

## بررسی تأثیر روش‌های کشت مستقیم و عمق کشت بر روی شاخص‌های یکنواختی استقرار بذر و برخی شاخص‌های زراعی در کشت گندم دیم

منا طهماسبی<sup>۱\*</sup>، ابوالفضل هدایتی‌پور<sup>۲</sup> و محمد گهری<sup>۳</sup>

### چکیده

به منظور بررسی تأثیر روش کشت مستقیم گندم در میزان بقایای متفاوت و عمق کاشت متغیر در شرایط دیم، آزمایشی در سال‌های زراعی ۹۶-۹۷ و ۹۸-۹۹ به صورت کرت خورد شده، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. در این آزمایش کرت‌های اصلی میزان بقایای گیاهی (۱- حفظ بقایای ایستاده و انتقال بقایای خارج شده از انتهای کمباین به بیرون از مزرعه و ۲- حفظ تمام بقایا در مزرعه، کرت فرعی نوع شیاربازکن دستگاه کشت مستقیم (۱- بیلچه‌ای باریک، ۲- بیلچه‌ای پهن و ۳- دیسکی) و کرت فرعی عمق کشت (۴-۶ سانتی‌متر و ۸-۶ سانتی‌متر) در نظر گرفته شد. در این تحقیق از کارنده‌های کشت مستقیم رایج مورد استفاده در استان مرکزی (ماشین برزگر همدان، جیران صنعت آریا و تاکا) جهت کشت گندم دیم استفاده شد. روش خاک‌ورزی و کاشت مرسوم در استان نیز به عنوان شاهد در هر کرت فرعی در نظر گرفته شد. ضریب یکنواختی عمق کاشت، ضریب یکنواختی توزیع افقی بذر، شاخص برگردانی خاک، درصد سبزشدن مزرعه و عملکرد محصول اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که تأثیر نوع شیاربازکن و عمق کاشت بر عملکرد در سطح آماری ۵٪ معنی‌دار است. اثر میزان بقایا در دو سال کشت بر عملکرد و صفات اندازه‌گیری شده معنی‌دار نشد و نشان می‌دهد که نحوه اثر آن یکسان بوده است. روش کشت مستقیم عملکرد پایین‌تری را نشان داد در حالی که روش کشت مرسوم با دستگاه عمیق‌کار بیشترین عملکرد را داشت. ضریب یکنواختی توزیع عمودی بذر در سطح آماری ۱٪ معنی‌دار و نشان دهنده آن است که نوع شیار بازکن در عمق قرارگیری بذر تأثیرگذار بوده است. با افزایش عمق کشت، درصد سبزشدن بذر و عملکرد دانه کاهش یافت. یافته‌ها نشان داد کشت مستقیم ضمن کاهش زمان عملیات باعث صرفه‌جویی مصرف سوخت به میزان ۷۵ درصد در مقایسه با روش مرسوم شده است.

**واژه‌های کلیدی:** استقرار بذر، کشت مستقیم، عمق کشت، عملکرد گندم دیم.

ارجاع: طهماسبی م، هدایتی‌پور ا، و گهری م. ۱۴۰۱. بررسی تأثیر روش‌های کشت مستقیم و عمق کشت بر روی شاخص‌های یکنواختی استقرار بذر و برخی شاخص‌های زراعی در کشت گندم دیم. نشریه پژوهش‌های مکانیک ماشین‌های کشاورزی. ۲۴: ۹۱-۱۰۳. <https://dx.doi.org/10.22034/JRMAM.2022.13808.582>

۱- استادیار بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اراک، ایران.

۲- مربی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اراک، ایران.

۳- استادیار گروه مهندسی مکانیک- طراحی کاربردی، دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه صنعتی اراک، اراک، ایران.

\* نویسنده مسئول: [tahmasebi.mona@gmail.com](mailto:tahmasebi.mona@gmail.com)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۱/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۵/۰۷

## مقدمه

کاهش هزینه‌های تولید می‌شود، ضمن این‌که در فرآیند افزایش ماده‌آلی خاک، حفظ رطوبت خاک، بهبود ساختمان خاک و حفظ محیط‌زیست نقش مهمی را ایفا می‌نماید. در خاک‌های زراعی دیم، هر سال مقادیر قابل توجهی از مواد غذایی خاک به صورت کاه و کلش از زمین خارج می‌شود که به نظر می‌رسد حفظ و مدیریت بقایای گیاهی در دیم‌زارها علاوه بر حفظ رطوبت خاک و افزایش ماده آلی آن موجب کاهش مصرف انرژی و تردد در مزرعه می‌شود (Chaghazardi *et al.*, 2015).

در دهه‌های اخیر، در کشورهای صنعتی و توسعه یافته در راستای کاهش تردد در مزارع و به حداقل رساندن عملیات زراعی، استفاده از ماشین‌های مرکب در حال گسترش است. از جمله نتایج استفاده از این ماشین‌ها کاهش مصرف انرژی، افزایش تولید در واحد سطح، کاهش هزینه عملیات کشاورزی، کمینه کردن فشردگی خاک و جلوگیری از فرسایش خاک مزرعه است (Akbarnia, 2013). طبق گزارش‌ها، عملیات خاک‌ورزی، ۶۰ درصد انرژی مصرف شده در عملیات ماشینی را به خود اختصاص می‌دهد (Behrouzilar, 1991).

با استفاده از روش‌های خاک‌ورزی نوین و یا روش‌های کشت مستقیم می‌توان کاهش قابل ملاحظه‌ای در مصرف انرژی مشاهده نمود. معمولاً در روش خاک‌ورزی با استفاده از گاوآهن قلمی علاوه بر کاهش زمان انجام عملیات شخم، ۵۰ درصد در میزان سوخت صرفه‌جویی می‌شود (Bonari *et al.*, 1995). این محققین گزارش دادند، اختلاف معنی‌داری در عملکرد محصول در دو روش مرسوم و کم‌خاک‌ورزی مشاهده نمی‌شود. ماشین‌های کاشت مستقیم در سامانه بی‌خاک‌ورزی باید قادر به بریدن خاک شخم نخورده، عبور دادن بقایا از بین ساقه‌های شیاربازکن‌ها و ایجاد تماس مناسب بین بذر با خاک باشند. با توجه به نوع خاک و همچنین وضعیت بقایای گیاهی، میزان صرفه‌جویی سوخت در این روش کشت در هر هکتار نیز بین ۲۰ تا ۵۰ لیتر در هکتار گزارش شده است (El Titi, 2002).

مطابق نتایج پژوهش‌های Sharma & Behra (2014)، براساس شرایط خاک، میزان صرفه‌جویی در مصرف سوخت در روش کشت مستقیم در مقایسه با روش مرسوم به میزان ۴۰ تا ۷۰ لیتر در هر هکتار است. همچنین در این تحقیق گزارش شد که این موضوع علاوه بر صرفه‌جویی در

تولید گندم دیم در ایران و به ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک که بیشترین مناطق کشت این محصول را دربرمی‌گیرد، همواره با ریسک همراه بوده است. تغییرات میزان و پراکنش بارندگی در مناطق خشک از سالی به سال دیگر و وقوع خشکسالی‌های اخیر که باعث افزایش ضریب تغییرات بارندگی شده، کاهش عملکرد محصول دیم را دربرداشته است. بنابراین وجود یک ذخیره رطوبت در خاک به‌ویژه در عمق ۲۵ سانتی‌متر و پایین‌تر در هنگام استقرار گندم دیم در خاک ضروریست. بالا بودن میزان تبخیر در مناطق خشک و نیمه‌خشک (بیش از ۸ برابر بارندگی)، کمبود مواد آلی در خاک و ساختمان نامناسب باعث کاهش ضریب نفوذپذیری خاک و کاهش ظرفیت نگهداری آب در خاک می‌شود. همچنین چرای بی رویه دام در اراضی دیم و روش‌های مرسوم تهیه زمین در دیم‌زارها که بر مبنای شخم برگردان در بهار و نرم کردن خاک در پاییز (دیسک و گاوآهن قلمی و ...) انجام می‌شود باعث کاهش شدید ماده‌آلی خاک و هدر رفت رطوبت در سال آیش در این اراضی می‌گردد (Heidari & Soltani, 2016).

