

ارزیابی فنی و اقتصادی روش‌های خاک‌ورزی و مصرف کود نیتروژن در گندم دیم

هادی خرسندی^{۱*}، رویا فردوسی^۱ و عبدالوهاب عبدالهی^۲

۱- موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، مراغه، ایران

۲- موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، معاونت سرارود، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه،

ایران

چکیده

به منظور بررسی فنی و اقتصادی اثرات عملیات خاک‌ورزی و کود نیتروژن در عملکرد گندم در شرایط تناوب با نخود، آزمایشی در قالب اسپلیت پلات بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو فاکتور شامل خاک‌ورزی (کم‌خاک‌ورزی و بدون خاک‌ورزی) و مقادیر مختلف کاربرد کود نیتروژن (عدم کاربرد و کاربرد ۳۰، ۴۵ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص) در ۳ تکرار به مدت ۴ سال در شرایط دیم سردسیری مراغه اجرا گردید. نتایج نشان داد تیمار خاک‌ورزی اثر معنی‌دار بر افزایش عملکرد دانه نداشت. اثر تیمار خاک‌ورزی بر رطوبت خاک معنی‌دار بود و در تیمار بی‌خاک‌ورزی رطوبت خاک نسبت به تیمار کم‌خاک‌ورزی بیشتر بود. نتایج ارزیابی اقتصادی نشان داد تیمار بدون خاک‌ورزی با مصرف ۶۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن خالص با نسبت تفاضل ارزش حال منافع به تفاضل ارزش حال مخارج معادل ۴۳/۶، به عنوان برترین تیمار از لحاظ مالی شناخته شد. این نسبت در تیمار بدون خاک‌ورزی و مصرف ۴۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار معادل ۴۱/۲ بود و در رتبه دوم قرار گرفت. در مجموع جهت افزایش پایداری و بهره‌وری تولید محصولات سالم و با کیفیت بالا، تیمار بدون خاک‌ورزی با مصرف ۴۵ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن خالص به عنوان اقتصادی‌ترین تیمار از نظر مالی و محیط زیست برای مناطق سردسیر دیم پیشنهاد می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: تناوب نخود، ارزیابی اقتصادی، کشاورزی حفاظتی

مقدمه

غلات و بویژه گندم از جمله تولیدات راهبردی و مهم کشاورزی محسوب می‌شود و در الگوی غذایی بسیاری از کشورهای جهان از جمله ایران از جایگاه ویژه‌ای برخوردار می‌باشند، به طوری که در ایران بیش از ۴۵ درصد پروتئین و ۵۵ درصد از کالری مورد نیاز از گندم تأمین می‌شود، لذا این محصول اهمیت زیادی در امنیت غذایی دارد (خمدی و همکاران، ۱۳۹۴؛ Gao et al., 2012). برای تولید پایدار گندم به عنوان یک محصول استراتژیک، کشاورزی حفاظتی توصیه‌هایی را مبنی بر کم‌خاک‌ورزی و حفظ بقایای گیاهان تناوبی در مزارع ارائه کرده است.

بقایای گیاهی و کودهای حیوانی منابع مهم تغذیه گیاه برای تولیدات کشاورزی می‌باشند (Cayuela et al., 2009). با افزایش میزان بقایا از صفر به ۶۰ درصد، عملکرد زیست توده و دانه گندم به طور نسبی افزایش می‌یابد (کمیلی و همکاران، ۱۳۹۵). طبق گزارش لامپورلانز و همکاران (۲۰۱۶) حفظ بقایا در حد بهینه در شرایط دیم با ذخیره و فراهمی بهتر رطوبت حاصل از بارندگی‌ها می‌تواند اثر مثبتی بر عملکرد داشته باشد. شهباز و همکاران (۲۰۱۷) عنوان کردند که اضافه نمودن مقدار کمی بقایای گیاهی در مقایسه با سوزاندن آن، عملکرد گندم را تا ۵۰ درصد افزایش می‌دهد. نظام‌های کشت بدون مدیریت صحیح و حفظ بقایا، با ایجاد شرایط زیستی و شیمیایی نامطلوب در خاک، باعث کاهش میزان کربن آلی و عناصر غذایی خاک می‌گردند (Ghaley et al., 2018). شمس آبادی (۱۳۹۴)،

در مطالعه خود نشان داد که استفاده از گاوآهن برگردان دار در آماده سازی زمین علاوه بر مصرف انرژی زیاد، به دلیل زیر و رو کردن مداوم خاک موجب اتلاف رطوبت، تسریع اکسیداسیون مواد آلی و تخریب ساختمان خاک می‌گردد. در استفاده از گاوآهن برگرداندار بقایای گیاهی وارد خاک می‌شود و در نتیجه خاک در معرض فرسایش شدید آبی و خاکی قرار می‌گیرد، در حالیکه در روش بی خاکورزی با حفظ بقایا در سطح مزرعه، ضمن پوشش سطح خاک، میزان متوسط تبخیر سالیانه را حدود ۱۵ سانتی متر کاهش می‌دهد و در دوره رشد گیاه زراعی مقدار آب بیشتری در دسترس گیاه خواهد بود (Sprogue and Triplett, 1986). نتایج بررسی شهراسبی و همکاران (۱۳۹۴) نشان داد که کاربرد کود نیترا ته در شرایط تنش خشکی و بدون تنش اثر معنی داری بر عملکرد گندم دارد. همچنین، مصرف کودهای نیتروژنه، پروتئین گندم زمستانی را افزایش داده و کیفیت عوامل موثر در پخت را بهتر کرده است (Hadgin j, Toucker, 1982). نتایج آزمایش محمد دوست چمن آباد و همکاران (۱۳۹۳) نشان داد که در شرایط کنترل علف‌های هرز، با دو برابر شدن مقدار نیتروژن کارایی مصرف نیتروژن از ۱/۸۶ به ۷/۴۳ افزایش یافت. قنبری و همکاران (۱۳۹۳)، گزارش دادند که در تیمارهای کم آبیاری و دیم با افزایش مقدار نیتروژن کارایی مصرف نیتروژن کاهش یافت. در حالی که در تیمارهای با آبیاری کامل با افزایش مصرف نیتروژن، کارایی مصرف نیتروژن نیز افزایش یافت. خیاط و همکاران (۱۳۹۳)، به منظور

(۱۳۹۶)، اثر سطوح مختلف آبیاری و کود نیتروژن بر عملکرد دانه ذرت (رقم سینگل کراس ۷۰۴) را بررسی کرده و عنوان کردند که با افزایش مصرف کود نیتروژن بهره‌وری اقتصادی نیتروژن کاهش می‌یابد و مصرف نیتروژن تا ۷۰ درصد مقدار توصیه شده باعث بهبود بهره‌وری اقتصادی آب گردید.

لوپز و همکاران (۲۰۰۱)، با بررسی اثرات خاک‌ورزی، تناوب و کود شیمیایی روی گندم نشان دادند در سال‌های خشک عملکرد دانه در روش بی خاک‌ورزی از روش‌های دیگر بیشتر می‌شود و در سال‌های با بارندگی مطلوب‌تر خاک‌ورزی متداول نتایج بهتری دارد. مطالعه نوروود و کوری (۱۹۹۷)، در منطقه نیمه خشک آمریکا روی مدیریت مزرعه با استفاده از روش‌های خاک‌ورزی مرسوم، کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی نشان داد در روش بی‌خاک‌ورزی که علف‌های هرز با علفکش‌ها کنترل می‌شدند، عملکرد دانه گندم به اندازه ۱۰ درصد و بازده ذخیره رطوبت خاک به اندازه ۹ درصد نسبت به روش مرسوم افزایش می‌یابد.

سارااوسکیز و همکاران (۲۰۱۲)، به ارزیابی اقتصادی زمان انجام کار و مصرف سوخت سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی (معمولی، کم خاک‌ورزی و بدون خاک‌ورزی) در لیتوانی و مواتیری و همکاران (۲۰۱۳) در اتریش پرداختند و نشان دادند در سیستم خاک‌ورزی معمولی بالاترین زمان انجام کار و میزان مصرف سوخت نسبت به سیستم بدون خاک‌ورزی و سیستم کم‌خاک‌ورزی بیشتر است لامپورلانز و همکاران (۲۰۱۶)، برای

بررسی اثر مقادیر نیتروژن بر عملکرد دانه و کارایی مصرف نیتروژن سه رقم گندم دوروم شامل یاواروس، شوا و S78 نشان دادند که کاربرد ۱۳۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار در لاین S78 بالاترین عملکرد دانه را داشته است.

