

تأثیر مدیریت پسماندها و نظام خاک‌ورزی بر تجمع و انتقال دوباره مواد نوساختی در گندم (*Triticum aestivum* L.)

ابوالفضل فلاح هروی^۱، حمید عباس دخت^{۲*}، احمد زارع فیض آبادی^۳ و احمد غلامی^۲

۱ و ۲. دانشجوی دکتری و دانشیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهرود

۳. استاد، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مشهد

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۷/۸ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۲۹)

چکیده

به منظور بررسی تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی حفاظتی و مدیریت پسماندها (بقایا) بر ویژگی‌های فیزیولوژیکی گندم، آزمایشی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مشهد در سال زراعی ۹۳-۹۲ انجام شد. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. عامل اصلی شامل شیوه‌های مختلف خاک‌ورزی در سه سطح (خاک‌ورزی متداول، خاک‌ورزی کم و بدون خاک‌ورزی) و عامل فرعی شامل مدیریت پسماندها در سه سطح (حفظ ۰، ۳۰ و ۶۰ درصد پسماندها) بود. طول ساقه، سنبله، دمگل (پدانکل)، طول، سطح و وزن خشک برگ پرچم اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد، بیشترین مقادیر صفات یادشده در تیمار بدون خاک‌ورزی به دست آمد که به ترتیب معادل ۹۱/۱۸، ۱۰/۰۴، ۲۸/۳۷، ۲۲/۴۸ سانتی‌متر، ۲۶/۳ سانتی‌متر مربع و ۰/۱۹۴ گرم بود. اما در مدیریت پسماندها، هیچ‌کدام از صفات یادشده تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند. تأثیر نظام خاک‌ورزی و مدیریت پسماندها بر ماده خشک انتقال‌یافته از ساقه، اختصاص مواد نوساختی (فتوستزی) به سنبله، مشارکت مواد پرورده (اسیمیلات‌های) ذخیره‌ای پیش از گرده‌افشانی در پر شدن دانه و بازده انتقال دوباره معنی‌دار نبود. اثر متقابل نظام خاک‌ورزی و مدیریت پسماندها بر طول ساقه معنی‌دار شد. بیشترین عملکرد دانه در نظام بدون خاک‌ورزی (۶۹۱۲/۲ کیلوگرم در هکتار) و در پسماندهای ۶۰ درصد (۶۹۸۰/۸ کیلوگرم در هکتار) بود. آزمایش نشان داد خاک‌ورزی حفاظتی همراه با حفظ پسماندهای بیشتر روی سطح خاک موجب بهبود برخی از صفات زراعی و عملکرد گندم می‌شود و راه‌کاری برای احیاء منابع و پایداری در تولید است.

واژه‌های کلیدی: بدون خاک‌ورزی، ساقه، حفاظتی، عملکرد دانه، مواد نوساختی.

Effect of residue management and tillage system on accumulation and remobilization of assimilates in wheat (*Triticum aestivum* L.)

Abolfazl Fallah Heravi¹, Hamid Abbasdokht^{2*}, Ahmad Zarea Feizabadi³ and Ahmad Gholami²

1, 2. Ph.D. Candidate and Associate Professor, Faculty of Agriculture University of Shahrood, Iran

3. Professor, Research Center of Agricultural and Natural Resources of Mashhad, Iran

(Received: Sep. 30, 2015 - Accepted: Jan. 18, 2017)

ABSTRACT

A field experiment was conducted to evaluate the effect of different tillage methods and residue management on physiological properties of wheat at Mashhad Agricultural and Natural Resources Research center of Khorasan Razavi province in 2013-2014. This experiment was arranged in a split plot design based on randomized complete block with three replications. Main factor was tillage systems in three levels (conventional, reduced and no tillage) and sub factor was residue management in three levels (0, 30 and 60%). Length of stem, spike, peduncle, penultimate, length, weight and area of flag leaf were measured. The results showed that tillage systems had significant effect on them. The highest length of stem (91.18 cm), length of spike (10.04 cm), length of peduncle (28.37cm), length, weight and area of flag leaf (22.48 cm, 0.194g, 26.3cm²) were obtained from no-tillage method. Residue management had no significant effect on these treatments. The results showed that tillage systems and residue management had no significant effect on, dry matter transferred from the stem, partitioning assimilates to spike, present of assimilates participation storage before anthesis in seed filling, remobilization efficiency. Interaction effect tillage system and residue management had significant effect on length of stem. The highest grain yields were obtained under no-till (6912.2 kg/ha) and 60% residue treatment (6980.8 kg/ha). It is concluded that conservation tillage with more residue aboveground could improve wheat yield and some of agronomic properties and so way to revive the resources and stability of the product.

Keywords: Assimilates, conservation, grain yield, no-tillage, stem.

* Corresponding author E-mail: falahheravi@yahoo.com

مقدمه

رشد دانه گندم توسط سه منبع مواد نورساختی (فتوسنتزی) جاری تولیدشده توسط برگ‌ها و ساقه، نورساخت جاری سنبله‌ها و انتقال دوباره کربوهیدرات‌ها و ترکیب‌های نیتروژن دار موجود در اندام‌های سبز گیاه و سنبله تأمین می‌شود (Plaut *et al.*, 2004). نورساخت جاری برگ‌ها و دیگر اندام‌های سبز مانند ساقه، سنبله و همچنین انتقال دوباره مواد ذخیره‌شده در اندام‌های رویشی در مراحل پیش از گرده‌افشانی به‌عنوان منابع اصلی تولید مواد نورساختی هستند (Borras *et al.*, 2004). سهم انتقال دوباره مواد ذخیره‌ای ساقه توسط اندازه مخزن، شرایط محیط و رقم کنترل می‌شود. پس از گرده‌افشانی مهم‌ترین و قوی‌ترین مخزن، دانه‌های در حال پر شدن هستند بنابراین میزان تقاضای مخزن (دانه‌ها) مهم‌ترین مؤلفه در تعیین میزان انتقال ذخایر ساقه است (Bonnett & Incoll, 1992). نتایج آزمایش‌های Papakosta & Gagianas (1991) نشان داد، انتقال دوباره در گندم مابین ۶ تا ۷۳ درصد متغیر است. فرآیند پر شدن دانه تحت تأثیر عامل‌های ژنتیکی و محیطی تنظیم می‌شود (Saini & Westgate 2000) و سهم نسبی ذخایر ساقه به وزن کل دانه، بسته به شرایط محیط آزمایش و رقم‌های مورد استفاده، بین ۶ تا ۱۰۰ درصد متغیر است (Davidson & Chevalier, 1992). نقش نورساخت جاری در عملکرد دانه به‌عنوان یک سازوکار انتخابی است زیرا فرآیند انتقال دوباره در هر دو مرحله انباشت و انتقال مستلزم صرف انرژی است و در شرایط کافی بودن نورساخت جاری، انتقال دوباره مواد نورساختی محدود می‌شود (Naderi & Moshref, 2000). محدودیت سهم مواد پرورده جاری باعث افزایش سهم ذخایر ساقه در عملکرد دانه است (Davidson & Chevalier, 1992). ساقه و غلاف برگ‌ها محل ذخیره مواد نورساختی هستند و بیشترین ذخیره‌سازی کربوهیدرات‌های گندم در میانگرمه‌های دمگل (پدانکل) و پنالیمیت (دومین میانگرمه از بالای ساقه) وجود دارد (Wardlow & Wilenbrink, 1994). دیگر پژوهشگران (Mirtaheri *et al.*, 2010; Yang & Zang, 2006) در نتایج بررسی‌های خود گزارش کردند، تولید مواد نورساختی جاری گیاه ممکن است به دلایل مختلف و در