یکی از راهکارهای عملی جهت توسعه کشاورزی پایدار و حفظ منابع خاک و آب، کشاورزی حفاظتی است. ساختار کشاورزی حفاظتی بر سه اصل حفظ بقایای گیاهی در سطح زمین، حداقل بهم‌خوردگی خاک و اجرای تناوب زراعی استوار است. بنابراین دسترسی به کشاورزی پایدار و حصول منافع حاصل از آن مستلزم پیاده‌سازی اصول مذکور به‌صورت توأم است (Corsi & Muminjanov, 2019). مقدار بقایای گیاهی بر روی سطح خاک باید در حدود ۳۰ درصد خاک را پوشش دهد (Sadeghnejad, 2017). اجرای عملیات خاک‌ورزی شدید و نامناسب و شخم با گاوآهن برگردان‌دار در روش مرسوم نه تنها نقش زیادی در کاهش درصد رطوبت خاک و همچنین ماده آلی خاک دارد، بلکه به دلیل افزایش مقاومت کششی ادوات خاک‌ورز منجر به هدررفت بیشتر انرژی می‌شود (Sharma *et al.*, 2011; Helm, 2005). روش‌های مختلفی برای اجرای خاک‌ورزی حفاظتی معرفی شده است که در ایران دو روش کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی (کشت مستقیم) متداول است. برخلاف روش‌های خاک‌ورزی مرسوم، روش کشت مستقیم به دلیل حذف عملیات خاک‌ورزی باعث

برابر گردید. عملکرد گندم در سه سال اول این تحقیق تحت تأثیر معنی‌دار روش‌های خاک‌ورزی بوده است، به طوری که در اکثر این سال‌ها، بیشترین عملکرد برای روش خاک‌ورزی مرسوم گزارش شده است. اما در سال آخر اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای حفاظتی با روش مرسوم از نظر عملکرد گندم مشاهده نشده که نشان می‌دهد چنانچه مدت زمان اجرای مداوم خاک‌ورزی حفاظتی به اندازه کافی باشد، عملکرد گندم در این روش‌ها به روش خاک‌ورزی مرسوم نزدیک‌تر می‌شود.

در پژوهشی تأثیر روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی بر روی مصرف انرژی، برخی خواص فیزیکی و شیمیایی خاک محصول گندم دیم را بررسی کردند (Hedayatipour *et al.*, 2015). نتایج نشان داد که کمترین مصرف انرژی در روش کشت مستقیم به دست آمد اما تأثیر روش‌های خاک‌ورزی بر روی عملکرد دانه خشک معنی‌دار نبود. اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر مصرف سوخت، برخی خواص فیزیکی و شیمیایی خاک و عملکرد محصول (آفتابگردان و گندم) در شهرستان میامی بررسی گردید (Omid-Mehr, 2018).

در تحقیقی در مرکز بین‌المللی تحقیقات کشاورزی در مناطق خشک (ICARDA) در سوریه مشخص شد تأثیر روش خاک‌ورزی بر عملکرد گندم معنی‌دار بوده و خاک‌ورزی کمینه بیشترین تأثیر را در افزایش عملکرد گندم دارد (Arnon, 2012). همچنین در پژوهش‌های دیگر در زمینه بررسی تأثیر بلندمدت سامانه‌های متفاوت خاک‌ورزی بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم، نتایج نشان می‌دهد اگرچه روش کم‌خاک‌ورزی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم داشته است (Hemmat & Eskandari, 2006) اما روش کشت مستقیم (بی‌خاک‌ورزی) نیز موجب افزایش قابل توجه عملکرد گندم (۶۶ درصد) نسبت به روش مرسوم در شرایط دیم گردیده است (Mejhed & Sander, 1998).

معمولاً جهت کاشت در روش‌های خاک‌ورزی مرسوم از شیاربازکن‌های کفشی استفاده می‌گردد که کارایی لازم جهت کار در بقایای گیاهی را ندارند لذا بهتر است جهت کاشت در بقایای گیاهی از شیار بازکن‌های مناسب استفاده گردد تا از جمع‌شدگی بقایا در جلوی شیاربازکن جلوگیری شده و بذر و کود در دو عمق مورد نظر کاشته شوند. در اکثر موارد در زمین‌های دارای بقایای زیاد استفاده از

مصرف سوخت، مقدار دی‌اکسیدکربن وارد شده به محیط را کاهش می‌دهد (هر لیتر سوخت ۲/۶ کیلوگرم دی‌اکسیدکربن تولید می‌کند). از سوی دیگر گزارش شد که اجرای روش کشت مستقیم هزینه‌های تعمیرات تراکتور را به طور چشم‌گیری کاهش می‌دهد. اثر چهار روش تهیه زمین بر عملکرد گندم در تحقیقی دیگر مورد بررسی قرار گرفت (Isaac Beigi, 2008). نتایج نشان داد استفاده از گاواهن قلمی ضمن مصرف انرژی کمتر، سرعت انجام عملیات خاک‌ورزی را نیز افزایش می‌دهد. همچنین میانگین عملکرد تیمارهای گاواهن قلمی و برگردان‌دار نسبت به سایر تیمارها بیشتر گزارش شد. در پژوهشی (Afzalnia *et al.*, 2009) گزارش کردند که خاک‌ورزی حفاظتی باعث صرفه‌جویی در مصرف سوخت به میزان ۷۷ درصد و زمان مورد نیاز جهت تهیه زمین به میزان ۸۴ درصد می‌شود. به منظور بررسی اثر خاک‌ورزی حفاظتی بر عملکرد محصول در کشت جو آبی سه تیمار خاک‌ورزی مرسوم، کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی (خاک‌ورزی حفاظتی) مورد مقایسه قرار گرفتند (Dehghaneian & Afzalnia, 2012; Akbarnia, 2013). نتایج نشان داد که سیستم خاک‌ورزی حفاظتی باعث کاهش مصرف سوخت و افزایش ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر می‌شود. همچنین Akbarnia (2013) روش کم‌خاک‌ورزی را به لحاظ تردد محدود در مزرعه، کاهش مصرف سوخت، کاهش فشردگی خاک و حصول عملکرد قابل قبول که منجر به کاهش بخشی از هزینه‌های تولید و افزایش درآمد می‌شود را در شرایط مختلف فیزیکی زمین‌های زراعی به عنوان روشی مناسب و جایگزین روش مرسوم و بی‌خاک‌ورزی توصیه نمود. همچنین میانگین عملکرد محصول در روش‌های خاک‌ورزی مرسوم، کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی به ترتیب ۵۰/۱، ۴/۹ و ۳/۵ تن در هکتار گزارش شده است. اثر خاک‌ورزی حفاظتی (کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی) بر خصوصیات خاک، ظرفیت مزرعه‌ای، مصرف سوخت و عملکرد گندم در تناوب با ذرت بررسی گردید (Afzalnia *et al.*, 2019). نتایج این تحقیق نشان داد که روش‌های کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی نسبت به خاک‌ورزی مرسوم در مصرف سوخت به ترتیب به میزان ۵۸ و ۸۰ درصد کاهش داشته است. همچنین ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر برای تهیه زمین و کاشت در تیمارهای کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی نسبت به خاک‌ورزی مرسوم به ترتیب ۳ و ۶

باله‌دار و T شکل معکوس، بقایای زیرسطحی را بهتر خرد کرده که منجر به سرعت رشد بهتر و استقرار نهایی بهتر بذر خواهد شد (Chaudhuri, 2001). در تحقیقی تأثیر نوع شیاربازکن و موقعیت چرخ‌های فشار در کارنده‌های کشت مستقیم بر جوانه‌زنی محصول و کارآیی ماشین کاشت مستقیم در سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی بررسی شده است (Roosbeh & Khosravani Gashtasb, 2018). نتایج نشان داد که نوع شیاربازکن و وجود یا عدم وجود چرخ فشار تأثیر معنی‌داری بر عمق کاشت، یکنواختی عمودی توزیع بذر، سرعت جوانه‌زنی و عملکرد گندم داشته است. با توجه به اهمیت اجرای کشاورزی حفاظتی در صرفه‌جویی در وقت و انرژی و تقویت منابع آب و خاک، هدف از این تحقیق بررسی عملکرد گندم در میزان مصرف سوخت در روش کشت مستقیم و مقایسه شیاربازکن‌های رایج دستگاه‌های کشت مستقیم مورد استفاده در مزارع استان مرکزی در استقرار افقی و عمودی بذر و مقایسه آن‌ها با یکدیگر است.

