

## پاسخ کمی و کیفی عملکرد ذرت دانه‌ای تحت تاثیر روش‌های خاک‌ورزی و مصرف نیتروژن

### Quantitative and qualitative response of corn yield as influenced by tillage methods and nitrogen consumption

احسان اله زید علی<sup>۱</sup>، روح اله مرادی<sup>۲\*</sup>، امین فتحی<sup>۳</sup>

۱. استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام،
۲. دانشیار، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی بردسیر، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان. (نگارنده مسئول)
۳. دکتری زراعت، واحد آیت الله آملی، دانشگاه آزاد اسلامی، آمل، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۱/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۲/۱۰ - شناسانه برنمود رقمی: 10.22092/aj.2023.354173.1542

#### چکیده

زید علی، ا. مرادی، ر. فتحی، ا. ه. واکنش کمی و کیفی عملکرد ذرت تحت تاثیر سیستم های خاک ورزی و کود شیمیایی نیتروژن  
نشریه پژوهش های کاربردی زراعی دوره ۳۵ - شماره ۲ - پایبند ۱۳۵ پائیز ۱۴۰۱ صفحه: ۱۰۵-۸۵

ارتباط کشاورزی حفاظتی با روش های خاک‌ورزی و کاربرد نیتروژن، برای درک بهتر نقش آنها در عملکرد آگرو اکوسیستم‌ها حیاتی می باشد. به همین منظور آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در سال های ۱۳۹۸-۱۳۹۶ در شهرستان دره شهر، استان ایلام انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل سه روش خاک‌ورزی شامل خاک‌ورزی حفاظتی (استفاده از خاک ورز مرکب و فاروئر)، متداول (یکبار گاو آهن برگردان دار+ یکبار دیسک+ فاروئر) و فشرده (دوبار گاو آهن برگردان دار+ دوبار دیسک+ فاروئر) بعنوان عامل اصلی و نیتروژن در پنج سطح شامل عدم مصرف و مصرف ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی اوره در کرت فرعی بود. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد دانه (۷۶۱۵ کیلوگرم در هکتار) با روش خاک‌ورزی حفاظتی بدست آمد که نسبت به خاک‌ورزی فشرده و خاک‌ورزی متداول به ترتیب ۲۲/۳ و ۵/۸ درصد افزایش نشان داد. همچنین، مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بیشترین عملکرد دانه را دارا بود که نسبت به حالت عدم مصرف نیتروژن ۲۱ درصد افزایش نشان داد. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در تیمار خاک‌ورزی متداول محتوی کلروفیل a، b و کل نسبت به خاک‌ورزی فشرده به ترتیب ۸/۴، ۲۳/۷ و ۱۲/۶ درصد افزایش نشان داد. مقایسه میانگین تیمار نیتروژن نشان داد که بیشترین کلروفیل a، b و کل در مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به ترتیب به میزان ۱۰/۹۲، ۳/۵۹ و ۱۴/۵۱ میلی گرم بر گرم وزن تر بدست آمد. در مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بیشترین غلظت نیتروژن ماده خشک برگ (۱/۲۷ درصد) بدست آمد. همچنین نتایج نشان داد که در تیمار سال دوم و خاک‌ورزی حفاظتی بیشترین نیتروژن ماده خشک برگ به میزان ۱/۲۵ درصد و کمترین میزان نیز در تیمار سال اول و خاک‌ورزی متداول به میزان ۱/۱ درصد بدست آمد. با توجه به نتایج اجرای خاک‌ورزی حفاظتی نسبت به نظام خاک‌ورزی متداول و فشرده اثر سودمند تری بر افزایش خصوصیات رشد، عملکرد کمی و کیفی و اجزای عملکرد داشت. می توان اظهار کرد که اجرای خاک‌ورزی حفاظتی قادر است به جذب نیتروژن کمک کرده که این امر باعث بهبود عملکرد می شود.

واژه های کلیدی: پروتئین، شاخص برداشت، شخم، کلروفیل، کشاورزی حفاظتی.

## مقدمه

ذرت یکی از مهمترین غلات استراتژیک در ایران و جهان است که اهمیت و نقش مهمی در صنعت، تغذیه انسان و خوراک دام دارد (Nassiri Mahallati *et al.*, 2022; Fathi *et al.*, 2020). با وجود سطح وسیع تولید ذرت، متوسط عملکرد ذرت هنوز به پتانسیل ژنتیکی نرسیده است و علاوه بر نوآوری در فن آوری اصلاح، برخی از روش های زراعی مانند کوددهی، خاک ورزی و تناوب زراعی نیز باید بهبود یابد (Simić *et al.*, 2020).

برای تولید موفق، نظام های خاک ورزی یکی از عملیات ضروری در کشت ذرت است. روش های خاک ورزی می توانند به طور قابل توجهی عملکرد و کیفیت تغذیه ای ذرت را از طریق دما، رطوبت، هوادهی و در دسترس بودن مواد غذایی خاک تحت تأثیر قرار دهند (Simić *et al.*, 2020). تحت شرایط آب و هوایی متغیر و خشکسالی، خاک ورزی متناسب با نوع خاک و شرایط کشاورزی و اکولوژیکی می تواند به حفظ آب و دستیابی به تولید بالاتر کمک کند (Bodner *et al.*, 2015; Ghadirnezhad Shiade *et al.*, 2022). استفاده مکرر از ماشین آلات و عملیات خاک ورزی در عمق مشخص از دلایل عمده تراکم خاک است، که در این حالت افزایش تدریجی تراکم خاک سبب کاهش جذب نیتروژن شده و در نهایت کیفیت دانه ذرت را تحت تأثیر قرار می دهد (Wasaya *et al.*, 2018). نوع روش خاک ورزی تأثیر متفاوتی بر فشردگی خاک می گذارد، و این موضوع دسترسی گیاه به عناصر غذایی لایه های مختلف

خاک را تحت تأثیر قرار می دهد (Wasaya *et al.*, 2018).

نیتروژن یکی از عناصر غذایی مهم برای گیاهان زراعی به ویژه ذرت است که اگر به مقدار کافی مصرف نشود باعث محدودیت در رشد گیاه می شود (Wasaya *et al.*, 2018). گزارش شده است که مصرف بالاتر یا کمتر نیتروژن بر روی رشد و تولید گیاهان زراعی تأثیر منفی می گذارد (Taheri *et al.*, 2021). افزایش تولید مواد غذایی کشاورزی در سرتاسر جهان طی چهار دهه گذشته با افزایش هفت برابری استفاده از کودهای نیتروژن همراه بوده است (Rahimizadeh *et al.*, 2010). بنابراین، چالش سال های آینده تأمین نیازهای جمعیت در حال گسترش از طریق توسعه تولیدات کشاورزی و در عین حال حفظ کیفیت محیط زیست خواهد بود (Ghadirnezhad Shiade *et al.*, 2022). با توجه به عوامل مختلف آب و هوایی و خاکی مانند خصوصیات خاک، وضعیت عناصر غذایی و واکنش آنها، ذرت واکنش مثبت و معنی داری به کاربرد نیتروژن نشان می دهد و تولید ماده خشک را افزایش می دهد (Wasaya *et al.*, 2018). گزارش شده است که مصرف کود شیمیایی نیتروژن سبب بهبود عملکرد دانه از طریق تأثیر بر فتوسنتز، باعث افزایش تولید ماده خشک، انتقال، جذب و پرشدن دانه می شود (Qiu *et al.*, 2015; Fathi, 2022). مصرف نیتروژن سبب بهبود اجزای عملکرد ذرت می شود به طوری که گزارش شده است کاربرد نیتروژن منجر به افزایش تولید زیست توده (۲۲٪) و عملکرد دانه (۲۴٪) می شود

سطوح نیتروژن سرعت تجزیه و معدنی شدن بقایا افزایش نشان داد (Divito *et al.*, 2011). به همین دلیل محققان پیشنهاد کردند که ترکیب یکی از روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی شامل کم خاک‌ورزی یا بدون خاک‌ورزی به همراه مصرف کود نیتروژن و بقایای محصول قبلی می‌تواند بهترین روش برای توصیه به کشاورزان باشد (Kihara *et al.*, 2011). به همین دلیل با توجه به اهمیت دستیابی به اهداف کشاورزی پایدار در جهت مصرف بهینه نیتروژن و همچنین بهبود خصوصیات خاک بررسی تاثیر روشهای خاک‌ورزی و نیتروژن بر این عوامل ضروری می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

این آزمایش طی دو سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۶ در شهرستان دره شهر از توابع استان ایلام با طول جغرافیایی ۳۳ درجه و ۱۰ دقیقه شمالی، عرض جغرافیایی ۴۷ درجه و ۴۸ دقیقه شرقی و ارتفاع ۶۱۱ متر از سطح دریا اجرا شد. بر پایه نتایج آزمایش خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر، بافت خاک لومی-شنی، اسیدیته ۷/۷، هدایت الکتریکی ۰/۹۵ دسی زیمنس بر متر، ماده آلی ۱/۰۷ درصد، نیتروژن کل ۰/۱ درصد، فسفر ۴/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم و پتاسیم ۵۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل سه سطح خاک‌ورزی شامل خاک‌ورزی حفاظتی (استفاده از خاک‌ورز مرکب و فاروئر)، متداول (یکبار گاو آهن برگردان دار + یکبار دیسک + فاروئر) و فشرده