نتیجه کاهش هدایت روزنه‌ای و جذب و ساخت (آسمیلاسیون) دی‌اکسید کربن، کاهش یابد که در چنین شرایطی کربوهیدرات‌های ذخیره‌ای به‌عنوان یکی از عمده‌ترین راه‌های جبران کاهش در نورساخت جاری گیاه است. سهم مواد نورساختی دانه از پیش از گلدهی به‌صورت کارایی تبدیل ماده انتقالی (انتقال دوباره) به دانه تعریف می‌شود (Ebadi *et al.*, 2011). عملیات خاک‌ورزی ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی (بیولوژیکی) خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Mathew *et al.*, 2012). روش‌های کشاورزی حفاظتی موجب بهبود فرآیندهای زیستی طبیعی در زیر و روی خاک می‌شود (Verhulst *et al.*, 2011). محققان چندی از جمله Halvorson *et al.* (2002)، Wilkins *et al.* (2002) و Patino-Zuniga *et al.* (2009) در نتایج بررسی‌های خود اعلام داشتند کاهش خاک‌ورزی همراه با حفظ بقایا روی سطح خاک باعث افزایش ماده آلی خاک می‌شود. آزمایش‌ها نشان داد، خاک‌ورزی حفاظتی و حفظ پسماندها نه تنها تشکیل خاکدانه‌ها را افزایش می‌دهد بلکه از شکسته شدن خاکدانه‌ها نیز جلوگیری می‌کند و خاک‌ورزی به‌طور مستقیم توسط ابزارهای خاک‌ورزی و غیرمستقیم توسط نبود پسماندها در روی خاک موجب تخریب فیزیکی ساختار خاک می‌شود (Verhulst *et al.*, 2011; Lichter *et al.*, 2008). نظام بدون خاک‌ورزی تردد روی زمین و فشردگی آن را کاهش می‌دهد (Hobbs *et al.*, 2008). در ارزیابی انتقال دوباره مواد نورساختی گندم اعلام شد در شرایط کمبود آب، میزان انتقال ماده خشک ذخیره‌شده دمگل از ۴۳ تا ۱۷۱ میلی‌گرم، میانگرمه زیرین آن ۸۱ تا ۲۷۲ و گره‌های پایین ساقه ۱۹۸ تا ۴۷۴ میلی‌گرم متغیر بود (Ehdaie *et al.*, 2006 b). کاهش عملکرد دانه در شرایط تنش رطوبتی می‌تواند به علت کاهش اندازه منبع (برگ‌ها و ساقه‌ها)، ظرفیت مخزن فیزیولوژیک (شمار یاخته‌های داندرون یا آندوسپرم و فعالیت آنزیمی دانه) و یا هر دو مورد باشد (Emam, 2007). انتقال دوباره ذخایر در شرایط غیرمطلوب در مقایسه با شرایط بهینه اهمیت نسبی آن افزایش می‌یابد (Austin *et al.*, 1980). نسبت به خاک‌ورزی متداول در نظام بدون خاک‌ورزی با حفظ پسماندها تبخیر کاهش و نفوذپذیری خاک، آب

کامل تصادفی با نه تیمار در سه تکرار به اجرا درآمد. در تیمار بدون خاک‌ورزی، با بذرکار کشت مستقیم، عملیات کاشت انجام شد. در روش کم خاک‌ورزی یک نوبت چیزل پکر استفاده و آنگاه برای کشت از بذرکار استفاده شد. در روش متداول، خاک‌ورزی توسط گاوآهن برگرداندار و دیسک اجرا و آنگاه کشت با بذرکار انجام شد. تاریخ کشت پانزدهم آبان ماه بود. به‌منظور محاسبه میزان پسماندها در تیمارهای مختلف، چندین نمونه برای تعیین پسماندهای موجود در ۱ مترمربع زمین پس از برداشت محصول (ذرت علوفه‌ای رقم سینگل کراس ۷۰۴ و برداشت در ۲۱ شهریور) انجام و میزان ۳۰ و ۶۰ درصد آن محاسبه شد که میزان مورد نظر برای هر تیمار در سطح زمین نگهداری و همچنین برای تیمار بدون پسماندها نیز همه پسماندها از سطح زمین گردآوری شد. از رقم گندم پاریسی برای کشت استفاده شد. ابعاد هر کرت فرعی آزمایشی ۱۲×۳۰ متر (۳۶۰ مترمربع) با ۷۰ ردیف کشت و فاصله بین ردیف‌ها ۱۷ سانتی‌متر بود. همچنین بین هر دو کرت آزمایشی، ۱ متر فاصله در نظر گرفته شد. مساحت هر کرت اصلی ۱۰۸۰ مترمربع و مساحت کل آزمایش ۹۷۲۰ مترمربع بود. خلاصه آمار هواشناسی منطقه در جدول ۱ بیان شده است.

سامانه آبیاری، تحت فشار و با استفاده از لوله‌های نواری تیپ بود. میزان کود مصرفی بر پایه نتایج اولیه تجزیه خاک و برای همه تیمارها یکنواخت بود. یک‌سوم کود نیتروژن و همه کود فسفر و پتاسیم مورد نیاز همزمان با کاشت و مابقی کود نیتروژن در دو مرحله ابتدای ساقه رفتن و ابتدای ظهور سنبله مصرف شد. پیش از انجام آزمایش از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌گیری انجام و به‌منظور تعیین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی به آزمایشگاه ارسال شد. ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۲ نشان داده شده است.

قابل‌دسترس و ظرفیت نگهداری آب در خاک افزایش پیدا کرد (Patino-Zuniga *et al.*, 2009; Baker & Saxton, 2007). پوشش زمین تنوع زیستی را نه تنها در بخش‌های زیرین بلکه در بخش‌های زیرین خاک نیز افزایش می‌دهد (Hobbs *et al.*, 2008). افزایش ماده آلی خاک، فشردگی خاک را از راه ارتقاء مقاومت به تغییر شکل و به جهت افزایش انعطاف‌پذیری خاک، کاهش داد (Entry *et al.*, 1996). Le Roux *et al.* (2008) اظهار داشتند در مقایسه با تغییرپذیری سریع در ویژگی‌های زیستی که پس از تخریب خاک رخ می‌دهد تغییرپذیری در ویژگی‌های فیزیکی با سرعت کمتری انجام می‌شود. هدف از این پژوهش بررسی تأثیر روش‌های کشاورزی حفاظتی و تعیین اثر عملیات مختلف خاک‌ورزی و مدیریت پسماندها بر وضعیت تجمع، انتقال مواد نورساختی و عملکرد گندم بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۹۳-۹۲ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی طرق مشهد با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۳ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۴۰ دقیقه شرقی با ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا به اجرا درآمد. بافت خاک لومی و بر پایه تقسیم‌بندی آمبرژه در منطقه خشک و سرد قرار داشت. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از: الف) شیوه‌های مختلف خاک‌ورزی در سه سطح شامل: ۱- شیوه متداول خاک‌ورزی (خاک‌ورزی + دیسک + تسطیح + کاشت با بذرکار)، ۲- خاک‌ورزی کاهش‌یافته (چیزل پکر + کاشت با بذرکار) و ۳- بدون خاک‌ورزی (کاشت مستقیم با بذرکار) در کرت‌های اصلی و ب) مدیریت پسماندهای گیاهی در سه سطح شامل: ۱- بدون پسماندها، ۲- حفظ ۳۰ درصد پسماندها و ۳- حفظ ۶۰ درصد پسماندهای گیاهی در کرت‌های فرعی قرار داده شدند. آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های

جدول ۱. آمار هواشناسی منطقه

Table 1. Statistics local meteorological

| Crop year | Mean annual rainfall (mm) | Mean annual temperature (°C) | Mean maximum temperatures (°C) | Mean minimum temperatures (°C) | Mean relative humidity (%) |
|-----------|---------------------------|------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| 2013-2014 | 201.2 | 15.7 | 22.5 | 8.7 | 44.3 |
| Long time | 254.3 | 14.8 | 21.8 | 8.1 | 55 |

