بررسی تأثیر روش خاک‌ورزی و عمق کاشت بر روی عملکرد گندم دیم در شرایط خشکه‌کاری در خوزستان

سیدمحمدجواد افضلی[۱]، نعیم لویمی[۲]، وحید یعقوبی[۳]

[۱] محقق مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، اهواز، ایران؛ آدرس پست الکترونیکی: moja_afzali@yahoo.com

[۲] عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، اهواز، ایران آدرس پست الکترونیکی: n1584m@yahoo.com

[۳] محقق مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، اهواز، ایران

چکیده

یکی از مشکلات اصلی در مناطق دیم استان خوزستان، مرسوم بودن انجام عملیات خاک‌ورزی بعد از شروع بارندگی‌های مؤثر می‌باشد که با تأخیر یا تداوم بارندگی سبب عقب افتادن تاریخ کشت و تأثیر منفی بر عملکرد دانه خواهد شد. بدین منظور پژوهشی در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی استان خوزستان (ایستگاه تحقیقاتی شهرستان باغملک) انجام گردید. این آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. کرت‌های اصلی روش‌های تهیه زمین برای خشکه‌کاری گندم شامل: گاوآهن برگردان‌دار+ پوشش بذر با چیزل مرکب (T_1)، گاوآهن برگردان‌دار+ چیزل مرکب+ عمیق‌کار (T_2)، گاوآهن برگردان‌دار+ کاروگیت+ عمیق‌کار (T_3)، چیزل‌پکر+ عمیق‌کار (T4) و بی‌خاک‌ورزی (T_5) و کرت های فرعی عمق‌های کاشت بذر شامل: ۲-۴ سانتی‌متر (D_1)، ۶-۴ سانتی‌متر (D_2) و ۶-۸ سانتی‌متر (D_3) در نظر گرفته شدند. پارامترهای اندازه‌گیری شده شامل عملکرد و اجزای عملکرد گندم، شاخص های فنی و شاخص‌های اقتصادی بودند. نتایج نشان داد از نظر شاخص‌های مصرف سوخت و زمان عملیات تیمار بی‌خاک‌ورزی به عنوان تیمار برتر با متوسط ۱۵/۶۲ لیتر بر هکتار و ۰/۳۴ ساعت نسبت به تیمار برگردان‌کردن خاک+ چیزل مرکب، به ترتیب با ۳۵ درصد و ۹۰ درصد صرفه‌جویی، تیمار برتر بود. عملکرد دانه در تیمارهای آزمایشی به ترتیب ۱۶۵۸، ۱۸۹۷، ۲۰۱۹، ۲۲۲۹ و ۲۰۹۹ کیلوگرم بر هکتار بودند که تیمارهای چیزل‌پکر و بی‌خاک‌ورزی بیشترین عملکرد دانه را داشتند. از نظر شاخص‌های اقتصادی نیز تیمارهای چیزل‌پکر و بی‌خاک‌ورزی تیمارهای برتر بودند.

کلمات کلیدی: خاک‌ورزی، عمق کاشت، خشکه‌کاری، گندم دیم

on dryland wheat yield in Effect of tillage methods and seeding depths conditions of seeding before rainfall in Khuzestan province

Seied Mohammad Javad Afzali[1], Naeim Loveimi[2], Vahid Iaaghubi[3]

[1] Researcher of Engineering Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ahvaz, Iran. Email: moja_afzali@yahoo.com

[2] Faculty member of Engineering Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ahvaz, Iran. Email: n1584m@yahoo.com

[3] Researcher of Engineering Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ahvaz, Iran.

ABSTRACT

One of the main problems in the rainfall regions of khuzestan is the tendency to carry out tillage operations after the effective rainfall, causing a delay of planting date because of delay or prolonged rainfall and it can have a negative effect on grain yield. For this purpose, a study conducted in 2017 in Agricultural Research Center of Khuzestan (Baghmalek station). This project was implemented in basis of randomized complete block in split plot design and 3 replications. Main plots were five tillage methods included of: conventional tillage (mouldboard plow+ covering the seeds with combined chisel (T_1), mouldboard plow+ combined chisel+ planter

(T_2), mouldboard plow+ carrogator+ planter (T_3), chisel packer+ planter(T_4), no tillage (T_5). Subplots were four seed depth included of 2-4, 4-6 and 6-8 cm. The parameters were included of agronomical indices (wheat yield and its components) and technical indices and economical indices were investigated. The results showed that T_5 was the best treatment in fuel consumption and operation time with 15.62 $L.ha^{-1}$ and 0.34 h caused to 35% and 90% reduction in fuel comparison related to T_1, respectively. Grain yield in T_1-T_5 treatment were 1658, 1897, 2019, 2229 and 2099, respectively that T_4 and T_5 were the best ($p<0.05$). From point view of economical indices T_4 and T_5 treatments were the best.

