بررسی اثر روش‌های خاک‌ورزی، الگوی کاشت و مدیریت بقایا بر کارایی مصرف آب کلزا (*Brassica napus* L.)

سید قدرت الله موسوی[۱]*، محمد امین آسودار[۲] و پیام پورمحمدی[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مکانیزاسیون ماشین‌های کشاورزی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان
۲- استاد گروه مهندسی مکانیزاسیون ماشین‌های کشاورزی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان
۳- استادیار گروه اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان
godrat_mousavi@yahoo.com

چکیده

در حال حاضر کشور با کمبود آب روبرو می‌باشد و مهم‌ترین چالش در بخش کشاورزی تولید محصول با کمترین آب مصرفی است. در این زمینه یکی از مهمترین راهکارها، افزایش کارایی مصرف آب در تولید محصولات کشاورزی است. بر این اساس تحقیقی در زمینه بررسی کارایی آب در روش‌های مختلف خاک‌ورزی و الگوی کاشت با مدیریت بقایای گیاهی بر کارایی مصرف آب و عملکرد کلزا در دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان در سال ۱۳۹۱ انجام شد. تجزیه و تحلیل نتایج، ضرایب همبستگی بین صفات و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون دانکن با کمک نرم‌افزار آماری SAS صورت گرفت. نتایج نشان داد خاک‌ورز مرکب در اجرای کم‌خاک‌ورزی با برجای گذاشتن ۳۹/۷ درصد بقایا بر سطح خاک جهت انجام کشت حفاظتی مناسب بوده و منجر به مزیت نسبی روش کم‌خاک‌ورزی نسبت به روش خاک‌ورزی مرسوم شد. وجود بقایا با مصرف میانگین ۵۹۴۷/۴۵ متر مکعب در هکتار بیشترین مصرف آب را داشت و علت افزایش مصرف آب در تخلخل و جذب آب بیشتر مواد آلی در خاک بود. بی‌خاک‌ورزی با کاهش ۳۷/۸ و ۲۱/۰۲ درصد در میانگین آب مصرفی به ترتیب نسبت به خاک‌ورزی مرسوم و کم‌خاک‌ورزی دارای بیشترین کارایی آب با میانگین ۱/۶۹ کیلوگرم بر متر مکعب بود. به طور میانگین الگوی کاشت جوی و پشته با کاهش۲۵/۴ درصد در مصرف آب و افزایش ۳۰ درصد در کارایی مصرف آب نسبت به الگوی کاشت مسطح بود. چرخفشاردهنده باعث افزایش ۶/۶ درصد در کارایی آب شد که نشان از استقرار بوته‌ها و افزایش عملکرد محصول است.

واژه‌های کلیدی: روش‌های خاک‌ورزی، الگوی کاشت، مدیریت بقایا، چرخفشاردهنده، کارایی مصرف آب کلزا

مقدمه

محدودیت منابع آب و رقابت برای استحصال آن، باعث بروز مشکلاتی جدیدتری در زمینه آبیاری و تأمین آب مورد نیاز گیاهان گردیده است. به گونه‌ای که بزرگترین چالش دهه‌های آینده به ویژه در کشورهای با منابع آب و خاک محدود، محدودیت ناشی از خشکسالی و تداوم افزایش میزان تقاضا برای تولید سبب گردیده تا حداکثر استفاده از منابع موجود، افزایش بهره‌روی و بالطبع افزایش

تولید در واحد سطح مطرح گردد. این موضوع با توجه به افزایش روز افزون جمعیت در کشورهای در حال توسعه و با افزایش نیاز و تقاضا به تأمین مواد غذایی، لزوم تولید متناسب با افزایش جمعیت را بیش از پیش نمایان می‌سازد.

روش آبیاری سطحی جویچه‌ای و نواری از متداول‌ترین روش‌های آبیاری مزارع است. در این شیوه آبیاری، آب به صورت ثقلی در سطح زمین جریان می‌یابد و سطح زمین به عنوان جذب کننده و انتقال آب مورد استفاده گیاه قرار می‌گیرد. آبیاری جوی و پشته نوعی روش آبیاری سطحی است که در آن به جای مستغرق نمودن تمام مزرعه آب از داخل جویچه‌ها به وسیله آبی که مستقیماً از نهرهای روباز توسط سیفون و یا لوله‌های دریچه‌دار به داخل مزرعه هدایت شده و بستگی به شرایط اقلیمی، محیطی و کیفیت آب آبیاری مزرعه بذر بر روی پشته یا داخل جوی کشت می‌گردد. آبیاری نواری از روش‌های آبیاری سطحی است که بعد از آبیاری جویچه‌ای به طور متداول در مزارع کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش شامل مزارع طویل یا دارای خطوط تراز یکنواخت، شیب طولی و بدون شیب عرضی می‌باشد. آب در هر نوار از طریق نهر اصلی مزرعه وارد شده و با اختلاف ارتفاعی که در دو سر مزرعه وجود دارد، به انتهای آن می‌رسد (مصطفی‌زاده فرد و عزیزی، ۱۳۸۵).

خاک‌ورزی مرسوم از نظام‌های خاک‌ورزی شدید برای نیل به حداکثر عملکرد، منجر به کاهش چشمگیری در مواد آلی خاک، فعالیت‌های آنزیمی و در نهایت، کیفیت خاک می‌شوند (Fahong *et al.*, 2011). خاک‌ورزی مرسوم باعث فشردگی خاک شده و خلل و فرج و ظرفیت آب خاک را کاهش داده (Anyanzwa *et al.*, 2010) و افزایش فرسایش آبی و بادی (Morrison *et al.*, 1997; Chen, 2004) و تخریب ساختمان خاک می‌گردد (Njos, 1994).