حسینی و همکاران (۱۳۹۴)، برای دستیابی به بیشترین عملکرد محصول گندم دیم با ارائه روش خاک‌ورزی بهینه با رویکرد افزایش درآمد و کاهش هزینه تولید پژوهشی با پنج تیمار خاک‌ورزی (گاواهن برگردان‌دار سوارشونده به همراه یک بار عملیات دیسک، رتیواتور، تنها دیسک، تنها چیزل، بدون خاک‌ورزی) در در گرگان اجرا کردند و مشخص کردند که نظام بدون خاک‌ورزی برای خاک‌های محل آزمایش مناسب نیست و عملکرد دانه کاهش می‌یابد و مقدار سود خالص حاصل از خاک‌ورزی با گاواهن برگردان‌دار بیش از سایر روش‌های خاک‌ورزی بود.

کمیلی و همکاران (۱۳۹۵)، اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی (خاک‌ورزی متداول، کم خاک‌ورزی و بدون خاک‌ورزی) و میزان بقایای گیاهی (بدون بقایا، حفظ ۳۰ درصد بقایا و حفظ ۶۰ درصد بقایا) بر عملکرد و بازده اقتصادی گندم را بررسی کرده و مشخص کردند که بیشترین عملکرد زیست توده از تیمار بدون خاک‌ورزی به دست می‌آید و با افزایش میزان بقایا از صفر به ۶۰ درصد، عملکرد زیست توده و عملکرد دانه به طور نسبی افزایش می‌یابد. آنها نشان دادند که از نظر اقتصادی تیمار خاک‌ورزی متداول با حفظ بقایا نسبت به سایر تیمارها برتر بود. قبادی و همکاران

تعیین مقدار ذخیره آب در خاک و عملکرد محصول تحت سیستم‌های خاک‌ورزی مختلف نشان دادند که استفاده از سیستم کم‌خاک‌ورزی و بدون خاک‌ورزی منجر به حداکثر ذخیره آب در خاک شد. لذا برای بررسی اثر خاک‌ورزی‌ها و سطوح مختلف کود نیتروژن بر تولید اقتصادی گندم در شرایط دیم و تناوب با نخود این مطالعه صورت گرفت.

روش تحقیق

این تحقیق در قالب اسپلیت پلات براساس طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی به مدت چهار سال زراعی (۱۳۹۳-۱۳۹۷) در ۳ تکرار و در تناوب نخود-گندم در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل روش خاک‌ورزی در دو سطح بدون خاک‌ورزی (T_0) و کم‌خاک‌ورزی (T_1) در کرت‌های اصلی و سطوح مختلف کود نیتروژن در چهار سطح بدون کود نیتروژن (N_0)، ۳۰ (N_{30})، ۴۵ (N_{45}) و ۶۰ (N_{60}) کیلوگرم کود نیتروژن خالص در هکتار در کرت‌های فرعی بودند. در سال زراعی اول فازهای تناوبی ایجاد شدند لذا داده برداری از سال دوم اجرای آزمایش صورت گرفت. قبل از اجرای آزمایش نمونه خاک از محل اجرای آزمایش تهیه شد. در تیمار بدون خاک‌ورزی، هیچ عملیات خاک‌ورزی صورت نگرفت و در تیمار کم‌خاک‌ورزی از گاوآهن قلمی غلطک دار استفاده شد. کشت با تراکم ۴۰۰ دانه در متر مربع و با استفاده از بذرکار کشت گستر

با قابلیت جایگزاری کود در زیر بستر بذر انجام گرفت و برای تیمار کود نیتروژن از اوره به صورت تقسیط استفاده شد به طوری که دو سوم آن هم‌زمان با کاشت و مابقی در فصل بهار به صورت سرک مصرف گردید. همچنین، کود فسفر بر اساس تجزیه خاک به میزان ۲۰ کیلوگرم در هکتار هم‌زمان با زمان کاشت و از منبع سوپرفسفات تریپل مصرف شد. در زمان خوشه‌دهی برای تعیین میزان رطوبت وزنی خاک از اعماق ۰-۱۵، ۱۵-۳۰ و ۳۰-۴۵ سانتیمتری خاک نمونه برداری شد. عملیات برداشت با استفاده از کمباین آزمایشات وینتراشتاگر صورت گرفت و عملکرد دانه هر کرت بطور مجزا بدست آمد. برداشت فاز تناوبی نخود به صورت مکانیزه با استفاده از دستگاه دروگر انجام گرفت به طوری که ریشه نخود در خاک باقی ماند. همچنین در این فاز مبارزه با علف‌های هرز نخود بصورت مکانیکی صورت گرفت. جهت بررسی اقتصادی از روش تحلیل نهایی نسبت منافع به مخارج^۱ استفاده شد. هزینه‌ها و منافع ناخالص هر تیمار از حاصل ضرب عملکرد خالص گندم در قیمت گندم در همان سال مطابق رابطه (۱) به دست آمد.

$$GB = NY.P \quad (1)$$

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5$$

در رابطه فوق، GB: منافع ناخالص، NY: عملکرد خالص گندم دیم و P: قیمت گندم دیم در منطقه هستند. هزینه‌های متغیر^۲ (C) نیز شامل هزینه‌های خاک‌ورزی با گاوآهن قلمی غلطک‌دار (C_1)، هزینه کاشت با بذرکار (C_2)، هزینه مبارزه

² Variable Cost

¹ Marginal Benefit - Cost Ratio

مصرف کود نیتروژن در هر سال زراعی مورد مطالعه، نمودار جریان نقدی^۲ رسم شد. با توجه به این که هزینه‌های داشت تقریباً شش ماه پس از عملیات خاک‌ورزی و کاشت و هزینه‌های برداشت تقریباً پس از ۱۲ ماه از زمان خاک‌ورزی و کاشت صورت می‌پذیرد، دوره‌های پرداخت و دریافت به صورت دوره شش ماهه در نظر گرفته می‌شود. بنابراین، نرخ بهره مؤثر برای هر دوره از رابطه (۳) محاسبه می‌گردد. در نهایت برای همه تیمارها در هر سال، نمودارهای جریان نقدی به صورت (شکل ۱) ترسیم شد.

$$i_e = \left(1 + \frac{r}{t}\right)^t - 1 \quad (3)$$

در نمودار جریان نقدی برای تیمارهای بدون خاک‌ورزی، نمادهای P_2 ، P_3 ، P_5 و P_8 نشان‌دهنده هزینه‌های کاشت در سال‌های اول، دوم و سوم پروژه هستند. همچنین، نمادهای P_3 ، P_6 و P_9 نشان‌دهنده هزینه‌های داشت و نمادهای P_4 ، P_7 و P_{10} بیانگر هزینه‌های برداشت در سه سال انجام پروژه هستند. همچنین، در نمودار جریان نقدی برای تیمارهای کم‌خاک‌ورزی، نمادهای P_1 ، P_5 و P_9 نشان‌دهنده هزینه‌های خاک‌ورزی در سال‌های اول، دوم و سوم پروژه و نمادهای P_2 ، P_6 و P_{10} بیانگر هزینه‌های کاشت در سال‌های اول، دوم و سوم پروژه هستند. همچنین، نمادهای P_3 ، P_7 و P_{11} نشان‌دهنده هزینه‌های داشت و نمادهای P_4 ، P_8 و P_{12} بیانگر هزینه‌های برداشت در سه سال انجام پروژه هستند.

با علف‌هرز (C_3)، هزینه کود (C_4) و هزینه برداشت با کمباین (C_5) است.

برای تعیین مناسب‌ترین تیمار از لحاظ اقتصادی از بین تیمارهای مورد بررسی جهت معرفی و توصیه به زارعین، ابتدا درآمد ناخالص هر تیمار از حاصل‌ضرب عملکرد در هکتار محصول گندم در هر تیمار در قیمت گندم در منطقه در همان سال یعنی معادل ۱۲۷۰۵ ریال در سال زراعی ۱۳۹۴-۹۵ و معادل ۱۳۰۰۰ ریال در سال‌های ۹۶-۱۳۹۵ و ۹۷-۱۳۹۶ محاسبه شد و سپس ارزش حال درآمدهای سه سال برای هر تیمار به دست آمد.