Keywords: Tillage , Seeding depth, Seeding before rainfall, Rainfall wheat

۱- مقدمه

طبق آمارهای موجود سطح زیر کشت گندم دیم در ایران بالغ بر ۵/۷ میلیون هکتار می‌باشد که حدود ۳۴ هزار هکتار گندم دیم در بخش‌های شمالی و شمال‌شرقی استان خوزستان کشت می‌شود (Agricultural Statistics, 2015). میزان تولید این محصول در این مناطق ۷۳۰ کیلوگرم در هکتار بوده و با میانگین تولید کشور (۱۰۴۳ کیلوگرم در هکتار) فاصله دارد (Agricultural Statistics, 2015). بنابراین معلوم می‌گردد که موانعی برای افزایش تولید گندم وجود دارد که برخی از این موانع مربوط به عدم استفاده صحیح از نتایج تحقیقات به‌زراعی، عدم استفاده بهینه از ادوات کشاورزی رایج در کشور و عدم برخورداری از تکنولوژی مناسب می‌باشد. با این توصیف در اثر اعمال مدیریت صحیح خاک‌ورزی، اهمیت بهبود وضعیت تولید، عملکرد دانه در واحد سطح، به خوبی مشخص می‌شود (Keshavarz et al., 2012).

یکی از مشکلات اصلی در کشت گندم دیم در خوزستان، مرسوم بودن انجام عملیات خاک‌ورزی بعد از شروع بارندگی‌های مؤثر می‌باشد که درصورت تأخیر در شروع بارندگی با از دست دادن زمان و نیز عدم امکان انجام سریع و به موقع عملیات همراه می‌گردد. همچنین درصورت تداوم بارندگی‌ها، کشت با تأخیر زیاد همراه بوده و منجر به کاهش عملکرد خواهد شد. در چنین شرایطی به دلیل زمان محدود برای تهیه زمین و افزایش تراکم کاری کشاورزان به اجبار برای تهیه زمین فقط یک پاس گاوآهن برگردان‌دار زده و عملیات کاشت را به وسیله عمیقکار دیم بدون انجام خاک‌ورزی ثانویه انجام می‌دهند.

درصورتی که بتوان با استفاده از اطلاعات هواشناسی زمان بارش مؤثر را پیش‌بینی نمود و قبل از آن عملیات کشت را انجام داد، عملیات تهیه زمین و کاشت به موقع انجام و یک مرحله آبیاری بیشتر توسط بارندگی صورت می‌گیرد. انجام یک فقره پروژه تحقیقاتی که در استان خوزستان برای مقایسه روش‌های مختلف خاک‌ورزی به روش خشکه‌کاری و خاک‌ورزی پس از اولین بارندگی انجام گردید نشان‌دهنده افزایش عملکرد دانه به میزان ۵۵ درصد در این روش بوده است (Loveimi, 2014). وجود حشرات و گاه پرندگان از نظر ایجاد خطر جابجایی و از بین رفتن بذور می‌تواند تأثیر منفی بر عملکرد این سامانه داشته باشد. لذا مقدار عمق کاشت بذر گندم در شرایط خشکه‌کاری دیم بسیار حائز اهمیت می‌گردد.

روش خاک‌ورزی با تغییر در ساختمان خاک، کاهش مقاومت به نفوذ در خاک و کمک به تأمین حرارت کافی می‌تواند بستری مناسب برای بذر فراهم آورد و بر درصد و سرعت سبز شدن گیاه مستقیماً اثر بگذارد (Aiken, 1997; Mcmaster et al., 2000 & 2002; Lapen et al., 2004). بنابراین با انتخاب روش صحیح خاک‌ورزی و ایجاد اثر مناسب بر خصوصیات فیزیکی خاک می‌توان بستری مناسب جهت سبز شدن و رشد و توسعه آن و سرانجام رسیدن به عملکرد بالاتر فراهم کرد (Licht & Al-kaisi, 2005). همچنین خاک‌ورزی مناسب با حفظ بیشتر رطوبت، باعث تأمین رطوبت مورد نیاز بذر می‌شود و قدرت جوانه‌زنی آن را بالا می‌برد، استقرار زودهنگام ریشه و توسعه آن، بر پنجه‌زنی اثری مثبت دارد و افزایش تعداد سنبله گندم در واحد سطح و سرانجام افزایش عملکرد محصول را در پی خواهد داشت (Mcmaster et al., 2002).

ماشین کاشت نیز می‌تواند با ایجاد رطوبت و هوای کافی در خاک اطراف بذر (Eskandari, 1997)، مقاومت مکانیکی خاک روی بذر (Tessier et al., 1991) و عمق کاشت (Ozmerzi et al., 2002) بر جوانه‌زدن و سبز شدن بذر و رشد و نمو گیاه مؤثر باشد.

در یک تحقیق سه ساله در همدان سه نمونه خطی‌کار دیم (برزگر همدان، سهلان‌کشت، کشت‌گستر) و دست‌پاشی+ دیسک را از نظر فنی (میزان ریزش بذر تو.سط هر موزع و میزان صدمه به بذر) و تأثیر آنها بر عملکرد دانه گندم دیم بررسی شد (Heidari & Eskandari, 2013). نتایج نشان داد که در دو سال از سه سال آزمایش که میزان بارندگی کم بود خطی‌کار کشت‌کستر (با فاصله خطوط کشت بیشتر) عملکرد دانه بهتری داشت ولی میزان کاه به دست آمده در روش کاشت با خطی‌کار همدانی بیش از سایر روش‌ها بود.

کاشت در عمق مناسب باعث سبز کردن یکنواخت و ظهور اکثریت بذرها می‌شود چرا که اگر بذر در عمق کم کشت شود، خشک شده و نمی‌تواند جوانه بزند و اگر عمیق‌تر از حد معمول کاشته شود علاوه بر تأخیر در سبز شدن باعث کاهش درصد سبز کردن در نتیجه افزایش خسارت آفات و بیماری‌ها و خفگی گیاهچه‌ها می‌شود (Johnson et al., 1994). در همین رابطه تحقیقات انجام شده نشان داده که در مناطق سردسیر در صورت وجود رطوبت مناسب برای جوانه‌زنی و سبزشدن،کاشت سطحی مناسب‌تر ازکاشت عمیق است (Leoppkey et al., 1989). این مسأله به علت سردی

خاک عمقی و کندترشدن جوانه‌زنی در این مناطق می‌باشد.