روش خاک‌ورزی حفاظتی در واقع با نگه‌داری بخش کوچکی از بیوماس گیاهی و ترکیب آن در خاک از طریق اجرای روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی، می‌توان ضریب تولیدی خاک و حاصلخیزی آن را در اراضی گرمسیری با حفظ ۱۵–۱۰ درصد در افزایش رطوبت خاک در جهت افزایش تولید محصول قرار داد (Sharma *et al.*, 2011). نتایج ۲۴ ساله محققان در مطالعه خاک‌ورزی حفاظتی نشان داد که حدود ۱۰ درصد افزایش عملکرد محصول و ۲۰ درصد کاهش در هزینه‌های انجام عملیات دارد، همچنین خاک‌ورزی حفاظتی در مقایسه با خاک‌ورزی مرسوم می‌تواند راندمان مصرف آب را تا ۱۱ درصد بهبود داده و فرسایش آبی خاک را تا ۵۲ درصد کاهش دهد (Olson *et al.*, 2013). بی‌خاک‌ورزی، در این سیستم خاک از برداشت تا کاشت بذر و از کاشت بذر تا برداشت دست نخورده باقی می‌ماند، تنها عمل به هم زدن خاک توسط ردیف‌کارها و خطی‌کارها است (Rao and Dao, 1996). خاک‌ورزی تنها در یک نوار باریک توسط تمیز کننده‌های ردیفی، کولترها، شیار بازکن‌ها یا وسایل دیگر که به ماشین کارنده متصل می‌باشند انجام می‌گردد (باکینگهام و پائولی، ۱۳۸۷؛ Vamerali, 2006). در سیستم بی‌خاک‌ورزی به‌طور ثابت عملکرد دانه ۱۰ درصد و ذخیره آب ۹ درصد در مقایسه با خاک‌ورزی مرسوم بیشتر می‌باشد (Cui-Cui *et al.*, 2011).

ماده‌ی آلی یکی از شاخص‌های بسیار مهم در حفظ و نگه‌داری خاک در برابر فرسایش است. ماده‌ی آلی با افزایش ثبات خاکدانه‌ها به‌خصوص در قسمت سطحی خاک، مانع از پراکندگی ذرات خاک در طی وزش باد و جریان یافتن آب می‌شود. تجزیه وتحلیل مشاهدات خاک‌ورزی بر کیفیت خاک بوده و از طرفی، خاک‌ورزی نیز اصلی‌ترین عامل افزایش اکسیداسیون و تسریع از دست رفتن کربن آلی خاک می‌باشد (Fabrizzi *et al.*, 2005؛ یاراحمدی و همکاران، ۱۳۹۰).

شیوه‌های مختلف خاک‌ورزی و کاشت از طریق تغییر در شرایط فیزیکی بستر بذر، یعنی مشخصه‌های حرارتی، رطوبتی، تهویه‌ای و مقاومتی خاک، می‌تواند بر نحوه سبز شدن گیاه تأثیر گذار باشد (Malhi *et al.*, 2006; Adak *et al.*, 2013). در نواحی نیمه‌خشک ایران سیستم خاک‌ورزی حفاظتی در مقایسه با روش خاک‌ورزی مرسوم می‌تواند اثرات بهتری بر بهبود خصوصیات فیزیکی خاک داشته باشد، لذا باید به‌عنوان سیستم‌های مؤثر و مفید در کشت محصولات کشاورزی مورد استفاده قرار گیرند (Barzegar *et al.*, 2004).

الگوی کاشت بر رشد گیاه و کیفیت بذور حاصل از آنها تأثیر دارد. انتخاب آرایش کاشت مناسب به‌دلیل تأثیر بر افزایش عملکرد حائز اهمیت می‌باشد، علاوه بر این آرایش کاشت مناسب به جهت تأثیر بر زودرسی محصول و یکنواختی در رسیدگی بخصوص در مزارع تولید بذر از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Hakoomat *et al.*, 2013). انتخاب روش کاشت مناسب بستگی به زمان کاشت، وجود رطوبت در زمان کاشت، مقدار بقایای گیاهی بر روی زمین و وجود ماشین‌های کاشت دارد.

از آ

از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد. روش‌های متعددی برای اندازه‌گیری نفوذ وجود دارد و بسته به روش آبیاری متفاوت است. روش‌هایی نظیر استوانه مضاعف شرایط دینامیکی مزرعه را در نظر نگرفته و برای تخمین بهتر پارامترهای نفوذ در آبیاری جویچه

روش‌های مختلفی ارائه شده است. از جمله این روش‌ها می‌توان به روش حوضچه‌ای، جویچه مسدود، ورودی و خروجی، نفوذسنج گردشی، دو نقطه‌ای، پیشروی، یک نقطه‌ای و بهینه‌سازی چند سطحی اشاره نمود (ابراهیمیان و همکاران، ۱۳۸۹). با توجه به روش‌ها ذکر شده روش پیشروی جهت اندازه‌گیری سرعت نفوذ آب در محاسبه زمان قطع آب استفاده گردید.