برای ارزیابی اقتصادی پروژه ابتدا ارزش حال^۱ منافع ناخالص و ارزش حال هزینه‌ها با استفاده از رابطه (۲) محاسبه شد.

$$P = F(P/F, i\%, n) = F \frac{1}{(1+i)^n} \quad (2)$$

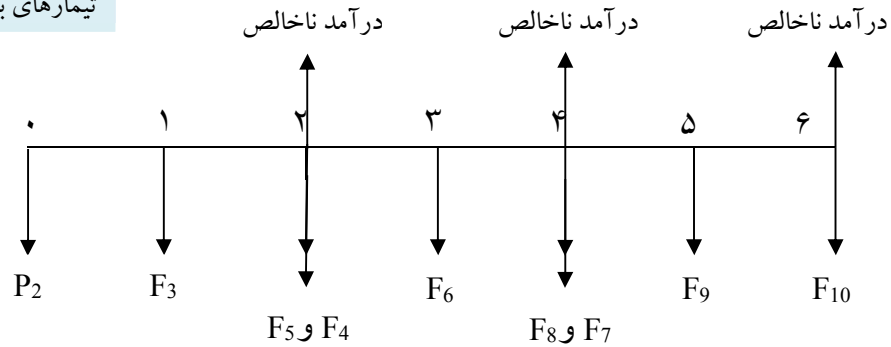
در این رابطه F: ارزش آتی هزینه‌ها و منافع، P: ارزش حال هزینه‌ها و منافع، i: نرخ تنزیل یا هزینه سرمایه‌گذاری با در نظر گرفتن تورم، ریسک و عدم قطعیت در جریان‌های نقدی آتی و n: مدت استفاده از سرمایه‌گذاری یا بعبارتی طول دوره آزمایش است.

ارزش حال هزینه‌های متغیر نیز برای هر تیمار که دارای خاک‌ورزی‌های متفاوت و مقادیر مختلف کود نیتروژن مصرفی هستند با توجه به قیمت نهاده‌های اولیه و ادوات کشاورزی و همچنین نرخ دستمزد کارگر روزمزد در سال‌های اجرای پروژه محاسبه شد. جهت تعیین ارزش حال هزینه تیمارها برای فاکتورهای خاک‌ورزی و

² Cash Flow Diagram

¹ Present Value

تیمارهای بدون خاک‌ورزی

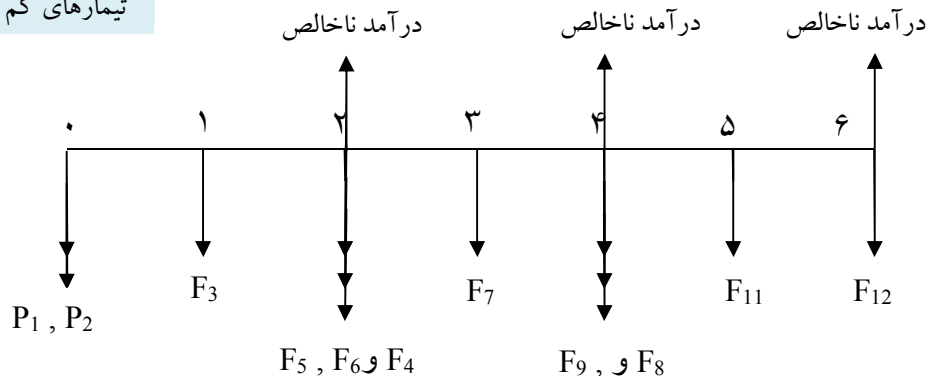


$$P = P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6 + P_7 + P_8 + P_9 + P_{10} \Rightarrow$$

$$P = P_2 + F_3(P/F, i_e\%, 1) + F_4(P/F, i_e\%, 2) + F_5(P/F, i_e\%, 2) + F_6(P/F, i_e\%, 3) +$$

$$F_7(P/F, i_e\%, 4) + F_8(P/F, i_e\%, 4) + F_9(P/F, i_e\%, 5) + F_{10}(P/F, i_e\%, 6)$$

تیمارهای کم خاک‌ورزی



$$P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6 + P_7 + P_8 + P_9 + P_{10} + P_{11} + P_{12}$$

$$P = P_1 + P_2 + F_3(P/F, i_e\%, 1) + F_4(P/F, i_e\%, 2) + F_5(P/F, i_e\%, 2) +$$

$$F_6(P/F, i_e\%, 2) + F_7(P/F, i_e\%, 3) + F_8(P/F, i_e\%, 4) + F_9(P/F, i_e\%, 4) +$$

$$F_{10}(P/F, i_e\%, 4) + F_{11}(P/F, i_e\%, 5) + F_{12}(P/F, i_e\%, 6)$$

شکل ۱- نمودار جریان نقدی منافع و هزینه‌های تیمارهای بدون خاک‌ورزی و کم خاک‌ورزی

اقتصادی‌ترین تیمار انتخاب گردد. برای این منظور، تیمارهای باقیمانده بر اساس میزان هزینه‌ها از کوچک به بزرگ مرتب می‌شوند و اختلاف ارزش حال منافع هر تیمار با تیمار سطح پایین $(\Delta P.V.(B))$ و همچنین، اختلاف ارزش حال هزینه تیمارهای مذکور $(\Delta P.V.(C))$ محاسبه

برای تعیین اقتصادی یا غیراقتصادی بودن تیمارها از روش نسبت منافع به مخارج تیمارها استفاده شد و تیمارهایی که نسبت ارزش حال منافع به ارزش حال هزینه‌های آن کوچکتر از یک باشند به عنوان تیمارهای غیراقتصادی از بین تیمارها حذف شده تا از بین تیمارهای اقتصادی،

نتایج و بحث

نتایج داده‌های هواشناسی در منطقه مراغه نشان داد که بیشترین میزان بارندگی در دومین سال زراعی (۹۴-۹۵) معادل ۴۳۴/۷ میلی‌متر اتفاق افتاد که در مقایسه با میانگین بلندمدت ۲۶/۷۳ درصد افزایش داشت. کمترین میزان بارندگی نیز به سال زراعی سوم (۹۵-۹۶) با ۲۶۳/۹ میلی‌متر تعلق داشت. بارندگی در سال چهارم اجرای پروژه در مقایسه با بلند مدت ۲۳/۸ میلی‌متر افزایش نشان داد که درصد بالایی از آن در زمستان اتفاق افتاد. به عبارت دیگر در این سال در آغاز بهار و شروع فصل رشد رطوبت بالایی در اختیار گیاه بود. نتایج تجزیه خاک نشان داد که اثرات اصلی و متقابل فاکتورها بر روی درصد کربن آلی، پایداری خاکدانه و درصد نیتروژن کل معنی‌دار نبود (جدول ۱).

می‌گردد. در نهایت نسبت منافع نهایی به هزینه نهایی به صورت رابطه (۴) برای تیمارها محاسبه شد. در صورتی که پاسخ به دست آمده بزرگتر از ۱ باشد، تیمار با هزینه کمتر حذف شده و تیمار باقی‌مانده با تیمار سطح بعدی مقایسه می‌شود و در حالتی که پاسخ حاصل شده کمتر از ۱ باشد، تیمار با هزینه بیشتر حذف می‌شود و تیمار باقیمانده با تیمار بعدی مقایسه می‌گردد.

$$(4) \frac{(\Delta P.V.(B))}{(\Delta P.V.(C))}$$

برای تجزیه واریانس از برنامه ۱۲ Genstat و MSTATC و برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد. برای محاسبه انحراف استاندارد و رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده گردید.

