

تأثیر خاک ورزی حفاظتی و میزان بقایا بر کربن آلی و محتوی رطوبتی خاک در تناوب ذرت، گندم

هوشنگ افضلی گروه*، نادر کوهی



*۱- پژوهشگر بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و

منابع طبیعی استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران

۲- استادیار پژوهش موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج

کشاورزی، کرمان، ایران

*Email: hooshangafzali@yahoo.com

چکیده

یکی از راه‌های کاهش تبخیر، پوشش خاک با بقایای گیاهی محصول قبلی است. باقی گذاشتن بقایا در سطح خاک، همراه با اجرای سامانه‌های خاک‌ورزی حفاظتی در مناطق خشک با گرمای بالا، موجب کاهش تبخیر سطحی آب و افزایش عملکرد دانه ذرت می‌گردد. این تحقیق با سه تیمار خاک‌ورزی و چهار سطح مدیریت بقایای گندم اجرا شد. تیمارهای خاک‌ورزی شامل، کم‌خاک‌ورزی با دیسک، کم‌خاک‌ورزی با خاک‌ورز مرکب، بی‌خاک‌ورزی و سطوح مدیریت بقایای گندم شامل؛ سوزاندن بقایا و حفظ ۳۵، ۷۵ و ۱۰۰ درصد بقایا بود. نتایج تحقیق نشان داد، خاک‌ورزی با خاک‌ورز مرکب و دیسک سبب افزایش معنی‌دار محتوی رطوبتی خاک در عمق ۲۰-۴۰ و ۴۰-۲۰ سانتی متری در مرحله جوانه‌زنی و ساقه‌رفتن شد. محتوی رطوبتی خاک در مرحله جوانه‌زنی بذر در هر سه سال آزمایش در سوزاندن بقایای گندم به‌طور معنی‌داری از سایر تیمارها کمتر و رطوبت خاک در حفظ ۷۵ درصد بقایا ۱۵,۶ درصد بود. هم‌چنین افزایش ۱۱ و ۸ درصدی محتوی رطوبتی خاک در عمق ۲۰ تا ۴۰ سانتی‌متری خاک با حضور ۱۰۰ و ۷۵ درصدی بقایا نشان از برتری وجود بقایا نسبت به سوزاندن آن‌ها داشت. کربن آلی تحت تاثیر خاک‌ورزی و میزان بقایا در طی سه سال آزمایش افزایش نشان داد، به طوری که افزایش ۳۰ درصدی در سال دوم و سوم نسبت به سال اول را نشان داد و تیمار سوزاندن بقایا، در هر سه روش خاک‌ورزی، کمترین میزان کربن آلی را داشت. حفظ ۷۵ درصد بقایای گندم و خاک‌ورزی با خاک‌ورز مرکب باعث افزایش ۳۶ درصدی کربن آلی خاک شد.