مواد و روش‌ها

این طرح در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان واقع در ۳۵ کیلومتری شمال اهواز در عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۶ دقیقه و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۵۳ دقیقه و در ارتفاع ۲۰ متر از سطح دریا در قطعه زمینی به مساحت یک هکتار اجرا شد. جهت اجرای اصولی سیستم خاک‌ورزی حفاظتی و تقویت زمین مورد نظر در فصل تابستان از پیش کاشت ماش استفاده گردید. در اجرای آزمایش از طرح آزمایشی کرت‌های دوبار خرد شده در قالب طرح پایه بلوک کامل تصافی با چهار تکرار استفاده شد. بدین صورت که دو فاکتور وجود بقایا با۸۰ درصد پوشش سطح زمین و عدم وجود بقایا درکرت‌های اصلی قرار گرفت و هر کرت‌اصلی خود به سه کرت فرعی تقسیم گردید و سه فاکتور خاک‌ورزی (کم‌خاک‌ورزی، خاک‌ورزی مرسوم و بی‌خاک‌ورزی) در این کرت‌ها قرار

گرفت. سپس هر کدام از این کرت‌های فرعی خود به چهار کرت فرعی دیگر تقسیم شد و دو فاکتور چرخ‌فشاردهنده (با فشار چرخ ۵/۴ kg/cm^2) و نوع کاشت (الگوی کاشت جوی و پشته و الگوی کاشت مسطح) در کرت‌های فرعی فرعی قرار گرفت. عملیات کاشت بذر کلزا هایولا ۴۰۱ در تاریخ ۱۹ آبان ۱۳۹۱ انجام شد و اولین آبیاری بر اثر نزول باران در تاریخ ۲۰ آبان صورت گرفت که تاریخ کشت ۲۰ آبان ثبت گردید. کاشت توسط دو دستگاه بذرکار کودکار مستقیم‌کار شرکت جیران صنعت به روش کاشت مسطح و دو ردیف کاشت بر روی پشته انجام شد.

برای محاسبه درصد بقایا از رابطه (۱) و درصد پوشش بقایا به روش برش عرضی خطی که از یک طناب ۱۵ متری که بر روی آن صد گره با فاصله ۱۵ سانتی‌متر از هم استفاده شود. طناب از میان ردیف‌های محصول به طور مورب کشیده شد تا حداقل یک عرض از ادوات به کار رفته در مزرعه را قطع کند. تعداد گره‌هایی از طناب که مستقیماً از روی یک قطعه از بقایای گیاهی رد می‌شود شمارش گردید. درصد پوشش گیاهی برابر نقاط شمارش شده می‌باشد که برای اندازه‌گیری دقیق، مراحل بالا ۳ بار در هر کرت تکرار و میانگین آنها محاسبه شد (صفری و همکان، ۱۳۸۹).

$$Y= (1 - e^{-5.7456\,X})\times 100 \qquad (۱)$$

X: وزن خشک بقایای اندازه‌گیری شده در واحد سطح (کیلوگرم بر مترمربع)، Y: پوشش سطحی (٪)

برای مشخص نمودن میزان رطوبت ذخیره شده قبل از هر دوره آبیاری از خاک تمام کرت‌ها، در تمام تکرارها نمونه‌برداری صورت گرفت. نمونه‌برداری توسط آگر در عمق‌های ۰ تا ۵ و ۵ تا ۱۰ سانتی‌متری انجام شد. نمونه‌ها در پلاستیک‌های یک‌بار مصرف جمع آوری شدند و تا رسیدن به آزمایشگاه از هر گونه تبخیر و کاهش رطوبت اولیه نمونه‌ها جلوگیری به عمل آمد. پس از آن نمونه‌ها در ظروف آلومینیومی مخصوصی که از قبل توزین شده بودند قرار داده شد و در اتوکلاو و در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک شد (Azooz *et al.*, 2000). در پایان مدت مورد نظر ظروف حاوی خاک خشک را مجدداً وزن نموده سپس با استفاده از رابطه (۲) درصد رطوبت وزنی خاک محاسبه شد (Asoodar *et al.*, 2006; Chen *et al.*, 2000).

$$\theta = \frac{Ww-Wd}{Wd} * 100 \qquad (۲)$$

Θ: درصد رطوبت خاک، W_W: وزن خاک مرطوب (کیلو گرم)، W_d: وزن خاک خشک (کیلو گرم)

جهت اندازه‌گیری میزان دبی آب آبیاری در این طرح از دو کنتور آب با قطر خروجی ۲/۵۴ سانتی‌متر استفاده شد که به وسیله یک شیلنگ با قطر ۵/۸ و یک سه‌راهی به یک پمپ کف‌کش با قطر دبی خروجی ۵/۸ سانتی‌متر متصل شده بود و در تصویر (۱) مشاهده

می‌گردد، آب از نهر اصلی به سر کرت‌ها هدایت گردید و به وسیله پمپ به کرت‌ها منتقل شد. جهت دقت میزان آب کرت‌ها زمان قطع آب آبیار از رابطه (۳) استفاده شد (قمرنیا و همکاران، ۱۳۸۷؛ موسوی و آسودار، ۱۳۸۷؛ مصطفی‌زاده و فرزام‌نیا، ۱۳۷۹).

$$T= T_{ad}+ T_{re} - dT_r \quad (۳)$$

که در این رابطه:

T: زمان قطع جریان ورودی به کرت (دقیقه)، T_{ad}: زمان پیشروی تا انتهای کرت (دقیقه)، T_{re}: زمان لازم برای نفوذ آب مورد نیاز (دقیقه)، dT_r: زمان پسروی در انتهای کرت (دقیقه)

تصویر (۱) سیستم اندازه‌گیری دبی آب

یکی از فاکتورهایی که مورد بررسی قرار گرفت کارایی مصرف آب بود. کارایی مصرف آب که با رابطه (۴) نشان داده شده در مقایسه با روش‌های خاک‌ورزی و الگوی کاشت با مدیریت بقایای گیاهی مورد بررسی قرار گرفت (غضنفر و همکاران، ۱۳۸۹).

