DOI: http://dx.doi.org/10.22092/aj.2016.109331

نشریه زراعت شماره ۱۱۰، بهار ۱۳۹۵

(پژوهش و سازندگی)

تاثیر روشهای خاک ورزی و کاشت در سیستم کاشت بر روی پشته های عریض بر عملکرد گندم آبی

- علی اکبر صلح جو، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس (نویسنده مسئول)
- ارژنگ جوادی، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

تاریخ دریافت: بهمن ماه ۱۳۹۱ تاریخ پذیرش: خرداد ماه ۱۳۹۴

پست الکترونیک نویسنده مسئول: solhjou@farsagres.ir

چکیده

از عوامل مؤثر بر عملکرد گندم، استفاده بهینه از روشهای خاک ورزی و کاشت می باشد. لذا نیاز است تا تاثیر روشهای خاک ورزی و کاشت برروی پشته های عریض (**raised beds**) مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد. این تحقیق در قالب طرح آماری اسپیلیت بلوک با ۶ تیمار و ۵ تکرار به مدت ۲ سال اجرا گردید. تیمار اصلی روش خاک ورزی شامل : ۱- خاک ورزی مرسوم با گاوآهن برگردان دار و دیسک (P) ۲- انجام عملیات کولتیواتور برروی پشته ها و شکل دهی مجدد پشته ها و جویچه ها (C_1) ۳- انجام عملیات کولتیواتور برروی پشته ها و جویچه ها و شکل دهی مجدد پشته ها و جویچه ها (C_2) و تیمار فرعی تعداد ردیف های کاشت برروی پشته شامل ۲ (R_2) و ۳ (R_3) ردیف کاشت گندم بود. پارامترهای شاخص مخروطی خاک، وزن هزاردانه و عملکرد گندم اندازه گیر ی شد. نتایج نشان داد که اختلافی بین شاخص مخروطی خاک در تیمارهای مختلف خاک ورزی مشاهده نشده است. از طرف دیگر متوسط عملکرد گندم در تیمارهای مختلف خاک ورزی در حدود ۵/۴ تن درهکتار و عملکرد گندم در تیمار ۳ ردیف کاشت روی پشته نسبت به ۲ ردیف کاشت روی پشته در حدود ۲/۵ درصد افزایش داشته است. با توجه به کاهش تعداد عملیات خاک ورزی در تیمار کولتیواتور نسبت به گاوآهن برگردان دار و همچنین کاهش ۸۰ درصدی در هزینه های خاک ورزی ، پیشنهاد می گردد که جهت کاشت گندم از کولتیواتور به همراه ۳ ردیف کاشت گندم روی پشته (C_1R_3) استفاده گردد.

کلمات کلیدی: خاک ورزی، ردیف های کاشت، پشته های عریض، گندم آبی

Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No:110 pp: 68-74

The effect of tillage and planting methods in raised bed planting system on irrigated wheat yield

By:

- *A. Solhjou , (Corresponding Author), Fars Agricultural & Natural Resources Research & Education Center*
- *A. Javadi, Agricultural Engineering Research Institute*

Received: January 2013 **Accepted: May 2015**

The effective parameters on wheat yield, are optimum use of tillage and planting methods. Therefore, the effect of planting and tillage methods on raised bed planting systems should be evaluated for irrigated wheat. This study was performed in the form of a split-block experimental design with six treatments and five replications. Three levels of tillage operations including (1) conventional tillage using mouldboard plough and disc harrow (P), (2) cultivating top of the beds and reshaping (C_1), (3) cultivating in furrows and the top of beds and reshaping (C_2) were considered as main plots. The number of rows on a bed involving (1) two rows (R_2), and (2) three rows (R_3) were considered as sub-plots. Parameters such as soil cone index, weight of thousand kernels and wheat yield were measured. Results indicated that between tillage treatments were not difference for soil cone index. On the other hand, the average wheat yield in the tillage treatments was about 5.4 t/ha and yield for three planting rows on each bed was 2.5% more than two rows planting on each bed. Using cultivator for tillage operation reduced the number of operations and also reduced the tillage operating cost of 80% compared to using mouldboard ploughing. Therefore, using cultivator and planting three rows on each bed (C_1R_3) is recommended for planting irrigated wheat.

Keywords: Tillage, Planting rows, Raised bed, Irrigated wheat.