(Amanullah *et al.*, 2009). روش خاک‌ورزی و مصرف کود نیتروژن ارتباط متقابل معنی داری بهم دارند (Fathi & Zeidali, 2021). مطالعات مختلفی در مورد پاسخ عملکرد محصول به کود نیتروژن تحت روش‌های مختلف خاک‌ورزی وجود دارد که نشان می‌دهد تأثیر خاک‌ورزی بر عملکرد ذرت بسیار متغیر است. به طوری که در بعضی مطالعات گزارش شده است بین خاک‌ورزی حفاظتی و خاک‌ورزی مرسوم، تفاوتی از نظر عملکرد ذرت دیده نشده است (Shirani *et al.*, 2002; Singer *et al.*, 2004). در برخی پژوهش‌ها کاهش عملکرد ذرت در خاک‌ورزی حفاظتی در مقایسه با خاک‌ورزی مرسوم گزارش شده است (Fathi & Zeidali, 2021). با این حال در بسیاری از گزارش‌ها اثر تاثیر مثبت و بهبود خصوصیات خاک و عملکرد ذرت در خاک‌ورزی حفاظتی ارائه شده است (Lampsey *et al.*, 2018; Issaka *et al.*, 2019). پژوهشگران در یک آزمایش ۴۰ ساله نشان دادند که در کوتاه‌مدت میزان نیتروژن خاک در شخم حفاظتی نسبت به شخم رایج کمتر بود ولی در درازمدت به دلیل کاهش تخریب خاک در شخم حفاظتی میزان نیتروژن خاک در آن بیشتر از شخم رایج بود (Dalal *et al.*, 2011). محققان تاثیر میزان نیتروژن مصرفی را بر مقدار بقایای ورودی به خاک، کربن آلی خاک، نیتروژن آلی خاک و سرعت معدنی شدن نیتروژن خاک مورد بررسی قرار دادند. آنها اظهار داشتند که افزایش میزان نیتروژن مصرفی باعث تولید زیست توده بیشتر و در نتیجه افزایش حجم بقایای برگشتی به خاک گردید و با افزایش

در اول تیرماه و بلافاصله بعد از کشت اولین آبیاری انجام پذیرفت. بر اساس نیاز آبی ذرت در شرایط آب و هوایی منطقه و شرایط خاک مزرعه، برنامه زمانبندی آبیاری مزرعه بر اساس رفع نیاز گیاه و جلوگیری از بروز تنش رطوبتی تنظیم شد. به منظور حصول تراکم مناسب، گیاه در یک مرحله و پس از استقرار کامل در مرحله چهار برگی تنک شد. کود نیتروژن از منبع کود اوره طی سه مرحله (کاشت، ساقه رفتن و گلدهی) و کود فسفر (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) از منبع سوپرفسفات تریپل قبل از کاشت به زمین داده شد. بر اساس نتایج آزمون خاک نیازی به کود پتاس نداشت.

پس از مشاهده علائم رسیدگی فیزیولوژیک دانهها (تشکیل لایه سیاه در قاعده دانهها) همه کرتها بهطور همزمان به صورت دستی برداشت شدند. به منظور تعیین عملکرد دانه و بیولوژیک با حذف ردیفهای کناری و ۵۰ سانتیمتر از ابتدا و انتهای هر کرت به عنوان اثر حاشیه در نظر گرفته شد و عملکرد دانه (رطوبت ۱۴ درصد) و عملکرد بیولوژیک محاسبه شد. همزمان با برداشت، تعداد پنج بوته از هر کرت به صورت جداگانه انتخاب و ارتفاع بوته، تعداد دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه اندازهگیری شد. شاخص برداشت از تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک بدست آمد. کلروفیل a و b در برگهای جوان برای هر تیمار به روش آرنون (Arnon, 1967) اندازه گیری شد. جهت تعیین درصد نیتروژن دانه از روش کجگلدال (مدل دستگاه K1100) استفاده شد. (Jackson, 1964) اندازه گیری پروتئین دانه

(دوبارگاو آهن برگردان دار + دوبار دیسک + فاروئر) بعنوان عامل اصلی و نیتروژن در پنج سطح شامل عدم مصرف و مصرف ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی اوره در کرت فرعی بود.

در خاک ورزی حفاظتی، از یک دستگاه خاک ورز مرکب (شرکت ماشین صنعت خالدیان، ۵ شاخه با غلطک) و سپس ردیف کار (شرکت تراشکده، ردیفکار پنوماتیکی، شش ردیفه با فاصله ۷۵ سانتی متر) جهت کاشت بذر استفاده شد. در خاک ورزی متداول ابتدا بوسیله گاو آهن برگرداندار یکبار شخم زده و سپس یک دیسک با عمق ۱۵-۱۰ سانتیمتر برای نرم کردن کلوخها زده شد. برای کاشت بذر نیز از ردیف کار استفاده شد. در خاک ورزی فشرده ابتدا بوسیله گاو آهن برگرداندار دو بار شخم و سپس دو دیسک عمود برهم با عمق ۱۵-۱۰ سانتیمتر انجام شد. برای کاشت بذر نیز از ردیف کار استفاده شد. در سال قبل از شروع آزمایش، زمین مورد نظر آیش بود. پس از اجرای تیمار خاکورزی حفاظتی در سال اول ۳۰ درصد بقایا در سطح خاک حفظ شد و در سال دوم، تیمارها در همان محل قبلی اعمال شد. برای تیمار خاک-ورزی متداول و فشرده بقایای سال اول از سطح خاک جمع آوری شد.

کرت هایی به ابعاد ۵×۵ متر که شامل شش ردیف کاشت و فاصله بین ردیفهای کاشت ۷۵ سانتی متر و فاصله بوته روی ردیف ۲۰ سانتی متر در نظر گرفته شد. میزان بذر (هیبرید سینگل کراس ۷۰۴) مصرفی ۲۵ کیلوگرم در هکتار و عملیات کاشت برای هر دو سال

پس از انجام کامل آزمایش عدد نمایش داده شده دستگاه به عنوان عدد تیتراسیون یادداشت و با استفاده از معادله زیر درصد پروتئین دانه به دست آمد.

وزن نمونه  $0.14 \times 2.56 \times$  عدد تیتراسیون = درصد پروتئین

عملکرد پروتئین از ضرب درصد پروتئین در عملکرد دانه بدست آمد. نیتروژن ذخیره شده در دانه (برحسب کیلوگرم در هکتار) از عملکرد نیتروژن دانه بدست آمد. نیتروژن ذخیره شده در کل ماده خشک برگ (برحسب کیلوگرم در هکتار) از عملکرد بیولوژیک در درصد کل نیتروژن ماده خشک بدست آمد. نیتروژن ذخیره شده اندام هوایی (کیلوگرم در هکتار) از مجموع نیتروژن ذخیره شده دانه و نیتروژن ذخیره شده ماده خشک بدست آمد.

تجزیه واریانس داده‌ها با نرم افزار SAS v.3 و همچنین جهت مقایسه میانگین صفات مورد نظر نیز از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد. در این آزمایش تاثیر سال تصادفی در نظر گرفته شد.

## نتایج و بحث

### ارتفاع بوته

نتایج نشان داد که اثر اصلی خاک‌ورزی و کود نیتروژن در سطح احتمال پنج و یک درصد بر ارتفاع بوته معنی دار بود (جدول ۱). بیشترین ارتفاع بوته ذرت به میزان  $192/5$  سانتیمتر از خاک‌ورزی متداول بدست آمد به طوری که نسبت به خاک‌ورزی فشرده  $11$  درصد بیشتر بود (جدول ۲). همچنین بیشترین ارتفاع بوته ذرت از مصرف  $200$  کیلوگرم در هکتار نیتروژن به میزان  $194/8$  سانتی متر بدست آمد که نسبت به

حالت عدم مصرف نیتروژن  $11/6$  درصد بیشتر بود (جدول ۲). میزان رشد گیاهان زراعی با تراکم خاک ارتباط معکوسی دارد، این ارتباط ممکن است تحت تأثیر سیستمهای خاک‌ورزی قرار گیرد. خاک‌ورزی از طریق تأثیر بر مقاومت مکانیکی خاک، هوادهی خاک، پیوستگی و پایداری و اندازه منافذ و همچنین مقدار منافذ زیستی خاک، درجه حرارت خاک، میزان آب خاک، عناصر غذائی خاک و همچنین برهمکنش آنها، می‌تواند میزان رشد ریشه و در نتیجه رشد بخش‌های هوایی گیاه را تحت تاثیر قرار دهد (Fathi, 2020). نیتروژن تاثیر مستقیمی بر فتوسنتز گیاه دارد بنابراین با افزایش مصرف کود نیتروژن در این پژوهش قدرت فتوسنتزی ذرت را افزایش و در نتیجه بر ارتفاع بوته آن تاثیر مثبت و معنی دار داشته است نتایج دیگر محققان (Taheri et al., 2021; Saady et al., 2023) موید این مطلب می باشد.

### وزن هزار دانه

نتایج نشان داد که اثر اصلی خاک‌ورزی و کود نیتروژن در سطح احتمال پنج درصد بر وزن هزار دانه معنی دار بود (جدول ۱). بیشترین وزن هزار دانه به میزان  $244/4$  گرم از خاک‌ورزی حفاظتی بدست آمد که نسبت به خاک‌ورزی فشرده و خاک‌ورزی متداول به ترتیب  $12/6$  و  $1/7$  درصد افزایش نشان داد. نتایج نشان داد که بین خاک‌ورزی حفاظتی و متداول تفاوت معنی - داری مشاهده نشد (جدول ۲). بیشترین وزن هزار دانه از مصرف  $150$  کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به میزان  $243/4$  گرم بدست آمد که نسبت به حالت عدم مصرف نیتروژن

(*et al.*, 2022; Marashi & Shamoradi, 2020) مطابقت دارد.