واژه های کلیدی: بقایای گیاهی، کشاورزی حفاظتی، ذرت، محتوی رطوبتی خاک

بیان مسئله

ذرت و گندم دو محصول مهم زراعی استان کرمان هستند و در مناطقی چون شهرستان‌های ارزوئیه، جیرفت، کهنوج و بردسیر در سطح وسیعی کشت می‌شود. در منطقه ارزوئیه کرمان حدود ۱۱۵۰۰ هکتار ذرت دانه‌ای به صورت کشت دوم (تابستانه) بعد از برداشت گندم زراعت می‌شود. کمبود آب یکی از مشکلات زراعت در مناطق خشک و نیمه خشک است. هر روشی که بتواند در حفظ رطوبت خاک و بهره‌وری آب کمک کند، حائز اهمیت است. حفظ بقایای گیاهی در سطح خاک به خصوص در فصل تابستان به دلیل نقش آن در تقویت لایه مرزی سبب کاهش شدت تبخیر و حفظ رطوبت خاک می‌شود. از سوی دیگر یکی از راه‌های افزایش عملکرد، بهبود خواص تغذیه‌ای و فیزیکی خاک مزارع با افزودن ماده آلی به خاک می‌باشد. با مصرف روزافزون کودهای شیمیایی و عدم برگشت بقایای گیاهی به خاک و حتی سوزاندن آنها، سالیانه از مقدار ماده آلی ناچیز خاک‌های ایران کاسته و خاک به کلوخه‌هایی غیر قابل نفوذ و غیر قابل برگشت در می‌آید (۴). حفظ بقایای گیاهی در سطح یا نزدیک سطح خاک با عملیات بی‌خاک‌ورزی یا کم‌خاک‌ورزی باعث کاهش تبخیر از سطح خاک می‌شود که از طریق کاهش درجه حرارت، جلوگیری از انتشار بخار آب و کاهش سرعت باد در سطح تماس خاک با هوا صورت می‌گیرد. وجود بقایا در سطح خاک می‌تواند حدود ۵۰-۳۴ درصد تبخیر از سطح خاک را کاهش دهد. با حفظ بقایای گیاهی در سطح یا نزدیک سطح خاک می‌توان در مناطق خشک به خصوص در فصل تابستان دور آبیاری را افزایش داد. وجود بقایا در سطح یا نزدیک سطح خاک، در بهار در مناطق خشک که هوا رو به گرم شدن است، سبب کاهش متوسط دمای خاک در تمام عمق‌ها می‌شود. از طرف دیگر، با سرد شدن خاک (در پاییز) وجود بقایای گیاهی، خاک را گرم‌تر از خاک بدون پوشش نگه می‌دارد. در خاک‌ورزی حفاظتی با حفظ بقایای گیاهی، ماده آلی خاک افزایش می‌یابد و این امر تهویه و رطوبت خاک را بهبود می‌بخشد (۱). هدف اصلی از اجرای روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی، نگهداری مقادیر مناسب بقایای گیاهی در سطح خاک جهت کنترل فرسایش آبی و خاکی مزارع و حفاظت از منابع آب و خاک است. مدیریت مناسب بقایای گیاهی در مناطق خشک و نیمه‌خشک که حفاظت از آب و خاک اهمیت زیادی دارد، نقش به‌سزایی در افزایش تولید محصولات زراعی ایفا می‌کند (۶). عملیات خاک‌ورزی مرسوم یکی از مهم‌ترین عوامل کاهش دهنده سطح ماده آلی خاک است (۹، ۱۰). خاک‌ورزی حفاظتی به دو نوع کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی تقسیم می‌شود. در روش کم‌خاک‌ورزی عملیات برحسب نوع گیاه و میزان بقایای محصول قبلی در عمق ۸ تا ۱۵ سانتی متری برای قراردادن کود و بذر و مخلوط کردن بقایا با لایه سطحی انجام می‌گیرد. در روش بی‌خاک‌ورزی هیچ نوع عملیات خاک‌ورزی صورت نمی‌گیرد و تنها ماشین کاشت، کود و بذر را با حداقل به هم خوردگی در خاک قرار می‌دهد. در این روش بقایای گیاهی در سطح خاک رها می‌شوند. یکی از مزایای استفاده از کشت مستقیم بذر در بقایای محصول قبل، افزایش حفظ رطوبت در خاک به میزان ۱۳ درصد نسبت به خاک‌ورزی مرسوم در عمق ۰-۲۰ سانتیمتری خاک می‌باشد (۳)

هدف از این پژوهش ارزیابی اثر روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی و مدیریت میزان بقایای گیاهی بر بهبود ویژگی‌های خاک، حفظ رطوبت، پایداری عملکرد و کاهش مشکلات زیست‌محیطی ناشی از سوزاندن بقایای گیاهی است. به این منظور در این تحقیق، اثر میزان بقایای گیاهی بر مقدار کربن آلی و محتوی رطوبتی خاک در زراعت ذرت دانه‌ای تعیین شد.

۱- افزایش ماده آلی خاک با اجرای خاک ورزی حفاظتی:

بقایای گیاهی سطح خاک، یک منبع عظیم ماده آلی طبیعی است. بقایای گیاهی که پس از برداشت روی سطح خاک باقی می‌ماند، آن گونه که اغلب گمان می‌کنند، خاشاک یا مواد دورریختنی نیستند. به هر روش خاک‌ورزی که پس از کاشت بذر، حداقل ۳۰ درصد بقایای محصول قبل از روی سطح خاک حفظ کند خاک‌ورزی حفاظتی گفته می‌شود. خاک‌ورز مرکب و دیسک از ادواتی هستند که بیشترین کاربرد را در کشاورزی حفاظتی دارند شکل (۱).