نتایج آزمایشات دو ساله در مناطق دیم استان خوزستان (شهرستان باغملک) نشان داد که عملکرد گندم دیم در کشت قبل از شروع بارندگی (کشت انتظاری) ۱۶۱۲ کیلوگرم در هکتار بود در حالی که در روش مرسوم کشت بعد از شروع بارندگی‌ها عملکرد ۱۰۴۳ کیلوگرم در هکتار داشت (Loveimi, 2014).

این تحقیق به منظور تعیین مناسب‌ترین روش خاک‌ورزی و عمق مناسب کاشت گندم دیم انجام گرفت.

۲- مواد و روش‌ها

این پژوهش به مدت یک سال در سال زراعی ۱۳۹۵-۹۶ در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان (ایستگاه تحقیقات کشاورزی باغملک) واقع در زمین آزمایش در ۱۲ کیلومتری شمالی شهرستان باغملک با طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۵۳ دقیقه شرقی و نیز عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۲ دقیقه شمالی اجرا گردید. آمار هواشناسی بیست‌ساله شهرستان باغملک نشان می‌دهد که میزان بارندگی متوسط سالیانه حدود ۶۲۶ میلیمتر، تبخیر ۳۱۰۸ میلیمتر، رطوبت نسبی ۳۶/۴ درصد، متوسط دما ۲۳/۳ درجه، متوسط حداقل دما ماهیانه ۱۳/۹ و متوسط حداکثر ماهیانه ۲۸/۵ درجه می‌باشد. در سال اجرای پروژه میزان بارندگی ۳۲۵/۵ میلیمتر بود. این پژوهش به منظور بررسی تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و عمق کاشت بر عملکرد گندم دیم به روش کشت خشکه‌کاری اجرا شد. این آزمون در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و به صورت کرت‌های خرد شده و در سه تکرار اجرا گردید. کرت‌های اصلی روش‌های مختلف خاک‌ورزی شامل: گاوآهن برگردان‌دار+ بذرپاشی+ چیزل مرکب (T1)، گاوآهن برگردان‌دار+ چیزل مرکب+ عمیق‌کار (T_2)، گاوآهن برگردان‌دار+ کاروگیت+ عمیق‌کار (T_3)، چیزل‌پکر+ عمیق‌کار (T_4) و بی‌خاک‌ورزی (T_5) و کرت‌های فرعی نیز عمق کاشت شامل سه عمق ۴-۲، ۴-۶ و ۶-۸ سانتیمتری بود. طبق نتایج آزمون خاک میزان کود مصرفی برابر با ۲۰۰ کیلوگرم اوره، ۵۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل بود (جدول ۱). مشخصات تراکتورها و ادوات مورد استفاده در جدول ۲ آمده است.

با توجه به اینکه فاصله زمانی بین کشت تا زمان بارندگی می‌تواند بر مقدار هدررفت بذور مؤثر باشد سعی گردید با توجه به پیش‌بینی اولین بارندگی مؤثر عملیات خاک‌ورزی و کاشت صورت گرفت. مشاهدات منطقه نشان داد که بیشترین مقدار هدررفت بذور در یک روز اول پس از قراردهی بذور در خاک و از بذور واقع شده در خاک سطحی انجام گرفته است. ابعاد کرت‌ها به طول ۲۰ متر و عرض ۵ متر درنظر گرفته شدند. میزان بذر بر اساس نتایج تحقیقات در منطقه و رقم بهرنگ با توجه به وزن هزار دانه ۴۰ گرم و احتساب ۳۳۰ دانه در متر مربع معادل با ۱۳۲ کیلوگرم بر هکتار درنظر گرفته شد. تمام عملیات و اعمال تیمارهای خاک‌ورزی و کشت همزمان و در پاییز و قبل از بارندگی‌ها انجام شد.

چیزل مرکب استفاده شده در تحقیق یک چیزل مرسوم منطقه است که تیغه‌های ردیف جلوی آن قلمی و ردیف عقب پنجه‌غازی بود.

جدول ۱- مشخصات خاک مزرعه مورد آزمایش

Table 1.Soil characteristics of experimental field

Soil depth (cm)	Soil texture	Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)	K_{abs} (p.p.m.)	P_{abs} (p.p.m.)	O.C. (%)	pH	EC (dS/m)
0-30	Loamy	20	44	36	272	6.6	0.72	7.5	1.4

جدول ۲- ویژگی‌های ماشین‌ها و ادوات مورد استفاده در آزمایش

Table 2. characteristics of machines and implements used in expriment

Technical charactristics	Producer name	Machin name
Three units, total width: 90 cm, weight: 340 kg, frame height: 61 cm	Ghateat Ahangary Khorasan	Mouldboard plow
4 shanks in front row and 5 shanks at rear row	TAKA Company	Combined chissel
5 shanks, required power: 60 hp, rows distance: 30 cm, weight: 600 kg	Ghateat Ahangary Khorasan	Chissel packer
Drawn, working width: 225 cm, planting rows number: 9, rows distance: 25 cm, opener type: shovel, covering type: press rubber wheel	Kesht gostar	Rainfed planter
Mounted, opener type: knife, covering type: press wheel, planting rows number: 13, working width: 2.2 m, required power: 75 hp	Sazeh kesht kaveh	Direct drill Aske-2200
Cylinder numbers: 6, power: 110 hp	Tractorsazan	Tractor: ITMCO 399