$$WUE = \frac{Ey}{Et} \quad (۴)$$

WUE: کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب)، Ey: عملکرد اقتصادی (کیلوگرم در هکتار)، Et: آب مصرفی گیاه (مترمکعب در هکتار)

نتایج

درصد باقیمانده بقایای ماش با تقریب ۸۰ درصد از پوشش سطح خاک اندازه‌گیری شد، بعد از انجام روش‌های مختلف خاک‌ورزی و الگوی کاشت جهت کاشت بذر کلزا، درصد باقی مانده بقایا به روش برش عرضی خطی اندازه‌گیری گردید و نتایج آن را در جدول (۱) نشان داده شد. نتایج نشان می‌دهند که خاک‌ورز مرکب به‌طور میانگین با باقی گذاشتن ۳۹/۷ درصدی بقایا بر سطح خاک جهت انجام

کشت حفاظتی مناسب بوده و این منجر به مزیت نسبی روش کم‌خاک‌ورزی نسبت به روش خاک‌ورزی مرسوم شد. روش بی‌خاک‌ورزی نسبت به دیگر روش‌های خاک‌ورزی بقایای بیشتری در سطح خاک حفظ نمود و این به علت اجرای عملیات کاشت به صورت مستقیم بود. نتایج بدست آمده بعد از کاشت نشان می‌دهد که در روش کاشت با الگوی جوی و پشته نسبت به مسطح بقایای کمتری را در سطح خاک حفظ می‌کند. در روش کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی با کاشت در الگوی کاشت جوی و پشته به‌طور میانگین باعث کاهش ۳۰ درصد در بقایا نسبت به الگوی کاشت مسطح گردید. استفاده از فاروئر برای ایجاد و احیاء جوی و پشته ب

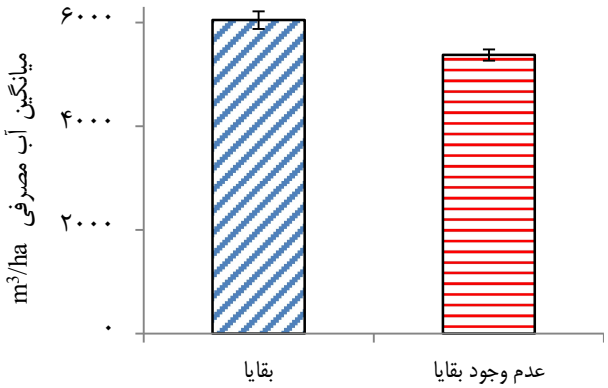
از بقایا می‌شود و همین امر منجر به کاهش بقایای باقی‌مانده در سطح نسبت به کشت مسطح گردید. که با نتایج آزوز و همکاران، ۲۰۰۰ و صفری و همکاران، ۱۳۸۹مطابقت دارد.

جدول **۱**– اندازه‌گیری درصد پوشش گیاهی باقی مانده گیاه ماش پس از اجرای روش‌های مختلف خاک‌ورزی و کاشت بذر کلزا

روش خاک‌ورزی	الگوی کاشت	درصد بقایای بجا مانده	
		بعد از خاک‌ورزی	بعد از کاشت
خاک‌ورز مرکب	جوی و پشته	۳۶ – ۴۴/۶	۲۰/۷ – ۲۹/۵
	مسطح		۲۷/۲ – ۴۳/۲۵
گاوآهن برگردان‌دار + ۲ بار دیسک	جوی و پشته	۱۲ – ۲۴/۴	۶ – ۱۰
	مسطح		۸ – ۱۲
بی‌خاک‌ورزی	جوی و پشته	---	۳۰/۱۲ – ۳۶/۳
	مسطح		۴۴/۱۲– ۵۳/۲۸

سیستم‌های خاک‌ورزی به دلیل ایجاد شرایطی از قبیل عمق کار ادوات خاک‌ورزی، درصد باقی گذاشتن بقایا بر سطح خاک، میزان ناهمواری ایجاد شده بر سطح خاک که مانع از حرکت سریع آب می‌شود و میزان تخلخ ایجاد شده در خاک می‌تواند بر مقدار مصرف آب مؤثر واقع شود، این تغیرات در رشد و عملکرد گیاه تأثیر بسزای دارد و می‌توان با در نظر گرفتن عملکرد و کارایی مصرف آب بهترین شیوه مدیریتی در روش خاک‌ورزی، الگوی کاشت و آبیاری را جهت استفاده بهینه از تمام نهاده‌ها جهت افزایش سود بکار گرفت. در فصل زراعی نزولات پراکنده آسمانی توانست ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه را در کشت کلزا فراهم کند.