### عملکرد دانه

نتایج نشان داد که اثر اصلی خاک و رزی و کود نیتروژن و اثر متقابل سال در خاک و رزی در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد دانه معنی دار بود (جدول ۱). بیشترین عملکرد دانه به میزان ۷۶۱۵/۹ کیلوگرم در هکتار از خاک و رزی حفاظتی بدست آمد که نسبت به خاک و رزی فشرده و خاک و رزی متداول به ترتیب ۲۲/۳ و ۵/۸ درصد افزایش نشان داد. نتایج نشان داد که بین خاک و رزی حفاظتی و متداول تفاوت معنی - داری مشاهده نشد (جدول ۲). بیشترین عملکرد دانه از مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به میزان ۷۴۸۴/۱ کیلوگرم در هکتار بدست آمد که نسبت به حالت عدم مصرف نیتروژن ۲۱ درصد افزایش نشان داد (جدول ۲). بیشترین عملکرد دانه در سال دوم و خاک و رزی حفاظتی به میزان ۸۵۵۴/۱ کیلوگرم در هکتار و کمترین میزان نیز از اثر سال دوم و خاک و رزی فشرده به میزان ۵۸۷۲/۳۲ کیلوگرم در هکتار بدست آمد (جدول ۳). به نظر می رسد، در خاک و رزی حفاظتی، عناصر غذایی بیشتری خصوصاً در سال دوم در اختیار ریشه گیاه قرار گرفته و باعث بهبود عملکرد در شخم حداقل شده است. نتایج نشان داد که عملکرد دانه ذرت در سال اول در خاک و رزی رایج بیشتر از خاک و رزی حفاظتی بود. در شخم رایج به دلیل استفاده از گاو آهن، میزان تخلخل خاک، زهکشی خاک و عمق نفوذ ریشه بیشتر از شخم حداقل می باشد. این عوامل باعث نفوذ بیشتر آب و کود مصرفی

۱۰/۵ درصد افزایش نشان داد (جدول ۲). در پژوهش های جداگانه مشخص کردند که میزان وزن هزار دانه در تیمار خاک و رزی حفاظتی و مرسوم تفاوتی چشمگیری باهم نداشت اما با دیگر روش های خاک و رزی اختلاف معنی داری داشت. این محققان همچنین اظهار داشتند که افزایش کاربرد کود نیتروژن موجب رفع محدودیت غذایی برای ذرت شده و از این طریق بازده فتوسنتزی و تولیدی گیاه را افزایش می دهد و در نهایت موجب افزایش وزن هزار دانه می شود (Fathi, 2020; Imani *et al.*, 2022).

### تعداد دانه در بلال

نتایج نشان داد که فقط اثر متقابل سال در خاک و رزی (سطح احتمال پنج درصد) و کود نیتروژن (سطح احتمال یک درصد) بر تعداد دانه در بلال معنی دار بود (جدول ۱). بیشترین تعداد دانه در بلال در سال دوم و خاک و رزی حفاظتی به میزان ۲۳۸ بدست آمد همچنین کمترین میزان نیز در تیمار سال اول و خاک و رزی فشرده به میزان ۲۰۵ بدست آمد (جدول ۳). بیشترین تعداد دانه در بلال از مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به میزان ۲۳۸ بدست آمد که نسبت به حالت عدم مصرف نیتروژن ۱۷/۳ درصد افزایش نشان داد (جدول ۲). با افزایش مصرف کود نیتروژن از صفر به ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، تعداد دانه در بلال افزایش یافت. به نظر می رسد افزایش استفاده از کود نیتروژن باعث افزایش راندمان فتوسنتزی و تولید گیاه را افزایش داده است که در نهایت منجر به افزایش تعداد دانه در بلال شده است. نتایج بدست آمده از این پژوهش با نتایج دیگر محققان (Imani

بقیای ذرت با سرعت کمتری نسبت به زمان اعمال کود نیتروژن تجزیه شدند (Sakala et al., 2020). با افزایش سطوح نیتروژن عملکرد دانه ذرت بهبود یافت. این موضع بخصوص در شخم حفاظتی که بقایا در سطح خاک حفظ شد مشهودتر بود. محققان در بررسی تأثیر نظام‌های خاک ورزی و نیتروژن بر عملکرد سورگوم علوفه ای گزارش نمودند که، تأثیر نظام‌های خاک ورزی بر خصوصیات زراعی و کیفی سورگوم علوفه ای در هر دو سال آزمایش معنی دار نگردید، اما میانگین عملکرد علوفه سبز سورگوم در خاک ورزی متداول بیش‌تر از خاک ورزی کاهشی بود (Ramroudi et al., 2011).

#### عملکرد بیولوژیک

نتایج نشان داد که اثر اصلی خاک‌ورزی (در سطح یک درصد)، کود نیتروژن (در سطح یک درصد) و اثر متقابل سال در خاک‌ورزی در سطح احتمال پنج درصد بر عملکرد بیولوژیک معنی دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین اثر خاک‌ورزی نشان داد که تیمار خاک‌ورزی حفاظتی بیشترین عملکرد بیولوژیک به میزان ۱۸۴۰۵/۱ کیلوگرم در هکتار بدست آمد که نسبت به خاک‌ورزی فشرده و خاک‌ورزی متداول به ترتیب ۲۱/۱ و ۷/۸ درصد افزایش نشان داد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین تیمار نیتروژن نشان داد که بیشترین عملکرد بیولوژیک در مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به میزان ۱۷۸۹۲/۱ کیلوگرم در هکتار بدست آمد که نسبت به حالت عدم مصرف نیتروژن ۱۸/۳ درصد افزایش نشان

به خاک شده که متعاقب آن، جذب نیتروژن و دیگر عناصر غذایی با کارایی بیشتری نسبت به شخم حداقل صورت می‌گیرد. در بررسی تأثیر نظام‌های خاک‌ورزی حفاظتی و مرسوم بر عملکرد ذرت و سویا، اظهار شد که در سال اول عملکرد بیشتر دانه در خاک‌ورزی مرسوم به دلیل تماس بهتر بذر با خاک و جوانه زنی بهتر آنها بوده است. اما در سالهای بعد بهبود عملکرد دانه در روش خاک‌ورزی حفاظتی دیده شد که دلیل آن فشردگی و تراکم کمتر خاک و تأثیر آن بر جوانه زنی مطلوب بذرها بیان گردید (Hussain et al., 1999). با بررسی تأثیر شخم رایج و حداقل همراه با مدیریت خاکپوش گیاهی بر عملکرد دانه ذرت نشان دادند که میزان عملکرد دانه ذرت در شخم رایج در شرایط وجود خاکپوش بیشتر از شخم حداقل بود و در شرایط عدم وجود خاکپوش اختلافی از نظر این صفت بین دو نوع نظام شخم مشاهده نشد (Acharya & Sharma, 2019). پژوهشگران گزارش کردند که شخم کاهشی در درازمدت باعث بروز ویژگی‌های مثبت از جمله افزایش جمعیت ریزموجودات خاک می‌شود (Wang et al., 2011). از طرفی محققان اظهار داشتند که تفاوتی در عملکرد دانه ذرت تحت تأثیر شخم رایج و حفاظتی مشاهده نشد (Tueche & Hauser, 2011). در سال دوم عملکرد دانه ذرت در شخم رایج کمتر از شخم حفاظتی بود. دلیل این امر ممکن است تجزیه بیشتر بقایای گیاهی حاصل از شخم حفاظتی در سال دوم و بهبود وضعیت تغذیه ای خاک باشد. محققان نشان دادند که در شرایط عدم وجود نیتروژن

جدول ۱- نتایج تجزیه موبک خاک نیتروژن و نیتروژن بر صفات ذرت  
 Table 1. The results for the combined analysis of tillage and nitrogen on maize traits  
 میانگین مربعات Mean of squares

درجه آزادی Df	میانگین مربعات Mean of squares									
	ارتفاع بوته Plant height	وزن هزار دانه Weight of a thousand seeds	تعداد دانه در بیل Number of seeds per ear	صمغک دانه Grain yield	صمغک و بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index	کلروفیل a Chlorophyll a	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل کل Total chlorophyll	
1	493.74 <sup>ns</sup>	1824.21 <sup>ns</sup>	1111.62 <sup>ns</sup>	863805.41 <sup>ns</sup>	638168.6 <sup>ns</sup>	36.65 <sup>ns</sup>	0.68 <sup>ns</sup>	0.25 <sup>ns</sup>	1.75 <sup>ns</sup>	
4	183.41	1563.4	2037.84	3248190.46	9330413	120.84	11.00	0.99	18.27	
2	3609.35*	8418.12*	3691.52 <sup>ns</sup>	23275184.6**	115557834.1**	12.87 <sup>ns</sup>	6.16*	7.39**	26.58**	
2	1486.84 <sup>ns</sup>	1963.03 <sup>ns</sup>	5658.16*	18192802.58**	27267489*	214.77*	0.13 <sup>ns</sup>	0.60 <sup>ns</sup>	0.17 <sup>ns</sup>	
8	804.75	1145.31	1106.71	1612841.53	6020543.7	26.31	1.37	0.40	1.42	
4	1431.49**	1950.69*	5255.58**	7618982.04**	33786668.9**	11.77 <sup>ns</sup>	6.24**	0.40*	9.66**	
4	57.20 <sup>ns</sup>	188.35 <sup>ns</sup>	149.13 <sup>ns</sup>	191459.3 <sup>ns</sup>	899873.3 <sup>ns</sup>	27.86 <sup>ns</sup>	0.05 <sup>ns</sup>	0.04 <sup>ns</sup>	0.08 <sup>ns</sup>	
8	217.26 <sup>ns</sup>	134.71 <sup>ns</sup>	491.12 <sup>ns</sup>	987819.5 <sup>ns</sup>	1292081.3 <sup>ns</sup>	24.28 <sup>ns</sup>	1.07 <sup>ns</sup>	0.19 <sup>ns</sup>	0.52 <sup>ns</sup>	
8	90.42 <sup>ns</sup>	115.23 <sup>ns</sup>	138.59 <sup>ns</sup>	287016.95 <sup>ns</sup>	338766.7 <sup>ns</sup>	7.77 <sup>ns</sup>	0.04 <sup>ns</sup>	0.10 <sup>ns</sup>	0.21 <sup>ns</sup>	
48	503.94	689.4	723.66	1151299.4	5542942.5	70.08	1.34	0.15	1.71	
Total error	12.26	11.28	12.14	15.54	14.16	20.02	11.38	11.37	9.64	
C.V. ضریب تغییرات	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

ns, \* and \*\* respectively, showed significant differences at the probability levels of 5%, 1% and no significant differences.