Figure 1. Combined chisel and no till planter used in the research
شکل ۱- چیزل مرکب و ماشین کشت مستقیم مورد استفاده در تحقیق

پارامترهای‌های اندازه‌گیری شده شامل شاخص‌های فنی (مصرف سوخت و زمان عملیات)، شاخص‌های کیفیت سبز شدن (میانگین مدت جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی و یکنواختی عمق کاشت)، شاخص‌های اقتصادی (نسبت درآمد به هزینه و نسبت عملکرد دانه به هزینه)، درصد رطوبت خاک و شاخص‌های زراعی (تعداد بوته در مترمربع، ارتفاع بوته، تعداد سنبله در مترمربع، وزن هزاردانه و عملکرد دانه و ماده خشک) بودند.

برای اندازه‌گیری برخی شاخص‌های فنی در سطح نسبتاً وسیع، از جمله میزان مصرف سوخت و مدت زمان مورد نیاز برای عملیات مختلف خاک‌ورزی و کاشت در قطعات ۰/۷۲ هکتاری به ابعاد ۶۰×۱۲۰ اندازه‌گیری شد. برای تعیین مقدار سوخت مصرف شده از روش باک پر استفاده گردید. در این روش قبل از شروع عملیات مخزن سوخت ماشین کاملاً پر و لبریز شده و همچنین پس از پایان عملیات نیز مخزن سوخت دوباره لبریز می‌شود. مقدار سوخت مورد نیاز برای پر کردن مجدد مخزن سوخت در پایان عملیات برابر مقدار سوخت مصرفی در مساحت یا مدت انجام کار توسط ماشین بود.

برای تعیین شاخص‌های میانگین مدت جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی ، برای هر تیمار در هر کرت چهار نقطه تصادفی به طول ۰/۵ متر معین شده و حدود آنها با میخ مشخص شد. سپس در چهار مرحله از زمان کاشت تا پایان جوانه‌زنی تعداد بذور جوانه زده در محدوده مورد نظر شمارش و ثبت گردید. آنگاه میانگین مدت جوانه‌زنی با استفاده از رابطه ۱ و درصد جوانه‌زنی با استفاده از رابطه ۲ محاسبه شد.

$$MET = \frac{N_1T_1 + N_2T_2 + ... + N_nT_n}{N_1 + N_2 + ... + N_n} \quad (۱)$$

MET= میانگین مدت جوانه‌زنی (روز)، N= تعداد بذور جوانه زده در زمان مربوطه، T= شماره روز از آخرین نمونه‌گیری (روز)

درصد جوانه‌زنی با استفاده از رابطه (۲) محاسبه گردید:

$$GP = \frac{N}{T.n} \quad (۲)$$

P= میزان سبزشدن، N= تعداد جوانه شمارش شده در دو متر از خط کاشت، T= تعداد بذر تئوری که باید در دو متر از خط کاشت قرار گیرد. n= قوه نامیه (اعشاری). میزان قوه نامیه بذور پس از تست در آزمایشگاه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان ۰/۹۶ بدست آمد.

$$T = \frac{100 \times S \times L \times W}{w} \quad (۳)$$

S= تعداد بذر در هکتار، L= طول نمونه (متر)، W= عرض ردیف (متر) و w= وزن هزاردانه (گرم)

برای تعیین یکنواختی عمق کاشت حدود ۳۰ بوته جوانه زده را در سطح کرت و به طور تصادفی معین و به آرامی از خاک خارج نموده و طول مزوکوتیل (بخشی از اندام زیر زمینی از محل خروج ریشه‌های اولیه تا یقه گیاه که فاقد کلروفیل و دارای رنگ روشن است) آنها به دقت ۰/۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. میانگین اعداد به دست آمده برابر عمق کاشت بذر درنظر گرفته شد. شاخص‌های میانگین، انحراف معیار و ضریب پراکندگی اندازه‌گیری شد. ضریب پراکندگی برابر با نسبت انحراف‌معیار بذرها به میانگین عمق قرارگیری آنها و ضرب حاصل به دست آمده در عدد ۱۰۰ می‌باشد.

در تیمار اول به دلیل کشت با بذرپاش، نمونه‌گیری از مساحت یک متر مربع از هر کرت انجام گرفت.

نهاده‌های اقتصادی در تولید گندم دیم شامل هزینه متغیرهایی است که این هزینه‌ها شامل هزینه‌های رایج (کود شیمیایی، سوخت، نیروی کارگری، ماشین‌آلات و بذر مصرفی) می‌باشد. ستاده اقتصادی نیز شامل عملکرد دانه می‌باشد. هزینه‌های مربوط به این نهاده‌ها در منطقه جمع‌آوری

شده و با استفاده از روابط ۴ تا ۶ محاسبه شدند:

$$GR = Y * P \quad (۴)$$

$$BC = \frac{GR}{TC} \quad (۵)$$

$$\Pr = \frac{Y}{TC} \quad (۶)$$

GR= درآمد ناخالص (هکتار/ریال)، Y= عملکرد دانه (هکتار/کیلوگرم)، P= قیمت بذر (کیلوگرم/ریال)، TC= مجموع هزینه تولید (هکتار/ریال)، BC= نسبت درآمد به هزینه و Pr= نسبت عملکرد به هزینه تولید (ریال/کیلوگرم)

در این پروژه علاوه بر شاخص‌های بالا، عملکرد دانه و صفات زراعی دیگر همچون سنبله بارور در واحد سطح، ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله، وزن هزاردانه، وزن خشک محصول و شاخص برداشت در آخر فصل برای هر تیمار اندازه‌گیری، و داده‌های حاصله با برنامه آماری MSTATC تجزیه و با آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه میانگین شدند. در نهایت روش مناسب کاشت و عمق آن برای شرایط خشکه‌کاری مشخص گردید.