مقدمه

گندم یکی از قدیمی ترین و پرارزش ترین گیاهان روی زمین است که بیش از هر محصول دیگری در دنیا کاشت می شود و بیشترین تامین کننده کالری و پروتئین در جیره غذایی مردم است (۲). عکس العمل های خاکهای زراعی نسبت به ادوات خاک ورزی یکی از پدیده های فیزیکی با اهمیت و مؤثر در میزان هزینه های تولید محصولات کشاورزی و عملکرد آنها محسوب می گردد. ادوات خاک ورزی می بایست عملیات تهیه بستر مناسب جهت جوانه زنی و رشد ریشه را با حداقل مصرف انرژی انجام داده، به نحوی که شرایط نهائی خاک در حد مطلوب و قابل قبول باشد (۱۸). برطبق تحقیقات انجام شده حدود ۶۰ درصد انرژی مکانیکی مورد استفاده در کشاورزی مکانیزه صرف عملیات خاک ورزی و تهیه بستر می گردد (۱۷). با آگاهی از اثرات نامطلوب رفت و آمد بیش از حد تراکتور ها در مزارع به هنگام تهیه بستر بذر، مسئله انتخاب ادوات مناسب و عوامل مؤثر بر کاهش فشردگی خاک و افزایش بازدهی خردسازی خاک، روز به روز بیشتر مورد توجه قرار می گیرد (۳). روشهای مختلف خاک ورزی و کاشت از طریق تغییر در شرایط فیزیکی بستر بذر، یعنی مشخصه های حرارتی، رطوبتی، تهویه ای و مقاومتی خاک می توانند بر نحوه سبزشدن بذر موثر باشد (۱۲ و ۱۵).

نتایج آزمایشات مزرعه ای در دو نوع خاک لوم رسی و لوم سیلتی به منظور مقایسه عملکرد گاو آهن برگردان دار، بشقابی، قلمی و کولتیواتور نشان داد که ظرفیت مزرعه ای کولتیواتور ۴۸/۵ درصد نسبت به گاو آهن برگردان دار و ۵۹/۱ درصد نسبت به گاو آهن بشقابی بیشتر بوده است (۱۱). آزمایشات مزرعه ای نشان داد که برای شخم یک هکتار زمین با گاو آهن برگردان دار، سوخت بیشتری نسبت به گاوآهن قلمی مصرف می گردد و ظرفیت مزرعه ای گاوآهن قلمی نیز حدود دو برابر گاوآهن برگردان دار است (۴). نوع خاکهای مورد استفاده از جمله عوامل مهمی است که می تواند باعث تخریب و یا بهبود ساختمان خاک شود. روش معمول خاک ورزی با حداکثر استفاده از ادوات خاک ورزی مانند گاوآهن برگردان دار و دیسک، طی چند مرحله، باعث بهم خوردن ساختمان طبیعی خاک سطحی می گردد (۳). خاک ورزی های مختلف باعث تغییر در ساختمان خاک از طریق خردکردن دانه ها، تغییر در ساختار و یا اندازه خلل و فرج و نظم و ترتیب ذرات خاک می شود و همه این فرایندها تغییر در دیگر خصوصیات فیزیکی خاک را در پی دارد (۲۱).

ارائه یک روش کم خاک ورزی و بی خاک ورزی برای دو محصول در یک سال زراعی تحت تاثیرات متقابل شکل بستر و سازگاری گیاه با آن، شرایط خاک، اقلیم و فاکتورهای مدیریتی است (۲۴). هنوز بحث بین استفاده از روشهای بدون خاک ورزی، خاک ورزی حفاظتی و خاک ورزی مرسوم در حال پیشرفت و بهبود است، زیرا برای همه موقعیت ها یک راه حل وجود ندارد (۱۶). در سیستم کاشت روی پشته های عریض، گندم به تعداد ۲ یا ۳ ردیف روی پشته هائی کاشته می شود که عرض آن بین ۹۰-۶۰ سانتیمتر و ارتفاع آن در حدود ۳۰-۱۵ سانتیمتر است (۲۲).

اکثر کشاورزان منطقه یاکی والی ایالت سونارا در کشور مکزیک جهت کاشت گندم از پشته های عریض (raised beds) که در حدود ۰/۷۵ متر بوده و روی آن ۲ یا ۳ ردیف گندم کاشته شده استفاده می کنند (۱۹). کشاورزانی که در منطقه یاکی والی مکزیک گندم

را روی پشته های عریض کشت می کنند، نسبت به کشت سنتی برروی سطح صاف، ۸ درصد افزایش عملکرد و ۲۵ درصد کاهش هزینه عملیاتی داشته اند. لازم به ذکر است که با استفاده از این سیستم و آبیاری قبل از کاشت گندم (نم کاری)، علفهای هرز بطور مکانیکی در زمان کاشت کنترل می شود (۲۳). از مزایای استفاده از سیستم کاشت برروی پشته های عریض، کاهش عملیات خاک ورزی، کنترل علفهای هرز در زمان کاشت ،کاهش سموم مصرفی، زودتر سبزشدن محصول و یکنواختی آن، جذب بهتر کود اوره، تهیه خاک نرم و مناسب در قسمت پشته ها، کاهش هزینه تولید و افزایش راندمان آبیاری می باشد (۵). هدف از اجرای این تحقیق بررسی تاثیر روشهای مختلف خاک ورزی و تعداد ردیف های کاشت بر عملکرد گندم آبی در سیستم کاشت بر روی پشته های عریض بود. این روش خاک ورزی و کاشت گندم می تواند در تناوب با محصولات ردیفی همانند ذرت قرار گرفته و با کاهش عملیات خاک ورزی جایگزین سیستم کاشت مرسوم گردد.