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات کربن آلی، پایداری خاکدانه و نیتروژن کل

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	کربن آلی (%)	پایداری خاکدانه (mm)	نیتروژن کل (%)
تکرار	۲		۰/۰۰۶۹۷۹ ^{ns}	۰/۰۱۶۲۰ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۴۱۷ ^{ns}
فاکتور خاک‌ورزی (A)	۱		۰/۰۰۲۴۰۰ ^{ns}	۰/۰۴۴۳۰ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۳۷۵۰ ^{ns}
خطای ۱	۲		۰/۰۰۲۵۱۲	۰/۰۱۳۸۸	۰/۰۰۰۰۱۲۵۰
فاکتور نیتروژن (B)	۳		۰/۰۰۱۰۵۰ ^{ns}	۰/۰۱۶۱۰ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۸۱۹۴ ^{ns}
A*B	۳		۰/۰۰۳۶۷۸ ^{ns}	۰/۰۱۳۵۸ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۳۷۵۰ ^{ns}
خطای ۲	۱۲		۰/۰۰۷۳۱۸	۰/۰۱۲۸۸	۰/۰۰۰۰۰۳۰۵۶
ضریب تغییرات			۱۳/۸	۸/۷	۶/۷

*، ** و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد و غیر معنی‌دار می‌باشد

نیتروژن در هکتار تعلق داشت. میزان کربن آلی خاک‌های ایران بسیار ناچیز و کمتر از ۱ درصد است و در خاک‌های استان آذربایجان شرقی این میزان حدود ۰/۸۶ درصد است (میرزاشاهی و بازرگان، ۱۳۹۴).

این نتایج نشان می‌دهد که در طول دوره اجرای آزمایش تغییر در صفات فیزیکی و شیمیایی خاک ایجاد نشده است. با این حال بیشترین مقدار کربن آلی (معادل ۰/۶۶۷ درصد) به تیمار کم‌خاک‌ورزی و مصرف ۳۰ کیلوگرم کود

که عدم خاک ورزی تأثیر بسزایی در حفظ رطوبت دارد که این امر بخصوص در اراضی دیم از اهمیت بالایی برخوردار است. اثر مصرف مقادیر مختلف کود نیتروژن بر رطوبت خاک در عمق ۰-۱۵ سانتی متری در سطح احتمال ۵٪ و در اعماق ۳۰-۱۵ و ۴۵-۳۰ سانتی متری خاک در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود (جدول ۲).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس رطوبت اعماق مختلف خاک نشان داد که اثر فاکتور خاک ورزی بر رطوبت خاک در اعماق ۰-۱۵ و ۳۰-۴۵ سانتی متری در سطح احتمال ۱٪ و بر عمق خاک در ۱۵-۳۰ سانتی متری در سطح احتمال ۵٪ معنی دار بود. میانگین داده‌ها نشان می‌دهد که تیمار بی خاک ورزی در هر سه عمق بالاترین رطوبت را به خود اختصاص داد و این گویای این مطلب است

جدول ۲- اثر خاک ورزی و سطوح مختلف کود نیتروژن بر میزان رطوبت در عمق‌های مختلف خاک

فاکتور	تیمار	رطوبت خاک در عمق ۱۵-۰ cm	رطوبت خاک در عمق ۳۰-۱۵ cm	رطوبت خاک در عمق ۴۵-۳۰ cm
سیستم خاک ورزی	T ₀	۱۷/۱۶ ± ۱/۱۹	۱۹/۳۵ ± ۱/۰۷	۲۰/۳۵ ± ۲/۰۵
	T ₁	۱۵/۶۸ ± ۱/۶۰	۱۸/۴۴ ± ۱/۳۲	۱۹/۱۳ ± ۱/۱۷
	P _{df} =	۲۸/۳**	۸/۶۵*	۳۴/۷۵**
مقادیر مختلف نیتروژن	N ₀	۱۷/۴۶ ± ۱/۲۷ ^a	۲۰/۱۳ ± ۰/۸۸ ^a	۲۱/۴۲ ± ۲/۴۰ ^a
	N ₃₀	۱۵/۹۶ ± ۲/۱۰ ^b	۱۸/۷۷ ± ۱/۱۳ ^b	۱۹/۵۲ ± ۰/۹۸ ^b
	N ₄₅	۱۶/۳۸ ± ۱/۳۲ ^{ab}	۱۸/۶۲ ± ۱/۲۷ ^{bc}	۱۹/۴۶ ± ۱/۰۶ ^b
	N ₆₀	۱۵/۸۹ ± ۱/۱۲ ^b	۱۸/۰۶ ± ۰/۸۶ ^c	۱۸/۵۶ ± ۰/۸۷ ^b
	P _{df} =	۳/۲۱*	۱۵/۱۴**	۱۵/۱۴**

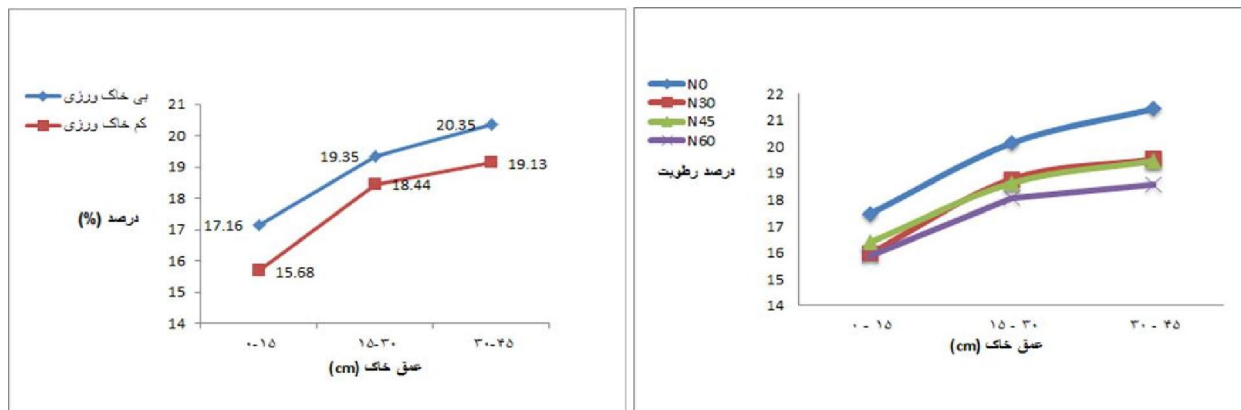
*, ** و ns به ترتیب معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد و غیر معنی دار می‌باشد.

اینکه گیاه از رشد کمتری برخوردار بوده میزان رطوبت کمتری جذب شده است. این نتایج با نتایج سدري و همکاران (۱۳۹۵) که گزارش کردند مراحل مختلف رشد گندم، درصد رطوبت خاک در اعماق ۰-۲۰، ۲۰-۴۰ و ۴۰-۶۰ سانتی متری خاک و در همه میزان‌های نیتروژن شامل ۰، ۳۰، ۶۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار کاهش داشته و تخلیه رطوبتی در خاک رخ داده است، مطابقت دارد. فیضی اصل (۱۳۹۳) نیز گزارش نمود که کاربرد نیتروژن به میزان ۶۰ کیلوگرم در هکتار منجر به

در سطوح متفاوت نیتروژن بیشترین رطوبت را تیمار بدون مصرف کود نیتروژن به خود اختصاص داد و کمترین آن نیز به تیمار مصرف ۶۰ کیلوگرم نیتروژن تعلق داشت. اختلاف معنی داری بین تیمارهای مصرف ۳۰ و ۴۵ کیلوگرم کود نیتروژن مشاهده نشد (شکل ۲). این نشان می‌دهد که با افزایش مصرف نیتروژن به لحاظ افزایش رشد و جذب رطوبت، میزان رطوبت در تیمارهای با مصرف نیتروژن بیشتر، کاهش پیدا کرده است. ولی در تیمار بدون مصرف کود نیتروژن بدلیل

توانست نسبت به تیمار کم خاک ورزی عملکرد دانه را به مقدار ۳/۵ درصد افزایش دهد. این نتایج با نتایج ایواد (۲۰۰۴) و شارما و همکاران (۲۰۱۱) مطابقت دارد.

افزایش تخلیه رطوبتی از محدوده ۲۰ تا ۵۰ سانتیمتری خاک می‌شود. با اینکه اختلاف معنی‌دار بین عملکرد دانه در بین تیمارهای خاک ورزی مشاهده نشد (جدول ۳) ولی تیمار بی خاک ورزی



شکل ۲- اثر خاک ورزی و سطوح مختلف کود نیتروژن بر میزان رطوبت در عمق‌های مختلف خاک

جدول ۳- میانگین (\pm انحراف استاندارد) عملکرد دانه گندم تحت تاثیر خاک ورزی

متغیر	عملکرد دانه (kg/ha)
T0	1410 ± 713
T1	1362 ± 668
P_{df}	0.74 ns

ns، ** و * به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد و غیر معنی‌دار می‌باشد.

