"نشریه علوم زراعی ایران"
جلد بیست و هفتم، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۴

مقاله پژوهشی

DOR: 20.1001.1.23223243.2021.19.1.29.0

اثر روش‌های خاک‌ورزی و مصرف کود نیتروژن بر عملکرد و کیفیت علوفه تریتیکاله (X *Triticosecale* Wittmack) در زراعت دوم پس از برداشت برنج

Effect of tillage methods and nitrogen fertilizer application on forage yield and quality of triticale (X *Triticosecale* Wittmack) following rice harvest

سیدرضا سیدی[۱]، المیرا محمدوند[۲]، مریم حسینی چالشتری[۳] و محمد ربیعی[۴]

چکیده

سیدی، س.ر.، ا. محمدوند، م. حسینی چالشتری و م. ربیعی. ۱۴۰۴. اثر روش‌های خاک‌ورزی و مصرف کود نیتروژن بر عملکرد و کیفیت علوفه تریتیکاله (X *Triticosecale* Wittmack) در زراعت دوم پس از برداشت برنج. **نشریه علوم زراعی ایران. ۲۷ (۱): ۱۷۹ -۱۶۵.**

تعیین حد بهینه مصرف کود نیتروژن و انتخاب روش مناسب خاک‌ورزی در اراضی شالیزاری، یکی از عوامل مهم و تأثیرگذار در افزایش موفقیت در زراعت دوم گیاه تریتیکاله رقم پاژ پس از برداشت برنج است. به‌منظور تعیین میزان مناسب مصرف کود نیتروژن و روش مطلوب تهیه بستر بذر، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات برنج کشور- رشت در سال‌های زراعی ۰۱-۱۴۰۰ و ۰۲-۱۴۰۱ اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل خاک‌ورزی در سه سطح (بدون خاک‌ورزی، کم‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی متداول) به‌عنوان عامل اصلی و مصرف کود نیتروژن در پنج سطح (صفر، ۴۶، ۹۲، ۱۳۸ و ۱۸۴ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره) به‌عنوان عامل فرعی بودند. نتایج نشان داد که کمترین تعداد روز تا سبز شدن گیاهچه (۸/۸ روز) و بیشترین تراکم بوته در زمان برداشت (۲۴۶ بوته در مترمربع) و عملکرد علوفه تر (۳۸/۴ تن در هکتار) در تیمار خاک‌ورزی متداول حاصل شد. بیشترین ارتفاع بوته (۱۵۴/۹ سانتی‌متر)، تعداد پنجه (۵/۱)، تراکم بوته (۲۵۴ بوته در مترمربع)، عملکرد علوفه تر (۴۵/۲ تن در هکتار) و محتوای پروتئین علوفه (۱۷/۷ درصد) در تیمار ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد. بیشترین عملکرد علوفه خشک (۱۴/۷ تن در هکتار) و عملکرد پروتئین (۲۶۳۰/۳ کیلوگرم در هکتار) در تیمار خاک‌ورزی متداول و مصرف ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری با تیمار کم‌خاک‌ورزی و مصرف ۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نداشت. نتایج این آزمایش نشان داد که تیمار کم‌خاک‌ورزی و مصرف ۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن از نظر تولید عملکرد علوفه تر و خشک تریتیکاله در اراضی شالیزاری پس از برداشت برنج نسبت به سایر تیمارها برتری داشت.

واژه های کلیدی: تریتیکاله، تناوب زراعی، شالیزار، عملکرد علوفه و کم‌خاک‌ورزی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۲/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۷/۱۹ این مقاله مستخرج از رساله دکتری نگارنده اول می‌باشد

۱- دانشجوی دکتری دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
۲- استادیار دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران (مکاتبه کننده، Mohammadvand@guilan.ac.ir .✉)
۳- دانشیار بخش تحقیقات اصلاح و تهیه بذر، مؤسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران
۴- محقق بخش تحقیقات اصلاح و تهیه بذر، مؤسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-12]

Effect of tillage methods and nitrogen fertilizer application on forage yield and quality of triticale (X *Triticosecale* Wittmack) following rice harvest