جدول ۲- مقایسه میزان خاک و نیتروژن بر صفات ذرت

Table 2. The mean comparison for the effects of tillage and nitrogen on maize traits

تیمار	سطح	ارتفاع بوته	وزن هزار دانه	تعداد دانه	صمغک دانه	صمغک بیولوژیک	شاخص برداشت	کرونیل a	کرونیل b	کرونیل کل
Treatment	Levels	Plant height (cm)	Weight of a thousand seeds (g)	Number of seeds per ear	Grain yield (kg.h <sup>-1</sup> )	Biological yield (kg.h <sup>-1</sup> )	Harvest index (%)	Chlorophyll a (mg/g FW)	Chlorophyll b (mg/g FW)	Total chlorophyll (mg/g FW)
خاک و نیتروژن	حفاظتی	185.5 <sup>b</sup>	244.4 <sup>a</sup>	227.3 <sup>a</sup>	7615.9 <sup>a</sup>	18405.1 <sup>a</sup>	41.8 <sup>a</sup>	10.12 <sup>ab</sup>	3.19 <sup>b</sup>	13.30 <sup>a</sup>
	Conservation tillage									
	خاک ورزی فشرده	171.0 <sup>c</sup>	213.5 <sup>b</sup>	208.8 <sup>a</sup>	5917.2 <sup>b</sup>	14520.6 <sup>c</sup>	41.2 <sup>b</sup>	9.74 <sup>b</sup>	3.01 <sup>c</sup>	12.75 <sup>b</sup>
Tillage	Intensive tillage									
	خاک ورزی متداول	192.5 <sup>a</sup>	240.2 <sup>a</sup>	228.7 <sup>a</sup>	7170.8 <sup>a</sup>	16951.7 <sup>b</sup>	42.5 <sup>a</sup>	10.64 <sup>a</sup>	3.95 <sup>a</sup>	14.59 <sup>a</sup>
	Conventional tillage									
N Nitrogen (kg.h <sup>-1</sup> )	0	172.2 <sup>c</sup>	217.7 <sup>d</sup>	196.9 <sup>d</sup>	5877.7 <sup>d</sup>	14604.7 <sup>c</sup>	40.9 <sup>a</sup>	9.30 <sup>d</sup>	3.18 <sup>b</sup>	12.48 <sup>c</sup>
	50	176.9 <sup>d</sup>	227.0 <sup>c</sup>	212.8 <sup>c</sup>	6690.8 <sup>c</sup>	15891 <sup>b</sup>	42.7 <sup>a</sup>	9.99 <sup>c</sup>	3.35 <sup>ab</sup>	13.33 <sup>b</sup>
	100	183.0 <sup>c</sup>	234.9 <sup>b</sup>	224.4 <sup>b</sup>	7069.7 <sup>b</sup>	17079.1 <sup>ab</sup>	41.5 <sup>a</sup>	10.32 <sup>b</sup>	3.35 <sup>ab</sup>	13.67 <sup>b</sup>
	150	188.0 <sup>b</sup>	243.4 <sup>a</sup>	235.7 <sup>ab</sup>	7384.2 <sup>ab</sup>	17892.1 <sup>a</sup>	41.4 <sup>a</sup>	10.92 <sup>a</sup>	3.59 <sup>a</sup>	14.51 <sup>a</sup>
200	194.8 <sup>a</sup>	240.3 <sup>ab</sup>	238.1 <sup>a</sup>	7484.1 <sup>a</sup>	17662.3 <sup>a</sup>	42.6 <sup>a</sup>	10.30 <sup>b</sup>	3.44 <sup>ab</sup>	13.74 <sup>b</sup>	

The same letters in each column showed no significant difference at the probability level of 5% based on LSD test

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد می باشد.

داد (جدول ۲). بیشترین عملکرد بیولوژیک از سال دوم و خاک ورزی حفاظتی به میزان ۱۹۵۸۸ کیلوگرم در هکتار و کمترین میزان در تیمار سال دوم و خاک ورزی فشرده به میزان (جدول ۳). نیتروژن یکی از مهمترین عناصر غذایی است که نقش مهمی در رشد و نمو و تولید ماده خشک گیاه دارد. زمانی که نیتروژن کافی در اختیار گیاه باشد سرعت فتوسنتز افزایش میابد و گیاه را قادر میسازد که سریعتر رشد نماید و زیست توده بیشتری تولید میکند که در افزایش بیوماس گیاه اثر گذار است (Ashraf et al., 2005; Eyni et al., 2022). محققان اظهار داشتند افزایش میزان نیتروژن مصرفی باعث تولید زیست توده بیشتر گردید (Divito et al., 2011) که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. گزارش شده است در سطوح بالای نیتروژن، سرعت تجزیه بقایای گیاهی از سرعت بیشتری برخوردار بود و عملکرد بیولوژیک ذرت نسبت به سطوح پایین نیتروژن افزایش معنی داری یافت (Nguu et al. 2017).

### شاخص برداشت

نتایج نشان داد که فقط اثر متقابل سال در خاک ورزی در سطح احتمال پنج درصد بر شاخص برداشت معنی دار است (جدول ۱). بیشترین شاخص برداشت در تیمار سال اول و خاک ورزی متداول به میزان ۴۴/۷۸ درصد و کمترین میزان نیز در تیمار سال اول و خاک ورزی حفاظتی به میزان ۳۸/۸۹ درصد بدست آمد (جدول ۳). شاخص برداشت بیان کننده نسبت توزیع مواد فتوسنتزی بین عملکرد

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل سال و خاک و وزنی بر صفات ذرت

Table 3. The comparison for the mean interaction effect of year and tillage on maize traits

سال	خاک و زری	تعداد دانه در پلاک	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
Year	Tillage	Number of seeds per ear	Grain yield (kg.h <sup>-1</sup> )	Biological yield (kg.h <sup>-1</sup> )	Harvest index (%)
سال اول	خاک و زری حفاظتی	210.05 <sup>b</sup>	6677.62 <sup>e</sup>	17222.21 <sup>b</sup>	38.89 <sup>b</sup>
	خاک و زری نشورده	205.25 <sup>b</sup>	5962.10 <sup>d</sup>	15045.57 <sup>e</sup>	39.85 <sup>b</sup>
	خاک و زری متداول	238.91 <sup>a</sup>	7770.29 <sup>b</sup>	17357.08 <sup>b</sup>	44.78 <sup>a</sup>
سال دوم	خاک و زری حفاظتی	244.51 <sup>a</sup>	8554.10 <sup>c</sup>	19588 <sup>a</sup>	44.72 <sup>a</sup>
	خاک و زری نشورده	212.35 <sup>b</sup>	5872.32 <sup>d</sup>	13995.71 <sup>e</sup>	42.47 <sup>a</sup>
	خاک و زری متداول	218.43 <sup>b</sup>	6571.40 <sup>c</sup>	16546.39 <sup>b</sup>	40.16 <sup>b</sup>

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد می باشد.  
The same letters in each column showed no significant difference at the probability level of 5% based on LSD test

دانه و عملکرد بیولوژیک می باشد، بطوریکه هر چه این نسبت بالاتر باشد، نشان دهنده کارایی بیشتر اندام تولید کننده در حصول عملکرد بالاست. محققان در پژوهشی بر روی ذرت بیان کردند که بین روش های خاک و زری اختلاف معینداری در شاخص برداشت وجود داشت (Mohammadi *et al.*, 2017) که با یافته های پژوهش حاضر مطابق است.

### کلروفیل a، b و کل

نتایج نشان داد که اثر اصلی خاک و زری و کود نیتروژن برای صفات کلروفیل a، b و کل

معنی دار بود (جدول ۱). بیشترین کلروفیل a، b و کل به ترتیب به میزان ۱۰/۶۴، ۳/۹۵ و ۱۴/۵۹ میلی گرم بر گرم وزن تر از خاک و زری متداول بدست آمد که نسبت به خاک و زری نشورده به ترتیب ۸/۴، ۲۳/۷ و ۱۲/۶ درصد افزایش نشان داد (جدول ۲). بیشترین کلروفیل a، b و کل از مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به ترتیب به میزان ۱۰/۹۲، ۳/۵۹ و ۱۴/۵۱ میلی گرم بر گرم وزن تر بدست آمد که نسبت به حالت عدم مصرف نیتروژن به ترتیب ۱۴/۸، ۱۱/۴ و ۱۳/۹ درصد افزایش نشان داد (جدول

۲). نیتروژن علاوه بر اینکه به صورت پروتئین در گیاه وجود دارد عنصر اصلی تشکیل دهنده کلروفیل در ذرت است. محتوی کلروفیل نقش مهمی در تعیین میزان فتوسنتز و تولید ماده خشک دارد. کمبود نیتروژن باعث تحریک رقابت برای انتقال این عنصر در ذرت می‌شود (Fathi & Zeidali, 2021; Eyni *et al.*, 2022; Monneveux *et al.*, 2005). محققان گزارش کردند مصرف ۱۳۵ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن بیشترین تاثیر معنی دار بر صفات عملکرد دانه، کلروفیل a و b، درصد پروتئین و عملکرد پروتئین ذرت داشت. به نظر می‌رسد نیتروژن باعث تداوم بقای سطح برگ می‌شود، با افزایش دوام سطح برگ، مدت و میزان فتوسنتز برگ نیز افزایش می‌یابد و در نتیجه گیاه می‌تواند ماده خشک بیشتری تولید کند (Imani *et al.*, 2022).