#### مواد و روش‌ها

به منظور مقایسه روش‌های کشت مستقیم و همچنین نوع شیاربازکن، آزمایشی در یکی از مزارع کشاورزی منطقه دو گوش آشتیان با مختصات N34.32883 و E050.26868 و ارتفاع ۲۰۹۷ متر از سطح دریا طی سال‌های زراعی ۹۶-۹۵، ۹۶-۹۷، ۹۷-۹۸ و ۹۸-۹۹ اجرا شد. متوسط بارندگی و دمای سالیانه به ترتیب ۲۵۷/۹ میلی‌متر و ۱۱/۸ درجه سلسیوس است. متوسط رطوبت سالیانه آشتیان ۴۶٪ بوده و براساس طبقه‌بندی دومارتن اقلیم نیمه‌خشک و براساس طبقه‌بندی آمبرژه دارای اقلیم خشک و سرد است. مشخصات خاک محل آزمایش قبل از اعمال تیمارها در سال اول و تا عمق ۳۵ سانتی‌متر تعیین گردید (جدول ۱).

شیاربازکن‌های دیسکی و به‌ویژه کنگره‌دار پیشنهاد می‌گردد (Hedayatipoor *et al.*, 2021). عملکرد دستگاه‌های کشت مستقیم بستگی به فاکتورهایی مانند شرایط مزرعه از جمله نوع و مقدار بقایای گیاهی بر روی سطح خاک، طراحی شیاربازکن و محصول کشت شده دارد (Morrison, 2002). در واقع خصوصیات شیاربازکن نقش مهمی را در جوانه‌زنی بذر دارد و بسیاری از محققان اشاره نمودند که عوامل بسیار مهم در تنظیم جوانه‌زنی مانند قابلیت ماتریک خاک، درجه حرارت (Lindstrom *et al.*, 1976; Schneider & Gupta, 1985) و عمق کاشت (Alessi & Power, 1971; Mahdi *et al.*, 1998) تحت تأثیر تعامل بین شیاربازکن و خاک قرار می‌گیرد. بسیاری از ویژگی‌های بستر بذر در روش کشت مستقیم به نوع شیاربازکن مورداستفاده بستگی دارد، به طوری که استفاده از دو نوع شیاربازکن اصلی یعنی شیاربازکن بیلچه‌ای و دیسکی باعث تفاوت‌هایی در شکل‌گیری بستر بذر می‌گردد (Wilkins *et al.*, 1983). شیاربازکن‌ها براساس شرایط آب و هوایی و خاک، باید چندین هدف را پوشش دهند که این اهداف عبارتند از یکنواختی کاشت (عمق و فاصله کاشت بذر)، تولید مقدار کافی خاک نرم در بستر بذر برای تعامل بهتر بذر و خاک، کاهش تلفات آب، جلوگیری از تماس بذر با کود یا بقایای گیاهی و جلوگیری از تراکم خاک توسط شیاربازکن که ممکن است رشد ریشه را مختل نماید (Bueno *et al.*, 2002; Tsegaye & Mullins, 1994; Willatt, 1986). نوع شیاربازکن تأثیر قابل‌توجهی بر ظهور و استقرار گیاه دارد (McLeod *et al.*, 1992). محققان در پژوهشی دریافتند که انواع مختلف شیاربازکن‌ها منجر به الگوهای مختلف رشد جو خواهد شد (Chaudhry & Baker, 1988). در تحقیقی دیگر، به عنوان جایگزین در روش بی‌خاک‌ورزی، شیاربازکن‌هایی مانند چیزل، چیزل

جدول ۱- نتایج آزمایش شیمیایی و فیزیکی خاک محل انجام آزمایش

سال آزمایش	بافت (Sandy clay loam)			مواد خنثی شونده (%)	کربن آلی (%)	ازت کل (ppm)	فسفر قابل جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)
	رس (%)	شن (%)	سیلت (%)					
اول	۲۱/۴	۶۶/۲	۱۲/۴	۸	۰/۴	۰/۰۴	۶	۲۲۰

بنابراین تیمارها در سال دوم و چهارم آزمایش (سال‌های زراعی ۹۶-۹۷ و ۹۸-۹۹) به صورت کرت خورد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد.

باتوجه به اجرای آزمایش در شرایط دیم و کشت گندم در سال قبل از اجرای پروژه (۱۳۹۴) در مزرعه انتخابی، در سال اول پروژه مزرعه به صورت آیش نگهداری گردید.

عرض کرت‌های فرعی ۴/۵ متر در نظر گرفته شد و در هر کرت فرعی تیمارهای عمق کاشت ۴-۶ و ۸-۶ سانتی‌متر اجرا شد.

در روش شاهد، خاک‌ورزی اولیه با استفاده از گاوآهن برگردان‌دار و عملیات خاک‌ورزی ثانویه توسط کولتیواتور پنجه‌غازی در عمق ۲۵ سانتی‌متری انجام شد. کاشت گندم با دستگاه عمیق‌کار مناسب برای کاشت دیم مدل جان‌دیر (جدول ۲) انجام شد.

تراکم بذر گندم مورد استفاده در تمام تیمارها به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و یکسان در نظر گرفته شد. بذر مادری رقم سرداری ضدعفونی شده با قارچ‌کش دیفنوکونازول (Difenoconazole) با نام تجاری دیویدند (Dividend) و با دوز ۲ در هزار استفاده شد. همچنین حداقل خلوص بذر ۹۰٪ بود. براساس تراکم آزمایش، عملیات کالیبراسیون برای تمام دستگاه‌های کارنده انجام شد.

در این آزمایش کرت‌های اصلی میزان بقایای گیاهی (حفظ بقایای ایستاده و انتقال بقایای خارج شده از انتهای کمباین به بیرون از مزرعه و حفظ تمام بقایا در مزرعه (بقایای خارج شده از انتهای کمباین نیز در سطح مزرعه پخش گردید))، کرت فرعی نوع شیاربازکن دستگاه کشت مستقیم (۱- بیلچه‌ای باریک، ۲- بیلچه‌ای پهن و ۳- دیسکی) و کرت فرعی عمق کاشت (۴-۶ و ۸-۶ سانتی‌متر) در نظر گرفته شد. در این تحقیق از کارنده‌های کشت مستقیم رایج مورد استفاده در استان جهت کاشت گندم دیم (شرکت‌های ماشین برزگر همدان، جیران صنعت و تاکا) استفاده شد.

در جدول ۲ مدل دستگاه‌های کاشت مستقیم و خصوصیات آنها آورده شده است. کاشت با کارنده‌های تاکا، جیران صنعت و ماشین برزگر در اوایل آبان‌ماه سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۸ انجام شد. با توجه به عرض زمین انتخابی و همچنین عرض کار دستگاه‌های کارنده کشت مستقیم،

جدول ۲- خصوصیات ماشین‌های مورد استفاده جهت کاشت

نام شرکت	مدل کارنده کشت مستقیم	نوع شیاربازکن	تعداد شیاربازکن	فاصله بین ردیف کشت (cm)
تاکا	Rock	بیلچه‌ای باریک	۱۱	۲۰
جیران صنعت	JSA	بیلچه‌ای پهن	۱۳	۱۸
ماشین برزگر همدان	SPDe 3000	دیسکی	۱۶	۱۷
جان‌دیر	عمیق‌کار	بیلچه‌ای معمولی	۱۰	۲۰

### شاخص برگردانی خاک

با استفاده از کادری به ابعاد ۵۰ در ۱۰۰ سانتی‌متر میزان بقایای گیاهی بر روی زمین قبل و پس از کاشت در آبان‌ماه دو سال ۱۳۹۶ و ۱۳۹۸ اندازه‌گیری گردید و سپس با استفاده از معادله (۱) شاخص برگردانی خاک محاسبه شد (Anonymous, 1995).

$$F = \frac{W_p - W_E}{W_p} \times 100 \quad (1)$$

که در آن:  $F$  شاخص برگردانی خاک (%);  $W_p$  میزان بقایای محصول قبل از عملیات در واحد سطح؛  $W_E$  میزان بقایای محصول بعد از عملیات در واحد سطح است.

### ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر ادوات

در بیرون از زمین اصلی و در یک مسیر طولی ۱۰۰ متری، ظرفیت مزرعه‌ای ادوات مطابق معادله زیر اندازه‌گیری شد (Shafiee, 2010):

پس از عملیات کاشت، صفاتی همچون ضریب یکنواختی عمق کاشت، ضریب یکنواختی توزیع افقی بذر، درصد سبزشدن مزرعه و پس از برداشت، شاخص برداشت و عملکرد محصول اندازه‌گیری شدند. به منظور محاسبه عملکرد دانه، پس از حذف حاشیه کرت‌ها، کل سنبله‌های برداشت شده از سطح یک مترمربع در هر کرت با دست خرمن‌کوبی و عملکرد در مبنای یک هکتار محاسبه شد. همچنین برای محاسبه شاخص برداشت، وزن کل دانه‌های خشک شده (در سطح یک مترمربع مذکور) بر جرم زیست توده (کل خوشه‌های خشک شده) تقسیم گردید.