Seyedi, S.R.[1], Mohammadvand, E.[2], Hosseini Chaleshtori[3] and Rabiee, M.[4]

ABSTRACT

Seyedi, S.R. Mohammadvand, E., Hosseini Chaleshtori and Rabiee. M. 2025. Effect of tillage methods and nitrogen fertilizer application on forage yield and quality of triticale (X *Triticosecale Wittmack*) following rice harvest. **Iranian Journal of Crop Sciences. 27(1): 165-179. (In Persian).**

Introduction: Triticale (*X Triticosecale* Wittmack) is a cereal crop that can be cultivated in rotation with rice. The occurrence of early autumn rainfall and lack of sufficient opportunity and time for land preparation are some of the problems of second crop cultivation following rice harvest. By reducing soil tillage, it is possible to increase soil water content, and improve soil structure, and aeration. It was assumed that triticale cultivars under conditions of increasing nitrogen fertilization will respond differently to tillage methods. For this purpose, the experiment was conducted to determin the optimal amount of nitrogen fertilizer application and choosing the appropriate tillage method for growing triticale cropm in rotation with rice.

Materials and Methods: To study the effect of tillage methods and nitrogen fertilizer application rates on morphological traits and biological yield of triticale cv. Pazh, a field experiment was carried out as spilit plot arrangements in randomized complete block design with three replications in the research site of Rice Research Institute of Iran (RRII), Rasht, Iran, in 2021-22 and 2022-23 growing seasons. Experimental factors were tillage methods as main plot at three levels (no-tillage, minimum tillage, and conventional tillage) and nitrogen fertilizer application rates as subplots at five levels (0, 46, 92, 138 and 184 kg N ha^{-1} from urea source).

Results: Results showed that the shortest days to seedling emergence (8.8 days), highest plant density (246 $plant.m^{-2}$) and highest fresh forage yield (38.4 $ton.ha^{-1}$) were obtained in conventional tillage plots. Highest plant density (254 $plant.m^{-2}$), plant height (154.9 cm), number of tillers (5.1), fresh forage yield (45.2 $ton.ha^{-1}$) and protein content (17.7 %) were obtained by application of 184 kg N ha^{-1}. The highest dry forage yield (14.7 $ton.ha^{-1}$) and protein yield (2630.3 $kg.ha^{-1}$) were obtained through combined treatment of conventional tillage and application of 184 kg N ha^{-1}, which was not significantly different from the combined treatment of the minimum tillage and application of 138 kg N ha^{-1}.

Conclusion: Overall, the results of this experiment showed that using the combined treatment of the minimum tillage and the application of 138 kg N ha^{-1} improved fresh and dry forage yield of triticale. This finding is very important for providing proportion of the livestock and poultry feed, increasing farmers' income as well as improving sustainability in production by including triticale in as a forage crop rotation in monoculture paddy field.

Key words: Crop rotation, Minimum tillage, Paddy field and Triticale

Received: May, 2025 **Accepted**: **October, 2025**

1. PhD Student, University of Guilan, Rasht, Iran

2. Assistant Prof., University of Guilan, Rasht, Iran (Corresponding author, ✉ Mohammadvand@guilan.ac.ir)

3. Associate Prof., Rice Research Institute of Iran (RRII), Agricultural Research, Education, and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran

4. Researcher, Rice Research Institute of Iran (RRII), Agricultural Research, Education, and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-12]