### درصد و عملکرد پروتئین

نتایج نشان داد که اثر اصلی خاک‌ورزی و کود نیتروژن در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل سال در خاک‌ورزی در سطح احتمال یک درصد بر درصد پروتئین معنی دار بود (جدول ۴). بیشترین درصد پروتئین به میزان ۱۰/۱۵ درصد از خاک‌ورزی متداول بدست آمد که نسبت به خاک‌ورزی فشرده ۱۲/۴ درصد افزایش نشان داد (جدول ۵). نتایج نشان داد بیشترین درصد پروتئین از مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به میزان ۱۰/۲۲ درصد بدست آمد که نسبت به حالت عدم مصرف نیتروژن ۱۰/۵ درصد افزایش نشان داد (جدول ۵). بیشترین درصد پروتئین در تیمار سال دوم و خاک‌ورزی متداول به میزان ۱۰/۶۶ درصد و کمترین میزان

نیز در تیمار سال دوم و خاک‌ورزی حفاظتی به میزان ۸/۰۳ درصد بدست آمد (جدول ۶). نیتروژن عنصر اصلی تشکیل دهنده ساختمان پروتئین است (Fathi, 2022) و با افزایش مقدار این عنصر، درصد پروتئین دانه افزایش یافت. نتایج نشان داد که اثر اصلی خاک‌ورزی و نیتروژن و اثر متقابل سال در خاک‌ورزی در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد پروتئین معنی دار بود (جدول ۴). بیشترین عملکرد پروتئین به میزان ۷۶۹/۷ کیلوگرم در هکتار از خاک‌ورزی حفاظتی بدست آمد که نسبت به خاک‌ورزی فشرده و خاک‌ورزی متداول به ترتیب ۳۱/۳ و ۵/۰۴ درصد افزایش نشان داد (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین تیمار نیتروژن نشان داد که بیشترین عملکرد پروتئین در مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به میزان ۷۶۷/۴۱ کیلوگرم در هکتار بدست آمد که نسبت به حالت عدم مصرف نیتروژن ۲۹/۵ درصد افزایش نشان داد (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سال در خاک‌ورزی نشان داد که بیشترین عملکرد پروتئین در تیمار سال اول و خاک‌ورزی فشرده به میزان ۸۶۱/۷۳ کیلوگرم در هکتار و کمترین میزان نیز در تیمار سال دوم و خاک‌ورزی حفاظتی به میزان ۴۷۱/۰۵ کیلوگرم در هکتار بدست آمد (جدول ۶). عملکرد پروتئین از حاصلضرب عملکرد دانه و درصد پروتئین است، لذا افزایش عملکرد پروتئین با افزایش مصرف نیتروژن و یا تغییر نوع خاک‌ورزی قابل انتظار است. همچنین کاهش عملکرد پروتئین با کاهش کود و همچنین تغییر نوع خاک‌ورزی به دلیل کاهش بیشتر عملکرد

نسبت به افزایش درصد پروتئین رابطه مستقیمی دارد.

### نیتروژن دانه

نتایج نشان داد که اثر اصلی نیتروژن در سطح احتمال پنج درصد بر نیتروژن دانه معنی دار بود (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین تیمار نیتروژن نشان داد که بیشترین غلظت نیتروژن دانه با مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به میزان ۱/۶۹ درصد بدست آمد که نسبت به حالت عدم مصرف نیتروژن ۹/۴ درصد افزایش نشان داد (جدول ۵). محتوی نیتروژن در اندام گیاه ذرت در شخم حفاظتی بیشتر از شخم رایج بود. محققان گزارش کردند که میزان نیتروژن اندام گیاه تحت تاثیر انواع شخم رایج و حفاظتی اختلاف معنی داری را نشان داد (Habtegebrial, 2007). به نظر می رسد در سال اول آزمایش به دلیل حضور بقایا در خاک، رقابت بین گیاه و ریزجانداران خاک برای جذب نیتروژن، باعث کاهش درصد نیتروژن گیاه گردید، در صورتی که در سال دوم آزمایش و با گذشت زمان احتمالاً به دلیل تجزیه بقایا و آزاد شدن عناصر غذایی موجود در آن و افزایش فراهمی نیتروژن برای گیاه، درصد نیتروژن ماده خشک برگ در شخم حفاظتی بهبود یافت. نتایج بدست آمده از این پژوهش با نتایج دیگر محققان مطابقت دارد (Guillou et al., 2011). پژوهشگران نیز گزارش نمودند که در مراحل اولیه اضافه نمودن بقایای گیاهی به خاک، میزان نیتروژن در اندام گیاه ذرت به شدت کاهش یافت، ولی با گذشت زمان و تجزیه بقایا میزان نیتروژن افزایش یافت. آنها اظهار داشتند که در مراحل اولیه تجزیه بقایا

رقابت شدیدی بین ذرت و ریزموجودات خاک وجود داشت ولی با معدنی شدن نیتروژن و تثبیت در خاک درصد نیتروژن و به تبع آن عملکرد ذرت افزایش یافت (Paré et al., 2000).

### نیتروژن ماده خشک برگ

نتایج نشان داد که اثر اصلی نیتروژن در سطح یک درصد و اثر متقابل سال در خاک ورزی در سطح احتمال پنج درصد بر نیتروژن ماده خشک برگ معنی دار بود (جدول ۴). بیشترین نیتروژن ماده خشک برگ از مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به میزان ۱/۲۷ درصد بدست آمد که نسبت به حالت عدم مصرف نیتروژن ۱۰/۲۳ درصد افزایش نشان داد (جدول ۵). بیشترین نیتروژن ماده خشک برگ در تیمار سال دوم و خاک ورزی حفاظتی به میزان ۱/۲۵ درصد و کمترین میزان نیز در تیمار سال اول و خاک ورزی متداول به میزان ۱/۱ درصد بدست آمد (جدول ۶). نیتروژن یکی از عناصر غذایی مؤثر بر میزان فعالیت آنزیم های فتوسنتزی و در نتیجه میزان تجمع ماده خشک گیاهان است (Plénet & Lemaire, 2000; Fathi, 2022). گزارش شده است که غلظت نیتروژن موجود در اندام گیاه تحت تاثیر میزان ماده خشک و میزان و نوع نیتروژن استفاده شده در واحد سطح قرار می گیرد (Wasaya et al., 2018). بنابراین، با افزایش سطح نیتروژن، نیتروژن بیشتری در اختیار گیاه قرار گرفته و موجب افزایش درصد نیتروژن در اندام هوایی گیاه می شود.

### نیتروژن ذخیره شده دانه

نتایج نشان داد که اثر اصلی خاک ورزی و نیتروژن و اثر متقابل سال در خاک ورزی در

سطح احتمال یک درصد بر نیتروژن ذخیره شده دانه معنی دار بود (جدول ۴). بیشترین نیتروژن ذخیره شده دانه به میزان ۱۲۶/۸۶ کیلوگرم در هکتار از خاک ورزی حفاظتی بدست آمد که نسبت به خاک ورزی فشرده و خاک ورزی متداول به ترتیب ۲۶/۷ و ۱۰/۳ درصد افزایش نشان داد (جدول ۵). بیشترین نیتروژن ذخیره شده دانه با مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به میزان ۱۲۴/۸۴ کیلوگرم در هکتار بدست آمد که نسبت به حالت عدم مصرف نیتروژن ۲۷/۴ درصد افزایش نشان داد (جدول ۵). بیشترین نیتروژن ذخیره شده دانه در تیمار سال اول و خاک ورزی فشرده به میزان ۱۴۸/۰۳ کیلوگرم در هکتار و کمترین میزان نیز در تیمار سال اول و خاک ورزی متداول به میزان ۹۰/۴۹ کیلوگرم در هکتار بدست آمد (جدول ۶). ذرت در دو نظام خاک ورزی کاهشی و بدون خاک ورزی برای اینکه عملکردی مشابه نظام خاک ورزی مرسوم داشته باشند، ممکن است به مقدار بیشتری از کودهای شیمیایی نیتروژن نیاز داشته باشند، به این دلیل که راندمان استخراج نیتروژن در دسترس در نظام های مذکور کمتر از نظام خاک ورزی مرسوم می باشد. افزایش میزان پروتئین دانه گندم بهاره تحت تاثیر نظام های خاک ورزی متداول گزارش شده است (Wozniak et al., 2015). کاهش قابلیت تحرک نیتروژن در نظام بدون خاک ورزی نسبت به نظام خاک ورزی کاهش یافته و خاک ورزی مرسوم نیز ممکن است دلیلی بر کاهش درصد پروتئین دانه در نظام بدون خاک ورزی باشد. طی پژوهشی

مشاهده شد که، مقدار نیتروژن کل اندام هوایی و انباشتگی نیتروژن در دانه تحت تاثیر نظام های خاک ورزی قرار گرفت. بیشترین نیتروژن کل و نیتروژن محتوی دانه جو در نظام خاک ورزی مرسوم و کمترین آن در نظام بدون خاک ورزی گزارش شده است (Maleck & Blecharczyk, 2006).