حفظ بقایا بیشتر است مطابقت دارد. اثر عملیات خاک ورزی بر عملکرد دانه غیر معنی‌دار بود. اثر سطوح مختلف کود نیتروژن بر عملکرد دانه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۵). اثرات دو جانبه عملیات خاک ورزی و سطوح مختلف کود نیتروژن بر عملکرد دانه غیر معنی‌دار بود. این نشان می‌دهد که روش‌های خاک ورزی در سالهای کم و پر باران پاسخ یکسانی بر عملکرد و سایر صفات مورد بررسی داشته‌اند. افزایش عملکرد محصول با افزایش میزان نیتروژن در

اثرات متقابل خاک ورزی و مقادیر مختلف کود نیتروژن بر رطوبت اعماق خاک غیر معنی‌دار بود. با این حال بیشترین رطوبت خاک به تیمار بدون خاک ورزی و بدون مصرف کود نیتروژن با ۲۳/۳۸ درصد تعلق داشت و کمترین رطوبت در تیمار با خاک ورزی کم و مصرف ۶۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار مشاهده شد (جدول ۴). این نتایج با نتایج تحقیقات اسکندری (۱۳۸۲) و صفاهانی لنگرودی (۱۳۹۵) که نشان دادند میزان رطوبت خاک در شرایط بدون خاک ورزی و

۶۰ کیلوگرم کود نیتروژن خالص در هکتار مشابه میانگین عملکرد استان آذربایجان شرقی است. در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴، میانگین تولید گندم دیم در استان آذربایجان شرقی ۱۵۰۷ کیلوگرم در هکتار بود (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۹۶).

خاک‌ورزی‌های مختلف یکسان بود. از این موضوع چنین استنباط می‌شود که تیمار بی خاک‌ورزی به اندازه عملیات کم خاک‌ورزی در عملکردها تأثیر گذار است (جدول ۶). نتایج نشان داد که در سال دوم اجرای آزمایش عملکرد محصول در تیمار کم خاک‌ورزی و مصرف ۴۵ و

جدول ۴- میانگین (\pm انحراف استاندارد) اثرات دوجانبه خاک‌ورزی‌های متفاوت و سطوح مختلف نیتروژن بر روی رطوبت خاک

تیمار	عمق ۰-۱۵ cm	عمق ۱۵-۳۰ cm	عمق ۳۰-۴۵ cm
N0	۱۸/۲۱ \pm ۰/۸۶	۲۰/۵۸ \pm ۰/۶۹	۲۳/۳۸ \pm ۳/۱۳
N30	۱۶/۸۷ \pm ۱/۲۵	۱۹/۰۳ \pm ۰/۹۸	۲۰/۰۵ \pm ۰/۸۵
N45	۱۷/۱۷ \pm ۱/۱۵	۱۹/۲۹ \pm ۰/۹۰	۲۰/۰۲ \pm ۱/۰۶
N60	۱۶/۴۰ \pm ۰/۸۷	۱۸/۳۸ \pm ۰/۵۷	۱۸/۹۷ \pm ۰/۴۹

N0	۱۶/۷۰ \pm ۱/۱۹	۱۹/۶۷ \pm ۰/۸۶	۲۰/۴۶ \pm ۰/۷۸
N30	۱۵/۰۴ \pm ۲/۴۸	۱۸/۵۰ \pm ۱/۲۹	۱۸/۹۹ \pm ۰/۸۴
N45	۱۵/۵۹ \pm ۱/۰۲	۱۸/۰۶ \pm ۱/۴۰	۱۸/۹۱ \pm ۰/۷۷
N60	۱۵/۳۷ \pm ۱/۱۷	۱۷/۵۲ \pm ۰/۷۹	۱۸/۱۶ \pm ۱/۰۲
P _{df} =	۰/۱۷ ^{ns}	۰/۳۶ ^{ns}	۰/۳۴ ^{ns}

*، ** و NS به ترتیب معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد و غیر معنی دار می‌باشد.

جدول ۵- جدول تجزیه واریانس عملکرد دانه تحت تاثیر تیمارهای خاک‌ورزی و کاربرد نیتروژن

میانگین مربعات	درجه آزادی	منابع تغییر
۴۱۳۸۳ ^{ns}	۱	فاکتور خاک‌ورزی
۵۵۸۱۶	۶	خطای ۱
۲۵۹۵۶۰۹ [*]	۳	فاکتور نیتروژن
۱۹۰۳۰ ^{ns}	۳	خاک‌ورزی \times نیتروژن
۱۹۴۸۲	۳۶	خطای ۲
	۴۹	کل
۱۰/۱		ضریب تغییرات

*، ** و NS به ترتیب معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد و غیر معنی دار می‌باشد.

جدول ۶- میانگین عملکرد دانه تحت تاثیر عملیات خاک‌ورزی و سطوح کود نیتروژن

عملکرد دانه (Kg/ha)	تیمار	سال زراعی
۹۲۵ ± ۱۳۹	T ₀ N ₀	اول
۱۰۶۷ ± ۵۲	T ₀ N ₃₀	
۱۳۵۰ ± ۲۵۰	T ₀ N ₄₅	
۱۴۶۷ ± ۱۸۸	T ₀ N ₆₀	
۹۶۷ ± ۱۲۸	T ₁ N ₀	
۱۲۰۳ ± ۱۷۰	T ₁ N ₃₀	
۱۴۵۸ ± ۱۶۱	T ₁ N ₄₅	
۱۵۴۲ ± ۱۲۳	T ₁ N ₆₀	
۵۲۱ ± ۱۸۴	T ₀ N ₀	دوم
۷۲۶ ± ۱۸۷	T ₀ N ₃₀	
۱۰۶۴ ± ۷۲	T ₀ N ₄₅	
۱۱۰۹ ± ۱۰۵	T ₀ N ₆₀	
۵۲۸ ± ۲۶۷	T ₁ N ₀	
۶۶۱ ± ۲۴۲	T ₁ N ₃₀	
۸۸۰ ± ۳۵۰	T ₁ N ₄₅	
۹۴۷ ± ۳۹۱	T ₁ N ₆₀	
۱۴۶۰ ± ۷۵	T ₀ N ₀	سوم
۱۶۶۷ ± ۱۴۵	T ₀ N ₃₀	
۲۷۱۳ ± ۳۴۴	T ₀ N ₄₅	
۲۸۴۷ ± ۲۶۶	T ₀ N ₆₀	
۱۴۳۰ ± ۳۴۶	T ₁ N ₀	
۱۶۲۳ ± ۲۸۷	T ₁ N ₃₀	
۲۵۱۰ ± ۱۰۱	T ₁ N ₄₅	
۲۵۹۰ ± ۱۴۷	T ₁ N ₆₀	
۰/۳۸ ^{ns}	P _{df} =	

*, **, ns به ترتیب معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد و غیر معنی دار می باشد.

(جدول ۷). ارزش حال هزینه‌های متغیر نیز برای هر تیمار در سال‌های اجرای آزمایش محاسبه شد (جدول ۸). نتایج ارزش حال منافع به ارزش حال مخارج نیز نشان داد که تیمار بدون خاک‌ورزی و

نتایج نشان داد که تیمار بدون خاک‌ورزی و مصرف ۶۰ کیلوگرم کود نیتروژن بالاترین و تیمار بدون خاک‌ورزی و بدون مصرف کود پایین ترین ارزش حال منافع را به خود اختصاص دادند

صرفه اقتصادی و انتخاب اقتصادی ترین تیمار انجام و ابتدا تیمار بدون خاک و رزی و بدون مصرف کود نیتروژن (T_0N_0) و تیمار بدون خاک و رزی و مصرف ۳۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار (T_0N_{30}) مقایسه شدند (جدول ۱۰).