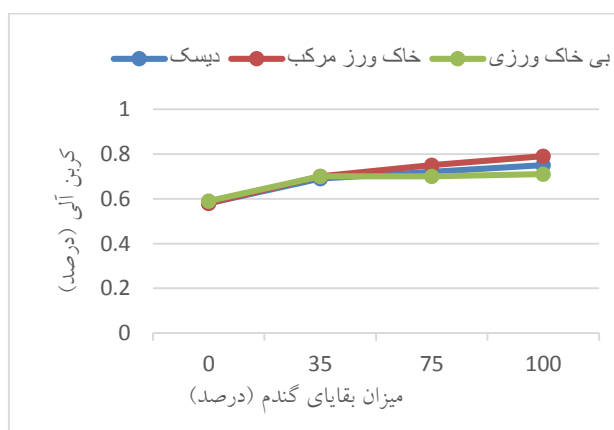


خاک ورز مرکب

دیسک

شکل ۱- استفاده از دیسک و خاک ورز مرکب در خاک‌وری حفاظتی

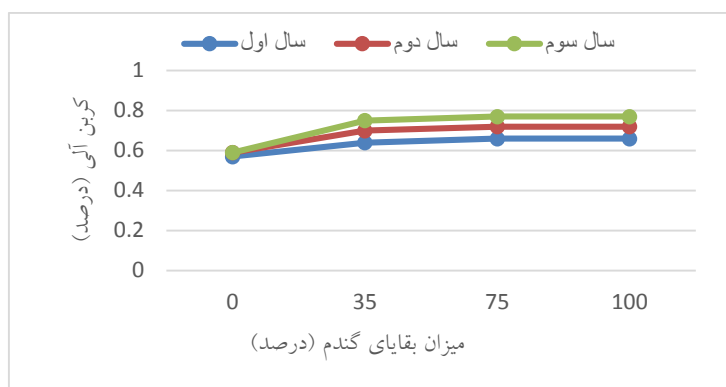
استفاده از خاک‌ورز مرکب و دیسک با حفظ ۷۵ درصد بقایای محصول قبل، باعث افزایش ۳۶ درصدی کربن آلی خاک نسبت به سوزاندن بقایا شده (شکل ۲) و این ادوات با خرد کردن بقایا و به هم زدن لایه سطحی خاک، شرایط مطلوب‌تری برای تبدیل شدن بقایا به ماده آلی را نسبت به کشت مستقیم بذر فراهم می‌کنند (۲).



شکل ۲- اثر متقابل خاک ورزی و درصد بقایا بر کربن آلی خاک (درصد)

میانگین‌های ماده آلی خاک از برهم کنش اثر سال و میزان بقایای گندم در شکل ۳ نشان می‌دهد که ماده آلی خاک در سه تیمار ۷۵، ۳۵ و ۱۰۰ درصد حفظ بقایا در هر سه سال از سوزاندن بقایا بیشتر بود. همچنین تیمار افزایش میزان بقایا از صفر به ۷۵ درصد نیز ماده آلی خاک را افزایش داد، این افزایش در سال سوم بیشتر از دو سال قبل بود. ماده آلی خاک طی سه سال در همه تیمارها روند افزایشی داشت، چون بقایای جمع شده در سه سال متوالی، ضمن حفظ مواد آلی قبلی خاک، با گذشت زمان شرایط محیطی مناسب‌تری برای فعالیت موجودات زنده ایجاد کرده است. دلیل کاهش میزان کربن آلی خاک در تیمار سوزاندن

بقایا به علت از دست رفتن ماده آلی به صورت دی‌اکسید کربن و آمونیاک است (۵). اگر چه میزان بقایا از ۷۵ به ۱۰۰ درصد تغییری در ماده آلی خاک ایجاد نکرد اما باعث افزایش ۳۰ درصدی آن در سال سوم نسبت به سال اول شد (شکل ۳). شهپیری و همکاران (۲۰۱۶) اظهار داشتند حضور بقایای گیاهی در سطح مزرعه می‌تواند موجبات بهبود ماده آلی خاک، افزایش محتوای رطوبت خاک و افزایش سرعت نفوذ آب در خاک را فراهم سازد که با نتایج این تحقیق در یک راستا است.