جدول ۲. نتایج تجزیه خاک محل آزمایش
Table 2. Analysis of the soil of experimental farm

| Texture | P (mg kg ⁻¹) | N (g kg ⁻¹) | K (g kg ⁻¹) | Organic matter (g kg ⁻¹) | pH | EC* (dS/m) |
|---------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|---|-----|---------------|
| Loam | 6.5 | 0.6 | 0.185 | 4.6 | 7.9 | 1.07 |

*EC: Electrical conductivity of the saturation extract

EC: هدایت الکتریکی عصاره اشباع

= اختصاص مواد نورساختی به سنبله

$$100 \times \frac{\text{بیشترین وزن خشک سنبله در مرحله گرده‌افشانی}}{\text{بیشترین وزن خشک ساقه در گرده‌افشانی}}$$

در مرحله رسیدگی ۲ مترمربع از هر کرت برداشت و سپس وزن کل و وزن دانه‌ها اندازه‌گیری شد. تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۱ و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

طول ساقه

روش‌های مختلف خاک‌ورزی موجب بروز اختلاف معنی‌داری در طول ساقه شدند (جدول ۳). با کاهش شدت خاک‌ورزی، طول ساقه گندم افزایش یافت به طوری که میزان طول ساقه در روش بدون خاک‌ورزی، خاک‌ورزی کم و خاک‌ورزی متداول به ترتیب برابر ۹۱/۱۸، ۸۳/۹۴ و ۸۱/۹۲ سانتی‌متر بود (جدول ۵). میزان پسماندها تأثیر معنی‌داری بر طول ساقه نداشت اما اثر متقابل خاک‌ورزی و میزان پسماندها بر طول ساقه معنی‌دار شد (جدول ۳). بیشترین میزان در تیمار بدون خاک‌ورزی در هر سه میزان پسماندها به دست آمد که اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نیز نداشتند و کمترین میزان در روش خاک‌ورزی متداول با پسماندهای ۳۰ درصد بود (جدول ۶). احتمال دارد به هم نزدن خاک و ثبات سطح خاک موجب حفظ رطوبت بیشتر باشد. تردد نداشتن زیاد و کاهش تردد باعث کاهش فشردگی خاک و بهبود وضعیت خلل و فرج و همچنین بهبود وضعیت رطوبتی و تهویه خاک شده که این امر امکان فعالیت زیستی بیشتری را نیز فراهم کرد و باعث امکان توسعه بهتر ریشه و جذب بیشتر آب و مواد غذایی را فراهم کرد که توسعه تاج‌پوشش (کانوبی) و رشد بیشتر ساقه را به

میزان بذر مصرفی بر پایه تراکم ۴۵۰ بذر در مترمربع و با توجه به وزن هزاردانه ۴۰ گرم، میزان بذر مورد نیاز برای ۱ مترمربع ۱۸ گرم و برای یک هکتار ۱۸۰ کیلوگرم تعیین شد. علف‌های هرز با استفاده از علف‌کش توفوردی پیش از ساقه‌دهی کنترل شدند. شمار بیست ساقه از هر کرت در دو مرحله گرده‌افشانی (پرچم در ۵۰ درصد سنبله‌ها از قسمت میانی سنبله خارج شده بود) و در مرحله رسیدگی کف بر شدند. هر ساقه به سه قسمت دمگل، پنالتیمیت و میانگره‌های زیرین تقسیم و طول و وزن تر آن‌ها و طول و وزن تر سنبله اندازه‌گیری شد. همچنین بیست برگ پرچم از هر کرت انتخاب و طول، سطح و وزن آن‌ها اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری سطح برگ با استفاده از دستگاه دیجیتالی (USA LI-3100C Area meter lincoln Nebraska) انجام شد و برای تعیین وزن خشک، نمونه‌ها ۴۸ ساعت در آون ۷۲ درجه سلسیوس قرار داده شدند و سپس با ترازوی دیجیتالی (با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم) وزن شدند. برای محاسبه انتقال دوباره از رابطه‌های زیر استفاده شد (Ehdaie & Wanies, 1996).

= انتقال دوباره مواد ذخیره‌ای از ساقه به دانه
 وزن خشک ساقه در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک -

بیشترین وزن خشک ساقه در گرده‌افشانی

= کارایی انتقال دوباره

$$100 \times \frac{\text{میزان انتقال دوباره}}{\text{بیشترین وزن خشک ساقه در گرده‌افشانی}}$$

(Papakosta & Gagianas, 1991)

= مشارکت مواد پرورده ذخیره‌ای

پیش از گرده‌افشانی در پر شدن دانه

$$100 \times \frac{\text{میزان انتقال دوباره}}{\text{عملکرد دانه (وزن دانه در سنبله)}}$$

(Niu et al., 1993)

از ساقه به دانه برجسته‌تر از دیگر عامل‌های دخیل در ثبات عملکرد هستند. کاهش وزن هر یک از اجزای ساقه پس از گرده‌افشانی، نشان‌دهنده انتقال قندهای محلول موجود در آن‌ها به سوی دانه‌های در حال رشد است (Ehdaie *et al.*, 2006 b).

طول دمگل

روش‌های مختلف خاک‌ورزی تأثیر معنی‌داری بر طول دمگل داشت (جدول ۳). بیشترین طول دمگل مربوط به روش بدون خاک‌ورزی با ۲۸/۳۷ سانتی‌متر بود (جدول ۵). به نظر می‌رسد کاهش شمار عملیات خاک‌ورزی انجام‌شده به احتمال موجب کاهش فشردگی، بهبود نفوذپذیری و افزایش میزان رطوبت خاک شد و شرایط مناسب‌تر برای رشد گیاه را فراهم کرد که بر طول دمگل نیز مؤثر بوده است. تأثیر میزان پسماندها و اثر متقابل روش‌های خاک‌ورزی و میزان پسماندها بر طول دمگل معنی‌دار نشد (جدول ۳). هرچند در این آزمایش میزان پسماندها نتوانست تأثیر معنی‌داری بر طول دمگل داشته باشد اما در زمینه تیمارهای خاک‌ورزی نتایج این تحقیق با یافته‌های El-Monayeri *et al.* (1983) که اظهار داشتند افزایش آب قابل‌دسترس موجب افزایش طول میانگره‌های ساقه و ارتفاع بوته شد، همخوانی دارد. همچنین محققان به کاهش ارتفاع بوته و طول میانگره‌ها در نتیجه کمبود آب اشاره کردند (Tousi-mojarrad & Ghannadha, 2006). میزان قند محلول منتقل‌شده از میانگره ماقبل آخر به دانه‌های در حال رشد به‌طور معنی‌داری بیشتر از میانگره آخر بود (Wardlaw & Willenbrink, 1994). حفظ پسماندها روی سطح خاک ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک را تحت تأثیر قرار داد، دمای اوج خاک ۴ درجه سلسیوس کاهش و آب قابل‌دسترس افزایش یافت (Buerkert *et al.*, 2000). در ارزیابی انتقال دوباره مواد نورساختی گندم اعلام شد در شرایط کمبود آب، میزان انتقال ماده خشک ذخیره‌شده دمگل از ۴۳ تا ۱۷۱ میلی‌گرم، میانگره زیرین آن ۸۱ تا ۲۷۲ و گره‌های پایین ساقه ۱۹۸ تا ۴۷۴ میلی‌گرم متغیر بود (Ehdaie *et al.*, 2006b). بیشترین ذخیره‌سازی کربوهیدرات‌های گندم در میانگره‌های دمگل و پنالتیمیت وجود دارد (Wardlaw & Willenbrink, 1994).