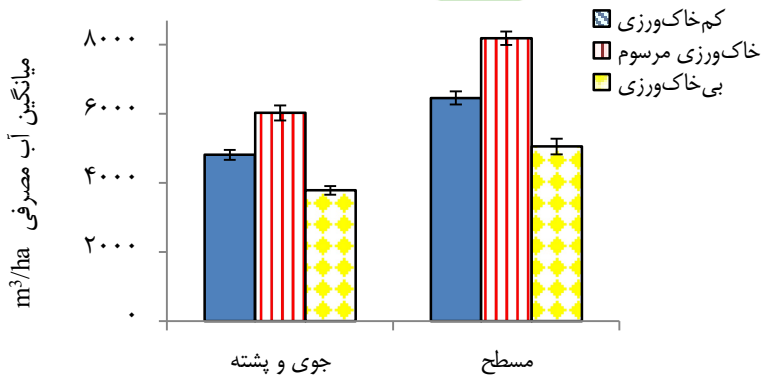
در شکل (۱) مشاهده می‌شود تحت تأثیر حضور بقایا میانگین مصرف آب در هکتار تفاوت معنی‌داری نشان می‌دهد. حضور بقایا با میانگین ۵۹۴۷/۴۵ متر مکعب بیشترین مصرف آب را داشت. بقایای گیاهی از عوامل مؤثر در بهبود کیفیت و خواص فیزیکی خاک می‌باشد و باعث افزایش و نفوذ مصرف آب در خاک به دلیل تخلخل مواد آلی و حفظ رطوبت بیشتر خاک می‌باشد.



شکل **۱**– بررسی اثر بقایا بر میانگین مصرف آب

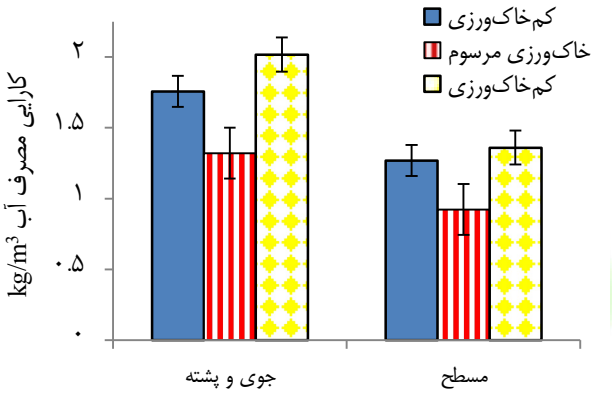
در بررسی روش‌های خاک‌ورزی بر میانگین مصرف آب، خاک‌ورزی مرسوم با میانگین ۷۱۰۴/۶۴ متر مکعب و بی‌خاک‌ورزی با میانگین ۴۴۱۷/۸۸ متر مکعب در هکتار بیشترین و کمترین مصرف آب را به خود اختصاص دادند. الگوی کاشت جوی و پشته با میانگین ۴۸۶۸/۳۲ متر مکعب در مصرف آب در هکتار نسبت به الگوی کاشت مسطح کاهش ۲۵/۴ درصدی نشان داد. در بررسی اثرات متقابل خاک‌ورزی و الگوی کاشت مشاهده می‌شود که خاک‌ورزی مرسوم با الگوی کاشت مسطح با میانگین ۸۱۸۴ متر مکعب در هکتار بیشترین مصرف آب را داشته است و بی‌خاک‌ورزی همراه با الگوی کاشت جوی و پشته ۳۷۸۷ متر مکعب در هکتار کمترین میزان مصرف آب را در هر کرت داشت (شکل ۲). کم‌خاک‌ورزی در هر دو الگوی کاشت میزان مصرف آب کمتر از خاک‌ورزی مرسوم و بیشتر از بی‌خاک‌ورزی نشان داد که به دلیل عمق خاک‌ورزی کمتر نسبت به خاک‌ورزی مرسوم توجیه پذیر است. سیستم‌های خاک‌ورزی به دلیل ایجاد شرایطی از قبیل عمق کار ادوات خاک

خاک که مانع از حرکت سریع آب می‌شود و میزان تخلخل ایجاد شده در خاک می‌تواند بر مقدار مصرف آب مؤثر واقع شوند (موسوی و آسودار، ۱۳۹۱).



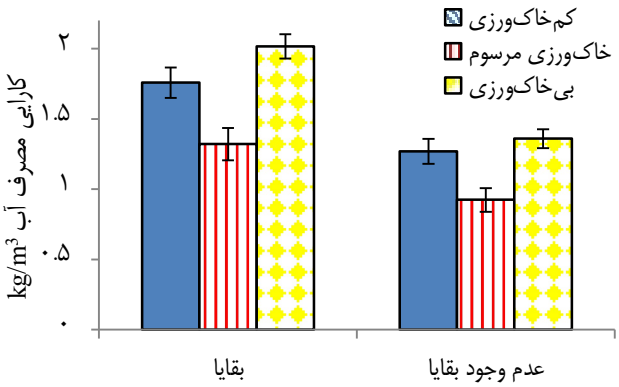
شکل **۲**– اثر متقابل خاک‌ورزی و الگوی کاشت بر میانگین مصرف آب

اثر ساده خاک‌ورزی بر کارایی آب نشان می‌دهد، بی‌خاک ورزی با کارایی مصرف آب ۱/۶۹ کیلوگرم بر متر مکعب و خاک‌ورزی مرسوم با ۱/۱۲ کیلوگرم بر متر مکعب بیشترین و کمترین کارایی مصرف آب را دارد. اثر ساده الگوی کاشت بر کارایی آب نشان می‌دهد، الگوی کاشت جوی و پشته نسبت به مسطح باعث افزایش ۳۰ درصد در کارایی آب شد. شکل (۳) در بررسی اثر متقابل خاک‌ورزی و الگوی کاشت مشاهده شد که در هر دو الگوی کاشت بی‌خاک‌ورزی، کم‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی مرسوم به ترتیب بیشترین و کمترین میزان کارایی مصرف آب را دارند. مشاهده می‌شود بین الگوی کاشت جوی و پشته همراه با خاک‌ورزی مرسوم و الگوی کاشت مسطح با بی‌خاک‌ورزی و کم‌خاک‌ورزی تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. در الگوی جوی و پشته به‌دلیل راندمان بالای آبیاری، عدم آب‌ماندگی و سرعت و درصد سبز شدن بالاتر منجر به افزایش عملکرد و مصرف آب کمتری شده و باعث افزایش کارایی آب گردید که با نتایج زارعی و همکاران (۱۳۹۱) مطابقت داشت.