مواد و روشها

این تحقیق در ایستگاه تحقیقات کشاورزی زرقان اجرا گردید. زرقان در طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۴۳ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۴۷ دقیقه شمالی واقع گردیده است. ارتفاع از سطح دریا ۱۵۱۵ متر و میانگین بارندگی سالیانه آن ۳۴۲ میلیمتر است. بافت خاک مزرعه مورد آزمایش لوم رسی سیلت دار است و مشخصات آن در جدول ۱ ارائه شده است.

این تحقیق در قالب طرح آماری اسپلیت بلوک با شش تیمار و پنج تکرار اجرا گردید. تیمار اصلی روش خاک ورزی شامل:۱- خاک ورزی مرسوم با گاو آهن برگردان دار و دیسک (P) ۲- انجام عملیات کولتیواتور برروی پشته ها و شکل دهی مجدد پشته ها و جویچه ها (C_1) ۳- انجام عملیات کولتیواتور برروی پشته ها و جویچه ها و شکل دهی مجدد پشته ها و جویچه ها (C_2) و تیمار فرعی تعداد ردیف های کاشت برروی پشته ها شامل ۲ (R_2) و ۳ (R_3) ردیف کاشت بود. فاصله جویچه ها از یکدیگر ۷۵ سانتیمتر و ابعاد هر تیمار ۲۰×۴ متر بود. تیمار خاک ورزی با گاوآهن برگردان دار در شرایط خشک و به عمق ۲۵-۲۰ سانتیمتر و تیمارهای کولتیواتور درشرایط مرطوب و در عمق ۱۵-۱۲ سانتیمتر اجرا گردید. بنابراین کاشت گندم در تیمار گاوآهن برگردان دار به روش خشکه کاری و در تیمارهای کولتیواتور به روش نم کاری انجام گرفته است. در سال اول اجرای تحقیق به دلیل آماده نبودن فاصله جویچه ها به فاصله ۷۵ سانتیمتر، در کلیه تیمارهای خاک ورزی ابتدا عملیات شخم با گاوآهن برگردان دار انجام گرفت و پس از خردکردن کلوخه ها بوسیله دیسک و انجام لولر، به ترتیب زیر دیگر عملیات خاک ورزی انجام گرفت (عرض پشته ۴۰-۳۸ سانتیمتر و ارتفاع پشته ۲۲-۲۰ سانتیمتر بود):

۱- تیمار P: ایجاد جویچه ها به فاصله ۷۵ سانتیمتر + کاشت با خطی کار در شرایط خشک + آبیاری پلات (خشکه کاری) ۲- تیمار C_1 : ایجاد جویچه ها به فاصله ۷۵ سانتیمتر + آبیاری پلات + انجام عملیات کولتیواتور برروی پشته ها و شکل دهی مجدد پشته ها و جویچه ها + کاشت با خطی کار در شرایط مرطوب (نم کاری) ۳- تیمار C_2 : ایجاد جویچه ها به فاصله ۷۵ سانتیمتر + آبیاری پلات + انجام عملیات کولتیواتور برروی پشته ها و جویچه ها و شکل دهی مجدد پشته ها + کاشت با خطی کار در شرایط مرطوب (نم کاری).

در سال دوم، چون فاصله جویچه ها در مزرعه ۷۵ سانتیمتر (از سال قبل) موجود بود، تیمارهای خاک ورزی به شرح ذیل اعمال گردید: ۱- تیمار P : شخم با گاو آهن برگردان دار + دیسک و لولر + ایجاد جویچه ها به فاصله ۷۵ سانتیمتر + کاشت با خطی کار در شرایط خشک + آبیاری پلات (خشکه کاری) ۲- تیمار C_1 : آبیاری پلات + انجام عملیات کولتیواتور برروی پشته ها و شکل دهی مجدد پشته ها و جویچه ها + کاشت با خطی کار در شرایط مرطوب (نم کاری) ۳- تیمار C_2: آبیاری پلات + انجام عملیات کولتیواتور برروی پشته ها وجویچه ها و شکل دهی مجدد پشته ها و جویچه ها + کاشت با خطی کار در شرایط مرطوب (نم کاری).