دنبال داشته است و در اثر متقابل تیمارها، هنگامی که میزان پسماندهای متوسط (۳۰ درصد) با کاهش خاک‌ورزی همراه شد، تأثیر آن در طول ساقه مشهودتر شد. در این زمینه El-Monayeri *et al.* (1983) در نتایج بررسی‌های خود گزارش کردند افزایش آب قابل‌دسترس موجب افزایش طول میانگره‌های ساقه شد. برخی از رقم‌های گندم با نگهداری کربوهیدرات‌ها در ساقه خود باعث تنظیم اسمزی و در نتیجه جذب آب شده که منجر به کاهش انتقال دوباره می‌شوند (Plaut *et al.*, 2004). نتایج دیگر تحقیقات نشان داد توانایی ذخیره‌سازی کربوهیدرات در ساقه بستگی به وزن مخصوص ساقه و طول ساقه داشته و شرایط محیطی پیش و پس از گرده‌افشانی تا مرحله خطی رشد دانه بر میزان تجمع کربوهیدرات در ساقه تأثیرگذار است (Takahashi *et al.*, 2001). Alvear *et al.* (2005) و Ceja-Navarro *et al.* (2010) در یافته‌های خود اعلام کردند عملیات خاک‌ورزی کاهش یافته همراه با حفظ پسماندها، ساختار خاک و زیست‌توده میکروبی آن را بهبود و حاصل‌خیزی خاک را افزایش داد.

طول سنبله

روش‌های مختلف خاک‌ورزی باعث بروز تفاوت معنی‌داری در طول سنبله شد (جدول ۳). طول سنبله در روش بدون خاک‌ورزی، خاک‌ورزی کم و خاک‌ورزی متداول به ترتیب ۱۰/۰۴، ۸/۸۳ و ۸/۶۴ سانتی‌متر به دست آمد (جدول ۵). تأثیر میزان پسماندها و اثر متقابل خاک‌ورزی و میزان پسماندها بر طول سنبله معنی‌دار نشد (جدول ۳). بدون خاک‌ورزی به احتمال موجب کاهش تبخیر و افزایش ذخیره رطوبت و کاهش فرسایش شده همچنین تردد کمتر، کاهش فشردگی و افزایش رطوبت خاک موجب تعدیل دمای آن و جلوگیری از افزایش دما شده است. وجود رطوبت کافی و دما و تهویه مطلوب موجب بهبود رشد ریشه و اندام‌های هوایی و افزایش نورساخت و سهم سنبله شده است. کمبود رطوبت در شرایطی مانند عملیات خاک‌ورزی غیرحفاظتی نورساخت جاری را تحت تأثیر قرار می‌دهد در این وضعیت، نورساخت سنبله (Araus *et al.*, 1998) و انتقال دوباره کربوهیدرات‌ها (Royo & Blanco, 1999)

طول، سطح و وزن خشک برگ پرچم

روش‌های مختلف خاک‌ورزی تأثیر معنی‌داری بر طول، سطح و وزن خشک برگ پرچم داشت (جدول ۳). بیشترین میزان صفات یادشده در روش بدون خاک‌ورزی و به ترتیب ۲۲/۴۸ سانتی‌متر، ۲۶/۳ سانتی‌متر مربع و ۰/۱۹۴ گرم بود (جدول ۵). تأثیر میزان پسماندها و اثر متقابل خاک‌ورزی و میزان پسماندها بر طول، سطح و وزن خشک برگ پرچم معنی‌دار نشد (جدول ۳) به‌نظر می‌رسد کاهش فشردگی خاک، افزایش نفوذپذیری، افزایش فعالیت ریزجانداران (میکروارگانیسم‌ها) و گرم‌های خاکی، ازدیاد خلل و فرج و کاهش تبخیر از سطح خاک موجب بهبود وضعیت آب و کیفیت خاک شد. آب قابل‌دسترس بیشتر موجب افزایش هدایت روزنه‌ای و تبادل بیشتر گازهای درون‌یاخته‌ای بوده که خود باعث افزایش نورساخت، رشد و افزایش سطح برگ شد. افزایش سطح برگ پرچم نیز موجب افزایش دریافت تشعشع توسط پوشش گیاهی و افزایش نورساخت و رشد شد. Yang & Zang (2006) در نتایج بررسی‌های خود بیان داشتند پس از گلدهی، نورساخت جاری به‌عنوان منبع پر شدن دانه به سطح سبز دریافت‌کننده نور بستگی دارد که این منبع به‌طور معمول، به واسطهٔ پیری طبیعی و تأثیر تنش‌های مختلف در دورهٔ پر شدن دانه کاهش می‌یابد در همان حال به دلیل رشد دانه‌ها، تقاضای مخزن برای مواد نورساختی افزایش یافته و در چنین حالتی مواد پروردهٔ ذخیره‌ای، یکی از منابع تأمین‌کنندهٔ مواد نورساختی و یکی از سازوکارهای جبرانی کاهش منابع نورساختی به‌شمار می‌آید. Austin *et al.* (1980) نیز در نتایج بررسی‌های خود اظهار کردند برگ پرچم به‌طور معمول بیشترین سهم را در تولید مواد نورساختی دانه دارد، به‌طوری‌که حدود ۶۰ درصد قندهای دانه از نورساخت برگ پرچم تأمین می‌شود.

مادهٔ خشک انتقال‌یافته از ساقه به دانه

تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و میزان پسماندها و همچنین اثر متقابل آن‌ها بر میزان مادهٔ خشک انتقال‌یافته از ساقه معنی‌دار نبود (جدول ۴). نتایج نشان می‌دهند که میزان نورساخت جاری برای پر شدن مخزن در روش‌های خاک‌ورزی و تیمارهای پسماندها کفایت کرده و نیازی به انتقال دوباره که

فرآیندی انرژی‌بر است نبوده ولی شرایط مطلوب‌تر در تیمار بدون خاک‌ورزی همراه با حفظ پسماندهای بیشتر (۶۰ درصد) به‌احتمال باعث دوام سطح سبز و افزایش میزان نورساخت جاری نسبت به تیمار خاک‌ورزی متداول، خاک‌ورزی کم و همچنین پسماندهای ۳۰ درصد و بدون پسماندها شد (با توجه به عملکرد بیشتر در تیمارهای بدون خاک‌ورزی و پسماندهای ۶۰ درصد). سهم انتقال دوبارهٔ مواد ذخیره‌ای ساقه یا درصد ذخایر ساقه نسبت به وزن کل دانه افزون بر اندازهٔ مخزن و رقم توسط شرایط محیطی (مانند نظام خاک‌ورزی) نیز کنترل می‌شود (Bonnett & Incoll, 1992). انتقال دوبارهٔ مواد نورساختی یکی از عمده‌ترین راه‌های جبران کاهش نورساخت جاری است (Mirtaheri *et al.*, 2010). سهم نسبی ذخایر ساقه به وزن کل دانه، بسته به شرایط محیط آزمایش و رقم‌های مورد استفاده، به‌طور میانگین بین ۶ تا ۱۰۰ درصد متغیر است (Davidson & Chevalier, 1992). در شرایط فاریاب و تنش خشکی بیشترین ذخیره‌سازی و انتقال دوبارهٔ مربوط به میانگرم‌های پایین بوده و میانگرم‌های پنالتیمیت (دومین میانگرم از بالای ساقه) و دمگل (نخستین میانگرم از بالای ساقه) در رتبه‌های بعدی بودند (Ehdaie *et al.*, 2006a). گزارش شده است افزایش نسبت مخزن به منبع در گندم تأثیری در میزان انتقال دوباره ندارد (Ahmadi *et al.*, 2009). کارایی انتقال مادهٔ خشک، به وزن خشک ساقه در گرده‌افشانی بستگی دارد و وزن خشک بیشتر ساقه در گرده‌افشانی، به سهم بیشتر مادهٔ خشک انتقال‌یافته از آن به دانه‌ها منتهی می‌شود (Papakosta & Gagianas, 1991). خاک‌ورزی فشرده، تجزیهٔ پسماندها را سریع و مادهٔ آلی خاک را کاهش داد (Reeves *et al.*, 1992). نگهداری پسماندها روی سطح خاک موجب بهبود ساختار و کیفیت خاک، افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک و حفظ رطوبت آن شد (Reeves *et al.*, 1992; Sessiz & Gursoy, 2010). نتایج نشان داد، مخلوط کردن پسماندها با خاک در خاک‌ورزی متداول در مقایسه با حفظ پسماندها در بدون خاک‌ورزی عملیاتی است که تأثیر کمتری بر حفاظت خاک دارد (Govaerts *et al.*, 2009).