تحلیل واریانس داده‌های آزمایش با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C (تحت سیستم عامل DOS) انجام و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح آماری ۵٪ انجام گردید.

به ابعاد ۵۰ در ۱۰۰ سانتی‌متر با سه تکرار در هر تیمار اندازه‌گیری شد. براساس تعداد بذور سبز شده، درصد سبزشدگی مزرعه از طریق معادله (۵) محاسبه گردید (Anonymous, 1995).

$$PE = \frac{n}{N} * 100 \quad (5)$$

که در آن:  $PE$  درصد سبزشدگی (%);  $n$  تعداد گیاهچه‌های شمرده شده و  $N$  تعداد بذرهایی که به صورت اسمی در واحد سطح کشت شده‌اند، است.

### نتایج و بحث

جدول ۳ اثر تیمارهای آزمایش و همچنین اثر متقابل تیمارهای آزمایش را بر روی عملکرد، شاخص برداشت، درصد سبز شدن بذر، شاخص برگردانی خاک، ضرایب توزیع افقی و عمودی بذر نشان می‌دهد. با توجه به این جدول اثرات نوع شیاربازکن و عمق کاشت بر روی عملکرد در سطح آماری ۵٪ معنی‌دار است اما میزان بقایای گیاهی معنی‌دار نبوده که این موضوع به دلیل حجم کم بقایای گیاهی در کشت دیم (میانگین وزنی کل میزان بقایا قبل از کشت در دو سال کشت ۳۶۴ کیلوگرم در هکتار) بوده است. از سوی دیگر این بدان معناست که نحوه اثر میزان بقایای گیاهی بر روی تمام صفات اندازه‌گیری شده یکسان بوده است و یکی از دلایل می‌تواند همان مقدار کم بقایای گیاهی در زراعت دیم باشد که در پژوهش Hedayatipour *et al.* (2012) نیز به آن اشاره شده بود. همچنین با توجه به نتایج جدول مذکور، مشاهده می‌گردد که اثر نوع شیاربازکن بر روی عملکرد و شاخص برداشت در سطح آماری ۵٪ معنی‌دار است. همچنین اثر این عامل بر روی ضریب یکنواختی توزیع عمودی بذر، درصد سبز شدن بذر و شاخص برگردانی خاک در سطح آماری ۱٪ معنی‌دار است و نشان دهنده آن است که نوع شیاربازکن می‌تواند به عنوان یک عامل در عمق قرارگیری بذر و درصد سبز شدن آن تأثیرگذار باشد.

جدول ۴ مقایسه میانگین عملکرد و صفات اندازه‌گیری شده را تحت تأثیر نوع شیاربازکن با استفاده از آزمون دانکن در سطح آماری ۵٪ نشان می‌دهد. براساس نتایج این جدول، بیشترین عملکرد مربوط به روش کشت مرسوم با دستگاه عمیق‌کار با شیاربازکن بیلچه‌ای معمولی بود و روش کشت مستقیم در بقایا عملکرد پایین‌تری را داشت و با نتایج دیگر پژوهش‌گران منطبق است (Hedayatipour

$$C_a = \frac{W \times S}{10} \times e_f \quad (2)$$

که در آن:  $W$  عرض ماشین (متر);  $S$  سرعت ماشین (متر بر ثانیه) و  $e_f$  راندمان مزرعه‌ای است.

### میزان مصرف سوخت

مصرف سوخت نیز هم‌زمان با اندازه‌گیری ظرفیت مؤثر مزرعه‌ای و از روش مخزن پر بر حسب لیتر بر هکتار اندازه‌گیری شد. قبل از اعمال تیمارها، باک سوخت تا قسمت گلوبی پر شده و بعد از طی شدن مسیر مورد نظر و با استفاده از استوانه مدرج مقدار سوخت ریخته شده به داخل مخزن تا قسمت گلوبی اندازه‌گیری و ثبت شد.

### ضریب یکنواختی توزیع افقی بذر

با استفاده از معادله (۳) (Senapati *et al.*, 1992) ضریب یکنواختی توزیع افقی بذر محاسبه گردید.

$$S_e = \left(1 - \frac{Y}{D}\right) \times 100 \quad (3)$$

که در آن:  $S_e$  ضریب یکنواختی توزیع افقی بذر (%);  $Y$  میانگین قدرمطلق تفاضل فاصله به دست آمده از میانگین (میلی‌متر) و  $D$  میانگین فاصله بذر تا خط میانی کشت (میلی‌متر) است.

### ضریب یکنواختی توزیع عمودی بذر (عمق قرارگیری بذر)

پس از کاشت و سبز شدن تمام بذره‌های کاشته شده، در چند نقطه از هر کرت بوته‌هایی را به صورت تصادفی از زمین بیرون آورده و عمق کاشت از محل قرارگیری بذر تا قسمتی که با سطح خاک در تماس بوده است، اندازه‌گیری شد. با استفاده از معادله (۴) ضریب یکنواختی عمق کاشت محاسبه گردید (Senapati *et al.*, 1992).

$$S_d = \left(1 - \frac{Y_d}{D_d}\right) \times 100 \quad (4)$$

که در آن:  $S_d$  ضریب یکنواختی توزیع بذر (%);  $Y_d$  میانگین قدرمطلق انحراف عمق بذر از میانگین عمق قرارگیری بذر (میلی‌متر) و  $D_d$  میانگین عمق بذر (میلی‌متر) است.

### درصد سبزشدن مزرعه

تعداد گیاهچه‌های سبزشده در واحد سطح و درصد جوانه‌زنی در اوایل بهار، با استفاده از کادر مستطیل شکل

درصد مربوط به روش کشت مرسوم با استفاده از شیاربازکن بیلچه‌ای معمولی است، زیرا خاک با گاوآهن برگرداندار شخم زده شده و با نتایج دیگر پژوهش‌ها منطبق است (Hedayatipour *et al.*, 2012; Roozbeh & Khosravani, 2018). کمترین و بیشترین میزان برگردان شدن خاک در روش کشت مستقیم به ترتیب مربوط به شیاربازکن بیلچه‌ای باریک و دیسکی است در مقایسه انواع شیاربازکن‌ها در کارنده‌های کشت مستقیم، محققان گزارش نمودند که میزان به هم خوردگی خاک در جهت عمودی، در شیاربازکن‌های کاردی بیشتر از دیسکی است (Aikins *et al.*, 2018; Tessier *et al.*, 1990).

*et al.*, 2012; De Vita *et al.*, 2007; Rahimzadeh *et al.*, 2005; Afzalnia *et al.*, 2019). در روش کشت مستقیم با استفاده از شیاربازکن بیلچه‌ای باریک، دیسکی و بیلچه‌ای پهن میزان عملکرد به ترتیب ۶۳۱/۷۷ ، ۵۸۳/۰۲ و ۵۳۹/۳۸ کیلوگرم در هکتار بوده است. همان‌طور که در این جدول مشخص است، درصد سبز شدن بذر در روش کشت مستقیم با سه نوع شیاربازکن معنی‌دار نبوده و از سوی دیگر کمترین درصد سبز شدن در روش کشت مرسوم با استفاده از شیاربازکن بیلچه‌ای معمولی دیده شده است.