مقدمه

تریتیکاله (*X Triticosecale* Wittmack) یک گیاه دو منظوره دانه‌ای و علوفه‌ای است که از دورگ‌گیری گندم (*Triticum aestivum* L.) به‌عنوان پایه مادری و چاودار (*Secale cereal* L.) به‌عنوان پایه پدری به‌وجود آمده است. با توجه به اینکه بخش زیادی از مواد غذایی مورد نیاز دام از طریق واردات تأمین می‌شود، یکی از راهکارهای تأمین بخشی از جیره غذایی مورد نیاز دام در داخل کشور، توسعه زراعت گیاهان علوفه‌ای نظیر تریتیکاله در تناوب با برنج است. اغلب اراضی شالیزاری شمال کشور که دارای پتانسیل زراعت تریتیکاله پس از برداشت برنج هستند، در شش ماه دوم سال به‌صورت نکاشت باقی می‌مانند. کشت تریتیکاله پس از برداشت از برنج، ضمن ایجاد اشتغال، باعث استفاده مؤثر از زمین و بارندگی‌های پاییز و زمستان، کاهش جمعیت آفات و بیماری‌ها در زراعت بعدی و افزایش درآمد کشاورزان شده و به پایداری تولید برنج کمک قابل توجهی خواهد نمود (Rabiee *et al*., 2024).

در بین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه که به شکل کود مصرف می‌شوند، نیتروژن به‌عنوان اولین و مهم‌ترین عنصر محسوب می‌شود که در اغلب فرآیندهای گیاهی نقش دارد. نتایج ارزیابی اثر سطوح کود نیتروژن بر عملکرد و کیفیت دانه و علوفه تریتیکاله نشان داد که بیشترین تعداد سنبله، تعداد دانه در سنبله، عملکرد زیستی، عملکرد و پروتئین دانه در تیمار ۱۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد (Al-Hakam and Abdul-Alwahid., 2024). در یک آزمایش در باره اثر مقادیر کود نیتروژن و فسفر بر عملکرد علوفه تریتیکاله رقم جوانیلو در اراضی شالیزاری مؤسسه تحقیقات برنج کشور، مقدار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن به‌عنوان بهترین تیمار کودی گزارش شد (Rabiee *et al*., 2015). گزارش شده است که افزایش مصرف نیتروژن تا ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار، باعث افزایش عملکرد زیست توده تریتیکاله از ۱۴ به ۱۷/۵ تن در هکتار و محتوای نیتروژن آن از ۱/۳ درصد به ۱/۴ شد (You *et al*., 2023). افزایش عملکرد علوفه خشک تریتیکاله با مصرف کود نیتروژن توسط سایر محققان نیز گزارش شده است (Zhang *et al*., 2025).

با توجه به سنگین بودن بافت خاک و بارندگی‌های زیاد در فصل پاییز در استان گیلان، انجام شخم کامل در اراضی شالیزاری علاوه بر مصرف انرژی و هزینه‌های مرتبط با آن، باعث تأخیر و یا از دست رفتن فصل کشت و فشردگی و تخریب ساختمان خاک می‌شود. بنابراین، زراعت گیاهان بعد از برداشت برنج در اراضی شالیزاری، مستلزم کم‌خاک‌ورزی به‌دلیل محدودیت زمانی برای تهیه بستر بذر می‌باشد. ربیعی و همکاران (Rabiee *et al*., 2020) با ارزیابی مقادیر کود نیتروژن و روش‌های خاک‌ورزی گزارش کردند که تیمارهای خاک‌ورزی متداول و کم‌خاک‌ورزی با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن، بیشترین کارآیی زراعی، کارآیی مصرف، کارآیی فیزیولوژیک نیتروژن و بازیافت ظاهری نیتروژن را در زراعت کلزای علوفه‌ای- دانه‌ای داشتند. نتایج یک آزمایش نشان داد که بیشترین عملکرد دانه (۶/۸ تن در هکتار)، عملکرد زیستی (۱۴/۶ تن در هکتار) و شاخص برداشت (۴۶/۶ درصد) تریتیکاله از روش خاک‌ورزی متداول به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری با تیمار کم‌خاک‌ورزی (با میانگین عملکرد دانه ۶/۳ تن در هکتار، عملکرد زیستی ۱۳/۹ تن در هکتار و شاخص برداشت ۴۵/۳ درصد) نداشت (Hosseinzadeh *et al*., 2024). نتایج ارزیابی اثر کم‌خاک‌ورزی (عمق ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متر) و خاک‌ورزی متداول (عمق ۳۰ سانتی‌متر) بر ویژگی‌های دینامیکی خاک و عملکرد تریتیکاله زمستانه نشان داد که خاک‌ورزی با عمق ۲۰ سانتی‌متر با بهبود حاصلخیزی و حفظ ویژگی‌های خاک، باعث افزایش عملکرد و همچنین کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در زراعت تریتیکاله می‌شود (Vigil *et al*., 2016). ژو و همکاران (Xu *et al*., 2021) با مقایسه سه روش