۳- نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که روش‌های مختلف خاک‌ورزی در تمامی عمق‌های کاشت (۲-۴، ۴-۶ و ۶-۸)، تفاوت معنی‌داری از نظر عمق متوسط قرارگیری بذرها در سطح ۵ درصد نداشتند (جدول ۳) ولی با توجه به این‌که مقادیر انحراف معیار داده‌ها در تیمارهای خاک‌ورزی مختلف بود در تحلیل‌ها از شاخص ضریب پراکندگی عمق قرارگیری بذرها استفاده گردید.

جدول ۳- میزان عمق کاشت در تیمارهای آزمایشی

Table 3. Rate of planting depth in experimental treatments

Depth 6-8 cm	*Depth 4-6 cm*	*Depth 2-4 cm*	*Treatments*
7 ± 1.05	4.91 ± 1.16	3.08 ± 1.14	Mouldboard plow+ seed broadcasting+ Combined chissel plow (T_1)
6.9 ± 0.82	5.13 ± 0.86	2.96 ± 0.87	Mouldboard plow+ Combined chissel plow+ rainfed planter (T_2)
6.9 ± 0.82	4.81 ± 0.82	3.04 ± 0.91	Mouldboard plow+ carrugate+ rainfed planter (T_3)
6.87 ± 0.57	4.91 ± 0.55	3.01 ± 0.57	Chissel packer+ rainfed planter (T_4)
7.03 ± 0.7	4.96 ± 0.81	2.99 ± 0.64	No tillage (T_5)

۳-۱- شاخص‌های کیفیت کاشت

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به کلیه شاخص‌های کیفیت کاشت نشان داد که تأثیر عوامل روش‌های خاک‌ورزی و عمق کاشت بذر در سطح ۱ درصد بر این شاخص‌ها معنی‌دار بود ولی اثر متقابل آنها در سطح ۵ درصد معنی‌دار نشد.

۳-۱-۱ میزان پراکنش عمقی

قراردهی دقیق بذر در عمق یکنواخت با حداقل بهم‌خوردگی خاک به عنوان عامل اساسی در جوانه‌زنی مناسب بذر به حساب می‌آید (Tessier et al., 1991; Kushwaha & Foster, 1993). با توجه به اینکه تیمارها در خاک خشک سال قبل پیاده شدند در تیمارهایی که از گاوآهن برگردان‌دار استفاده شد کلوخه‌هایی در سطح خاک ایجاد شده و در بین کلوخه‌ها فضاهای خالی زیادی به وجود آمد که سبب شد قرارگیری عمقی بذور غیریکنواخت‌تر گردد. گاوآهن چیزل‌پکر به دلیل وجود غلطک در عقب آن و سست بودن کلوخه‌ها تهیه بستر مناسبی برای قرارگیری عمقی بذور فراهم نمود. ماشین کشت بی‌خاک‌ورز نیز به دلیل عدم دستکاری و قراردهی بذر در عمق مناسب و عدم تشکیل کلوخه سبب یکنواختی پراکنش عمقی بذر گردید. با افزایش عمق قرارگیری بذر، میزان غیریکنواختی قرارگیری آنها افزایش یافت.

۳-۱-۲ میانگین روز جوانه‌زنی

نتایج نشان داد که مدت جوانه‌زنی در روش بی‌خاک‌ورزی افزایش یافت. به نظر می‌رسد افزایش طول مدت سبز شدن در تیمار بی‌خاک‌ورزی به علت عدم دستکاری خاک و وجود بقایای سطحی می‌باشد که سبب سردتر شدن سطح خاک به دلیل کاهش رسیدن گرمای خورشید به آن می‌شود. قرارگیری عمقی بذور نیز سبب افزایش طول مدت سبز شدن شد زیرا قراردهی بذر در عمق بیشتر سبب افزایش زمان لازم برای بالا آمدن جوانه از

عمق بیشتر تا سطح خاک می‌گردد. نتایج تحقیقات انجام شده نشان داده که زمان مورد نیاز برای جوانه‌زنی بذر با افزایش عمق کاشت بذر از ۲ سانتی‌متر به ۸ سانتی‌متر دوبرابر افزایش یافته و نیز درصد جوانه‌زنی ۵۷ تا ۹۰ درصد کاهش یافت (Tahir, 1985).