همچنین همان‌طور که در جدول ۴ مشخص است، بیشترین میزان برگردانده شدن خاک به میزان ۹۳/۴

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب اثر تیمارها بر روی عملکرد و صفات اندازه‌گیری شده

میانگین مربعات						
منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	توزیع افقی بذر (یکواختی)	توزیع عمودی بذر (یکواختی)	درصد سبز شدن بذر
سال	۱	۳۱۸۶۱/۳۲ <sup>ns</sup>	۱۳۳۰/۲۰ <sup>**</sup>	۱۴۸/۷۰ <sup>*</sup>	۷۵/۷۷ <sup>ns</sup>	۱۰۹۵۰/۹۰ <sup>**</sup>
تکرار×سال	۴	۷۴۰۹۷/۵۳ <sup>ns</sup>	۵۸/۳۴ <sup>ns</sup>	۶۷/۴۳ <sup>ns</sup>	۵۳/۱۱ <sup>ns</sup>	۸۹۷/۸۷ <sup>ns</sup>
بقایا	۱	۴۳۸/۷۴۶ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۱ <sup>ns</sup>	۴/۶۸ <sup>ns</sup>	۱۰۲/۳۲ <sup>ns</sup>	۵/۸۳ <sup>ns</sup>
بقایا×سال	۱	۲۵۱۶۹/۳۰ <sup>ns</sup>	۰/۹۰ <sup>ns</sup>	۷۳/۵ <sup>ns</sup>	۵۳/۶۳ <sup>ns</sup>	۶۲/۸۲ <sup>ns</sup>
خطای آزمایش	۴	۱۸۲۶۸/۳۸	۲۰/۸۷	۲۱/۲۴	۸۴/۵۸	۲۴۸/۴۴
نوع شیاربازکن	۳	۵۱۳۹۳/۱۱ <sup>*</sup>	۱۱۴/۸۵ <sup>*</sup>	۶/۹۷ <sup>ns</sup>	۲۶۹/۱۸ <sup>**</sup>	۹۰۷/۵۱ <sup>**</sup>
نوع شیاربازکن×سال	۳	۶۷۳۵۸/۲۹ <sup>*</sup>	۸۷/۰۴ <sup>ns</sup>	۴۵/۰۷ <sup>ns</sup>	۷۱/۶۹ <sup>ns</sup>	۸۹۱/۲۷ <sup>**</sup>
بقایا×نوع شیاربازکن	۳	۲۸۳۴۶/۹۲ <sup>ns</sup>	۲۹/۸۹ <sup>ns</sup>	۳۵/۹۲ <sup>ns</sup>	۱۱۶/۲۷ <sup>ns</sup>	۳۱۷/۴۲ <sup>ns</sup>
بقایا×نوع شیاربازکن×سال	۳	۵۹۶۷/۱۳ <sup>ns</sup>	۱۰/۵۷ <sup>ns</sup>	۲۱/۹۱ <sup>ns</sup>	۸۰/۶۵ <sup>ns</sup>	۱۷۵/۹۲ <sup>ns</sup>
خطای آزمایش	۲۴	۱۹۴۷۱/۸۰	۳۶/۰۴	۱۸/۴۸	۵۱/۹۵	۱۶۴/۲۶
عمق بذر	۱	۱۳۶۸۰/۶۱ <sup>*</sup>	۲/۷۸ <sup>ns</sup>	۱/۵۴ <sup>ns</sup>	۴۹/۶۱ <sup>ns</sup>	۲۴۵/۵۹ <sup>*</sup>
عمق بذر×سال	۱	۹/۳۳ <sup>ns</sup>	۲۸/۴۴ <sup>ns</sup>	۱۵/۷۵ <sup>ns</sup>	۳۷/۰۱ <sup>ns</sup>	۵۱/۰۲ <sup>ns</sup>
بقایا×عمق بذر	۱	۵۶۶۶/۷۶ <sup>ns</sup>	۲۸/۵۲ <sup>ns</sup>	۴/۸۳ <sup>ns</sup>	۳۴۶/۰۷ <sup>*</sup>	۶/۴۵۱ <sup>ns</sup>
بقایا×عمق بذر×سال	۱	۶۶۹/۶۶ <sup>ns</sup>	۳/۸۷ <sup>ns</sup>	۰/۰۲ <sup>ns</sup>	۷۴/۳۳ <sup>ns</sup>	۲/۶۷ <sup>ns</sup>
نوع شیاربازکن×عمق بذر	۳	۵۱۰۶/۰۳ <sup>ns</sup>	۲/۰۸ <sup>ns</sup>	۳۱/۷۲ <sup>ns</sup>	۶۴/۹۱ <sup>ns</sup>	۳۴/۶۹ <sup>ns</sup>
نوع شیاربازکن×عمق بذر×سال	۳	۱۲۹۳/۴۰ <sup>ns</sup>	۱۳/۱۳ <sup>ns</sup>	۱۱/۸۱ <sup>ns</sup>	۳۷/۱۶ <sup>ns</sup>	۱۵۴/۱۷ <sup>ns</sup>
بقایا×نوع شیاربازکن×عمق بذر	۳	۵۷۰۰/۹۴ <sup>ns</sup>	۳۰/۴۰ <sup>ns</sup>	۲۵/۲۵ <sup>ns</sup>	۲۷۴/۴۸ <sup>*</sup>	۲۵/۱۹ <sup>ns</sup>
همه عوامل×سال	۳	۵۰۰۸/۹۶ <sup>ns</sup>	۱/۲۸ <sup>ns</sup>	۲۹/۳۳ <sup>ns</sup>	۵۴/۸۹ <sup>ns</sup>	۵۸/۹۳ <sup>ns</sup>
خطای آزمایش	۳۲	۵۱۶۹/۴۶	۴/۴۹	۱۸/۴۶	۷۱/۴۲	۵۸/۸۹
ضریب تغییرات (%)	۱۲	۱۲	۱۳/۵	۴/۶	۹/۶	۱۲/۷۱

\*\* و \* : نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار تیمار بر روی صفت مربوطه به ترتیب در سطوح آماری ۱ و ۵ درصد و ns: نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار تیمار بر روی صفت مربوطه به ترتیب در سطح آماری ۵ درصد است.

جدول ۴- مقایسه میانگین تأثیر نوع شیاریازکن بر روی عملکرد و صفات اندازه‌گیری شده

نوع شیاریازکن	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	ضریب یکنواختی توزیع افقی بذر	ضریب یکنواختی توزیع عمودی بذر	درصد سبز شدن بذر	شاخص برگردانی خاک (درصد)
بیلچه‌ای باریک	۶۳۱/۷۷ <sup>b</sup>	۳۰/۲۴ <sup>a</sup>	۹۲/۸۷ <sup>a</sup>	۹۱/۱۹ <sup>a</sup>	۶۴/۳۵ <sup>a</sup>	۴۹/۷۳ <sup>c</sup>
بیلچه‌ای پهن	۵۳۹/۳۸ <sup>d</sup>	۲۶/۱۹ <sup>b</sup>	۹۲/۹۸ <sup>a</sup>	۸۳/۹۵ <sup>b</sup>	۶۵/۳۳ <sup>a</sup>	۵۹/۳۱ <sup>b</sup>
دیسکی	۵۸۳/۰۳ <sup>c</sup>	۲۸/۱۵ <sup>ab</sup>	۹۴/۰۳ <sup>a</sup>	۸۷/۲۷ <sup>ab</sup>	۵۹/۹۵ <sup>a</sup>	۶۱/۱۹ <sup>b</sup>
بیلچه‌ای معمولی	۶۳۸/۲۸ <sup>a</sup>	۳۱/۰۵ <sup>a</sup>	۹۳/۵۲ <sup>a</sup>	۹۰/۶۰ <sup>a</sup>	۵۱/۸۳ <sup>ab</sup>	۹۳/۴۰ <sup>a</sup>

حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد است (با توجه به سطح معنی دار بودن عامل).

بقایای مورد آزمایش، تأثیر افزایش و یا کاهش عمق بذر روند یکسانی را دارند و فقط بر روی یکنواختی عمق قرارگیری بذر اثر داشته‌اند.

نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایش بر روی صفات اندازه‌گیری شده (جدول ۳) نشان می‌دهد که اثر متقابل عمق کاشت بذر و نوع شیاریازکن بر روی عملکرد و صفات اندازه‌گیری شده به غیر از شاخص برگردانی خاک در سطح آماری ۵٪ معنی‌دار نیست. این بدان معناست که کارایی همه شیاریازکن‌ها در دو عمق آزمایش تقریباً یکسان است.

نتایج جدول ۶ نشان داد که اثر نوع شیاریازکن در دو عمق ۴-۶ سانتی‌متر و ۸-۶ سانتی‌متر بر روی شاخص برگردانی خاک معنی‌دار نبوده و در دو عمق کاشت موردنظر میزان برگردانده شدن خاک یکسان بوده است. بیشترین و کمترین مقدار شاخص برگردانی خاک به ترتیب مربوط به روش کشت مرسوم با شیاریازکن بیلچه‌ای در عمق کشت ۸-۶ سانتی‌متر و کشت مستقیم با شیاریازکن بیلچه‌ای باریک در عمق کشت ۴-۶ سانتی‌متر مشاهده شده است.