برای انجام عملیات کولتیواتور در تیمارهای C_2 و C_3 ازدستگاه خاک ورزی مرکب ساخته شده و برای کاشت دراین تحقیق از دستگاه خطی کار اصلاح شده و تراکتور چرخ باریک ITM استفاده شد (جدول ۲). برای انجام عملیات خاک ورزی ثانویه در تیمار شخم با گاوآهن برگردان دار (P) از ۴ دفعه عبور دیسک و ۲ دفعه لولر استفاده شد (مشخصات فنی ماشینهای مورد استفاده در جدول ۲ آورده شده است). میزان کود مصرفی K,P,N بترتیب برابر ۱۷۰ ، ۱۰/۲ و ۲۰/۸ کیلوگرم در هکتار بود که کودهای فسفر (فسفات آمونیوم) و پتاسیم (سولفات پتاسیم) در زمان کاشت ونیمی از کود نیتروژن (اوره) به صورت سرک استفاده شد. جهت کاشت گندم از رقم مرودشت و به میزان ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار و در آبان ماه استفاده شد. پارامترهای اندازه گیری شامل شاخص مخروطی خاک، وزن هزاردانه و عملکرد گندم بود. جهت محاسبات آماری از نرم افزار MSTATC و برای مقایسه میانگین ها از آزمون چند دامنه ای دانکن استفاده شد.

شاخص مخروطی خاک مزرعه مورد نظر بوسیله دستگاه نفوذسنج مخروطی اندازه گیری شد. برای اجرای آزمایش با دستگاه نفوذسنج از یک مخروط با زاویه ۳۰ درجه و قطر ۱۲/۸۳ میلیمتر استفاده گردید که برابر استاندارد انجمن مهندسین کشاورزی آمریکا ساخته شده است (۱۰). چون در نهایت شاخص مخروطی خاک اندازه گیری شده به عنوان شاخص مقاومت مکانیکی خاک مزرعه انتخاب می شود، لذا در ۱۰ نقطه ازهر کرت و در روی پشته ها در بعداز اولین آبیاری و در هر نقطه از عمق صفر تا ۴۵ سانتیمتر و در محدوده رطوبتی ۲۰-۱۷ درصد (میانگین رطوبت از عمق ۵۰-۰ سانتیمتر) شاخص مخروطی خاک اندازه گیری شد (۶، ۸ و ۲۰).

جهت تعیین عملکرد گندم در هر تیمار، حاشیه های هر کرت حذف شد و به فاصله طولی ۱۰ متر و عرض ۱/۵ متر (عرض ۲ پشته) عملیات برداشت انجام گرفت. در ضمن وزن هزار دانه گندم نیز تعیین گردید.

نتایج و بحث

شاخص مخروطی خاک

ارتباط بین شاخص مخروطی خاک با عمق در تیمارهای مختلف خاک وزی در شکل ۱ نشان داده شده است. نتایج نشان می دهد که اگرچه تیمار شخم با گاوآهن برگردان دار (P) کمترین میزان شاخص مخروطی خاک را داشته است ولی با دیگر تیمارهای خاک ورزی در یک گروه آماری قرار گرفته است.

جدول ۳ نشان می دهد که شاخص مخروطی خاک در

عمق های مختلف و در ردیف های مختلف کاشت تفاوت خاصی با یکدیگر نداشته و در یک گروه آماری قرار گرفته اند. به دلیل شخم عمیق زمین در روش مرسوم، انتظار می رود که شاخص مخروطی خاک در مقایسه با دو روش دیگر (به علت عدم بهم خوردگی زیاد خاک) کاهش چشمگیری داشته باشد ولی از یک طرف به علت تردد زیاد تراکتور و ادوات مختلف خاک ورزی در بعد از اجرای عملیات شخم با گاوآهن برگردان، خاک مجدداً متراکم شده و از طرف دیگر با کاهش تعداد تردد تراکتور در تیمارهای استفاده از کولتیواتور، میزان فشردگی خاک کاهش یافته است. دیگر محققین نیز نشان داده اند که با افزایش تردد ماشینهای کشاورزی شاخص مخروطی خاک افزایش می یابد (۶، ۹، ۱۴ و ۲۵). همچنین در روش استفاده از کولتیواتور (C_1و C_2)، تردد تراکتور در داخل جوی انجام گرفته است، بنابراین تمرکز تراکم خاک در جوی ها بوده و پشته ها متراکم نشده و می تواند شرایط مناسبی را برای رشد ریشه گیاه فراهم آورد.

وزن هزار دانه

بیشترین وزن هزار دانه گندم با میانگین ۳۰/۹۸ گرم مربوط به تیمار شخم با گاوآهن برگردان دار (P) و کمترین آن با میانگین ۳۰/۵۸ گرم مربوط به تیمار انجام عملیات کولتیواتور بر روی پشته ها و جویچه ها و شکل دهی مجدد پشته ها و جویچه ها (C_2) بود که هر سه تیمار C_1، C_2 و P در یک گروه آماری قرار گرفته اند (جدول ۴). تعداد ردیف های کاشت نیز تاثیر خاصی بر روی وزن هزار دانه گندم نداشته است و هر دو در یک گروه آماری قرار گرفته اند (جدول ۵). محققین دیگر نیز نشان دادند که وزن هزار دانه گندم متاثر از روشهای مختلف خاک ورزی و تعداد ردیف های کاشت گندم نبوده است (۱).