مصرف ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در مقایسه با سایر تیمارها بالاترین نسبت ارزش حال منافع به ارزش حال مخارج را بخ خود اختصاص داد (جدول ۹). براساس نتایج بدست آمده تمامی تیمارها دارای نسبت منافع به مخارج بالاتر از یک هستند و بنابراین هر تیمار به تنهایی از لحاظ اقتصادی سودآور است. مقایسه تیمارها از نظر

جدول ۷- عملکرد و منافع ناخالص گندم دیم رقم باران در خاک و رزی متفاوت و مقادیر مختلف کود نیتروژن

								سال
T_1N_{60}	T_1N_{45}	T_1N_{30}	T_1N_0	T_0N_{60}	T_0N_{45}	T_0N_{30}	T_0N_0	زراعی
۱۵۴۲	۱۴۵۸	۱۲۰۳	۹۶۷	۱۴۶۷	۱۳۵۰	۱۰۶۷	۹۲۵	اول
۹۴۷	۸۸۰	۶۶۱	۵۲۸	۱۱۰۹	۱۰۶۴	۷۲۶	۵۲۱	دوم
۲۵۹۰	۲۵۱۰	۱۶۲۳	۱۴۳۰	۲۸۴۷	۲۷۱۳	۱۶۶۷	۱۴۶۰	سوم
۱۹۵۹۱	۱۸۵۲۴	۱۵۲۸۴	۱۲۲۸۶	۱۸۶۳۸	۱۷۱۵۲	۱۳۵۵۶	۱۱۷۵۲	اول
۱۲۳۱۱	۱۱۴۴۰	۸۵۹۳	۶۸۶۴	۱۴۴۱۷	۱۳۸۳۲	۹۴۳۸	۶۷۷۳	دوم
۳۳۶۷۰	۳۲۶۳۰	۲۱۰۹۹	۱۸۵۹۰	۳۷۰۱۱	۳۵۲۶۹	۲۱۶۷۱	۱۸۹۸۰	سوم
۳۵۶۶۳	۳۳۹۴۰	۲۵۰۹۰	۲۰۸۲۷	۳۷۵۲۹	۳۵۳۵۹	۲۴۵۱۰	۲۰۵۴۰	ارزش حال منافع (هزارریال)

جدول ۸- ارزش حال مخارج گندم دیم رقم باران در خاک و رزی متفاوت و مقادیر مختلف کود نیتروژن

تیمار	ارزش حال هزینه خاک و رزی (ریال)	ارزش حال هزینه کاشت (ریال)	ارزش حال هزینه داشت (ریال)	ارزش حال هزینه برداشت (ریال)	ارزش حال کل مخارج (هزارریال)
T_0N_0	۰	۵۸۵۹۱	۳۹۷۲۱	۷۵۸۸۹۳	۸۵۷/۵۷
T_0N_{30}	۰	۶۰۱۵۱	۳۹۷۲۱	۷۵۸۸۹۳	۸۵۸/۷۷
T_0N_{45}	۰	۶۰۷۵۱	۳۹۷۲۱	۷۵۸۸۹۳	۸۵۹/۳۷
T_0N_{60}	۰	۶۱۳۴۹	۳۹۷۲۱	۷۵۸۸۹۳	۸۵۹/۹۶
T_1N_0	۵۴۰۴	۵۸۹۵۱	۳۹۷۲۱	۷۵۸۸۹۳	۸۶۲/۹۷
T_1N_{30}	۵۴۰۴	۶۰۱۵۱	۳۹۷۲۱	۷۵۸۸۹۳	۸۶۴/۱۷
T_1N_{45}	۵۴۰۴	۶۰۷۵۱	۳۹۷۲۱	۷۵۸۸۹۳	۸۶۴/۷۷
T_1N_{60}	۵۴۰۴	۶۱۳۴۹	۳۹۷۲۱	۷۵۸۸۹۳	۸۶۵/۳۷

جدول ۹- نسبت ارزش حال منافع به ارزش حال مخارج تیمارهای گندم باران

T ₁ N ₆₀	T ₁ N ₄₅	T ₁ N ₃₀	T ₁ N ₀	T ₀ N ₆₀	T ₀ N ₄₅	T ₀ N ₃₀	T ₀ N ₀
۴۱/۱	۳۹/۲	۲۹	۲۴/۱	۴۳/۶	۴۱/۲	۲۸/۵	۲۴

نسبت ارزش حال منافع به ارزش حال مخارج ($\frac{PVB}{PVC}$)

تیمار بدون خاک‌ورزی و با مصرف ۴۵ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار (T₀N₄₅) در رتبه دوم قرار گرفت که با توجه به مقادیر نسبت منافع به مخارج این تیمار با تیمار T₀N₆₀ ملاحظه می‌گردد که تفاوت چشم‌گیری بین آنها وجود ندارد. لذا برای حفظ محیط زیست و تولید محصولات سالم‌تر و با کیفیت بالاتر تیمار T₀N₄₅ به عنوان اقتصادی‌ترین تیمار در مراغه توصیه می‌شود.

با محاسبه نسبت تفاضل ارزش حال منافع دو تیمار اول به تفاضل ارزش حال هزینه‌های دو تیمار اول و مقایسه بین تیمارها در نهایت، تیمار T₀N₆₀ یعنی کشت گندم رقم باران بدون خاک‌ورزی و با مصرف ۶۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن، به عنوان برترین تیمار از لحاظ مالی در منطقه مراغه شناخته شد. با توجه به جدول (۹) مشاهده می‌شود که نسبت ارزش حال منافع به ارزش حال مخارج

جدول ۱۰- مرتب‌سازی تیمارها براساس سیر صعودی هزینه‌ها و انتخاب اقتصادی‌ترین تیمار

تیمار منتخب	$\frac{(\Delta P.V.(B))}{(\Delta P.V.(C))}$	تیمارهای مورد مقایسه	ارزش حال منافع (هزارریال)	ارزش حال مخارج (هزارریال)	تیمار
تیمار با هزینه بیشتر (T ₀ N ₃₀)	۳۳۰۸/۳	T ₀ N ₃₀ - T ₀ N ₀	۲۰۵۴۰	۸۵۷/۵۷	T ₀ N ₀
تیمار با هزینه بیشتر (T ₀ N ₄₅)	۱۸۰۸۱/۳	T ₀ N ₄₅ - T ₀ N ₃₀	۲۴۵۱۰	۸۵۸/۷۷	T ₀ N ₃₀
تیمار با هزینه بیشتر (T ₀ N ₆₀)	۳۶۲۹/۲	T ₀ N ₆₀ - T ₀ N ₄₅	۳۵۳۵۹	۸۵۹/۳۷	T ₀ N ₄₅
تیمار با هزینه کمتر (T ₀ N ₆₀)	-۵۵۵۶/۴	T ₁ N ₀ - T ₀ N ₆₀	۳۷۵۲۹	۸۵۹/۹۶	T ₀ N ₆₀
تیمار با هزینه کمتر (T ₀ N ₆₀)	-۲۹۵۷/۴	T ₁ N ₃₀ - T ₀ N ₆₀	۲۰۸۲۷	۸۶۲/۹۷	T ₁ N ₀
تیمار با هزینه کمتر (T ₀ N ₆₀)	-۷۴۶/۷	T ₁ N ₄₅ - T ₀ N ₆₀	۲۵۰۹۰	۸۶۴/۱۷	T ₁ N ₃₀
تیمار با هزینه کمتر (T ₀ N ₆₀)	-۳۴۵/۳	T ₁ N ₆₀ - T ₀ N ₆₀	۳۳۹۴۰	۸۶۴/۷۷	T ₁ N ₄₅
-	-	-	۳۵۶۶۳	۸۶۵/۳۷	T ₁ N ₆₀