با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۳)، اثر متقابل هر سه عامل آزمایش بر عملکرد و صفات اندازه‌گیری شده به غیر از ضریب یکنواختی توزیع عمودی بذر در سطح آماری ۵٪ معنی‌نبود. جدول ۷ اثر متقابل سه عامل میزان بقایای گیاهی، نوع شیاریازکن و عمق کاشت بذر بر روی عملکرد و صفات اندازه‌گیری شده را نشان می‌دهد.

اگرچه طبق نتایج جدول ۳ اثر متقابل میزان بقایای گیاهی، نوع شیاریازکن و عمق کاشت بذر بر روی ضریب یکنواختی توزیع عمودی بذر در سطح ۵٪ معنی‌دار است، اما با توجه به نتایج جدول ۷ مشاهده می‌شود که اثر

با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) اثر متقابل نوع شیاریازکن و سال در سطح آماری ۵٪ بر روی عملکرد معنی‌دار است، اما بر روی ضرایب یکنواختی توزیع افقی و عمودی بذر معنی‌دار نیست. می‌توان گفت یکی از دلایل عدم وجود اختلاف معنی‌دار، مقدار کم بقایای گیاهی در زراعت دیم (در مقایسه با کشت آبی) است. از طرف دیگر در تحقیقی گزارش شده است که مقدار سفتی خاک در اراضی دیم در حدی نیست که باعث عدم یکنواختی توزیع بذر شود (Hedayatipour et al., 2012).

با توجه به نتایج تجزیه واریانس، اثر عمق کاشت بذر بر روی عملکرد و درصد سبز شدن بذر در سطح آماری ۵٪ و بر روی شاخص برگردانی خاک در سطح ۱٪ معنی‌دار به دست آمد. مقایسه میانگین تأثیر عمق بذر بر روی عملکرد و صفات اندازه‌گیری شده، در جدول ۵ آورده شده است. نتایج نشان می‌دهد که عملکرد و درصد سبز شدن در عمق ۴ تا ۶ سانتی‌متر نسبت به عمق ۶ تا ۸ سانتی‌متر بیشتر بوده است. در واقع با افزایش عمق کاشت، درصد سبز شدن و در نتیجه عملکرد دانه کاهش می‌یابد. با افزایش عمق، درصد سبز شدن کاهش یافته که با نتایج Hedayatipour و Rahimzadeh et al., (2005) و Hedayatipour et al. (2012) هم‌خوانی دارد. همان‌طور که مشخص است شاخص برگردانی خاک در عمق ۶ تا ۸ سانتی‌متر نسبت به عمق ۴ تا ۶ سانتی‌متر بیشتر بوده و بقایای بیشتری با خاک مخلوط شده و زیر خاک دفن شده است.

در جدول ۳ مشاهده می‌شود که اثر متقابل عمق کاشت بذر و میزان بقایای گیاهی بر روی عملکرد، شاخص برداشت، ضریب یکنواختی توزیع افقی بذر، درصد سبز شدن و شاخص برگردانی خاک در سطح آماری ۵٪ معنی‌دار به دست نیامد. این به این معناست که در میزان



شیارباژکن تفاوت معنی‌داری را در قرارگیری افقی و عمودی بذر ایجاد نماید. مشابه این نتایج در تحقیق Hedayatipour *et al.* (2012) نیز گزارش شده بود.

متقابل میزان بقایای گیاهی، نوع شیارباژکن و عمق کاشت بذر بر روی ضریب یکنواختی توزیع عمودی بذر معنی‌دار نبوده و نشان می‌دهد که میزان بقایا آنقدر بالا نبوده است (به دلیل زراعت دیم) که تفاوت نوع

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده متأثر از عمق‌های کاشت مورد آزمایش

شاخص برگردانی خاک (درصد)	درصد سبزشدن بذر	ضریب یکنواختی توزیع عمودی بذر	ضریب یکنواختی توزیع افقی بذر	شاخص برداشت (درصد)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	عمق کاشت (سانتی‌متر)
۶۴/۲۹a	۶۱/۹۶a	۸۸/۹۷a	۹۳/۷۲a	۲۹/۰۸a	۶۱۰/۰۵ a	۴-۶
۶۷/۵۲b	۵۸/۷۷b	۸۷/۵۳a	۹۳/۴۷a	۲۸/۷۴a	۵۸۶/۱۷ b	۶-۸

حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و یا ۵ درصد است (با توجه به سطح معنی دار بودن عامل).

جدول ۶- مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده به ازای اثر متقابل عمق کاشت بذر و نوع شیارباژکن

شاخص برگردانی خاک (درصد)	درصد سبزشدن بذر	ضریب یکنواختی توزیع عمودی بذر	ضریب یکنواختی توزیع افقی بذر	شاخص برداشت (درصد)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	عمق کاشت (سانتی‌متر)	نوع شیارباژکن
۴۸/۴۴c	۶۷/۴۸a	۹۰/۰۵a	۹۴/۳۱a	۳۰/۱۶a	۶۳۷/۰۷ a	۴-۶	بیلچه‌ای باریک
۵۱/۰۱c	۶۱/۲۱abc	۹۲/۳۳a	۹۱/۴۳a	۳۰/۳۳a	۶۲۶/۴۷ a	۶-۸	
۵۸/۰۸b	۶۷/۰۳ab	۸۶/۶۶ab	۹۴/۱۸a	۲۶/۷۷bc	۵۴۰/۷۵ b	۴-۶	بیلچه‌ای پهن
۶۰/۵۴b	۶۳/۶۲abc	۸۱/۲۳b	۹۳/۷۷a	۲۵/۶۰c	۵۳۸ b	۶-۸	
۵۹/۷۰b	۶۰/۱۷bc	۸۸/۴۹ab	۹۲/۶۷a	۲۸/۱۹b	۶۱۶/۴۹ a	۴-۶	دیسکی
۶۲/۶۹b	۵۹/۷۳c	۸۶/۰۵ab	۹۵/۴۰a	۲۸/۱۱b	۵۴۹/۵۵b	۶-۸	
۹۰/۹۷a	۵۳/۱۷d	۹۰/۶۸a	۹۳/۷۵a	۳۱/۱۹a	۶۴۵/۸۸ a	۴-۶	بیلچه‌ای معمولی
۹۵/۸۳a	۵۰/۴۹d	۹۰/۵۲a	۹۳/۲۹a	۳۰/۹۱a	۶۳۰/۶۷ a	۶-۸	

حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و یا ۵ درصد است (با توجه به سطح معنی دار بودن عامل).

### ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر

مقادیر ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر در مرحله آماده‌سازی زمین و مرحله کاشت توسط خطی کارهای استفاده شده در آزمایش در جدول ۸ آورده شده است. با توجه به نتایج، ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر در روش کشت مستقیم توسط سه نوع دستگاه مورد آزمایش از روش کشت مرسوم (۰/۲ هکتار بر ساعت) بالاتر است. همچنین کاهش مدت زمان انجام عملیات کشاورزی با توجه به محدودیت زمان کشت در اول پاییز، از اهمیت زیادی برخوردار است که در روش کشت مستقیم به خوبی مشهود است.

### میزان مصرف سوخت

مقادیر میزان مصرف سوخت در جدول ۸ آورده شده است. همان‌طور که در جدول دیده می‌شود، میزان مصرف سوخت در روش کشت مستقیم نسبت به روش کشت مرسوم به دلیل حذف عملیات خاک‌ورزی بسیار کمتر (حدود یک چهارم) است. میزان کاهش مصرف سوخت در روش کشت مستقیم به ترتیب با کارنده‌های تاکا، جیران صنعت و ماشین بزرگ نسبت به روش کشت مرسوم ۷۷، ۷۲ و ۷۷ درصد بوده است. در واقع نه تنها زمان انجام عملیات در روش کشت مستقیم کاهش یافته، بلکه مصرف انرژی و در نتیجه هزینه نیز نسبت به روش کشت مستقیم کاهش یافته است.