عملکرد محصول

نتایج عملکرد گندم نشان داد که هر سه تیمار خاک ورزی C_1، C_2 و P در یک گروه آماری قرار گرفته اند (جدول ۴). اگرچه شخم با گاوآهن برگردان دار باعث کاهش فشردگی خاک جهت رشد ریشه گیاه می گردد، با عبور چرخ های تراکتور در جوی ها با استفاده از کولتیواتور در تیمارهای خاک ورزی C_1 و C_2 از فشردگی مجدد پشته ها جلو گیری می گردد. در نهایت این عوامل باعث می شوند تا میزان شاخص مخروطی خاک در روی پشته ها جهت این تیمارها مشابه یکدیگر بوده و اختلاف معنی داری نداشته باشند (شکل ۱). بنابر این شرایط برای رشد ریشه محصول در کلیه تیمارهای خاک ورزی مناسب بوده و در نهایت عملکرد مشابهی را فراهم نموده اند. جدول ۵ نشان می دهد که بیشترین عملکرد گندم با میانگین ۵۴۳۰ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار ۳ ردیف کاشت روی پشته و کمترین آن با میانگین ۵۳۰۳ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار ۲ ردیف کاشت روی پشته است و هر دو در یک گروه آماری قرار گرفته اند ولی عملکرد گندم در تیمار ۳ ردیف کاشت روی پشته بیشتر از ۲ ردیف کاشت روی پشته است. نتایج دیگر محققین نیز نشان می دهد که تفاوت معنی داری بین ۲ و ۳ ردیف کاشت روی پشته بر عملکرد گندم نبوده است (۱ و ۲۴). بیشترین عملکرد گندم با میانگین ۵۵۱۳ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار C_2R_3 و کمترین آن با میانگین ۵۲۲۳ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار C_2R_2 است که همگی در یک گروه آماری قرار گرفته اند (جدول ۶). باتوجه به اینکه عملکرد گندم در تیمارهای نم کاری (C_1 و C_2) نسبت به تیمار خشکه کاری (P) تفاوت خاصی نداشته است و همچنین تعداد عملیات خاک ورزی جهت تهیه بستر بذر در روش نم کاری کمتر از روش خشکه کاری است و از طرف دیگر در روش نم کاری کاهش علف های هرز بیشتر بوده است- به علت سبز شدن اولیه علفهای هرز و دفع آنها بوسیله کولتیواتور (۲۳)، پیشنهاد می گردد که از روش نم کاری و استفاده ازکولتیواتور جهت کاشت گندم استفاده گردد. در ضمن استفاده از کولتیواتور باعث افزایش ظرفیت مزرعه ای و کاهش سوخت مصرفی نسبت به گاوآهن برگردان دار می گردد (۴ و ۱۱)، لذا کاربرد آن تو صیه می گردد. از طرف دیگر چون جهت اعمال تیمارC_1 نیاز به یک دفعه عبور تراکتور و جهت تیمار C_2 نیاز به ۲ دفعه عبور تراکتور جهت تهیه بستر بذر می باشد و اختلاف خاصی نیز در عملکرد گندم تولید شده مشاهده نشده است، پیشنهاد می گردد که از تیمار C_1 و با یک دفعه عبور خاک ورز مرکب جهت تهیه بستر بذر استفاده گردد.

بررسی هزینه عملیات تهیه بستر بذر

تیمارهای خاک ورزی در نوع عملیات ماشینی با یکدیگر تفاوت دارند. باتوجه به اینکه درتیمار خاک ورزی مرسوم (P) جهت عملیات خاک ورزی از گاوآهن برگردان دار (یک مرتبه) + دیسک (۴ مرتبه) + لولر (۲ مرتبه) استفاده شده و جهت تیمار کولیتواتور (C_1) فقط از یک بار خاک ورز مرکب (تیغه های کولتیواتور به همراه تیغه های فاروئر) و جهت تیمار کولتیواتور (C_2) از ۲ دفعه خاک ورز مرکب (فقط تیغه های کولتیواتور + فقط فاروئر) استفاده شده است و عملیات کاشت و داشت جهت کلیه تیمارها یکسان بوده، هزینه هر تیمار خاک ورزی به شرح جدول ۷ محاسبه گردید (قیمت واحد عملیات ماشینی از مرکز خدمات کشاورزی زرقان استان فارس برای سال زراعی ۲-۱۳۹۱ اخذ شده است).

از آنجائیکه اختلاف خاصی در عملکرد محصول در اثر کاربرد روش های مختلف خاک ورزی مشاهده نمی شود، کاهش هزینه عملیات خاک ورزی می تواند نقش مهمی در کاهش هزینه های تولید و افزایش درآمد کشاورزان داشته باشد. با توجه به جدول ۷، میزان هزینه های خاک ورزی جهت تیمارهای C_1 و C_2 نسبت به گاوآهن برگردان دار(P) به ترتیب ۸۰ و ۶۰ درصد کاهش نشان می دهد. بنابراین می توان با استفاده از خاک ورز مرکب و روش نم کاری هزینه ها را بطور قابل ملاحظه ای کاهش و سیستم کاشت گندم را به سمت کم خاک ورزی هدایت نمود.