جدول ۳. میانگین مربعات تجزیه واریانس برای صفات اندازه‌گیری شده در عملیات خاک‌ورزی و مدیریت پسماندها

Table 3. Mean-square of variance analysis of measured traits affected by the tillage operation and the crop residues management

| S.O.V | df | Yield | Length of Stem | Length of Spike | Length of Peduncle | Flag Leaf | | |
|-------------------------|----|------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------|--------------------|----------------------|
| | | | | | | Length | Area | Dry Weight |
| R | 2 | 77761.5 ^{ns} | 3.41 ^{ns} | 0.379 ^{ns} | 0.918 ^{ns} | 7.2 ^{ns} | 10.3 ^{ns} | 0.0001 ^{ns} |
| Tillage | 2 | 717501.2* | 213.66** | 5.193** | 32.75** | 18.2* | 50.2** | 0.003 ^{ns} |
| Main error | 4 | 65666 | 11.36 | 0.599 | 4.32 | 1.23 | 1.73 | 0.0005 |
| Crop residues | 2 | 1202185** | 19.65 ^{ns} | 0.193 ^{ns} | 1.55 ^{ns} | 0.7 ^{ns} | 1.84 ^{ns} | 0.001 ^{ns} |
| Tillage × crop residues | 4 | 100428.1 ^{ns} | 69.04** | 0.995 ^{ns} | 4.4 ^{ns} | 2.7 ^{ns} | 3.96 ^{ns} | 0.0006 ^{ns} |
| Sub error | 12 | 140695.9 | 12.71 | 0.487 | 1.64 | 2.89 | 3.6 | 0.001 |
| CV (%) | | 5.68 | 3.5 | 0.69 | 1.28 | 1.7 | 2.45 | 0.03 |

***, **, * ns: معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و عدم اختلاف معنی‌دار.

S.O.V: منابع تغییر، df: درجه آزادی، R: تکرار.

**, *, ns: Significantly difference at 1 and 5% at probability levels and non-significantly difference, respectively.

S.O.V: Source of variation; df: Degrees of freedom; R: Replication

جدول ۴. میانگین مربعات تجزیه واریانس برای صفات اندازه‌گیری شده در عملیات خاک‌ورزی و مدیریت پسماندها

Table 4. Mean-square of variance analysis of measured traits affected by the tillage operation and the crop residues management

| S.O.V | df | Dry matter transferred from the stem | Remobilization efficiency | Partitioning assimilates to spike | Present of assimilates participation storage before anthesis in seed filling |
|-------------------------|----|--------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|--|
| | | | | | |
| R | 2 | 0.005 ^{ns} | 46.62 ^{ns} | 14.4 ^{ns} | 114.39 ^{ns} |
| Tillage | 2 | 0.033 ^{ns} | 185.93 ^{ns} | 44.48 ^{ns} | 215.6 ^{ns} |
| Main error | 4 | 0.029 | 58.3 | 24.24 | 106.75 |
| Crop residues | 2 | 0.001 ^{ns} | 4.59 ^{ns} | 55.08 ^{ns} | 4.34 ^{ns} |
| Tillage × crop residues | 4 | 0.021 ^{ns} | 67.28 ^{ns} | 28.8 ^{ns} | 70.38 ^{ns} |
| Sub error | 12 | 0.027 | 61.71 | 27.67 | 77.18 |

***, **, * ns: معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و عدم اختلاف معنی‌دار.

S.O.V: منابع تغییر، df: درجه آزادی، R: تکرار.

**, *, ns: Significantly difference at 1 and 5% at probability levels and non-significantly difference, respectively.

S.O.V: Source of variation; df: Degrees of freedom; R: Replication

اختصاص مواد نورساختی به سنبله

روش‌های مختلف خاک‌ورزی و میزان پسماندها تأثیر معنی‌داری بر اختصاص مواد نورساختی به سنبله نداشت (جدول ۴). به‌رغم معنی‌دار نشدن اختصاص مواد نورساختی به سنبله، این میزان در روش بدون خاک‌ورزی ۵۵/۰۷ درصد بود که ۸/۷ درصد بیشتر از خاک‌ورزی متداول (۵۰/۶۴ درصد) بود (جدول ۵). همچنین در پسماندهای بیشتر وضعیت همسانی نسبت به بدون پسماندها وجود داشت. فراهمی شرایط مناسب رشدی گیاه در بدون خاک‌ورزی و میزان پسماندهای بیشتر موجب ایجاد مخزن قوی‌تر شد و مخزن قوی‌تر موجب شد که منبع هم سهم بیشتری را نسبت به مابقی تیمارها به آن‌ها اختصاص دهد. با توجه به عملکرد بیشتر روش بدون خاک‌ورزی نتایج این آزمایش با یافته‌های Naderi & Moshref (2000) که اعلام کردند در شرایطی که مواد ناشی از نورساخت جاری برای پر شدن دانه کافی باشد، جریان حرکت و

انتقال دوباره مواد نورساختی محدود می‌شود، همخوانی دارد زیرا مابین روش‌های مختلف خاک‌ورزی با میزان ماده انتقال یافته یکسان از ساقه به دانه، روش بدون خاک‌ورزی عملکرد بیشتر و معنی‌داری نسبت به دیگر روش‌های خاک‌ورزی داشت که به احتمال نشان از کافی بودن نورساخت جاری آن است و همچنین نتایج این تحقیق با یافته‌های Papakosta & Gagianas (1991) که گزارش کردند دوباره در گندم مابین ۶ تا ۷۳ درصد متغیر است، همخوانی دارد. تجمع مواد نورساختی در ساقه گندم تا زمان رشد خطی دانه (۱۵ روز پس از گرده‌افشانی) ادامه و از این مرحله به بعد به دلیل انتقال دوباره به مخزن‌ها کاهش می‌یابد (Schynder, 1993). با کاهش نورساخت جاری، میزان ماده خشک انتقال یافته و بازدهی انتقال دوباره ماده خشک و درصد انتقال دوباره ماده خشک به ترتیب ۴۴ درصد و ۶۰/۸ درصد کاهش و ۴۳/۱ درصد نسبت به نورساخت جاری افزایش یافت

دانه در شرایط تنش رطوبتی می‌تواند به علت کاهش اندازه منبع (برگ‌ها و ساقه‌ها)، ظرفیت مخزن فیزیولوژیک (شمار یاخته‌های داندرون و فعالیت آنزیمی دانه) و یا هر دو مورد باشد (Emam, 2007).