جدول ۷- مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده به ازای اثر متقابل میزان بقایای گیاهی، نوع شیاربازکن و عمق کاشت بذور

بقایا	نوع شیاربازکن	عمق کاشت (سانتی‌متر)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	توزیع افقی بذور	ضریب یکنواختی	توزیع عمودی بذور	ضریب یکنواختی	درصد سبزشدن بذور	شاخص برداشتی خاک (درصد)
بقایای ایستاده	باریک	۴-۶	۶۳۰/۰۶abc	۲۹/۲۷bcd	۹۳/۷۲ab	۹۱/۹۵a	۷۲/۸۹a	۴۴/۳۹e		
		۶-۸	۵۹۶/۷۱abcd	۲۸/۲۳cde	۸۹/۳۲b	۹۳a	۶۴/۴۹abcd	۴۶/۶۸de		
	پهن	۴-۶	۵۲۴/۶۴de	۲۷/۴۳de	۹۴/۰۱ab	۸۴/۲۵a	۶۲/۸۹bcd	۶۵/۸۱bc		
		۶-۸	۴۷۳/۳۹e	۲۵/۵۷e	۹۵/۳۰ab	۹۱/۷۴a	۵۹/۱۶cdef	۶۹/۱۰b		
بقایای ایستاده+ کاه و کلمش	باریک	۴-۶	۶۱۵/۷۵abcd	۲۹/۰۲bcd	۹۰/۱۳ab	۸۵/۵۷a	۶۰/۵۹cdef	۶۵/۲۱bc		
		۶-۸	۵۷۴/۶۳bcd	۲۷/۲۶de	۹۵/۵۳a	۸۸/۰۶a	۵۸/۲۲de	۶۸/۴۷b		
	پهن	۴-۶	۶۹۱/۹۳a	۳۲/۷۷a	۹۵/۲۶ab	۹۰/۶۵a	۵۲/۵def	۹۱/۶۶a		
		۶-۸	۶۶۰/۶۸ab	۳۱/۷۱ab	۹۳/۷۵ab	۸۹/۰۶a	۵۳/۱۳efg	۹۶/۸۹a		
بقایای ایستاده+ کاه و کلمش	باریک	۴-۶	۶۴۴/۰۹abc	۳۱/۰۴abc	۹۴/۹ab	۸۸/۱۵a	۶۲/۰۷efg	۵۲/۴۹de		
		۶-۸	۶۵۶/۲۳abc	۳۲/۴۲a	۹۳/۵۴ab	۹۱/۶۶a	۵۷/۹۳cde	۵۵/۳۵d		
	پهن	۴-۶	۵۵۶/۸۵cde	۲۶/۱۲e	۹۴/۳۵ab	۸۹/۰۹a	۷۱/۱۷def	۵۰/۳۴۷de		
		۶-۸	۶۰۲/۶۲abcd	۲۵/۶۲e	۹۲/۲۵ab	۷۰/۷۲b	۶۸/۱ab	۵۱/۹۸de		
بقایای ایستاده+ کاه و کلمش	باریک	۴-۶	۶۱۷/۲۴abcd	۲۷/۳۶de	۹۵/۲۰ab	۹۱/۴۲a	۵۹/۷۵abc	۵۴/۱۹de		
		۶-۸	۵۲۴/۴۶de	۲۸/۹۷bcd	۹۵/۲۶ab	۸۴/۰۴a	۶۱/۲۳cdef	۵۶/۹۰cd		
	پهن	۴-۶	۵۹۹/۸۳abcd	۲۹/۶۲bcd	۹۲/۲۳ab	۹۰/۷۰a	۵۲/۸۴fg	۹۰/۲۷a		
		۶-۸	۶۰۰/۶۷abcd	۳۰/۱۱abcd	۹۲/۸۳ab	۹۱/۹۸a	۴۷/۸۵g	۹۴/۷۷a		

حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و یا ۵ درصد است (با توجه به سطح معنی‌دار بودن عامل).

جدول ۸- ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر و میزان مصرف سوخت خطی کارها در روش‌های کشت آزمایش

روش کشت	مدل دستگاه	ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر (هکتار در ساعت)	میزان مصرف سوخت (لیتر بر هکتار)	زمان مفید انجام عملیات (ساعت بر هکتار)	زمان کل انجام عملیات (ساعت بر هکتار)
کشت مستقیم	کارنده ناکا	۰/۹۶	۱۸/۲	۰/۷۸	۱/۰۴
	کارنده جیران صنعت	۱/۱۵	۲۲/۲۲	۰/۶۵	۰/۸۷
	کارنده ماشین برزگر	۱/۷۲	۱۸/۱۲	۰/۴۳	۰/۵۸
کشت مرسوم	گاواهن سه خیش	۰/۳۰	۶۴	۲/۸	۳/۳۳
	کولتیواتور	۱/۲۲	۸	۰/۶۹	۰/۸۲
	کارنده جان‌دیر	۰/۷۵	۸/۴۶	۱	۱/۳۳
جمع کل عملیات در روش مرسوم		۰/۱۸	۸۰/۴۶	۴/۴۹	۵/۴۸

### نتیجه‌گیری

نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر نشان می‌دهد:

- اثر نوع شیاربازکن بر روی عملکرد در سطح آماری ۵٪ معنی‌دار است. بیشترین عملکرد مربوط به روش کشت مرسوم با دستگاه عمیق‌کار با شیاربازکن بیلچه‌ای معمولی (۶۳۸ کیلوگرم در هکتار) است و روش کشت مستقیم

عملکرد پایین‌تری را دارد، که می‌تواند ناشی از کاهش تعداد خوشه در واحد سطح و تراکم پایین‌تر و فراهم بودن فضای کافی رشد در روش کشت مرسوم بوده باشد. در روش کشت مستقیم با استفاده از شیاربازکن بیلچه‌ای باریک، دیسکی و بیلچه‌ای پهن میزان عملکرد به ترتیب ۶۳۲، ۵۸۳ و ۵۳۹ کیلوگرم در هکتار بوده است.

- No-tillage tine furrow opener performance: soil-tool-residue interactions, tool geometry and settings. In *2018 ASABE Annual International Meeting* (p. 1). American Society of Agricultural and Biological Engineers.
- Akbarnia, A. (2013). Study of fuel consumed and crop yield of three tillage methods in barley farms. *Journal of Plant Production*, 20(1): 203-210.
- Alessi, J., & Power, J. F. (1971). Corn emergence in relation to soil temperature and seeding depth 1. *Agronomy journal*, 63(5): 717-719.
- Anonymous. 1995. RNAM Test Codes & Procedures for Farm Machinery. *Economic and Social Commission for Asia and the Pacific. Technical Series*, 12. United Nations, Bangkok.
- Arnon, I. (2012). *Agriculture in dry lands: principles and practice*. Elsevier, Amsterdam, Netherland. pp 992.
- Behrouzilar, M. (1991). *Management of tractor and Agricultural Machinery*. University of Tehran Press, Iran. (In Persian).
- Bonari, E., Mazzoncini, M., & Peruzzi, A. (1995). Effects of conventional and minimum tillage on winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) in a sandy soil. *Soil and Tillage Research*, 33(2), 91-108.
- Bueno, J., Hernandez, J. L., Alvarez, M., & Amiana, C. (2002). Seeding opener and fertilizer placement in no-tillage silage corn production. In *Proceedings of the International Conference on Agricultural Engineering* (Vol. 1, pp. 71-76).
- Chaghazardi, H. R., Jahnsuz, M. R., Ahmadi, A., & Gorji, M. (2015). Effects of different tillage methods on bread wheat and chickpea yield, yield components and soil physical properties under rainfed conditions in Kermanshah. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 46(4): 687-698.
- Chaudhry, A. D., & Baker, C. J. (1988). Barley seedling establishment by direct drilling in a wet soil. 1. Effects of openers under simulated rainfall and high water-table conditions. *Soil and Tillage Research*, 11(1), 43-61.
- Chaudhuri, D. (2001). PM—power and machinery: performance evaluation of various types of furrow openers on seed drills—a review. *Journal of agricultural engineering research*, 79(2), 125-137.
- Corsi, S., & Muminjanov, H. (2019). *Conservation Agriculture: Training guide for extension agents and farmers in Eastern Europe and Central Asia*. FAO.
- De Vita, P., Di Paolo, E., Fecondo, G., Di Fonzo, N., & Pisante, M. (2007). No-tillage - نحوه اثر میزان بقایا در دو سال کشت بر عملکرد و صفات اندازه‌گیری شده یکسان بوده است.
- هر یک از شیاربازکن‌ها در دو تیمار بقایای گیاهی تأثیر معنی‌داری بر روی روند افزایش یا کاهش عملکرد نداشته است. می‌توان گفت یکی از دلایل عدم اختلاف معنی‌دار، مقدار کم بقایای گیاهی در زراعت دیم (در مقایسه با کشت آبی) است. از طرف دیگر مقدار سفتی خاک در اراضی دیم در حدی نیست که باعث عدم یکنواختی توزیع بذر بشود.
- اثر نوع شیاربازکن بر روی ضریب یکنواختی توزیع عمودی بذر در سطح آماری ۱٪ معنی‌دار است و نشان دهنده آن است که نوع شیار بازکن در عمق قرارگیری بذر می‌تواند تأثیرگذار باشد.
- با افزایش عمق کشت، درصد سبز شدن بذر و عملکرد دانه کاهش می‌یابد.
- درصد سبز شدن بذر در روش کشت مستقیم با سه نوع شیاربازکن معنی‌دار نبوده است.
- بیشترین و کمترین میزان برگرداندن خاک به ترتیب به میزان ۹۳/۴ و ۴۹/۷۳ درصد مربوط به روش کشت مرسوم با استفاده از شیاربازکن بیلچه‌ای معمولی و بیلچه‌ای باریک است.
- شاخص برگردانی خاک در عمق ۶ تا ۸ سانتی‌متر نسبت به ۴ تا ۶ سانتی‌متر بیشتر بوده است.
- نه تنها زمان انجام عملیات در روش کشت مستقیم کاهش یافته است بلکه میزان مصرف سوخت نیز در روش کشت مستقیم نسبت به روش کشت مرسوم به طور میانگین ۷۵ درصد کاهش یافته است.