جدول ۴- مقایسه میانگین روش خاک‌ورزی (T) و عمق کاشت (D) در شاخص‌های کیفیت کاشت گندم دیم

Table 4. Means comparison of tillage methods (T) and planting depth (D) in planting quality parameters of rainfed wheat

mean of some parameters in different tillage methods and depths (P<0.05)*				Treatments
number of emerged seeds	Emergence percent	Mean of emergence time	Depth distribution	
				Planting methods
249 ab	75.5 ab	4.051 b	24.64 a	Mouldboard plow+ seed broadcasting+ Combined chissel plow (T_1)
246 b	74.5 b	4.067 b	19.33 ab	Mouldboard plow+ Combined chissel plow+ rainfed planter (T_2)
223 c	67.7 c	4.063 b	18.81 b	Mouldboard plow+ carrugate+ rainfed planter (T_3)
268 a	81.2 a	4.073 b	12.80 c	Chissel packer+ rainfed planter (T_4)
252 ab	76.3 ab	4.131 a	16.16 bc	No tillage (T5)
				Seed depths
236 b	71.4 b	4.068 b	26.82 a	(D_1) 2-4 cm
288 a	87.5 a	4.076 ab	16.78 b	(D_2) 4-6 cm
218 c	66.3 c	4.087 a	11.45 c	(D_3) 6-8 cm

*: میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن هستند.

Means fallowed by similar letters in each column are not significantly different at 5% level using Duncan's Multiple Range Test.

۳-۱-۳ درصد جوانه‌زنی

نتایج نشان داد که وجود غلطک کلوخ‌شکن در عقب گاوآهن چیزل‌پکر نقش مهمی در تهیه بستر مناسب و افزایش درصد سبز شدن نسبت به تیمارهای دیگر داشت. تیمارهای بی‌خاک‌ورزی (T_5) و گاوآهن برگردان‌دار+ بذرپاشی+ چیزل مرکب (T_1) نیز تفاوت آماری معنی‌داری با تیمار برتر نداشتند. با توجه به اینکه عملیات خاک‌ورزی در خاک خشک انجام گرفت در تمامی تیمارهایی که از گاوآهن برگردان‌دار استفاده گردید کلوخه‌های درشتی در سطح خاک ایجاد شد که سبب کاهش درصد سبز مزرعه گردید.

در بذور کاشت شده در عمق‌های بیشتر به علت عدم قدرت کافی برای جوانه زدن و در بذور قرارگرفته در عمق‌های سطحی به علت دستبرد بذور توسط مورچه‌ها و پرندگان، درصد جوانه‌زنی کاهش معنی‌داری یافت.

۳-۲- شاخص‌های زراعی

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر عوامل روش‌های خاک‌ورزی و عمق کاشت بذر بر کلیه شاخص‌های زراعی به جز وزن هزاردانه در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود ولی اثر متقابل آنها فقط در شاخص تعداد سنبله در مترمربع در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد.

در خصوص وزن هزاردانه با توجه به عدم معنی‌داری تیمارها به نظر می‌رسد که وزن هزاردانه با خصوصیات ژنتیکی بذر در ارتباط بوده و ارتباط روش‌های خاک‌ورزی و عمق کاشت با آن ناچیز باشد.

بیشترین وزن ماده خشک و عملکرد دانه مربوط به تیمار چیزل‌پکر+ عمیق‌کار (T_4) با متوسط ۵۸۰۴ و ۲۲۲۹ کیلوگرم بر هکتار و کمترین مقدار آنها مربوط به تیمار گاوآهن برگردان‌دار+ بذرپاشی+ چیزل مرکب (T_1) با متوسط ۴۵۷۳ و ۱۶۵۸ کیلوگرم بر هکتار بود (جدول ۵). عمق کاشت ۴-۶ سانتی‌متر نیز با متوسط ۵۷۴۹ و ۲۲۵۳ کیلوگرم بر هکتار مناسب‌ترین عمق کاشت از لحاظ وزن ماده خشک و عملکرد دانه بود. در یک تحقیق در زمینه اثرگذاری بلندمدت روش‌های مختلف خاک‌ورزی نشان می‌دهد که روش بی‌خاک‌ورزی موجب افزایش شایان توجه عملکرد (۷۸ درصد) نسبت به روش خاک‌ورزی حفاظتی در شرایط دیم می‌شود (Mejahed & Sander, 1998). در این تحقیق تفاوت معنی‌داری از نظر شاخص‌های زراعی بین روش بی‌خاک‌ورزی و تیمار برتر مشاهده نگردید.

جدول ۵– مقایسه میانگین روش خاک‌ورزی (T) و عمق کاشت (D) در شاخص‌های عملکرد و اجزای عملکرد گندم دیم

Table 5. Means comparison of tillage methods (T) and planting depth (D) in yield and its components parameters of rainfed wheat

mean of some parameters in different tillage methods and depths (P<0.05)*				Treatments
Weight of 1000 grain (g)	Number of spikes in m^2	Biomass weight (kg/ha)	Grain yield (kg/ha)	
				Planting methods
39.22 a	174 c	4573 c	1658 c	Mouldboard plow+ seed broadcasting+ Combined chissel plow (T_1)
39.40 a	209 abc	5134 b	1897 b	Mouldboard plow+ Combined chissel plow+ rainfed planter (T_2)
39.33 a	195 bc	5311 ab	2019 ab	Mouldboard plow+ carrugate+ rainfed planter (T_3)
39.39 a	247 a	5804 a	2229 a	Chissel packer+ rainfed planter (T_4)
39.11 a	220 ab	5574 ab	2099 ab	No tillage (T_5)
				Seed depths
39.03 a	187 b	4935 b	1827 b	2-4 cm (D_1)
39.41 a	264 a	5749 a	2253 a	4-6 cm (D_2)
39.43 a	176 c	5154 b	1861 b	6-8 cm (D_3)

*: میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن هستند.