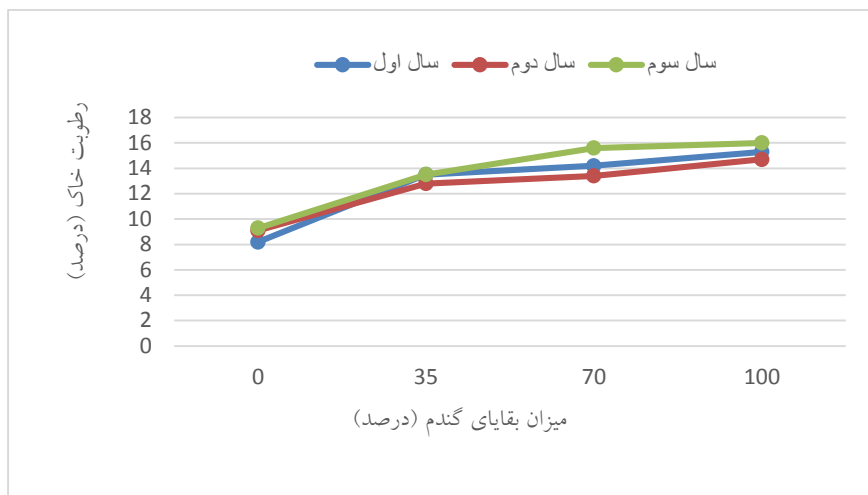
شکل ۳- اثر متقابل سال و درصد بقایا بر کربن آلی خاک (درصد)

۲- حفظ رطوبت خاک

رطوبت برای جوانه زنی بذر باید به مقداری باشد که بذر را کاملاً اشباع کرده و پوسته آن را نرم کند. آب برای نرم کردن پوسته بذر و فعال ساختن سیستم های داخل بذر ضروری است. همراه با جذب آب تنفس و فعالیت های متابولیکی بذر افزایش می‌یابد. همچنین جذب آب سبب زیاد شدن حجم بذر و ترکیدن پوسته بذر می‌شود. پس از آنکه بذر جوانه زد و ریشه‌چه از آن خارج شد، مقدار آب قابل وصول برای گیاه جدید به قدرت ریشه برای وارد شدن به محیط و توانایی آن برای جذب آب بستگی دارد.

۲-۱- تاثیر رطوبت در مرحله جوانه‌زنی بذر

کشت ذرت در منطقه ارزنوئیه در تیر ماه انجام می‌شود که درجه حرارت هوا حداقل ۳۳ درجه سلسیوس است. بنابراین با توجه به گرمی هوا و تبخیر زیاد رطوبت از سطح خاک در طول فصل رویش ذرت، حفظ بقایا باعث کاهش تلفات تبخیر از سطح خاک و حفظ رطوبت خاک شده است. محتوی رطوبتی خاک در مرحله جوانه زنی بذر در هر سه سال آزمایش در تیمار سوزاندن بقایای گندم به‌طور معنی‌داری از سایر تیمارها کمتر و حفظ ۱۰۰ درصد بقایا نیز از سایر تیمارها برتر بود، با حفظ کامل بقایا رطوبت خاک ۱۶ درصد و حفظ ۷۵ درصد بقایا رطوبت خاک ۱۵/۶ درصد حفظ شد (شکل ۴).