نتیجه‌گیری

هدف کلی کشاورزی حفاظتی، استفاده بهتر از منابع کشاورزی به واسطه مدیریت بهینه منابع خاک، آب، کودهای شیمیایی و به طور کلی منابع زیستی است. به طوری که استفاده از نهاده‌های خارجی را به حداقل ممکن برساند. نتایج نشان داد اثرات خاک‌ورزی و مصرف کود نیتروژن بر روی درصد کربن آلی، پایداری خاکدانه و درصد نیتروژن کل در طی چهار سال اجرای آزمایش غیرمعنی‌دار است. با این وجود، بیشترین مقدار کربن آلی (معادل ۰/۶۶۷ درصد) متعلق به تیمار کم خاک‌ورزی و مصرف ۳۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار بود. تیمار بی‌خاک‌ورزی بالاترین ذخیره رطوبت در اعماق مختلف خاک را به خود اختصاص داد بنابراین، عدم خاک‌ورزی تأثیر بسزایی در حفظ رطوبت خاک دارد که این امر بخصوص در اراضی دیم از اهمیت بالایی برخوردار است. رعایت تناوب نخود در طول سال‌های متمادی باعث کاهش مصرف کود نیتروژن به میزان ۱۵ کیلوگرم در هکتار شد. عملکرد دانه در تیمار بی‌خاک‌ورزی نسبت به تیمار کم خاک‌ورزی به مقدار ۳/۴ درصد بیشتر بود. یکسان بودن افزایش عملکرد محصول در اثر افزایش میزان نیتروژن در خاک‌ورزی‌های مختلف نشان می‌دهد که تیمار بی‌خاک‌ورزی با حفظ بقایا به اندازه عملیات کم‌خاک‌ورزی در عملکردها مؤثر بوده است. در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ که مصادف با سال سوم اجرای پروژه است عملکرد تیمار بدون خاک‌ورزی با مصرف ۴۵ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار (T₀N₄₅) و تیمار بدون

خاک‌ورزی با مصرف ۶۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار (T₀N₆₀) اختلاف چندانی با یکدیگر نداشتند ولی عملکرد محصول را نسبت به میانگین تولید گندم دیم استان آذربایجان شرقی به ترتیب ۷۲ و ۸۰ درصد افزایش دادند. تیمار کم خاک‌ورزی با مصرف ۴۵ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار (T₁N₄₅) و تیمار کم خاک‌ورزی با مصرف ۶۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار (T₁N₆₀) نیز در سال سوم اختلاف معنی‌دار با یکدیگر نداشتند ولی عملکرد دانه را نسبت به میانگین تولید گندم دیم در استان آذربایجان شرقی به ترتیب ۴۳ و ۵۳ درصد افزایش دادند. بر اساس آمارنامه کشاورزی، ۱۳۹۷ میانگین تولید گندم دیم استان ۶۱۶ کیلوگرم در هکتار است که نشان دهنده تأثیر مثبت مدیریت تناوب، حفظ بقایا و بی‌خاک‌ورزی در مقایسه با مدیریت سنتی است. در نظام بی‌خاک‌ورزی به دلیل به حداقل رساندن تردد ماشین‌آلات بر روی زمین با کاهش عملیات آماده‌سازی زمین، منجر به کاهش ساعت مورد نیاز کار ماشین‌آلات در هر هکتار نسبت به کشاورزی مرسوم می‌شود به طوری که ارزش حال مخارج در تیمار بدون خاک‌ورزی با مصرف ۶۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار (T₀N₆₀) معادل ۰/۶۳ برابر کمتر از ارزش حال مخارج در تیمار کم خاک‌ورزی با مصرف ۶۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار (T₁N₆₀) است در حالی که ارزش حال منافع تیمار T₀N₆₀ ۵/۲ برابر بیشتر از ارزش حال منافع تیمار T₁N₆₀ است. بنابراین، عدم خاک‌ورزی نه تنها باعث کاهش هزینه‌های تولید می‌شود بلکه باعث افزایش عملکرد و درآمد

منافع به مخارج تیمار T0N45 و تیمار T0N60 نشان می‌دهد که تفاوت چشم‌گیری بین آن‌ها وجود ندارد. مطالعه آلتری (۲۰۰۰)، نشان داده است که استفاده بیش از حد از مواد شیمیایی و انرژی‌های غیر قابل تجدید می‌تواند از لحاظ سلامت عمومی و حفظ محیط زیست هزینه زیادی داشته باشد. لذا با توجه به این که تحقیقات اخیر بر اهمیت طراحی سیستم‌های کشت با استفاده از رعایت اصول زیست محیطی و لحاظ خدمات اکوسیستم به منظور افزایش پایداری و بهره‌وری تولید در کشت بوم، تخلیه نهاده‌های شیمیایی و انرژی غیرقابل تجدید تأکید دارند (کلرگو و همکاران، ۲۰۰۵؛ مونز و باربری، ۲۰۰۸)، برای حفظ محیط زیست و تولید محصولات سالم‌تر و با کیفیت بالاتر، با چشم‌پوشی از افزایش ۶/۱۴ درصدی در درآمدها، تیمار بدون خاک‌ورزی با مصرف ۴۵ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار (T0N45) به عنوان اقتصادی‌ترین تیمار در مراغه توصیه می‌شود.

حاصل از تولید نیز شده است و به دلیل اثرات مثبتی که بر بافت و رطوبت خاک دارد نیز دارای اهمیت است. لذا میتوان نتیجه گرفت که تیمار T0N60 به دلیل این که با مصرف نهاده مساوی با تیمار T1N60 دارای میزان عملکرد و درآمد بیشتری شده است و از طرفی، به دلیل این که این تیمار همسو با اهداف کشاورزی حفاظتی است، دارای اثربخشی کافی می‌باشد. نتایج نسبت تفاضل ارزش حال منافع به تفاضل ارزش حال مخارج تیمارها نشان داد که تیمار T0N60 یعنی کشت گندم بدون عملیات خاک‌ورزی و مصرف ۶۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن، به عنوان برترین تیمار از لحاظ مالی در منطقه مراغه شناخته شد و تیمار بدون خاک‌ورزی با مصرف ۴۵ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار (T0N45) در رتبه دوم قرار گرفت. در تیمارهای بدون خاک‌ورزی افزایش مقدار مصرف نیتروژن از ۴۵ کیلوگرم به ۶۰ کیلوگرم در هکتار باعث کاهش ۰/۰۷ درصدی در هزینه‌ها و افزایش ۶/۱۴ درصدی در درآمدها شده است. ولی مقادیر نسبت

منابع

- اسکندری ایرج. ۱۳۸۲. اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و کاشت بر رطوبت خاک و عملکرد نخود در شرایط دیم. نهال و بذر. ۱۹: ۵۱۱-۴۹۷.
- آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴. وزارت جهاد کشاورزی. جلد ۱: محصولات زراعی.
- آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵. وزارت جهاد کشاورزی. جلد ۱: محصولات زراعی.
- حسینی مهدی، موحدی نائینی سیدعلی‌رضا، شمس‌آبادی حسینعلی، دریجانی علی، خیری نتاج فیروزجاه مجید. ۱۳۹۴. بررسی اقتصادی عملکرد گندم دیم با استفاده از روش‌های مختلف خاک‌ورزی. نشریه مکانیزاسیون کشاورزی. ۳(۱): ۱۳-۲۴.
- خمدی فاطمه، مسگرباشی موسی، حسینی پیمان، فرزانه معصومه. و عنایت ضمیر نعیمه. ۱۳۹۴. اثر بقایای گیاهی

و سطوح مختلف کود نیتروژن بر کیفیت و غلظت عناصر ریز مغذی در دانه گندم. نشریه زراعت (پژوهش و سازندگی). ۱۰۹ : ۱۵۸-۱۶۶.

خیاط شیما، مجدم مانی، علوی فاضل مجتبی. ۱۳۹۳. اثر مقادیر نیتروژن بر عملکرد دانه و کارایی مصرف نیتروژن ژنوتیپ‌های گندم دوروم در خوزستان. فصلنامه علمی- پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۶ (۲۱): ۱۰۳-۱۱۳.

سدی محمدحسین، گلچین احمد، فیضی اصل ولی، سی‌وسه مرده عادل. ۱۳۹۵. تأثیر نیتروژن بر کارایی استفاده از آب باران، کارایی زراعی نیتروژن و تخلیه رطوبت خاک تحت کشت گندم دیم. نشریه علوم زراعی ایران. ۴۷ (۳) : ۴۷۱-۴۹۰.

شم آبادی زین العابدین. ۱۳۹۴. بررسی اثر خاکورزی حفاظتی بر بهره‌وری سوخت مصرفی و عملکرد گندم دیم. نشریه زراعت دیم ایران. ۴ (۱) : ۱۷-۲۸.

شهراسبی صادق، امام یحیی، رونقی عبدالمجید، پیرسته انوشه هادی. ۱۳۹۴. اثر تنش خشکی و کود نیتروژن بر عملکرد دانه و کارایی زراعی مصرف نیتروژن گندم (*Triticum aestivum* L). رقم سیروان در شرایط استان فارس. نشریه علوم زراعی ایران. ۱۷ (۴) : ۳۶۳-۳۴۹.