نتیجه گیری

نتایج نشان می دهد که سیستم کاشت بر روی پشته های عریض در هر دو حالت نم کاری و خشکه کاری قابلیت اجرا دارد. درصورت استفاده از روش نم کاری جهت کاشت گندم می توان ضمن بدست آوردن یک عملکرد مناسب، هزینه های عملیات خاک ورزی را کاهش و سیستم کاشت را از شرایط فعلی به سمت حداقل خاک ورزی تغییر داد. با توجه به کاهش هزینه ها در تیمار C_1نسبت به خاک ورزی مرسوم (شخم با گاوآهن برگردان دار) و همچنین افزایش عملکرد گندم در ۳ ردیف کاشت روی پشته، تیمار C_1R_3 جهت کاشت گندم پیشنهاد می گردد.

جدول ۱- مشخصات خاک مزرعه مورد آزمایش در زرقان فارس

عمق نمونه گیری (cm)	اسیدیته گل اشباع	درصد کربن آلی	رس (٪)	سیلت (٪)	شن (٪)	بافت خاک
۱۰-۰	۸/۰	۰/۸۰	۳۷/۳	۵۰/۰	۱۲/۷	لوم رسی سیلت دار
۲۰-۱۰	۸/۰	۰/۷۵	۴۱/۳	۴۸/۰	۱۰/۷	لوم رسی سیلت دار
۳۰-۲۰	۸/۰	۰/۷۲	۳۷/۳	۵۰/۰	۱۲/۷	لوم رسی سیلت دار

جدول ۲- مشخصات فنی ماشینهای مورد استفاده در تحقیق

ردیف	نوع ماشین	عرض کار (متر)	مشخصات
۱	گاوآهن برگردان دار	۱/۲	سوارشونده و چهارخیشه.
۲	هرس بشقابی	۲/۱۶	کششی، یک زانوئی دو ردیفه با ۲۰ عدد بشقاب، قطر بشقابها ۶۰ سانتیمتر، بشقابهای ردیف جلوبه کنگره ای و ردیف عقب لبه صاف.
۳	خاک ورز مرکب	۳/۰	سوارشونده، ۴ عدد تیغه پنجه غازی در جلو و ۵ عدد تیغه فاروئر در عقب به همراه یک عدد غلطک صاف، قابلیت جایگزینی تیغه های پنجه غازی به جای فاروئر و قابلیت تغییر عرضی و ارتفاع تیغه ها.
۴	خطی کار	۳/۰	سوارشونده، دارای موزع شیاردار، شیار بازکن کفشکی، دارای ۲ عدد چرخ در کناره های دستگاه، دارای ۶ عدد فاروئر.

جدول ۳- مقایسه میانگین های شاخص مخروطی خاک (مگاپاسکال) در عمق های صفر تا ۴۵ سانتیمتر در تعداد ردیف های کاشت گندم

ردیف های کاشت	عمق خاک(cm)		
	۱۵-۰	۳۰-۱۵	۴۵-۳۰
دو ردیف (R_2)	۰/۴۶ a	۱/۰۸ a	۲/ ۳۷ a
سه ردیف (R_3)	۰/۴۷ a	۱/۰۴ a	۲/۴۰ a

در هر ستون میانگین هائی که دارای حروف غیرمشترک می باشند، اختلاف معنی دار دارند (دانکن ٪۵)

جدول ۴- مقایسه میانگین های وزن هزار دانه و عملکرد گندم در تیمارهای مختلف خاک ورزی

تیمارهای خاک	وزن هزار دانه گندم(g)			عملکرد گندم(kg/ha)		
ورزی	سال اول	سال دوم	میانگین	سال اول	سال دوم	میانگین
P	۳۳/۱۹ a	۲۸/۷۶ a	۳۰/۹۸ a	۵۳۲۹ a	۵۴۰۷ a	۵۳۶۷ a
C_1	۳۲/۵۷ a	۲۸/۸۰ a	۳۰/۶۹ a	۵۴۴۴ a	۵۲۸۲ a	۵۳۶۳ a
C_2	۳۲/۳۰ a	۲۸/۸۶ a	۳۰/۵۸ a	۵۴۹۷ a	۵۲۴۰ a	۵۳۶۸ a

در هر ستون میانگین هائی که دارای حروف غیرمشترک می باشند، اختلاف معنی دار دارند (دانکن ٪۵)

جدول ۵- مقایسه میانگین های وزن هزار دانه و عملکرد گندم در ردیف های مختلف کاشت گندم