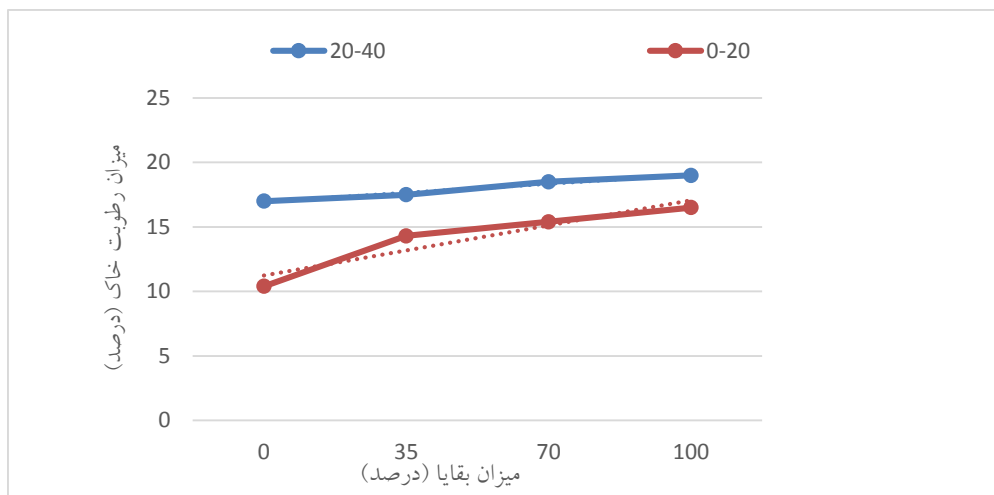


شکل ۴- اثر متقابل سال و درصد بقایای محتوی رطوبتی خاک (درصد)

عدم یکنواختی میزان رطوبت در سال‌های مختلف به میانگین درجه حرارت منطقه در آن سال مرتبط می‌شود. بقایای سطحی به دلیل انعکاس نور، کاهش تبخیر و کاهش تماس باد با سطح خاک به‌عنوان عایق عمل می‌کنند. وجود بقایا در سطح یا نزدیک سطح خاک، سبب کاهش متوسط دمای خاک می‌شود. از سوی دیگر اثرات حفظ بقایا به افزایش ماده‌ی آلی که یکی از شاخص‌های بسیار مهم در حفظ و نگهداری از خاک و افزایش ثبات خاک‌دانه‌ها به خصوص در قسمت سطحی خاک، مانع از پراکندگی ذرات خاک در طی وزش باد و جریان یافتن آب می‌شود.

۲-۲- تأثیر رطوبت در مرحله گلدهی:

در مراحل گلدهی و گرده‌افشانی و تشکیل دانه، وجود آب برای گیاه ذرت از اهمیت زیادی برخوردار است و کمبود آن در این مراحل باعث افت شدید عملکرد خواهد شد. در این آزمایش تیمار بقایای گندم بر محتوی رطوبتی خاک در عمق ۲۰-۰ سانتی متری خاک در مرحله گلدهی گیاه تأثیر مثبت و معنی‌داری داشت. رطوبت وزنی خاک برای سه تیمار حفظ بقایا به ترتیب ۱۴/۳، ۱۵/۴ و ۱۶/۵ درصد وزنی و در تیمار سوزاندن بقایا ۱۰/۴ درصد بود (شکل ۵). به نظر می‌رسد اثر توأم حفظ بقایا و سایه‌اندازی گیاه در این مرحله از رشد گیاه، باعث حفظ بیشتر رطوبت خاک شده است (۲). وجود بقایای گندم بر محتوی رطوبتی خاک در عمق ۴۰-۲۰ سانتی متری خاک در مرحله گلدهی گیاه نیز تأثیر مثبت داشت. به طوری که رطوبت وزنی خاک برای دو روش حفظ ۱۰۰ و ۷۵ درصد بقایا به ترتیب ۱۹، ۱۸/۵ درصد وزنی و در تیمار سوزاندن بقایا و حفظ ۳۵ درصد بقایا به ترتیب ۱۷ و ۱۷/۵ درصد بود (شکل ۵). افزایش ۱۱ و ۸ درصدی رطوبت در عمق ۲۰ تا ۴۰ سانتی متری خاک با حضور ۱۰۰ و ۷۵ درصدی بقایا نشان از برتری وجود بقایا نسبت به سوزاندن آنها است. به نظر می‌رسد حفظ ۳۵ درصدی بقایا تأثیر زیادی در حفظ رطوبت در عمق ۴۰ سانتی متری نداشته باشد ولی این افزایش رطوبت تا عمق ۲۰ سانتی متری کاملاً مشهود است. شاید وجود بقایا در سطح یا نزدیک سطح خاک، سبب کاهش متوسط دمای خاک شود. براساس نتایج پژوهش‌های مختلف، باقی گذاشتن بقایای گیاهی در سطح خاک همراه با اجرای روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی در شرایط فصل رشد گرم و خشک، به دلیل کاهش تبخیر سطحی آب، افزایش رطوبت خاک، بهبود شرایط دمایی خاک، افزایش رشد ریشه و افزایش معدنی شدن نیتروژن خاک در مقایسه با حذف یا سوزاندن بقایا موجب افزایش عملکرد دانه می‌گردد (۷) که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.