### نیتروژن ذخیره شده ماده خشک برگ

نتایج نشان داد که اثر اصلی خاک ورزی در سطح پنج درصد و نیتروژن در سطح احتمال یک درصد بر نیتروژن ذخیره شده ماده خشک معنی دار بود (جدول ۴). بیشترین نیتروژن ذخیره شده ماده خشک برگ به میزان ۲۲۷/۲۸ کیلوگرم در هکتار از خاک ورزی حفاظتی بدست آمد که نسبت به خاک ورزی فشرده و خاک ورزی متداول به ترتیب ۲۴/۴ و ۱۰/۲ درصد افزایش نشان داد (جدول ۵). بیشترین نیتروژن ذخیره شده ماده خشک برگ با مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به میزان ۲۲۴/۸۸ کیلوگرم در هکتار بدست آمد که نسبت به حالت عدم مصرف نیتروژن ۲۵/۹ درصد افزایش نشان داد (جدول ۵). در این بررسی با اضافه کردن کود اوره به خاک، میزان نیتروژن خاک افزایش یافته و به تبع آن میزان جذب این عنصر توسط گیاه افزایش یافت. احتمالاً با افزایش بیشتر عرضه کود نیتروژن، درصد نیتروژنی که به صورت آبشویی از دسترس خارج می شود افزایش یافته و بنابراین افزایش کود نیتروژن نتوانسته باعث افزایش نیتروژن موجود در بافت گیاهی شود. محققان اظهار داشتند افزایش ماده خشک تحت تاثیر نیتروژن به دلیل افزایش در فتوسنتز و

عنصر، درصد پروتئین دانه افزایش یافت. نقش مثبت کود شیمیایی نیتروژن در افزایش میزان آن در اندام های گیاه ذرت توسط محققین ذکر شده است (Imani *et al.*, 2022).

### نتیجه گیری

نتایج نشان داد شیوه تهیه زمین با روش خاک ورزی حفاظتی نسبت به خاک ورزی متداول و فشرده بر خصوصیات رشد، عملکرد، اجزای عملکرد و غلظت عناصر غذایی در ذرت برتری دارد به طوری که اجرای خاک ورزی حفاظتی قادر است با بهبود جذب نیتروژن باعث بهبود عملکرد می شود.

### تشکر و قدردانی

بدین وسیله از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه ایلام جهت تصویب طرح پژوهشی به شماره ۸۴۱ قدردانی میشود.

افزایش انتقال مواد فتوسنتزی و به ترتیب افزایش ماده خشک گیاه می شود (Nasar *et al.*, 2022; Yue *et al.*, 2022).

### نیتروژن ذخیره شده اندام هوایی

نتایج نشان داد که اثر اصلی خاک ورزی در سطح یک درصد و کود نیتروژن در سطح یک درصد و اثر متقابل سال در خاک ورزی در سطح احتمال پنج درصد بر نیتروژن ذخیره شده اندام هوایی معنی دار بود (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین اثر خاک ورزی نشان داد که تیمار خاک ورزی حفاظتی بیشترین نیتروژن ذخیره شده اندام هوایی به میزان ۳۵۴/۱۴ کیلوگرم در هکتار بدست آمد که نسبت به خاک ورزی فشرده و خاک ورزی متداول به ترتیب ۲۵/۲ و ۱۰/۲ درصد افزایش نشان داد (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین تیمار نیتروژن نشان داد که بیشترین نیتروژن ذخیره شده اندام هوایی در مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به میزان ۳۴۹/۷۲ کیلوگرم در هکتار بدست آمد که نسبت به حالت عدم مصرف نیتروژن ۲۶/۴ درصد افزایش نشان داد (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سال در خاک ورزی نشان داد که بیشترین نیتروژن ذخیره شده اندام هوایی در تیمار سال اول و خاک ورزی فشرده به میزان ۳۹۱/۱۶ کیلوگرم در هکتار و کمترین میزان نیز در تیمار سال اول و خاک ورزی متداول به میزان ۲۵۷/۳۷ کیلوگرم در هکتار بدست آمد (جدول ۶). احتمالاً با مصرف کود نیتروژن ذخیره نیتروژن دانه بیشتر شده و همانطور که ذکر شد نیتروژن عنصر اصلی تشکیل دهنده ساختمان پروتئین است و با افزایش مقدار این

جدول 4- نتایج تجزیه مرکب خاک و نیتروژن و نیتروژن بر صفات کیفی ذرت

Table 4. The results for the combined analysis of tillage and nitrogen on qualitative traits of maize

درجه آزادی	میانگین مربعات							
	درصد پروتئین	عملکرد پروتئین	نیتروژن دانه	نیتروژن ماده خشک	نیتروژن ذخیره شده دانه	نیتروژن ذخیره شده ماده خشک برگ	نیتروژن ذخیره شده اندام هوایی	میانگین مربعات
Df	Percentage of protein	Protein yield	Grain nitrogen	Nitrogen dry matter	Stored nitrogen in the grain	Nitrogen stored in the dry matter of the leaves	Nitrogen stored in the aerial parts	Mean of squares
سال (Y)	1.25 <sup>ns</sup>	543.61 <sup>ns</sup>	0.173 <sup>ns</sup>	0.063 <sup>ns</sup>	1671.32 <sup>ns</sup>	2361.31 <sup>ns</sup>	8005.79 <sup>ns</sup>	
تکرار (سال)(R)	2.05	64726.48	0.029	0.023	1381.87	2468.39	5341.90	
خاک و زری (T)	15.12 <sup>**</sup>	502157.58*	0.057 <sup>ns</sup>	0.021 <sup>ns</sup>	8820.91 <sup>**</sup>	23297.95*	60765.65 <sup>**</sup>	
سال × خاک و زری (Y*T)	14.06 <sup>**</sup>	187577.59*	0.064 <sup>ns</sup>	0.060*	7667.02 <sup>**</sup>	3375.59 <sup>ns</sup>	21179.64*	
خطا فرضی	0.49	17379.41	0.019	0.013	700.94	1423.98	3487.24	
نیتروژن (N)	3.56 <sup>**</sup>	153419.95*	0.068*	0.059 <sup>**</sup>	3368.22 <sup>**</sup>	11791.88 <sup>**</sup>	27510.64 <sup>**</sup>	
سال × نیتروژن (Y*N)	0.60 <sup>ns</sup>	5441.71 <sup>ns</sup>	0.001 <sup>ns</sup>	0.002 <sup>ns</sup>	44.98 <sup>ns</sup>	343.79 <sup>ns</sup>	249.07 <sup>ns</sup>	
نیتروژن × نیتروژن	1.19 <sup>ns</sup>	24386.36 <sup>ns</sup>	0.003 <sup>ns</sup>	0.004 <sup>ns</sup>	282.22 <sup>ns</sup>	276.81 <sup>ns</sup>	862.85 <sup>ns</sup>	
سال × خاک و زری × نیتروژن (Y*T*N)	0.45 <sup>ns</sup>	5019.97 <sup>ns</sup>	0.014 <sup>ns</sup>	0.001 <sup>ns</sup>	174.62 <sup>ns</sup>	70.44 <sup>ns</sup>	375.12 <sup>ns</sup>	
خطا کل (Total error)	1.22	15906.85	0.026	0.019	330.56	1230.17	1815.43	
ضریب تغییرات (C.V)	11.37	18.64	10.13	11.37	16.35	17.44	13.64	

ns, \*, \*\* و ns به ترتیب بیانگر تفاوت معنی دار در سطح احتمال پنج درصد و عدم تفاوت معنی دار می باشند.

ns, \*, \*\* and ns, respectively, showed significant differences at the probability levels of 5%, 1% and no significant differences

جدول ۵-مقایسه میانگین اثرات خاک و نیتروژن بر صفات کیفی ذرت

Table 5. The comparison for the mean effects of tillage and nitrogen on the qualitative traits of maize

تیمار Treatment	سطوح Levels	درصد پروتئین Percentage of protein	عملکرد پروتئین Protein yield (kg.h <sup>-1</sup> )	نیتروژن دانه Grain nitrogen (%)	نیتروژن ماده خشک Nitrogen dry matter (%)	نیتروژن ذخیره شده دانه Stored nitrogen in the grain (kg.h <sup>-1</sup> )	نیتروژن ذخیره شده ماده خشک برگ Nitrogen stored in the dry matter of the leaves (kg.h <sup>-1</sup> )	نیتروژن ذخیره شده اندام هوایی Nitrogen stored in the aerial parts (kg.h <sup>-1</sup> )
خاک وری Tillage	خاک وری حفاظتی Conservation tillage	10.07 <sup>a</sup>	769.70 <sup>a</sup>	1.65 <sup>a</sup>	1.23 <sup>a</sup>	126.86 <sup>a</sup>	227.28 <sup>a</sup>	354.14 <sup>a</sup>
	خاک وری فشرده Intensive tillage	8.89 <sup>b</sup>	528.72 <sup>b</sup>	1.57 <sup>a</sup>	1.18 <sup>a</sup>	92.87 <sup>b</sup>	171.78 <sup>c</sup>	264.65 <sup>c</sup>
نیتروژن Nitrogen (kg.h <sup>-1</sup> )	خاک وری متداول Conventional tillage	10.15 <sup>a</sup>	730.84 <sup>a</sup>	1.58 <sup>a</sup>	1.20 <sup>a</sup>	113.79 <sup>ab</sup>	203.93 <sup>b</sup>	317.73 <sup>b</sup>
	0	9.14 <sup>c</sup>	540.83 <sup>d</sup>	1.53 <sup>b</sup>	1.14 <sup>b</sup>	90.51 <sup>c</sup>	166.56 <sup>d</sup>	257.07 <sup>d</sup>
	50	9.36 <sup>b</sup>	629.71 <sup>c</sup>	1.56 <sup>b</sup>	1.15 <sup>b</sup>	105.13 <sup>b</sup>	183.77 <sup>c</sup>	288.91 <sup>c</sup>
نیتروژن Nitrogen (kg.h <sup>-1</sup> )	100	9.84 <sup>ab</sup>	698.82 <sup>b</sup>	1.62 <sup>ab</sup>	1.20 <sup>ab</sup>	115.11 <sup>ab</sup>	205.36 <sup>b</sup>	320.47 <sup>b</sup>
	150	10.22 <sup>a</sup>	767.41 <sup>a</sup>	1.69 <sup>a</sup>	1.25 <sup>a</sup>	124.84 <sup>a</sup>	224.88 <sup>a</sup>	349.72 <sup>a</sup>
	200	9.96 <sup>ab</sup>	745.32 <sup>ab</sup>	1.60 <sup>ab</sup>	1.27 <sup>a</sup>	120.28 <sup>a</sup>	224.42 <sup>a</sup>	344.70 <sup>a</sup>

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد می باشد.