صفاهانی لنگرودی علی‌رضا، دادگر تینا، پاسندی رضا، علویان مریم. ۱۳۹۵. اثر مدیریت طولانی مدت بقایا، خاکورزی و مصرف کود نیتروژن بر عملکرد دانه ذرت (*Zea mays* L) و ویژگیهای خاک. مجله علوم زراعی ایران. ۱۸ (۱) : ۳۲-۴۸.

فیضی اصل ولی. ۱۳۹۳. مدیریت بهینه نیتروژن برای ژنوتیپ‌های مختلف گندم دیم با استفاده از نیتروژن N15 (پایان نامه دکتری). گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.

قبادی روزین، قبادی مختار، جلالی هنرمند سعید، مندنی فرزاد، فرهادی بهمن. ۱۳۹۶. تحلیل اقتصادی اثر سطوح آب آبیاری و کود نیتروژن بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴. مجله علوم زراعی ایران. ۱۹ (۳) : ۲۲۰-۲۳۸.

قنبری احمد، فاخری براتعلی، امیری ابراهیم، توسلی ابوالفضل. ۱۳۹۳. ارزیابی کارایی مصرف نور و نیتروژن در گندم (*Triticum aestivum*) تحت سطوح آبیاری و کود نیتروژنه. نشریه علمی- پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، ۸، ۱ (۲۹) : ۴۱-۵۶.

کمیلی حمیدرضا، رضوانی مقدم پرویز، قدسی مسعود، نصیری محلاتی مهدی، جلال کمالی محمدرضا. ۱۳۹۵. اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و میزان بقایای گیاهی بر عملکرد، اجزای عملکرد و بازده اقتصادی گندم. نشریه تحقیقات غلات. ۶ (۳) : ۳۲۳-۳۳۷.

محمد دوست چمن آباد حمیدرضا، پورمراد کلیر بهنام، اصغری علی، مهدی زاده محمد. ۱۳۹۳. ارزیابی تأثیر مقدار کاربرد نیتروژن و دوره تداخل علف‌های هرز بر عملکرد دانه و کارایی مصرف نیتروژن در گندم زمستانه. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۴ (۲): ۸۵-۹۳.

میرزاشاهی کامران، بازرگان کامبیز. ۱۳۹۴. مدیریت ماده آلی خاک. انتشارات موسسه تحقیقات خاک و آب. نشریه فنی ۵۳۵.

Altieri MA. 2000. Agroecology: principles and strategies for designing sustainable farming systems. *Agroecol. Innov.* 40-46.

Cayuela ML, Sinicco T, Mondini V. 2009. Mineralization dynamics and biochemical properties during initial decomposition of plant and animal residues in soil, *Applied Soil Ecology*, 48: 118-127

Clergue B, Amiaud B, Pervanchon F, Lasserre-Joulin F, Plantureux S. 2005. Biodiversity: function and assessment in agricultural areas. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 25, 1-15. doi:<http://dx.doi.org/10.1051/agro:2004049>.

Eawad S. 2004. On-farm evaluation of current wheat tillage systems on irrigated vertisols in New Halfa scheme, Sudan. *AMA, Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America*. Vol. 35 (2): 9-20.

FAO. 2004. FAOSTAT, Food and agriculture organization. Rome. Griffin, T., M. Liebman, M., Jemison, J. 2000. Cover crops for sweet corn production in a short-season environment. *Agronomy Journal*, 92:144-151.

Gao X, Lukow M, Grant A. 2012. Grain Concentrations of Protein, Iron and Zinc and Bread Making Quality in Spring Wheat as Affected by Seeding Date and Nitrogen Fertilizer Management. *Journal of Geochemical exploration* 121: 36-44.

Ghaley B, Rusu T, Sanden T, Spiegel H, Menta C, Visioli G, Osullivan L, Trinsoutrot Gattin I, Delgado A, Liebigh M, Vrebos D, Szegi T, Micheli E, Cacovean H, Henriksen CH. 2018. Assessment of Benefits of Conservation Agriculture on Soil Functions in Arable Production Systems in Europe. *Sustainability Journal*.

Hadgin j, Toucker, B. 1982. fertilization of dryland and irrigated soil soringer verlay, New york, p. 188

Lampurlanés J, Plaza-Bonilla D, Álvaro-Fuentes J, Cantero-Martínez C. 2016. Long-term analysis of soil water conservation and crop yield under different tillage systems in Mediterranean rainfed conditions. *Field Crops Research* 189 (15): 59-67.

Lopez-Bellido RJ, Lopez-Bellido L. 2001. Efficiency of nitrogen in wheat under Mediterranean conditions: effect of tillage: crop rotation and N fertilization. *Field Crops Res.* 71, 31-46.

Moitzi G, Szalay T, Schüller M, Wagentristl H, Refenner K, Weingartmann H, Liebhard P, Boxberger J, Gronauer A. 2013. Effects of tillage systems and mechanization on work time, fuel and energy consumption for cereal cropping in Austria. *Agric Eng Int: CIGR Journal* Open access at <http://www.cigrjournal.org> Vol. 15, No.4

Moonen AC, Bàrberi P. 2008. Functional biodiversity: an agroecosystem approach. *Agric. Ecosyst. Environ.* 127, 7-21. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2008.02.013>.

Norwood CA, Currie RS.1997. Dry land corn vs. Grain sorghum in western kansas. In

- journal – of -production – agriculture (USA). (Jan-Mar 1997). V10 (1): 152-157.
- Sarauskis E, Buragiene S, Romaneckas K, Sakalauskas A, Jasinskas A, Vaiciukevicius E, Karayel D. 2012. Working Time, Fuel Consumption and Economic Analysis of Different Tillage and Sowing Systems in Lithuania. ENGINEERING FOR RURAL DEVELOPMENT
- Shahbaz M, Kuzyakov Y, Sanaullah M, Heitkamp F, Zelenev V, Kumar A, Blagodatskaya E. 2017. Microbial decomposition of soil organic matter is mediated by quality and quantity of crop residues: mechanisms and thresholds. *Biology and Fertility of Soils*, 53:287-301.
- Sharma P, Abrol V, Sharma RK. 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*. Vol. 34 (1): 46-51.
- Sprogue MA, Triplett GB. 1986. No -Tillage and surface tillage agriculture. *Soil science society of America*. Sep.Oct. 1986.V.50(5).

DOI: 10.22092/idaj.2020.341276.288

Technical and economic evaluation of different tillage and nitrogen levels in dryland wheat

Hadi Khorsandy^{1*}, Roya Ferdosi¹, Abdolvahab Abdulahi²

1- Dryland Agricultural Research Institute, Agriculture Research, Education and Extension Organization (AREEO), Maragheh, Iran

2- Dryland Agricultural Research sub Institute, Agriculture Research, Education and Extension Organization (AREEO), Kermanshah, Iran

Abstract

In order to investigate the effects of different levels of tillage and nitrogen fertilizer on wheat yield in rotation with chickpea and introduce best economic treatment, a split plot experiment based on randomized complete block design with 3 replicates during 4 years were conducted. tillage methods (minimum tillage and no tillage) were located in main plots and different nitrogen fertilizer application (without nitrogen application, 30, 45 and 60 kg/ha pure nitrogen) was located in sub plots. The results showed that tillage treatment did not have a significant effect on grain yield. The effect of tillage treatment on soil moisture was significant and in without tillage, soil moisture was higher than low tillage. The results of the economic evaluation showed that no tillage treatment with 60 kg/ha of pure nitrogen fertilizer with The ratio of the difference in the present value of the interest to the difference in the present value of the expenses, equivalent 43.6 was recognized as the best financial treatment. In the treatment without tillage and 45 kg/ha of pure nitrogen this ratio was 41.2 and was ranked second. Finally, due to the importance of designing cultivation systems and with respect to environmental principles and ecosystem services and in order to increase the sustainability and productivity of production and production of healthy and high quality products, without tillage treatment and consumption of 45 kg/ha Nitrogen (TON45) as the most economical treatment in areas Cold rain is recommended.

Keywords: Chickpea rotation, Economic evaluation, Conservation agriculture

* Corresponding author: hkhorsandy@yahoo.com Received: 2020/01/15 Accepted: 2020/03/18