شکل ۵- اثر درصد بقایا بر محتوی رطوبتی خاک در عمق ۰ تا ۴۰ سانتیمتری خاک

در این صورت می‌توان با استفاده از ریک بقایای خرد شده ذرت را ردیف و پس از بسته بندی از مزرعه خارج نمود (۳).

۳-۲- رطوبت خاک در زمان کاشت

دستگاه‌های کشت مستقیم در رطوبت پایین خاک بهتر کار می‌کنند. این دستگاه‌ها معمولاً به دلیل وزن زیاد و فشارهای مستقلی که روی هر کدام از شیاربازکن آنها وجود دارد، از نظر نفوذ در خاک خشک مشکلی ندارند به خصوص اگر شیاربازکن‌ها از نوع دیسکی کنگره‌ای باشند. همچنین در رطوبت‌های پایین، بقایا نیز خشک‌تر بوده و راحت‌تر بریده می‌شوند. بنابراین توصیه می‌شود که جهت کشت مستقیم رطوبت خاک زیر ۱۶ درصد باشد تا کارنده مستقیم‌کار بهترین کارایی را داشته باشد. البته ممکن است برخی از دستگاه‌های کشت مستقیم در رطوبت زیر ۱۲ درصد مشکل نفوذ در خاک را داشته باشند.

توصیه ترویجی

- ضرورت‌های عملی در بکارگیری و اجرای خاک‌ورزی حفاظتی:

- ✓ انتخاب ادوات مناسب برای خاک‌ورزی و کاشت.
- ✓ عدم سوزاندن و حذف بقایا.
- ✓ حفظ حداقل ۳۰ درصد بقایای محصول قبل.
- ✓ رعایت رطوبت مناسب خاک زمان کاشت (زیر ۱۶ درصد).
- ✓ رعایت ارتفاع مناسب برش محصول با کمترین زمان برداشت (حداکثر ۳۰ سانتی‌متر).
- ✓ کاهش حجم بقایا و تعجیل زمان کشت پاییزه در مناطق سرد.
- ✓ قبل از کاشت از دسترس بودن کارنده حفاظتی مطمئن شوید.
- ✓ قبل از کاشت، حجم بقایای بجای مانده طوری باشند که امکان کاشت مستقیم فراهم شود.
- ✓ ماشین کاشت توسط فردی مجرب کالیبره شود.