The same letters in each column showed no significant difference at the probability level of 5% based on LSD test



جدول ۶- مقایسه میانگین اثر متقابل سال و خاک و رزی بر صفات کیفی ذرت

Table 6. The comparison for the mean interaction effect of year and tillage on quality traits of maize

سال	خاک و رزی	درصد پروتئین	صمگد پروتئین	نیتروژن ماده خشک	نیتروژن ذخیره شده دانه	نیتروژن ذخیره شده انعام هوایی
Year	Tillage	Percentage of protein	Protein yield (kg.h <sup>-1</sup> )	Nitrogen dry matter (%)	Stored nitrogen in the grain (kg.h <sup>-1</sup> )	Nitrogen stored in the aerial parts (kg.h <sup>-1</sup> )
سال اول	خاک و رزی حفاظتی	10.08 <sup>b</sup>	677.67 <sup>c</sup>	1.22 <sup>a</sup>	105.69 <sup>c</sup>	317.13 <sup>b</sup>
	Conservation tillage					
	خاک و رزی فشرده	10.07 <sup>b</sup>	861.73 <sup>a</sup>	1.24 <sup>a</sup>	148.03 <sup>a</sup>	391.16 <sup>a</sup>
First year	Intensive tillage					
	خاک و رزی متداول	9.74 <sup>b</sup>	586.39 <sup>d</sup>	1.10 <sup>b</sup>	90.49 <sup>e</sup>	257.37 <sup>d</sup>
	Conventional tillage					
سال دوم	خاک و رزی حفاظتی	8.03 <sup>c</sup>	471.05 <sup>e</sup>	1.25 <sup>a</sup>	95.26 <sup>d</sup>	271.93 <sup>d</sup>
	Conservation tillage					
	خاک و رزی فشرده	9.65 <sup>b</sup>	757.82 <sup>b</sup>	1.21 <sup>a</sup>	124.42 <sup>b</sup>	333.73 <sup>b</sup>
Second year	Intensive tillage					
	خاک و رزی متداول	10.66 <sup>a</sup>	703.85 <sup>b</sup>	1.20 <sup>a</sup>	103.17 <sup>d</sup>	301.73 <sup>c</sup>
	Conventional tillage					

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد می باشد.

The same letters in each column showed no significant difference at the probability level of 5% based on LSD test

## References

- Acharya, C.L., and Sharma, P.D. 2019. Tillage and mulch effects on soil physical environment, root growth, nutrient uptake and yield of maize and wheat on an Alfisol in north-west India. *Soil and Tillage Research*, 32: 291-302.
- Amanullah, H., Marwat, K.B., Shah, P., Maula, N., and Arifullah, S. 2009. Nitrogen levels and its time of application influence leaf area, height and biomass of maize planted at low and high density. *Pakistan Journal of Botany*, 41(2), 761-768.
- Arnon, A.N. 1967. Method of extraction of chlorophyll in the plants. *Agronomy journal*, 23(1), 112-121.
- Ashraf, M., Ali, Q., and Rha, E.S. 2005. The effect of applied nitrogen on the growth and nutrient concentration of Kalonji (*Nigella sativa*). *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 45(4), 459-463.
- Bodner, G., Nakhforoosh, A., and Kaul, H.P. 2015. Management of crop water under drought: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 35:401-442.
- Dalal, R.C., Allen, D.E., Wang, W.J., Reeves, S., and Gibson, I. 2011. Organic carbon and total nitrogen stocks in a Vertisol following 40 years of no-tillage, crop residue retention and nitrogen fertilization. *Soil and Tillage Research*. 112: 133-139.
- Divito, G.A., Hernan, R., Rozas, S., Echeverra, H.E., Studdert, G.A., and Wyngaard, N. 2011. Long term nitrogen fertilization: Soil property changes in an Argentinean Pampas soil under no tillage. *Soil and Tillage Research*, 114: 117-126.
- Eyni, H., Mirzaei Heydari, M., and Fathi, A. 2022. Investigation of application of urea fertilizer, mycorrhiza and foliar application of humic acid on quantitative and qualitative properties of canola. *Crop Science Research in Arid Regions*, 4(2), 405-420. (In Persian with English Summary).
- Fathi, A. 2020. Tillage systems and use of chemical fertilizers (N.P.K) Interaction on soil properties and maize quantitative and qualitative traits. Faculty of Agriculture. Islamic Azad University, Ayatollah Amoli Branch
- Fathi, A. 2022. Role of nitrogen (N) in plant growth, photosynthesis pigments, and N use efficiency: A review. *Agrisost*, 28: 1-8.
- Fathi, A., and Zeidali, E. 2021. Conservation tillage and nitrogen fertilizer: a review of corn growth and yield and weed management. *Central Asian Journal of Plant Science Innovation*, 1(3), 121-142.
- Fathi, A., Barari Tari, D., Fallah Amoli, H., and Niknejad, Y. 2020. Study of energy consumption and greenhouse gas (GHG) emissions in corn production systems: influence of different tillage systems and use of fertilizer. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 51(6), 769-778.

- Ghadirnezhad Shiade, S.R., Fathi, A., Taghavi Ghasemkheili, F., Amiri, E., and Pessarakli, M. 2022. Plants' responses under drought stress conditions: Effects of strategic management approaches—a review. *Journal of Plant Nutrition*, 1-33.
- Guillou, C.L., Angers, D.A., Leterme, P., and Menasseri-Aubry, S. 2011. Differential and successive effects of residue quality and soil mineral N on water-stable aggregation during crop residue decomposition. *Soil Biology and Biochemistry*, 43: 1955-1960.
- Habtegebrial, K., Singh, B.R., and Haile, M. 2007. Impact of tillage and nitrogen fertilization on yield, nitrogen use efficiency of tef (*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter) and soil properties. *Soil and Tillage Research*, 94: 55-63.
- Hussain, I., Olson, K.R., and Ebelhar, S.A. 1999. Impacts of tillage and no-till on production of maize and soybean on an eroded Illinois silt loam soil. *Soil and Tillage Research*, 52(1-2), 37-49.
- Imani, R., Samdeliri, M., and Mirkalaei, A.M. 2022. The effect of different tillage methods and nitrogen chemical fertilizer on quantitative and qualitative characteristics of corn. *International Journal of Analytical Chemistry*, 1-11.
- Issaka, F., Zhang, Z., Zhao, Z.Q., Asenso, E., Li, J.H., Li, Y.T., and Wang, J.J. 2019. Sustainable conservation tillage improves soil nutrients and reduces nitrogen and phosphorous losses in maize farmland in southern China. *Sustainability*, Jackson, M.C. 1964. *Soil Chemical Analysis*. Constable and Co. 11(8), 2397. Ltd. London. pp: 183-192.
- Kihara, J., Bationo, A., Mugendi, D.N., Martius, C., and Vlek, P.L. 2011. Conservation tillage, local organic resources, and nitrogen fertilizer combinations affect maize productivity, soil Structure and nutrient balances in semi-arid Kenya. *In Innovations as key to the green revolution in Africa* (pp. 155-167). Springer, Dordrecht.
- Lamptey, S., Li, L., and Yeboah, S. 2018. Reduced tillage practices without crop retention improved soil aggregate stability and maize (*Zea mays* L.) yield. *Ghana Journal of Horticulture* (JHORT), 13(1), 50-69.
- Maleck, I., and Blecharczyk, A. 2006. Effect of tillage system, mulches and nitrogen fertihzation on spring barely (*Hordeum vulgare* L.). *Agronomy Research*, 6 (2), 517-529.
- Marashi, S.K., and Shamoradi, F. 2020. Effect of biological and chemical nitrogen sources on yield and yield components of corn (*Zea mays* L.). *Applied Field Crops Research*, 32(04), 76-90. (In Persian with English Summary).
- Mohammadi, E., Asghari, H.R., Gholami, A., and Khorramdel, S. 2017. Evaluation of net primary productivity and carbon allocation to different parts of corn in different tillage and nutrient management systems. *Agroecology*, 9(1), 262-275. (In Persian with English Summary).

Monneveux, P., Zaidi, P., and Sanchez, C. 2005. Population density and low nitrogen affects yield-associated traits in tropical maize. *Crop Science*, 45: 535-545.

Nasar, J., Wang, G.Y., Ahmad, S., Muhammad, I., Zeeshan, M., Gitari, H., ... and Hasan, M.E. 2022. Nitrogen fertilization coupled with iron foliar application improves the photosynthetic characteristics, photosynthetic nitrogen use efficiency, and the related enzymes of maize crops under different planting patterns. *Frontiers in Plant Science*, 13, 988055.

Nassiri Mahallati, M., Bahamin, S., Fathi, A., and Beheshti, S.A. 2022. The effect of drought stress on yield and yield components of maize using meta-analysis method. *Applied Field Crops Research*, 35(1), 53-35. (In Persian with English Summary).

Nguu, N.V. 2017. Effect of nitrogen, phosphorus and soil and crop residues management practices on maize (*Zea mays* L.) yield in ultisol of eastern Cameroon. *Fertilizer Research*, 14: 135-142.