تیمار های ردیف کاشت	وزن هزار دانه گندم(g)			عملکرد گندم(kg/ha)		
	سال اول	سال دوم	میانگین	سال اول	سال دوم	میانگین
R_2	۳۲/۷۹ a	۲۸/۷۶ a	۳۰/۷۸ a	۵۳۳۰ a	۵۲۷۵ a	۵۳۰۳ a
R_3	۳۲/۵۹ a	۲۸/۸۵ a	۳۰/۷۲ a	۵۵۱۷ a	۵۳۴۳ a	۵۴۳۰ a

در هرستون میانگین هائی که دارای حروف غیرمشترک می باشند، اختلاف معنی دار دارند (دانکن ٪۵)

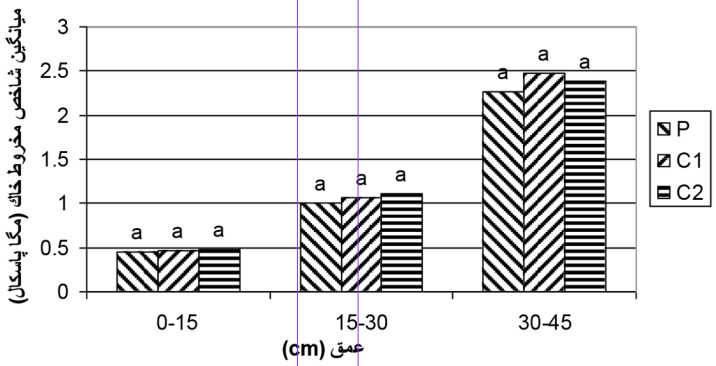
جدول ۶- مقایسه میانگین های وزن هزار دانه و عملکرد گندم حاصل از تاثیر متقابل تیمارهای خاک ورزی و ردیف های کاشت

تیمارهای خاک ورزی	وزن هزار دانه گندم (g)			عملکرد گندم (kg/ha)		
	سال اول	سال دوم	میانگین	سال اول	سال دوم	میانگین
PR_2	۳۳/۳۸ a	۲۸/۶۰ a	۳۰/۹۹ a	۵۳۴۲ a	۵۴۷۷ a	۵۴۰۹ a
PR_3	۳۲/۹۹ a	۲۸/۹۲ a	۳۰/۹۶ a	۵۳۱۶ a	۵۳۳۶ a	۵۳۲۵ a
C_1R_2	۳۲/۶۱ a	۲۸/۹۴ a	۳۰/۷۸ a	۵۳۵۰ a	۵۲۰۱ a	۵۲۷۶ a
C_1R_3	۳۲/۵۶ a	۲۸/۶۵ a	۳۰/۶۱ a	۵۵۳۸ a	۵۳۶۳ a	۵۴۵۰ a
C_2R_2	۳۲/۳۹ a	۲۸/۷۳ a	۳۰/۵۶ a	۵۲۹۸ a	۵۱۴۸ a	۵۲۲۳ a
C_2R_3	۳۲/۲۲ a	۲۸/۹۸ a	۳۰/۶۰ a	۵۶۹۶ a	۵۳۳۱ a	۵۵۱۳ a

در هرستون میانگین هایی که دارای حروف غیرمشترک می باشند، اختلاف معنی دار دارند (دانکن ۵٪)

جدول ۷- نوع و هزینه عملیات آماده سازی زمین در تیمارهای مختلف خاک ورزی

تیمارها	هزینه (Rial/ha)					هزینه کل (Rial/ha)
	گاوآهن برگردان دار	دیسک	لولر	خاک ورز مرکب	فاروئر	
P	۶۰۰/۰۰۰	۳۰۰/۰۰۰	۳۰۰/۰۰۰	-	۳۰۰/۰۰۰	۱/۵۰۰/۰۰۰
C_1	-	-	-	۳۰۰/۰۰۰	-	۳۰۰/۰۰۰
C_2	-	-	-	۳۰۰/۰۰۰	۳۰۰/۰۰۰	۶۰۰/۰۰۰



شکل ۱- مقایسه میانگین های شاخص مخروطی خاک با عمق در تیمارهای مختلف خاک ورزی

منابع مورد استفاده

۱. اسدی، ا.، افیونی، د.، همت، ع. و فرهمند، س. ۱۳۸۵. مقایسه کشت پشته ای و مسطح گندم آبی و بررسی امکان حفظ پشته ها به روش کم خاک ورزی برای کاشت ذرت علوفه ای. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. ۲۸: ۴۰-۲۷.

۲. امین، حسین، جمالی، محمد، خوگر، زهرا، دستفال، منوچهر و صلح جو، علی اکبر. ۱۳۸۳. اصول کاشت، داشت و برداشت گندم آبی. سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، دفتر خدمات تکنولوژی آموزشی. ۹۵ ص.