عملکرد دانه

تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر عملکرد دانه معنی‌دار شد (جدول ۳). روش بدون خاک‌ورزی بیشترین میزان عملکرد (۶۹۱۲/۲ کیلوگرم در هکتار) را داشت که به میزان ۶/۵ درصد بیشتر از عملکرد در روش کمینه خاک‌ورزی (۶۴۸۸/۸ کیلوگرم در هکتار) و ۸/۴ درصد بیش از خاک‌ورزی متداول (۶۳۷۶/۹ کیلوگرم در هکتار) بود (جدول ۵). با توجه به کاهش هزینه‌های تولید شامل آماده‌سازی، انرژی و ... در روش بدون خاک‌ورزی، در صورت افزایش نیافتن تولید نیز، این روش می‌تواند توجیه داشته باشد. به دلیل نیاز به زمان برای احیاء و بهبود کیفیت خاک، ماده آلی خاک، فعالیت ریزجانداران، تخلخل و ... بدون افزایش زیاد در عملکرد در سال‌های اولیه، منطقی به نظر می‌رسد، و حتی در صورت مساوی بودن عملکرد نیز بدون خاک‌ورزی مزیت نسبی بیشتری دارد. در روش بدون خاک‌ورزی کاهش تردد ماشین و ادوات کشاورزی، کاهش فشردگی، افزایش تخلخل و همچنین بدون بهم زدن خاک و کاهش پودر شدن خاک و کاهش سله بستن و ذخیره آب بیشتر موجب تسریع در جوانه‌زنی، سبز، استقرار گیاه و شاخص سطح برگ بیشتر شد. همچنین این روش شرایط مناسب‌تری را برای فعالیت ریزجانداران و جانداران خاکی فراهم کرد و حفظ خلل و فرج ایجادشده توسط کرم‌های خاکی افزون بر ایجاد شرایط مناسب برای فعالیت ریزجانداران و فعالیت‌های زیستی، باعث توسعه ریشه‌ها نیز شد و افزایش فعالیت اندام‌های هوایی (بالای خاک) و زیرزمینی (زیر خاک) گیاه موجب استفاده بهتر از منابع تولید توسط گیاه در روش بدون خاک‌ورزی و افزایش عملکرد شد. تأثیر میزان پسماندها بر عملکرد دانه معنی‌دار شد (جدول ۳). بیشترین میزان عملکرد مربوط به تیمار با پسماندهای ۶۰ درصد به میزان ۶۹۸۰/۸ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۵). اثر متقابل خاک‌ورزی و میزان

(Ezatahmadi *et al.*, 2011). پژوهشگران در آزمایش روش‌های خاک‌ورزی و مدیریت پسماندها اعلام داشتند کشت بدون خاک‌ورزی با پسماندها نسبت به خاک‌ورزی متداول موجب شد، مقاومت به نفوذپذیری خاک در میزان پسماندهای بیشتر، کاهش یابد همچنین منجر به افزایش نفوذپذیری آب در خاک شد و میزان نفوذپذیری خاک، کرم‌های خاکی و پایداری خاکدانه‌ها در خاک‌ورزی حفاظتی به‌طور معنی‌داری نسبت به خاک‌ورزی متداول بیشتر بود (Fuentes *et al.*, 2009; Lichter *et al.*, 2008; Thierfelder & Wall, 2010).

مشارکت مواد پرورده ذخیره‌ای پیش از گرده‌افشانی

در پر شدن دانه

تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و میزان پسماندها بر مشارکت مواد پرورده (اسیمیلات‌های) ذخیره‌ای پیش از گرده‌افشانی در پر شدن دانه معنی‌دار نشد (جدول ۴). درصد مشارکت مواد پرورده ذخیره‌ای پیش از گرده‌افشانی در پر شدن دانه در بدون خاک‌ورزی، کم خاک‌ورزی و خاک‌ورزی متداول به ترتیب ۱۳/۸، ۲۰/۴۸ و ۲۳/۳۳ درصد بود (جدول ۵). با توجه به عملکرد بیشتر و معنی‌دار در روش بدون خاک‌ورزی همراه با میزان پسماندهای بیشتر و معنی‌دار نشدن مشارکت مواد پرورده ذخیره‌ای پیش از گرده‌افشانی در پر شدن دانه و به احتمال شرایط مناسب فراهم‌شده برای نورساخت جاری موجب شد که گیاه برای تأمین مخازن و پر کردن دانه‌ها، سهم عمده نیاز خود را از راه نورساخت جاری تأمین کند. سهم ذخایر ساقه در پر کردن دانه گندم را Wardlow & Wilenbrink (1994) ۵ تا ۱۵ درصد و Robertson & Giunta (1994) ۱۰ تا ۱۲ درصد اعلام داشتند. Davidson & Chevalier (1992) نیز اظهار داشتند در شرایطی که محدودیتی در مواد پرورده جاری وجود نداشته باشد سهم ذخایر ساقه در عملکرد گندم از ۱۰ درصد در شرایط معمول تا بیش از ۴۰ درصد در شرایط غیرمعمول می‌رسد. سهم انتقال مواد نورساختی پیش از گل‌دهی به دانه، بستگی به میزان ماده‌ای دارد که مابین گلدهی و رسیدگی به دانه انتقال می‌یابد (Ebadi *et al.*, 2011). کاهش عملکرد

سرمایی کاست. نتایج این آزمایش با یافته‌های (2011) Verhulst *et al.* و (2006) Tarkalsona *et al.* که اعلام کردند عملیات بدون خاک‌ورزی با حفظ پسماندها در مقایسه با خاک‌ورزی متداول منجر به افزایش عملکرد گندم شد همخوانی دارد. همچنین این نتایج با گزارش‌های محققان دیگر که ارتباط عملکرد با انتقال دوباره را معنی‌دار ندانستند، هماهنگ است (Jodi *et al.*, 2010; Blum *et al.*, 1994; Mojtabaie *et al.*, 2013). انتقال دوباره فرآیندی انرژی‌خواه و پرهزینه است که برای جلوگیری از کاهش بیشتر عملکرد به وسیله گیاه استفاده می‌شود (Blum, 1988). انتقال دوباره ذخایر در شرایط غیرمطلوب در مقایسه با شرایط مطلوب اهمیت نسبی آن افزایش می‌یابد (Austin *et al.*, 1980).

پسماندها بر عملکرد دانه معنی‌دار نشد (جدول ۳). حفظ پسماندها در سطح خاک موجب تعدیل دمای خاک، دمای خنک‌تر خاک در تابستان و گرم‌تر در زمستان شد. همچنین موجب حفظ رطوبت و مانع تبخیر از سطح خاک و آب قابل‌دسترس بیشتر برای گیاه شد و باعث تسریع در جوانه‌زنی و استقرار و رشد سریع‌تر شد. تخلخل و تهویه مطلوب‌تر خاک و رشد بهتر ریشه‌ها و حفظ پسماندها شرایط را برای فعالیت ریزجانداران و کرم‌های خاکی فراهم کرد و موجب بهبود وضعیت مواد آلی شد. وجود پسماندها بازدارنده برخورد قطره‌های باران به ذرات خاک و پراکنده نشدن آنها شد. نفوذپذیری خاک افزایش و فرسایش کاهش یافت. وجود پسماندها بازدارنده تغییر شدید دمایی در سطح خاک شد و از آسیب و زیان سرمازدگی و تنش

جدول ۵. تأثیر نظام خاک‌ورزی و مدیریت پسماندها بر عملکرد دانه و صفات‌های اندازه‌گیری شده

Table 5. Impact of tillage system and crop residue management on measured traits and grain yield

| Treatments | Yield (kg.ha ⁻¹) | DMT* (g/plant) | PAS* (%) | APSF* (%) | RE* (%) | Length of Stem (cm) | Length of Spike (cm) | Length of Peduncle (cm) | Flag Leaf | | |
|------------|------------------------------|----------------|----------|-----------|---------|---------------------|----------------------|-------------------------|-------------|-------------------------|----------------|
| | | | | | | | | | Length (cm) | Area (cm ²) | Dry Weight (g) |
| CT | 6376.9 b | 0.378a | 50.64a | 23.33a | 25.04a | 81.92b | 8.64b | 24.68b | 19.68b | 21.8b | 0.182ab |
| NT | 6912.2 a | 0.284a | 55.07a | 13.8a | 18.44a | 91.18a | 10.04a | 28.37a | 22.48a | 26.3a | 0.194a |
| MT | 6488.8 b | 0.397a | 52.51a | 20.48a | 27.15a | 83.94b | 8.83b | 27.37ab | 20.64b | 22.8 b | 0.155b |
| NR | 6255.2 b | 0.37a | 49.99a | 19.65a | 24.33a | 85.47a | 9.14a | 27.18a | 21.25a | 24a | 0.189a |
| R30 | 6541.9 b | 0.345a | 53.45a | 19.54a | 23.34a | 84.32a | 9.04a | 26.36a | 20.72a | 23.6a | 0.18a |
| R60 | 6980.8 a | 0.345 a | 54.78a | 18.4a | 22.95a | 87.25a | 9.33a | 26.88a | 20.84a | 23.1a | 0.162a |

در هر ستون میانگین‌های دارای حرف‌های مشترک بنابر آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند. CT: خاک‌ورزی متداول، NT: بدون خاک‌ورزی، MT: حداقل خاک‌ورزی، NR: بدون پسماندهای گیاهی، R30: ۳۰ درصد پسماندهای گیاهی، R60: ۶۰ درصد پسماندهای گیاهی، DMT: ماده خشک انتقال یافته از ساقه، PAS: اختصاص مواد نورساختی به سنبله، APSF: مشارکت مواد پرورده ذخیره‌ای در پر شدن دانه، RE: بازده انتقال دوباره.