Paré, T., Gregorich, E.G., and Nelson, S.D. 2000. Mineralization of nitrogen from crop residues and N recovery by maize inoculated with vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *Plant and Soil*, 218:1-2, 11-20

Plénet, D., and Lemaire, G., 2000. Relationships between dynamics of nitrogen uptake and dry matter accumulation in maize crops. Determination of critical N concentration. *Plant Biology and Soil Sciences*, 216: 65–82.

Qiu, S.J., He, P., Zhao, S.C., Li, W.J., Xie, J.G., Hou, Y.P., ... and Jin, J.Y. 2015. Impact of nitrogen rate on maize yield and nitrogen use efficiencies in northeast China. *Agronomy Journal*, 107(1), 305-313.

Rahimizadeh, M., Kashani, A., Zare-Feizabadi, A., Koocheki, A.R., and Nassiri-Mahallati, M. 2010. Nitrogen use efficiency of wheat as affected by preceding crop, application rate of nitrogen and crop residues. *Australian journal of crop science*, 4(5), 363.

Ramroudi, M., Majnoun Hosseini, N., Hossenzadeh, H., Mazahei, D., and Hosseini, M.B. 2011. Effects of cover crops, tillage systems and nitrogen fertilizer on soil properties and yield of forage sorghum (*Sorghum bicolor* L.). *Agronomy Journal (Pajohesh and Sazandeg)*, 92: 19-23. (In Persian with English Summary).

Sakala, W.D., Cadisch, G., and Giller, K.E. 2020. Interactions between residues of maize and pigeonpea and mineral N fertilizers during decomposition and N mineralization. *Soil Biology and Biochemistry*, 32: 679-688.

Saudy, H.S., and Mohamed El-Metwally, I. 2023. Effect of irrigation, nitrogen sources, and metribuzin on performance of maize and its weeds. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 54(1), 22-35.

Shirani, H., Hajabbasi, M.A., Afyuni, M., and Hemmat, A. 2002. Effects of

farmyard manure and tillage systems on soil physical properties and corn yield in central Iran. *Soil and tillage research*, 68(2), 101-108.

Simić, M., Dragičević, V., Mladenović Drinić, S., Vukadinović, J., Kresović, B., Tabaković, M., and Brankov, M. 2020. The contribution of soil tillage and nitrogen rate to the quality of maize grain. *Agronomy*, 10(7), 976.

Singer, J.W., Kohler, K.A., Liebman, M., Richard, T.L., Cambardella, C.A., and Buhler, D.D. 2004. Tillage and compost affect yield of corn, soybean, and wheat and soil fertility. *Agronomy Journal*, 96(2), 531-537.

Taheri, F., Maleki, A., and Fathi, A. 2021. Study of different levels of nitrogen fertilizer and irrigation on quantitative and qualitative characteristics of Quinoa grain yield. *Crop physiology journal*, 13(50), 135-149. (In Persian with English Summary).

Tueche, J.R., and Hauser, S. 2011. Maize (*Zea mays* L.) yield and soil physical properties as affected by the previous plantain cropping systems, tillage and nitrogen application. *Soil and Tillage Research*, 115, 88-93.

Wang, X., Dai, K., Zhang, D., Zhang, X., Wang, Y., Zhao, Q., ... and Oenema, O. 2011. Dryland maize yields and water use efficiency in response to tillage/crop stubble and nutrient management practices in China. *Field Crops Research*, 120(1), 47-57.

Wasaya, A., Tahir, M., Yasir, T.A., Akram, M., Farooq, O., and Sarwar, N. 2018. Soil physical properties, nitrogen uptake and grain quality of maize (*Zea mays* L.) as affected by tillage systems and nitrogen application. *Italian Journal of Agronomy*, 13(4), 324-331.

Wozniak A., Wesolowski, M., and Soroka, M. 2015. Effect of long-term reduced tillage on grain yield, grain quality and weed infestation of spring wheat. *Journal of Agriculture Science and Technology*, 17: 899-908.

Yue, K., Li, L., Xie, J., Wang, L., Liu, Y., and Anwar, S. 2022. Tillage and nitrogen supply affects maize yield by regulating photosynthetic capacity, hormonal changes and grain filling in the Loess Plateau. *Soil and Tillage Research*, 218, 105317.

## Quantitative and qualitative response of corn yield as influenced by tillage methods and nitrogen consumption

Ehsan Zeidali<sup>1</sup>, Rooholla Moradi<sup>\*2</sup>, Amin Fathi<sup>3</sup>

1. Assistant Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran .
2. Associate Professor, Department of Plant Productions, Agricultural Faculty of Bardsir, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran. (Corresponding author)
3. Ph.D. of Agronomy, Ayatollah Amoli Branch, Islamic Azad University, Amol, Iran.

Received: April 2021 Accepted: April 2023- DOI: 10.22092/aj.2023.354173.1542

### Extended Abstract

**Zeidali, E., Moradi, R., Fathi, A.,** Quantitative and qualitative response of maize yield to tillage systems and nitrogen chemical fertilizer  
**Applied Research in Field Crops Vol 35, No. 2, 2022 14-16:** 85-105(in Persian)

### Introduction

Maize (*Zea mays* L.), occupying a large cultivation area, is one of the most important grains in Iran and across the world. This crop plays a vital role in industry, human nutrition and animal feed. The relationship between conservation agriculture and tillage methods and nitrogen application is critical to better understanding of their role in yield formation in the agro-ecosystems. For successful production, tillage systems are one of the essential operations in corn cultivation (Fathi & Zeidali, 2021). Nitrogen is one of the most important nutrients for crops, especially corn, which, if not supplied in sufficient quantities, can limit plant growth. It has been reported that higher or lower nitrogen consumption has a negative effect on crop growth and production (Taheri *et al.*, 2021). There are plenty of attempts to investigate the combining effect of the conservation tillage methods (including reduced or no-tillage) with nitrogen fertilizer application and previous crop residues. This combined strategy could be recommended as one of the most effective approaches to improve maize performance and achieve sustainable  
Email address of the corresponding author: r.moradi@uk.ac.ir

agriculture (Kihara *et al.*, 2011). Accordingly, considering the importance of sustainable agricultural, it is essential to optimally use nitrogen and also improve soil properties. Therefore, this study aimed to investigate the combined effect of nitrogen and tillage methods on quantitative and qualitative characteristics of corn.

### **Materials & Methods**

This experiment was performed as a split plot experiment based on randomized complete block design with three replications in 2017-2019 in Darreh-shahr city, Ilam province. The experimental treatments included three methods of tillage including conservation tillage (using compound tillage machines and farrower), conventional tillage (one-time reversible plow + one-time disc + farrower) and intensive tillage (two-time reversible plow + two-time disc + farrower) as the main plot and the chemical fertilizer nitrogen at five levels including no chemical fertilizer application, 50, 100, 150 and 200 kg N ha<sup>-1</sup> as the sub-plot.

### **Results & Discussion**

The results showed that the highest grain yield (7615.9 kg ha<sup>-1</sup>) was obtained by conservation tillage treatment which showed an increase of 22.3% and 5.8% compared to the intensive and conventional tillage, respectively. Also, the application of 200 kg ha<sup>-1</sup> of nitrogen fertilizer produced the highest grain yield, which showed a 21% increase compared to the absence of nitrogen. The results of the mean comparison showed that in conventional tillage treatment, contents of chlorophyll a, b and total showed 8.4%, 23.7% and 12.6% increase compared to intensive tillage, respectively. The mean comparison of nitrogen treatment showed that the contents of chlorophyll a, b and total at 150 kg ha<sup>-1</sup> of nitrogen fertilizer were 10.92, 3.59 and 14.51 mg g<sup>-1</sup> fresh weight, respectively. The application of 200 kg ha<sup>-1</sup> of nitrogen fertilizer gave the highest nitrogen contents of dry matter (1.27%). The results also showed that the highest nitrogen content of dry matter was associated with the second year and conservation tillage by 1.25% and the lowest was obtained in the first year and conventional tillage (1.1%). In conservation tillage, more nutrients were available to the plant roots, especially in the second year, improving the yield. The results showed that the yield of corn in the first year was higher in conventional tillage than in conservation tillage. In the first

year, due to conventional tillage, was more than conservation tillage. Moreover, decomposition of organic matters is accelerated in conventional tillage due to the enhanced incorporation of residues with the soil. As a result of this process, more nutrient elements were probably absorbed by the roots, consequently leading to the increased grain yield. In the second year, the yield of corn in conventional tillage was lower than in conservation tillage. The reason for this may be the further decomposition of plant residues resulting from conservation tillage in the second year and the improvement of the nutritional status of the soil.

### **Conclusion**

According to the results, conservation tillage had a more beneficial effect on increasing the growth characteristics, yield, yield components and nutrients absorption by the corn plant than conventional and intensive tillage system. It can be stated that the implementation of conservation tillage is able to help the corn root with the enhanced nitrogen absorption, resulting in the improved yield.

**Keywords:** Chlorophyll, Conservation agriculture, Harvest index, Plowing, Protein

### **References**

- Fathi, A., and Zeidali, E. 2021. Conservation tillage and nitrogen fertilizer: a review of corn growth and yield and weed management. *Central Asian Journal of Plant Science Innovation*, 1(3), 121-142. (In Persian with English Summary).
- Kihara, J., Bationo, A., Mugendi, D.N., Martius, C., and Vlek, P. L. 2011. Conservation tillage, local organic resources, and nitrogen fertilizer combinations affect maize productivity, soil structure and nutrient balances in semi-arid Kenya. *In Innovations as key to the green revolution in Africa* (pp. 155-167). Springer, Dordrecht.
- Taheri, F., Maleki, A., and Fathi, A. 2021. Study of different levels of nitrogen fertilizer and irrigation on quantitative and qualitative characteristics of Quinoa grain yield. *Crop physiology journal*, 13(50), 135-149. (In Persian with English Summary).