Means fallowed by similar letters in each column are not significantly different at 5% level using Duncan's Multiple Range Test.

۳-۳- درصد رطوبت دانه

تجزیه واریانس داده‌های تحقیق نشان داد که اثر روش خاک‌ورزی و تراکم بذر و اثرات متقابل آنها در سطح ۵ درصد بر این شاخص معنی‌دار نبود. بنابراین در شرایط مناطق دیم استان نمی‌توان درخصوص تأثیر روش خاک‌ورزی بر میزان رطوبت خاک تفاوت قابل ملاحظه‌ای مشاهده نمود زیرا میزان بارش در سالیان اخیر کاهش چشمگیری داشته و گیاه بلافاصله از رطوبت موجود در خاک ایجاد شده استفاده می‌نماید.

نتایج تحقیق دیگری نیز نشان داد که در کشت بهاره گندم بین تیمارهای خاک‌ورزی مرسوم (دیسک‌زنی در بهار)، کم‌خاک‌ورزی (ریشه‌بر کردن در بهار) و بی‌خاک‌ورزی تفاوت رطوبت بین تیمارها معنی‌دار نبود ولی مقدار عددی آن در تیمار بی‌خاک‌ورزی بیش از سایر تیمارها بود (Merrill et al., 1996). در گزارشی دیگر نیز تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای خاک‌ورزی در کشت گندم دیم در شاهرود مشاهده نکرد هر چند مقدار عددی رطوبت در تیمار گاوآهن چیزل بیش از سیار تیمارها بود (Shamabadi, 2012).

۴-۳- شاخص‌های فنی

نتایج شاخص‌های فنی نشان داد که تیمار بی‌خاک‌ورزی (T_5) با مصرف سوخت ۱۵/۶۲ لیتر بر هکتار و زمان ۰/۳۴ ساعت کمترین مصرف سوخت و زمان انجام عملیات را به خود اختصاص داد و بعد از آن تیمار چیزل‌پکر+ عمیق‌کار (T_4) با مصرف سوخت ۱۹/۸۲ لیتر بر هکتار و زمان ۱/۹۶ ساعت در رده دوم قرار داشت (جدول ۶).

از بین تیمارهای موجود، تیمار بی‌خاک‌ورزی (T_5) اگر چه از نظر عملکرد با تیمار چیزل‌پکر+ عمیق‌کار (T_4) تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد نداشت ولی به دلیل برتری در شاخص‌های فنی، تیمار برتر می‌باشد.

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد بیشترین مقدار شاخص نسبت درآمد به هزینه مربوط به تیمارهای بی‌خاک‌ورزی (T_5) و چیزل‌پکر+ عمیق‌کار (T_4) به ترتیب با مقادیر متوسط ۱/۸۸۲ و ۱/۷۲۹ و بدون تفاوت معنی‌دار با یکدیگر بودند (جدول ۶). شاخص نسبت عملکرد به هزینه نیز وضعیت مشابهی داشت.

جدول ۶– مقایسه میانگین شاخص‌های فنی و اقتصادی در روش‌های مختلف خاک‌ورزی

Table 6. Means comparison of technical and economical parameters in different tillage methods

T_5	T_4	T_3	T_2	T_1	
15.62 c	19.82 b	22.93 a	23.49 a	23.92 a	Fuel consumption (L/ha)
0.34 c	1.96 b	2.97 a	3.15 a	3.53 a	Operation time (h/ha)
1.882 a	1.729 a	1.496 b	1.39 b	1.228 c	Income/Cost
0.165 a	0.169 a	0.154 ab	0.139 bc	0.124 c	Yield/cost (kg/1000 Rials)

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون ایران

۴- نتیجه‌گیری

نتایج کلی مقایسه روش‌های خاک‌ورزی نشان داد که سامانه‌های برگردان‌دار نمودن خاک از نظر شاخص‌های مرتبط با عملکرد محصول، شاخص‌های فنی و شاخص‌های اقتصادی وضعیت مطلوبی نداشته و با توجه به نتایج این بررسی می‌توان عنوان داشت در حال حاضر کاربرد سامانه خاک‌ورزی حفاظتی و توصیه آن به کشاورزان دیم‌کار منطقی باشد. این سامانه خاک‌ورزی افزون بر تأمین هدف‌های درازمدت در خصوص حفظ منابع خاک و آب، می‌تواند در تولید عملکرد مناسب نیز مؤثر باشد.

مقایسه سامانه‌های کاربرد چیزل‌پکر و بی‌خاک‌ورزی نشان داد از نظر شاخص‌های فنی کاربرد روش بی‌خاک‌ورزی به صرفه‌تر می‌باشد ولی از نظر شاخص‌های مرتبط با عملکرد محصول و اقتصادی تفاوت معنی‌داری بین آنها وجود نداشت. به نظر می‌رسد با توجه به اینکه از یک سو دو شاخص اخیر برای کشاورز دارای اهمیت بوده و از سویی دیگر سامانه بی‌خاک‌ورزی نیاز به ادوات خاص برای کاشت دارد که امکانات آن در شرایط زارع کمتر وجود دارد و به نظر می‌رسد استقبال کشاورزان از گاوآهن چیزل‌پکر بیشتر باشد. گاوآهن چیزل‌پکر به دلیل ماهیت آن در مقایسه با گاوآهن برگردان‌دار مصرف سوخت کمتری داشته و زمان تهیه زمین کاهش می‌یابد و افزایش عملکرد را در پی دارد. در صورت دسترسی به ماشین بی‌خاک‌ورز و به ویژه در شرایط کمبود زمان تهیه زمین روش بی‌خاک‌ورزی مناسب‌ترین روش برای تهیه زمین و کاشت می‌باشد.