- ✓ با توجه به بالاتر بودن راندمان مصرف کود در کاشت مستقیم، حداکثر میزان کود (کودهای ازته، فسفره، پتاسه) به اندازه روش مرسوم است. از مزایای روش کاشت مستقیم آن است که به دلیل عدم مخلوط شدن بقایا با خاک، تغییرات آبی در نسبت کربن به نیتروژن پس از کاشت ظاهر نخواهد شد. لذا در صورت عدم وجود کود ازته یا ترس از چسبندگی و کلوخه شدن در شرایط رطوبتی بالا و مشکل برای دستگاه کاشت، از دادن کود پایه ازته در هنگام کاشت صرف نظر کرده و بعداً با صلاحدید کارشناس مجرب، این کمبود را در کود سرک جبران نمود.
- ✓ در کاشت مستقیم گندم، عملیات کود سرک و سمپاشی مطابق با عرف منطقه و مشابه روش مرسوم انجام شود.
- ✓ قبل از آبیاری مزارع کاشت حفاظتی، بقایا را کنار زده و پس از اطمینان از خشکی لایه روئی خاک اقدام به آبیاری نمایند.
- ✓ آگاهی بخشی به بهره‌برداران از آثار زیان بار حذف بقایای گیاهی.
- ✓ جهت کاشت گندم در بقایای ذرت دانه‌ای با استفاده از سیستم کشت مستقیم، چنانچه حجم بقایای ذرت زیاد نباشد نیازی به استفاده از هد مجهز به ساقه خردکن نیست و پس از برداشت بلال‌های ذرت، با استفاده خطی کار کشت مستقیم، گندم در بقایای ایستاده ذرت کشت می‌شود.
- چنانچه حجم بقایای ذرت زیاد باشد (معمولاً چنین است)، باید برداشت ذرت با هد مجهز به ساقه خردکن انجام شود و در صورت عدم دسترسی به هد مجهز به ساقه خردکن برای برداشت ذرت، برداشت را می‌توان با هد معمولی انجام داد و سپس با استفاده از ساقه خردکن پشت تراکتوری، بقایای ذرت را خرد نمود. در این صورت می‌توان با استفاده از ریک بقایای خرد شده ذرت را ردیف و پس از بسته بندی از مزرعه خارج نمود (۳).

فهرست منابع:

- ۱- آسودار، م. ا. زلفی، ف. و شهرستانی، س. ع. ۱۳۹۶. اصول مدیریت بقایای گیاهی، خاک ورزی و تناوب در کشاورزی حفاظتی. نشریه ترویجی. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. معاونت ترویج. نشر آموزش کشاورزی. ۶۶ صفحه.
- ۲- افضلی گروه، ه. نقوی، ه. رستمی، م. ع. و نجفی نژاد، ح. ۱۳۹۸. تأثیر خاک ورزی حفاظتی و مدیریت بقایای گندم بر برخی خصوصیات خاک و عملکرد ذرت. نشریه پژوهش‌های خاک. جلد ۲۳. شماره ۱. ۱۲ صفحه.
- ۲- افضلی نیا، ص. ۱۳۹۵. دستورالعمل اجرایی بی خاک‌ورزی. نشریه ترویجی. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس - دفتر شبکه ملی تلویزیونی کشاورزی و مدیریت دانش ۱۸ صفحه.
- ۴- میرزا شاهی، ک. و بازرگان، ک. ۱۳۹۴. مدیریت ماده آلی خاک. نشریه فنی شماره ۵۳۵. موسسه تحقیقات خاک و آب. ۱۹ ص.
- ۵- نجفی نژاد، ح. جواهری، م. و آزاد شهرکی، ف. ۱۳۸۸. اثر تناوب زراعی و مدیریت بقایای گندم بر عملکرد دانه ذرت سینگل کراس ۷۰۴ و برخی خصوصیات خاک. مجله به زراعی نهال و بذر. جلد ۲-۲۵، شماره ۳، ص ۲۵۲.

- 6- Coulter, J. A. and Nafziger, e.D. 2008. Continuous corn response to residue management and nitrogen fertilization. *Agronomy Journal*. 100: 1774-1780.
- 7- Shahpari, Z., Fateh, E. and Aeneband. A. 2016. Different residue type and management, and nitrogen on yield and quality of durum wheat (*Triticum durum* L.), and soil macro elements. *Journal of Crop Production*, 9(3): 87-104.
- 8- Wilhelm, W.W., Johnson, J.M.F., Hatfield, J.L. and Linden, D.R. 2004. Crop and soil productivity response to corn residue removal. *Agronomy Journal*, 96: 1-17.

- 9-Hamed F and Parvizi Y, 2016. Evaluation of long-term effects of tillage methods and crop rotation on organic carbon storage of soil. Iranian Journal of Soil Research, 30 (3): 271-280. (In Persian).
- 10- Hasanzadeh -Moghadam H and Sharif. HR, 2017. Influence of tillage method and residue retention on yield and some agronomic characteristics of forage corn in water stress conditions. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 27 (4): 137-151.