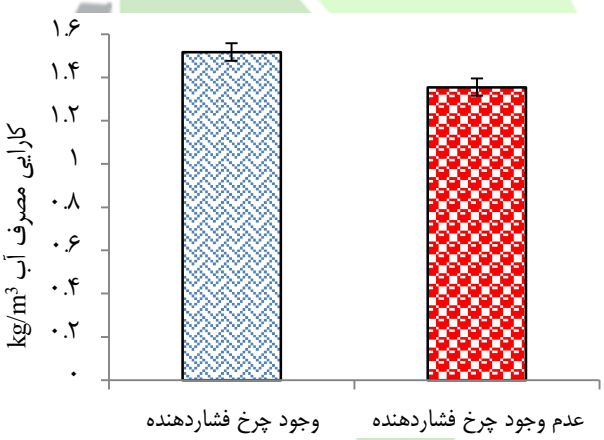
شکل **۳**– بررسی اثرات متقابل خاک‌ورزی و الگوی کاشت بر کارایی مصرف آب

در بررسی اثر متقابل روش‌های خاک‌ورزی و تأثیر بقایا مشاهده شد که حضور بقایا باعث افزایش کارایی مصرف آب در روش‌های مختلف خاک‌ورزی شد و در افزایش کارایی آب در بی‌خاک‌ورزی و کم‌خاک‌ورزی تأثیر معنی‌داری داشته است (شکل ۴). با توجه به بارندگی‌هایی که در فصل رشد کلزا شده و آبیاری‌های صورت گرفته، بقایا توانسته با جذب و حفظ رطوبت بیشتر در خاک باعث تأمین رطوبت خاک جهت مصرف گیاه و در نتیجه افزایش عملکرد شده است که با نتایج Hakoomat *et al.*, (2013) هم‌خوانی داشت.



شکل ٤- بررسی اثر متقابل خاک‌ورزی و بقایا بر کارایی مصرف آب

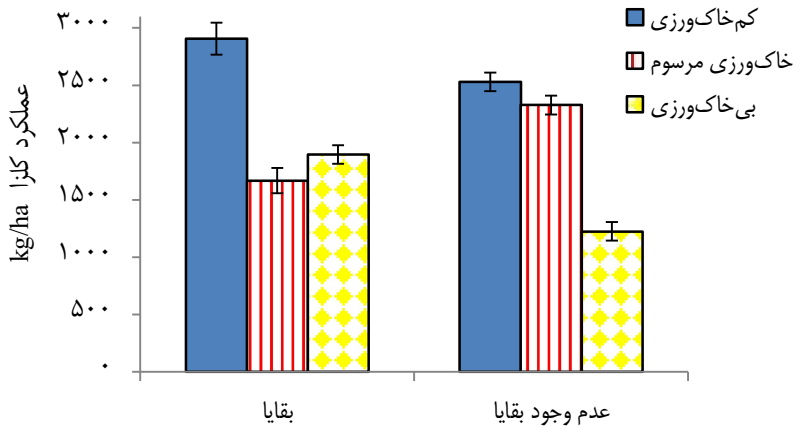
در بررسی اثر ساده چرخ‌فشاردهنده بر کارایی آب مشاهده شد که چرخ‌فشاردهنده در مجموع باعث افزایش ۶/۶ درصد در افزایش کارایی آب شد که نشان از استقرار بذر در مراحل اولیه رشد و استقرار بوته‌ها پس از حالت رزت در زمستان شده که باعث افزایش عملکرد فیزیولوژیک و به طبع افزایش کارایی آب شده است (شکل ۵). که با نتایج زارعی و همکاران، (۱۳۹۱) مطابقت داشت.



شکل ۵- بررسی چرخ‌فشاردهنده بر کارایی مصرف آب

عملکرد کلزا در حضور بقایا ۲۲۹۹ کیلوگرم در هکتار است که نسبت به حالت عدم وجود بقایا ۵۷۲ کیلوگرم در هکتار افزایش داشته است. با توجه به اینکه در مزرعه مورد آزمایش در چهار فصل زراعی تیمار وجود بقایا و بدون بقایا حفظ شد، وجود بقایا موجب افزایش ماده آلی خاک، حاصلخیزی و حفظ رطوب خاک گردیده که منجر به افزایش تولید محصول شده است. الگوی کاشت به روش جوی و پشته با میانگین عملکرد ۲۱۴۱ کیلوگرم در هکتار نسبت به الگوی کاشت مسطح با افزایش ۱۳/۸ درصد در عملکرد داشت که علت عملکرد بیشتر الگوی کاشت جوی و پشته نسبت به مسطح را می‌توان گرم شدن سریعتر پشته و همچنین خاک کمتر دچار آب