#### منابع

- Afzalnia, A., Karami, A., & Rousta, M. J. (2019). Effect of Conservation Tillage on Soil Properties, Field Capacity, Fuel Consumption, and Wheat Yield in the Wheat-Corn Rotation. *Agricultural Mechanization and Syatem Research*, 20(72): 163-178. (In Persian)
- Afzalnia, S., Dehghanian, E., & Talati, M. H. (2009). Effect of conservation tillage on soil physical properties, fuel consumption, and wheat yield. In *Fourth Conference on Energy Efficiency and Agricultural Engineering*. Rousse, Bulgaria.
- Aikins, K. A., Antille, D. L., Jensen, T. A., Barr, J. B., Ucgul, M., & Desbiolles, J. M. (2018).

- Lindstrom, M. J., Papendick, R. I., & Koehler, F. E. (1976). A model to predict winter wheat emergence as affected by soil temperature, water potential, and depth of planting I. *Agronomy Journal*, 68(1), 137-141.
- Mahdi, L., Bell, C. J., & Ryan, J. (1998). Establishment and yield of wheat (*Triticum turgidum* L.) after early sowing at various depths in a semi-arid Mediterranean environment. *Field Crops Research*, 58(3), 187-196.
- McLeod, J. G., Dyck, F. B., Campbell, C. A., & Vera, C. L. (1992). Evaluation of four zero-tillage drills equipped with different row openers for seeding winter wheat in the semi-arid prairies. *Soil and Tillage Research*, 25(1), 1-16.
- Mejahed, E. I., & Sander, K. D. H. (1998, November). Rotation, tillage and fertilizer effects on wheat-based rainfed crop rotation in semiarid Morocco. In *Proceeding of third European conference on grain legumes. Opportunities for high quality, healthy and added-value crops to meet European demands. Valladolid, Spain* (pp. 442-454).
- Morrison, J. E. (2002). Compatibility among three tillage systems and types of planter press wheels and furrow openers for vertisol clay soils. *Applied Engineering in Agriculture*, 18(3), 293-295.
- Omid-Mehr, Z. (2018). *Effect of conservation tillage on fuel consumption, some physical properties of soil and crop yield in sunflower-wheat rotation in rainfed condition*. Final Report. Agricultural Engineering Research Institute. (In Persian)
- Rahimzadeh, R., mahfozee, S., & Fazi Asl, V. (2005). *Influence of seeding depth and direct seeding in to standing stubble on emergence, plant establishment, winter survival and grain yield of wheat and barley in the cold region*. Final Report. Agricultural Engineering Research Institute. (In Persian)
- Roosbeh, M., & Khosravani Gashtasb, A. (2018). *Effects of furrow opener type and press wheel configuration of direct drill planter on seeding and crop performances in wheat cropping*. Final Report. Agricultural Engineering Research Institute. (In Persian)
- Sadeghnejad, H.R. (2017). *Sustainable tillage*. Agricultural Education Press. (In Persian)
- Schneider, E. C., & Gupta, S. C. (1985). Corn emergence as influenced by soil temperature, matric potential, and aggregate size distribution. *Soil Science Society of America Journal*, 49(2), 415-422.
- Senapati, P. C., Mohapatra, P. K., & Dikshit, U. N. (1992). Field evaluation of seeding and conventional tillage effects on durum wheat yield, grain quality and soil moisture content in southern Italy. *Soil and tillage research*, 92(1-2), 69-78.
- Dehghaneian, M., & Afzalnia, S. (2012). Effect of conservation tillage on grain drill performance, barley yield and barley yield components. *The 7th National Conference on Agricultural Machinery Engineering and Mechanization*. Sep.14-16. 2012. Shiraz University. (In Persian)
- El Titi, A. (2002). Implications of soil tillage for weed communities. In *Soil tillage in agroecosystems* (pp. 161-200). CRC Press.
- Hedayatipour, A., Ghadbeiglo, G., Moradabadi, Gh., Keikhaee, M.A., Taheri, A., Younesi Alamoti, M., Babaei, M., Kishani, M., Borzabzdi, H. (2012). *Study of the effect of conservation tillage methods on some soil physical and chemical properties, Energy consumption, weed population and water use efficiency in wheat*. Final Report. Agricultural Engineering Research Institute. (In Persian)
- Hedayatipour, A., Goodarzi, M., Tahmasebi, M., Beheshtinezhad, H.R., Najmi, M., Roodbarani, J., & Kishani, A.R. (2021). *Methods of Implementation of Conservation Agriculture for Common Bean*. Agricultural Education Press. (In Persian)
- Hedayatipour, A., Ghadbeiglo, G., Moradabadi, Gh., Khodshenas, M.A., Taheri, A., Younesi Alamoti, M., Babaei, M., Kishani, M., Borzabzdi, Bafandeh, H. A. & Lak, M. (2015). *Study of the effect of conservation tillage methods on Energy consumption, some soil physical and chemical properties and weed population in Rain-fed Wheat*. Final Report. Agricultural Engineering Research Institute. (In Persian)
- Heidari A., & Soltani, H. 2016. Effect of Conservation Tillage and Crop Rotation on Dryland Wheat Yield and Weed Population. *Research in Crop Ecosystems*, 3(1 & 2), 11-17.
- Helm, V. (2005). Conservation tillage: corn, grain sorghum, and wheat in Dallas County, Texas. *Soil and Tillage Research*, 23(5), 356-366.
- Hemmat, A., & Eskandari, I. (2006). Dryland winter wheat response to conservation tillage in a continuous cropping system in northwestern Iran. *Soil and tillage research*, 86(1), 99-109.
- Isaac Beigi, A. (2008). Reduction of energy on wheat tillage process with Replacement of mould board plowing. *5th National Conference on Agricultural Machinery Engineering and Mechanization*. Sep. 6-7. Ferdowsi University. (In Persian)

- devices for finger-millet. *Agricultural Mechanization in Asia, Africa, and Latin America*, 23(3), 21-24.
- Shafiee, S.A. (2010). *Principles of agricultural machinery*. University of Tehran Press.
- Sharma, A.R. & Behera, U. K. (2014). Conservation agriculture in India—Problems, prospects and policy issues. *International Soil and Water Conservation Research*, 2(4), 1-12.
- Sharma, P., Abrol, V., & Sharma, R. K. (2011). Impact of tillage and mulch management on economics, energy requirement and crop performance in maize-wheat rotation in rainfed subhumid inceptisols, India. *European journal of agronomy*, 34(1), 46-51.
- Tessier, S., Peru, M., Dyck, F. B., Zentner, F. P., & Campbell, C. A. (1990). Conservation tillage for spring wheat production in semi-arid Saskatchewan. *Soil and Tillage Research*, 18(1), 73-89.
- Tsegaye, T., & Mullins, C. E. (1994). Effect of mechanical impedance on root growth and morphology of two varieties of pea (*Pisum sativum* L.). *New Phytologist*, 126(4), 707-713.
- Wilkins, D. E., Muilenburg, G. A., Allmaras, R. R., & Johnson, C. E. (1983). Grain-drill opener effects on wheat emergence. *Transactions of the ASAE*, 26(3), 651-665.
- Willatt, S. T. (1986). Root growth of winter barley in a soil compacted by the passage of tractors. *Soil and Tillage Research*, 7(1-2): 41-50.

