13: 3. 436-451. (In Persian)

7.Keshavarz, A., Kazemeini, S.A.R. and Bahrani, M.J. 2015. Wheat yield and soil properties as influenced by crops residues and nitrogen rates. Aus. J. Crop. Sci. 9: 9. 853-858.

8.Mohtadi Far, F., Aynehband, A. and Fazel, A.M. 2014. Investigation of the combination of chemical and biological fertilizers and crop residue management on yield and yield components of wheat *(Triticum aestivum)* in Ahvaz. National Conference on Agricultural Engineering and Management, Environment and Sustainable Natural Resources, Hamedan, Iran.

9.Seyedi, M., Mojaddam, M., Nejad, B.T. and Derogar, N. 2018. Study of the chemicals and biological interaction effects on quantitative and qualitative characteristics of some bread wheat cultivars in Shoushtar climatic. Qua. J. Plant. Prod. Sci. 8: 1. 1-12. (In Persian)

10.Moradi, M., Soleiman Fard, A., Nareri, R., Ghasemi, M. and Aberoman, K. 2016. Changes in agronomic traits and wheat harvest index under livestock manure and growth-promoting bacteria at different levels of nitrogen. J. Crop Physiol. 7: 28. 73-90. (In Persian)

11.Mohammad, W., Shah, S.M., Shehzadi, S. and Shah, S.A. 2012. Effect of tillage, rotation and crop residues on wheat crop productivity, fertilizer nitrogen and water use efficiency and soil organic carbon status in dry area (rainfed) of north-west Pakistan. J. Soil Sci. Plant Nut. 12: 4. 715-727.

12.Ghafori, A.A., Moghadam, P.R., Mahallati, M.N. and Khoramdel, S. 2016. Effect of organic and biofertilizers on growth indices of castor bean. J. Agroecol. 8: 1. 33-46.

13.Izan, T., Javanmard, A., Shekari, F., Sabaghi, N. and Abbasi, A. 2020. Evaluation of yield, yield components and some physiological traits of sunflower with integrative application of biological, chemical and organic fertilizers under different irrigation levels. J. Agric. Sci. Sustain. Prod. 3: 87-111.

14.Papakosta, D.K. and Gagianas, A.A. 1991. Nitrogen and dry matter accumulation, remobilization, and losses for Mediterranean wheat during grain filling. Crop. Sci. Soc. America, Agro. J. 83: 864-870.

15.Dhar, D., Datta, A., Niladri Paul, N. B., Badole, S. and Thoma, T. 2014. Residual effect of crop residues on growth, yield attributes and soil properties of wheat under rice-wheat cropping system. Ind. J. Agric. Sci. 48: 5. 373-378.

16.Hýsková, P., Hýsek, S. and Jarský, V. 2020. The utilization of crop residues as forest protection: predicting the production of wheat and rapeseed residues. Sustainability. 12: 1-10.
17.Naiyar, Md.A., Parwaiz, Md.A., Ahmad, E. and Sah, A. 2016. Effect of different residue management practices of rice on growth and yield of wheat and soil health in rice-wheat system. Int. J. Bio-res. Stress. Manag. 7: 4. 567-574.
18.Dhaliwal, S.S. 2020. Rice residue incorporation and nitrogen application: effects on yield and micronutrient transformations under rice–wheat cropping system. J. Plant Nut. 43: 18. 2697-2711.