کوفتگی می‌شود، Fahong *et al.*, (2004) and Huang *et al.*, (2011) نیز افزایش عملکرد را در روش جوی و پشته مشاهده کردند. چرخ‌فشاردهنده باعث افزایش ۱۲/۵ درصد در عملکرد دانه شد که افزایش عملکرد دانه تحت تأثیر وجود چرخ‌فشاردهنده را می‌توان ناشی از ارتباط مناسب بذر و خاک و سرعت و درصد سبزشدن بیشتر بذور دانست این نتایج با یافته‌های، Chen *et al.*, (2004) and Johnston*et al.*, (2002) هم‌خانی دارد. شکل (۶) نشان دهنده اثر متقابل خاک‌ورزی و بقایا بر عملکرد کلزا می‌باشد، مشاهده می‌شود که تفاوت معنی‌دار بین سطوح خاک‌ورزی تحت تأثیر تیمار وجود و عدم وجود بقایا در سطح ۵ درصد وجود دارد و عملکرد دانه با حضور بقایا افزایش داشته است. بین تیمار خاک‌ورزی مرسوم و کم‌خاک‌ورزی در حالت وجود و عدم وجود بقایا تفاوت معنی‌دار دیده می‌شود و خاک‌ورزی مرسوم با حضور بقایا بیشتر از کم‌خاک‌ورزی گردیده که نشان از کاهش تأثیر کم‌خاک‌ورزی در شرایط عدم بقایا می‌باشد، بیشترین عملکرد تحت تأثیر کم‌خاک‌ورزی و وجود بقایا با ۲۹۰۷ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد در تیمار بی‌خاک‌ورزی و عدم وجود بقایا با ۱۲۲۵ کیلو گرم در هکتار است. بقایا با حفظ رطوبت خاک، ماده آلی خاک و حفظ ساختمان خاک را که در عملکرد دانه نقش مهمی داشته توانست تحت تأثیر قرار دهد.



شکل ٦– بررسی اثر متقابل خاک‌ورزی و بقایا بر عملکرد دانه کلزا

منابع

۱. ابراهیمیان، ح.، قنبریان علویجه، ب.، عباسی، ف. و هورفر، ع. ۱۳۸۹. ارائه روش دو نقطه جدید به منظور برآورد پارامترهای نفوذپذیری در آبیاری جویچه‌ای و نواری و مقایسه آن با سایر روش‌ها. نشریه آب و خاک. جلد ۲۴. شماره ۴. ص ۶۹۸-۶۹۰.

۲. باکینگهام، ف. و پائولی، آ. د. ۱۳۸۷. سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی. ترجمه آسودار، م. ا. و سبزه‌زار، ه. نشر آموزش کشاورزی. ص ۳۴۳.

۳. زارعی، ح.، آسودار، م. ا. و رهنما، م. ۱۳۹۱. افزایش کارایی مصرف آب تحت تأثیر الگوی کاشت و خاک‌ورزی حفاظتی در کاشت گندم. اولین کنفرانس ملی راهکارهای دستیابی به توسعه پایدار در بخش‌های کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست. تهران.

۴. صفری، ا. ، آسودار، م. ا. و واحد، ز. ۱۳۸۹. تعیین درصد پوشش بقایای گیاهی ماش در روش های مختلف خاک ورزی و کاشت. اولین همایش ملی مکانیزاسیون و فناوری های نوین در کشاورزی. دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان.

۵. غضنفر، م.، آسودار، ا. و سعادت‌فر، م. ۱۳۸۹. اثر روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی، کاشت و آبیاری بر راندمان مصرف آب و عملکرد گندم در شمال اهواز. ششمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون. دانشکاه تهران. کرج.

۶. قمرنیا، ه.، ارجی، ع.، جوادی‌بایگی، م. و سپهری، س. ۱۳۸۷. مقایسه روش‌های آبیاری جویچه‌ای و قطره‌ای تیپ از نظر مصرف آب و عملکرد چغندرقند در شرق استان کرمانشاه. مجله پژوهش کشاورزی: آب، خاک و گیاه در کشاورزی. جلد هشتم. شماره ۳. ص ۲۲-۹.

۷. مصطفی‌زاده فرد، ب. و عزیزی، آ. ۱۳۸۵. تعیین پارامترهای معادله نفوذ کوستیاکف-لوئیس به روش بیلان حجم برای آبیاری نواری. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. شماره ۱. ص ۱۷-۱۰.

۸. مصطفی‌زاده، ب. و فرزام‌نیا، م. ۱۳۷۹. بررسی عملکرد هیدرولیکی آبیاری جویچه‌ای در روش‌های مختلف مدیریت دبی جریان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. جلد چهارم. شماره سوم. ص ۱۰-۱.

۹. موسوی، س. ق. و آسودار، م. ا. ۱۳۹۱. بررسی عملکرد هیدرولیکی آبیاری در روش‌های مختلف خاک‌ورزی و الگوی کاشت در مدیریت مصرف دبی جریان. اولین کنفرانس ملی راهکارهای دستیابی به توسعه پایدار در بخش‌های کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست. تهران.

۱۰. یاراحمدی، ف.، لندی، ا.، آسودار، م. ا. و مرادی سبزکوهی، ع. ۱۳۹۰. اثر روش‌های آبیاری بر تصاعد گازهای کربنه از خاک در کشت گندم. پنجمین همایش ملی و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست. تهران.

11. Anyanzwa, H., J. R. Okalebo, C. O. Othieno. 2010. Effects of conservation tillage, crop residue and cropping systems on changes in soil organic matter and maize–legume production: a case study in Teso District. Nutr Cycl Agroecosyst, 88:39–47.