۳. حاج عباسی، م.، میرلوحی، آ. و صدرا راحمی، م. ۱۳۷۸. اثر روشهای خاک ورزی بر بعضی ویژگیهای فیزیکی خاک وعملکرد ذرت درمزرعه تحقیقاتی لورک. مجله علوم وفنون کشاورزی ومنابع طبیعی. ۳: ۲۳-۱۳.

۴. خسروانی، ع.، لغوی، م. و صلح جو، ع. ا. ۱۳۷۹. مقایسه پارامترهای عملکردی سه نوع تراکتور متداول در ایران. پژوهش کشاورزی. ۲: ۳۲-۲۱.

۵. صلح جو، ع. ا. ۱۳۸۱. گزارش دوره آموزش سیستم های کاشت بر روی پشته های بلند و عریض جهت تولید گندم آبی. موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، ۲۲ ص.

۶. صلح جو، ع. ا. و لغوی، م. ۱۳۷۹. رطوبت مناسب خاک جهت اندازه گیری شاخص مخروط، توسط دستگاه نفوذسنج مخروطی. مجله تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، ۱۷: ۵۰-۴۳.

۷. صلح جو، ع. ا.، لغوی، م. ، احمدی، ح. و روزبه، م. ۱۳۸۰. تاثیر درصد رطوبت خاک وعمق شخم بر روی میزان خردشدن خاک و کاهش عملیات خاک ورزی ثانویه. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. ۶: ۱۲-۱.

۸. صلح جو، ع. ا. و نیازی، ج. ۱۳۸۰. تاثیر عملیات زیرشکن برخصوصیات فیزیکی خاک و عملکرد گندم آبی. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، ۷: ۷۸-۶۵.

9. Afzalinia, S., Solhjou, A. A. and Eskandari, I. 2011. Effects of subsoiling on some soil physical properties and wheat yield in dry land ecological condition. *J. of Agri. Sci. and Techn*. A 1: 842-847.

10. ASAE. 1995. Soil cone penetrometer. ASAE standard S313.2. *Agricultural Engineering Year Book*, P. 683.

11. Baloch, J. Mirani, A. N. and Bukhari, S. 1991. Power requirements of tillage implements. *A. M. A.* 22 (1):34-38.
12. Baker, CJ, Saxton, KE, Ritchie, WR, Chamen, WCT, Reicosky, DC, Ribeiro, MFS, Justice, SE & Hobbs, PR. 1996. *No-tillage Seeding in Conservation Agriculture*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. 326p
13. Erbach, D. C. 1982. Tillage for continuous corn and corn-soybean rotation. *Transactions of the ASAE*. 25:906-911,918.
14. Hamza, M. A. and Anderson, W. K. 2005. Soil compaction in cropping systems. A review of the nature, causes and possible solutions. *Soil and Tillage Research*. 82: 121-145.
15. Godwin, J. R. 1990. *Agricultural Engineering in Development: Tillage for Crop Production in Areas of low Rainfall*. FAO. Agricultural Services Bulletin No: 83. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome: 124 P.
16. Guerif, G., Richard, G., Durr, C., Machet, J. M., Recous, S. and Roger– Estrade, J. 2001. A review of tillage effects on crop residue management, seedbed conditions and seeding establishment. *Soil and Till. Res*. 61:13-32.
17. Jacobs, C. O. and Harrol, W. R. 1983. *Agricultural power and Machinery*; Mc Grow Hill Book. CO., New York.
18. Kepner, R. A., Bainer, R. and Barger, E. L. 1978. *Principles of Farm Machinery*, Chapter 5. The AVI Publishing Co., USA.
19. Limon-Ortega, A. K., Sayre, K. D. and Drijber, R. A. 2002. Soil attributes in a furrow- irrigated bed planting system in northwest mexico. *Soil and Tillage Res*. 63:123-132.
20. Perumpral, J. V. 1987. Cone penetrometer applications: a review. *Transactions of the ASAE*. 30 (4):939-944.
21. Pierce, F. J., Fortin, M. S. and Station, M. J. 1994. Periodic plowing effects on soil properties in a non- till farming system. *Soil Sci. Am. J.* 58:1782-1787.
22. Rawson, H. M. and Macpherson, H. G. 2000. *Irrigated Wheat, Managing Your Crop*. FAO. 94 P.
23. Sayre, K. D. 2000. Effect of tillage, crop residue retention and nitrogen management on the performance of bed-planted, Furrow irrigated spring wheat in northwest Mexico. 15th conf. of the Inter. Soil and Tillage Res. Organ.: July 2-7, Texas, USA.
24. Sharma, R. K., Srinivasa, K., Chhokar, R. S. and Sharma, A. K. 2004. Effect of tillage on termitse, weed incidence and productivity of spring wheat in rice- wheat system of North Western Indian plains. *Crop protection*. 23:1049-1054.
25. Unger, P. W. and T. C. Kaspar. 1994. Soil compaction and root growth: a review. *Agron. J.* 86: 759-766.