Means with the same letters are not significant at the level of 0.05 (Duncan Test).

*CT: conventional tillage; NT: no tillage; MT: minimum tillage; NR: no residues; R30: 30 % residues; R60: 60 % residues;

DMT: Dry matter transferred from the stem, PAS: Partitioning assimilates to spike, APSF: assimilates participation storage in seed filling, RE: Remobilization efficiency.

جدول ۶. اثر متقابل نوع خاک‌ورزی و مدیریت پسماندها بر طول ساقه

Table 6. Results of interactive effects of the mean comparison tests of length of stem by the tillage operation and the crop residues treatments

| Treatments | Length of Stem (cm) | |
|------------|---------------------|---------------------|
| | Treatments | Length of Stem (cm) |
| CT | NR | 82.43 b |
| | R30 | 74.73 c |
| | R60 | 88.6 ab |
| NT | NR | 90.86 a |
| | R30 | 92.1 a |
| | R60 | 90.6 a |
| MT | NR | 83.13 b |
| | R30 | 86.13 ab |
| | R60 | 82.56 b |

در هر ستون میانگین‌های دارای حرف‌های مشترک بنابر آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means with the same letters are not significant at the level of 0.05 (Duncan Test).

*CT: conventional tillage; NT: no tillage; MT: minimum tillage; NR: no residues; R30: 30 % residues; R60: 60 % residues.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد، کاهش خاک‌ورزی و حفظ پسماندهای بیشتر روی سطح خاک با رعایت تناوب می‌تواند افزون بر کاهش تردد و هزینه‌های تولید، شرایط مناسب‌تر رشدی و استفاده بهینه از منابع را فراهم کند که رشد بهتر اندام‌های هوایی را به دنبال داشته و گیاه میزان نوساخت جاری مطلوب و افزایش عملکرد داشت. به طوری که به نظر می‌رسد از میزان مواد پرورده ذخیره‌ای کمتری در پر شدن دانه‌ها استفاده

کرده و سهم انتقال دوباره کاهش یافت. شرایط و میزان مطلوب منع بر تشکیل مخزن مناسب تأثیر داشته و عملکرد بالاتر در کاهش خاک‌ورزی همراه با حفظ پسماندهای بیشتر به احتمال ناشی از سهم بالای نوساخت جاری بوده است. با توجه به شرایط مطلوب‌تر ایجاد شده برای تولید و از سوی دیگر کاهش تردد و هزینه‌ها، خاک‌ورزی حفاظتی همراه با مدیریت پسماندها در راستای حفاظت از منابع و ثبات و پایداری در تولید است.

REFERENCES

- Ahmadi, A., Joudi, M. & Janmohammdi, M. (2009). Late defoliation and wheat yield: little evidence of post anthesis source limitation. *Field Crops Research*, 113, 90-93. (in Farsi)
- Alvear, M., Rosas, A., Rouanet, J. L. & Borie, F. (2005). Effects of three soil tillage systems on some biological activities in an Ultisol from Southern Chile. *Soil Tillage Research*, 82, 195-202.
- Araus J. L., Amaro T., Voltas J., Nakkoul H. and Nachit M. M. (1998). Chlorophyll fluorescence as a selection criterion for grain yield in durum wheat under mediterranean conditions. *Field Crops Research*, 55, 209-223.
- Austin, R. B., Morgan, G. L., Ford, M. A. & Blackwell, R. D. (1980). Contribution to the grain yield from pre-anthesis assimilation in tall and dwarf barley genotypes. *Annals Botany*, 45, 309-319.
- Baker, C. J. & Saxton, K. E. (2007). No-tillage seeding in conversation agriculture. (2nd edu.). From: <http://www.fao.org/docrep/012/al298e/al298e.htm>.
- Blum, A. (1988). Physiological selection criteria for drought resistance. In: Wittmer, G. (eds.). The future of cereals for human feeding and development of biotechnological research. Int. Fair of Agric., 39th, Foggia, Italy. pp, 191-199.
- Blum A. (1999). Improving wheat grain filling under stress by stem reserves mobilization. *Euphytica*, 100, pp 77-83.
- Blum, A., Sinmena, B., Mayer, J., Golan, G. & Shpiler, L. (1994). Stem reserve mobilization supports wheat grain filling under heat stress. *Australian Journal of Plant Physiology*, 21, 771-781.
- Bonnett, G. D. & Incoll, L. D. (1992). Effects on the stem of winter barley of manipulating the source and sink during grain-filling. Changes in the composition of water-soluble carbohydrates of internodes. *Experimental Botany*, 44, 75-82.
- Borras, L., Slafer, G. A. & Otegui, M. E. (2004). Seed dry weight response to source-sink manipulation in wheat, maize and soybean: a quantitative reappraisal. *Field Crops Research*, 86, 131-146.
- Buerkert, A., Bationo, A. & Dossa, K. (2000). Mechanisms of residue mulch-induced cereal growth increases in West Africa. *Soil Science Society of America*, 64, 347-354.
- Ceja-Navarro, J. A., Rivera, F. N., Patiño-Zúñiga, L., Vila-Sanjurjo, A., Crossa, J., Govaerts, B. & Dendooven, L. (2010). Phylogenetic and multivariate analyses to determine the effects of different tillage and residue management practices on soil bacterial communities. *Applied and Environmental Microbiology*, 76, 3685-3691.
- Davidson, D. J. & Chevalier, R. M. (1992). Storage and remobilization of water-soluble carbohydrates in stem of spring wheat. *Crop Science*, 32, 186-190.
- Ebadi, A., Sahed, K. & Sanjari, A. H. (2011). The effect of irrigation cut on dry matter remobilization and some of agronomy traits on spring barley. *Electronic Journal of Crop Production*, 4 (4), 19-37. (in Farsi)
- Ehdaie, B. & Wanies, J. G. (1996). Genetic variation for contribution of pre-anthesis assimilates to grain yield in spring wheat. *Journal of Genetics and Breeding*, 50, 47-56.
- Ehdaie, B., Alloush, G. A., Madore, M. A. & Wainies, J. G. (2006a). Genotypic variation for stem reserves and mobilization in wheat: I. Postanthesis changes in internode dry matter. *Crop Science*, 46, 735-746.
- Ehdaie, B., Alloush, G. A., Madore, M. A. & Wainies, J. G. (2006b). Genotypic variation for stem reserves and mobilization in wheat. II. Post-anthesis changes in internode water-soluble carbohydrates. *Crop Science*, 46, 2093-2103.