12. Asoodar, M. A., A. M. Bakhshandeh, H. Afraseabi, and A. shafeinia. 2006. Effects of press wheel weight and soil moisture at sowing on grain yield. Journal of Agronomy, 5(2): 278-283.
13. Azooz, R. H. and M. Arshad. A. 2000. Soil water drying and recharge rates as affected by tillage under continuous barley and barley-canola cropping systems in northwestern Canada.Canadian Journal of Science, 45-62.
14. Barzegar, A. R., M. A. Asoodar, A. R. Eftekhar, and S. J. Herbert. 2004. Tillage effects on soil properties and performance of irrigated wheat and clover in semi-arid region. Journal of Agronomy, 3 (4): 237-242.
15. Chen, Y., S. Tessier, and B. Irvine. 2004. Drill and crop performances as affected bydifferent drill configurations for no-till seeding. Soil and Tillage Research, 77: 147-155.
16. Cui-Cui, W., C. Ai-Wu, W. Ji-Jun, Z. Dong-Xiao, T. Song, Z. Guang-Sheng, H. Li-Yong, W. Jiang-Sheng, and T. Ting-Dong. 2011. Growth and Yield Formation of Direct-Seeding Rapeseed Under No-Tillage Cultivation in Double Rice Cropping Area in Hubei Province. Acta Agronomica Sinica, 37(4): 694–702.
17. Fabrizzi, K. P., F. O. Garcıa, J. L. Costa, and L. I Picone. 2005. Soil water dynamics, physical properties and corn and wheat responses to minimum and no-tillage systems in the southern Pampas of Argentina. Soil and Tillage Research, 81: 57–69.
18. Fahong, W., W. Xuqing, and k. Sayre. 2004. Comparison of conventional, flood irrigated, flat planting with furrow irrigated, raised bed planting for winter wheat in China. Field Crops Research, 87: 35–42.
19. Hakoomat, A., I. Nadeem, A. Shakeel, S. Ahmad Naeem, and S. Naeem. 2013. Performance of late sown wheat crop under different planting geometries and irrigation regimes in arid climate. Soil and Tillage Research, 130: 109–119.
20. Huang, M., Y. Zou, Y. Feng, Z. Cheng, Y. Mo, M. Ibrahim, B. Xia, and P. Jiang. 2011. No-tillage and direct seeding for super hybrid rice production in rice–oilseed rape cropping system. European Journal of Agronomy, 34: 278–286.
21. Johnston, A. M., G. P. Lafond, W. E. May, G. L. Hnatowich, and G. E. Hultgreen. 2002. Opener, packer wheel and packing force effects on crop emergence and yield

of direct seeded wheat,canola and field peas. Canadian Journal of Plant Science, 129-139

22. Malhi, S. S., R. Lemke, Z. H. Wang, S. Baldev, and S. Chhabra. 2006.Tillage nitrogen and crop residue effects on crop yield, nutrient uptake, soil quality, and greenhouse gas emission. Soil & Tillage Research, 90: 171-183.
23. Morrison, J. E., R. W. Rickman, and K. L. Pfeiffer. 1997. Measurement of wheat residue cover in the great plain and Pacific Northwest. Agricultural, Ecosystem and Environment, 39: 187-196.
24. Njos, A. 1994. Future land utilization and management for sustainable crop production. Soil and Tillage Research, 30: 345-357.
25. Olson, K. R., S. A. Ebelhar, and J. M. Lang. 2013. Effects of 24 years of conservation tillage systems on soil organic carbon and soil productivity. Applied and Environmental Soil Science, 1-10.
26. Rao, S. C. and Dao, T. H. 1996. Nitrogen placement and tillage effects on dry matter and nitrogen accumulation and redistribution in winter wheat. Agronomy journal, 88: 365-371.
27. Sharma, P., Singh, G. and R. P. Singh. 2011. Conservation tillage, optimal water and organic nutrient supply enhance soil microbial activities during wheat (triticum aestivum L.) cultivation. Brazilian Journal of Microbiologe, 42: 531-542.
28. Vamerali, T., M. Bertocco, and L. Sartori. 2006. Effects of new wide- sweep opener for no-till planter on seed zone properties and root establishment in maize: A comparison with double-disk opener. Soil and Tillage Research, 89: 196-209.

Effect tillage, planting pattern and crop residue management on water use efficiency of canola (*Brassica napus* L.)

Mousavi[1]*, S. GH., Asoodar[2], M. A. and Pour-Mohammadi[3], P.

1. M. Sc Agricultural Machinery Engineering, Ramin Agriculture and Natural Resources University, Ahwaz, Iran
2. Department of Agricultural Machinery Engineering and Mechanization, Ramin Agriculture and Natural Resources University, Ahwaz, Iran
3. Department of Plant breeding and Biotechnology, Ramin Agriculture and Natural Resources University, Ahwaz, Iran

godrat_mousavi@yahoo.com

Abstract

The main challenge in agricultural crop production is minimal water consumption. The most important strategies is to increase water use efficiency. There fore a research was conducted to measure the effects of Tillage and seeding methods plus crop residue management on water use efficiency and canola grain yield in 2013 at Ramin Agriculture and Natural Resources University, Ahwaz. Results were showed that conservation tillage by leaving 39.7 percent crop residue on the soil surface after planting was suitable and this leads to a relative advantage of conservation tillage systems compared to conventional tillage. Crop residues with an average of 5947.45 m^3 of water was the highest and increased water consumption the soil was able to absorb more water. No-tillage by 37.8 and 21.02 percent of average water use compared with conservation tillage and conventional tillage respectively, Has the highest water use efficiency by 1.69 $kg.m^{-3}$. On average the flat and bed planting pattern had 25.4% lower water use than the surface water planting and its water efficiency was 30% higher. Press wheels increased 6.6% water use efficiency, which show the shrubs establishment after overwintering.

Keyword: Canola, Crop residue management, Planting pattern, Press wheels, Tillage methods, Water use efficiency