نتایج عمق‌های مختلف کاشت نشان داد که مناسب‌ترین عمق کاشت ۴ تا ۵ سانتی‌متر می‌باشد و عمق‌های کمتر و بیشتر از آن به دلیل تلفات محصول به دلیل عدم سبز شدن مطلوب مناسب نمی‌باشد.

۴- تقدیر و تشکر

در پایان لازم می‌دانم از ریاست محترم مرکز آموزش و تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان جناب آقای دکتر نادری که زمینه اجرای این پروژه تحقیقاتی زا فراهم نمودند تقدیر و تشکر می‌نمایم.

۵- مراجع

Agricultural Statistics. (2015). *Ministry of Jihad-e-Agriculture Ministry of Statistics and Information*. (Persian)

Aiken, R. M., Flerchinger, G. N., Farahani. H. J., & Johnson, K. E. 1997. Energy balance simulation for surface soil and residue temperatures with incomplete cover. *Agronomy Journal, 89*, 404-616.

Arshad, M. A., Franzluebbers, A. J., & Gill, K. S. 1999. Improving barley yield on an acidic Boralf with crop rotation, and zero tillage. *Soil and Tillage Research, 50*, 47-53.

Eskandari, I. 1997. *Selection of proper drill for wheat in dryland. Research Report*. Dryland Agricultural Research Institute. N.542. (Persian)

Heidari, A., & Eskandari, I. (2013). Study and selection of appropriate wheat field cultivation in Hamadan province. *Agricultural Machinery Journal*, 3(1), 32-40. (Persian)

Johnson, D. A., Asey, K. H., Monsen, S. B., & Kitchen, S. G. (1994). *Selection for enhanced seedling establishment in cool-season range grasses*. Proceedings of ecology and management of annual rangelands. General Technical Report, Intermountain Research Station, USD, Forest Service. 313, 337-341.

Keshavarz, A., Jalalkemaie, M. R., Dehghani, A., Hamidnejad, M., Sadri, B., Heidari, E., & Mohsenin, M. (2012). *Increasing the yield and production of wheat and rainfed country in 2010-2011*. Research Report. Agricultural Jihad Ministry. (Persian)

Kushwaha R. L., & Foster, R. K. (1993). Field evaluation of graindrill furrow openers under conservation and conventional tillage systems. *Canadian society for Agricultural Engineering. 35*(4), 253-260.

Lapen, D. R., Topp, G. C., Edwards, M. E., Gregorich, E. G., & Curnoe, W. E. (2004). Combination cone penetration resistance/ water content instrumentation to evaluated cone penetration- water content relationships in tillage research. *Soil and Tillage Research, 79*, 51-62.

Licht, M. A., & Al-kaisi, M. (2005). Strip- tillage effect on seedbed soil temperature and other soil physical properties. *Soil and Tillage Research, 80*, 233-249.

Leoppkey, H., Lafond, G. P., & Fowler, D. B. (1989). Seeding depth in relation to plant development, winter survival and yield of no-till winter wheat. *Agronomy Journal. 81*, 125-129.

Loveimi, N. (2014). *Investigating the implementation of different tillage methods pre and post rainfall conditions on dryland wheat yield in Khuzestan province*. Research Report, Agricultural and Natural Resource Research Center of Khuzestan. Baghmalek. (Persian)

McMaster, G. S., Aiken, R. M., & Nielsen, D. C. (2000). Optimizing wheat harvest cutting height for harvest efficiency and soil and water conservation. *Agronomy Journal, 92*, 1104-1108.

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و مکانیزاسیون ایران

McMaster, G. S., Palic, D. B., & Dunn, G. H. (2002). Soil management alters seedling emergence and subsequent autumn growth and yield in dry land winter wheat-fallow systems in the central Great Plains on a clay loam soil. *Soil and Tillage Research, 65*, 193-206.

Mejahed, E. I., & Sander, K. D. H. (1998). Rotation, tillage and fertilizer effects on wheat-based rain fed 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, 442-454.

Merrill, S. D., Black, A. L., & Bauer A. (1996). Conservation tillage affects root growth of dryland spring wheat under drought. *Soil Science Society of America, 60*, 575-583.

Ozmerzi, A., Karayel, D., & Topakci, M. (2002). Effect of sowing depth on precision seeder uniformity. *Biosystem Engineering, 82*(2), 227-230.

Shamabadi, Z. (2012). Evaluating reduced tillage methods on energy productivity and rainfed wheat yield. *Journal of Water and Soil Resources Conservation, 3*(1), 32-40. (Persian)

Tahir, M. (1985). *High elevation cereal research*. Pp. 151-157. In ICARDA Annual Report. ICARDA, Aleppo, Syria.

Tessier, S., Hyde, G. M. Papendick, R. I., & Saxton. K. E. (1991). No-till seeders effects on seed zone properties and wheat emergence. *Transaction of the ASAE. 34*(3), 733-739.

Tessier, S., Saxton, K. E. and Papendick, R. I. (2003). Furrow opener and press wheel effects on seed environment and wheat emergence. *Soil and Tillage Research, 39*(7), 547-559.

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم (ماشین‌های کشاورزی) و مکانیزاسیون ایران