18. El-Monayeri, M. O., Hegazi, A. M., Ezzat, N. H., Salem, H. M. & Tahom, S. M. (1983). Growth and yield of some wheat and barley varieties grown under different moisture stress levels. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, Moshtohor, 2, 231-240.
19. Emam, Y. (2007). *Cereal production*. Shiraz University Press, Iran. 190 pp. (in Farsi)
20. Entry, J. A., Reeves, D. W., Backman, C. B. & Raper, R. L. (1996). Influence of wheel traffic and tillage on microbial biomass, residue decomposition and extractable nutrients in a Coastal Plain Soil. *Plant and Soil*, 180, 129-137.
21. Ezatahmadi, M., Normohamadi, G., Ghodsi, M. & Kafi, M. (2011). Effects of water stress and resource constraints on the accumulation and remobilization assimilates in wheat genotypes. *Field Crops Research*, 9(2), 229-241.
22. Fuentes, M., Govaerts, B., De Leon, F., Hidalgo, C., Dendooven, L., Sayre, K. D. & Etchevers, J. (2009). Fourteen years of applying zero and conventional tillage, crop rotation and residue management systems and its effect on physical and chemical soil quality. *European Journal of Agronomy*, 30, 228-237.
23. Govaerts, B., Sayre, K. D., Goudeseune, B., Corte, P. D., Lichter, K., Dendooven, L. & Deckers, J. (2009). Conservation agriculture as a sustainable option for the central Mexican highlands. *Soil and Tillage Research*, 103, 222-230.
24. Halvorson, A. D., Peterson, G. A. & Reule, C. A. (2002). Tillage system and crop rotation effects on dryland crop yields and soil carbon in the central Great Plains. *Agronomy Journal*, 94, 1429-1436.
25. Hobbs, P. R., Sayre, K. & Gupta, R. (2008). *The role of conservation agriculture in sustainable agriculture*. Philosophical transactions of the royal society. 543-555. from <http://rstb.royalsocietypublishing.org/subscriptions>
26. Jodi, M., Ahmadi, A., Mohamadi, V., Abasi, A., Mohamadi, H., Esmailpour, M., Bayat, Z. & Torkashvand, B. (2010). Study of stem assimilates accumulation and release of Iran wheat cultivars under irrigated and drought or during the reproductive growth phase. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 41(2), 315-328.
27. Le Roux, X., Poly, F., Currey, P., Commeaux, C., Hai, B., Nicol, G. W., Prosser, J. I., Schloter, M. Attard, E. & Klumpp, K. (2008). Effects of aboveground grazing on coupling among nitrifier activity, abundance and community structure. *International Society for Microbial Ecology Journal*, 2, 221-232.
28. Lichter, K., Govaerts, B., Six, J., Sayre, K. D., Deckers, J. & Dendooven, L. (2008). Aggregation and C and N contents of soil organic matter fractions in a permanent raised-bed planting system in the Highlands of Central Mexico. *Plant Soil*, 305, 237-252.
29. Mathew, R., Feng, Y., Githinji, L., Ankumah, R. & Balkcom, K. (2012). Impact of no-tillage and conventional tillage systems on soil microbial communities. *Applied and Environmental Soil Science*. Article ID 548620, 10 pages. From <http://www.hindawi.com/journals/aess/2012/548620>
30. Mirtaheri, M., Siadat, A., Najafi, M. S., Fathi, G. & Alemi, K. (2010). Effect of drought stress on remobilization of dry matter of five bread wheat cultivars. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 8(2), 308-314. (in Farsi)
31. Mojtabaie Zamani, M., Nabipour, M. & Meskarbashee, M. (2013). Evaluation of stem soluble carbohydrate accumulation and remobilization in spring bread wheat genotypes under terminal heat stress conditions in Ahwaz in Iran. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 15(3). 181-198. (in Farsi)
32. Naderi, A. & Moshref, G. (2000). The effects of drought stress on crop yield related traits in wheat genotypes. *The Sixth Congress of Iran Agronomy and Plant Breeding*, Abstracts of articles of Congress, Babolsar, p. 555.
33. Niu, J. Y., Gan, Y. T., Zhang, J. W. & Yang, Q. F. (1993). Post-anthesis dry matter accumulation and redistribution in spring wheat mulched with plastic film. *Crop Science*, 38, 1562-1568.
34. Papkosta D. K. & Gagianas A. A. (1991). Nitrogen and dry matter accumulation, remobilization, and losses for Mediterranean wheat during grain filling. *Journal of Agronomy*, 83, 864-870.
35. Patiño-Zúñiga, L., Ceja-Navarro, J. A., Govaerts, B., Luna-Guido, M., Sayre, K. D. & Dendooven, L. (2009). The effect of different tillage and residue management practices on soil characteristics, inorganic N dynamics and emissions of N₂O, CO₂ and CH₄ in the central highlands of Mexico: a laboratory study. *Journal of Plant Soil*, 314, 231-241.
36. Plaut, Z., Butow, B. J., Blumenthal, C. S. & Wrigley, C. V. (2004). Transport of dry matter into developing wheat kernels and its contribution to grain yield under post-anthesis water deficit and elevated temperature. *Field Crop Research*, 86, 185-198.
37. Reeves, D. W., Rogers H. H., Droppers, J. A., Prior, S. A. & Powell, J. B. (1992). Wheel-Traffic effects on corn as influenced by tillage system. *Soil tillage Research*, 23, 177-192.
38. Robertson, M. J. & Giunta, F. (1994). Responses of spring wheat exposed to pre-anthesis water stress. *Australian Journal Agricultural Research*, 45, 19-35.

39. Royo, C. & Blanco, R. (1999). Use of potassium iodide to mimic drought stress in triticale. *Field Crops Research*, 59, 201-212.
40. Saini, H. S. & Westgate, M. E. (2000). Reproductive development in grain crops during drought. *Advances in Agronomy*, 68, 59-95.
41. Schynder, H. (1993). The role of carbohydrate storage and redistribution in the source-sink relation of wheat and barley during grain filling. *New Phytologist*, 23, 233-245.
42. Sessiz, A., Alp, A. & Gursoy, S. (2010). Conservation and conventional tillage methods on selected soil physical properties and corn (*Zea mays L.*) yield and quality under cropping system in Turkey. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 16(5), 597-608.
43. Takahashi, T., Chevalier, P. M. & Rupp, R. A. (2001). Storage and remobilization of soluble carbohydrates after heading in different plant parts of a winter wheat cultivar. *Plant Production Science*, 4, 160-165.
44. Tarkalson, D. D., Hergert, G. W. & Cassman, K. G. (2006). Long-term effects of tillage on soil chemical properties and grain yields of a dryland winter wheat sorghum/corn-fallow rotation in the Great Plains. *Agronomy Journal*, 98, 26-33.
45. Thierfelder, C. & Wall, P. C. (2010). Rotation in conservation agriculture systems of Zambia: Effects on soil quality and water relations. *Experimental Agriculture*, 46 (3), 309-325.
46. Tousi-Mojarrad, M. & Ghannadha, M. R. (2006). Evaluation grain yield potential and dry matter remobilization to grain in economical beard wheat variety under normal and water stress conditions. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 10(4), 323-338. (in Farsi)
47. Verhulst, N., Govaerts, B., Nelissen, V., Sayre, K. D., Crossa, J., Raes, D. & Deckers, J. (2011). The effect of tillage, crop rotation and residue management on maize and wheat growth and development evaluated with an optical sensor. *Field Crops Research*, 120, 58-67.
48. Wardlaw, I. F. & Willenbrink, J. (1994). Carbohydrate storage and mobilization by the culm of wheat between heading and grain maturity: the relation to sucrose synthase and sucrose-phosphate synthase. *Australian Journal of Plant Physiology*, 21, 255-271.
49. Wilkins, D. E., Simens, M. C. & Albrecht, S. L. (2002). Changes in soil physical characteristics during transition from intensive tillage to direct seeding. *Transactions of American Society of Agricultural Engineers*, 45(4), 877-880.
50. Yang, J. & Zang, J. (2006). Grain filling of cereals under soil drying. *New Phytologist*, 169, 223-236.