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-12]

خاک‌ورزی در مزارع شالیزاری جنوب چین گزارش دادند که تیمارهای بدون خاک‌ورزی (کاشت پنج روز پیش از برداشت برنج، بدون شخم و کاشت یک روز پس از برداشت، بدون شخم) در مقایسه با خاک‌ورزی مرسوم (کاشت بعد از برداشت برنج با شخم متداول)، اثر معنی‌داری بر عملکرد ماده خشک و پروتئین خام گندم علوفه‌ای و ریگ‌راس ایتالیایی نداشت. روش بی‌خاک‌ورزی باعث افزایش نیتروژن کل و ماده آلی خاک شده و چگالی ظاهری خاک افزایش و تخلخل کل کاهش یافتند. آنها همچنین گزارش کردند که روش بدون خاک‌ورزی در مقایسه با خاک‌ورزی متداول، اثر معنی‌داری بر عملکرد ماده خشک و پروتئین خام گندم علوفه‌ای نداشت (Xu *et al*., 2024). خان و همکاران (Khan *et al*., 2020) گزارش کردند که بیشترین عملکرد علوفه تر و خشک ذرت (به‌ترتیب ۴۲/۳ و ۷/۸ تن در هکتار) و سورگوم (به‌ترتیب ۳۱ و ۵/۷ تن در هکتار) در تیمار بدون خاک‌ورزی حاصل شد. اثر مثبت روش‌های کم‌خاک‌ورزی و بدون خاک‌ورزی بر ویژگی‌های زراعی و عملکرد دانه و کاه غلات و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و زیستی خاک توسط سایر محققان نیز گزارش شده است (Nunes *et al*., 2020).

با وجود آزمایش‌های متعدد، اثر ترکیب روش‌های خاک‌ورزی و مقادیر کود نیتروژن در شرایط اراضی شالیزاری کمتر مورد بررسی قرار گرفته است. پژوهش حاضر با هدف شناسایی مناسب‌ترین روش خاک‌ورزی و مقدار بهینه کود نیتروژن برای افزایش عملکرد و کیفیت علوفه تریتیکاله در کشت دوم پس از برداشت برنج انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار طی سال‌های زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ و ۱۴۰۲-۱۴۰۱ در اراضی شالیزاری مؤسسه تحقیقات برنج کشور، رشت اجرا شد. مزرعه محل اجرای آزمایش در ۳۷ درجه و ۱۳ دقیقه عرض شمالی و ۴۹ درجه و ۳۹ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار مبدأ واقع شده و ارتفاع آن ۱۸ متر بالاتر از سطح آب‌های آزاد است. تیمارهای آزمایشی شامل روش‌های خاک‌ورزی در سه سطح بدون خاک‌ورزی (کاشت بذر در شیارهای ایجاد شده با استفاده از شیار بازکن دستی)، کم‌خاک‌ورزی (یک بار استفاده از روتیواتور در عمق حدود ۱۵ سانتی‌متر) و خاک‌ورزی متداول (شخم برگردان‌دار همراه با دو بار روتیواتور)، به‌عنوان کرت اصلی و مصرف کود نیتروژن در پنج سطح صفر، ۴۶، ۹۲، ۱۳۸ و ۱۸۴ کیلوگرم در هکتار (از منبع اوره) (Rabiee *et al*., 2024) به‌عنوان کرت فرعی در نظر گرفته شدند. تریتیکاله مورد استفاده در آزمایش رقم پاژ بود. پاژ دومین رقم تریتیکاله کشور است که توسط موسسه تحقیقات اصلاح وتهیه نهال و بذر اصلاح و در سال ۱۳۹۴ از سوی شورای عالی تحقیقات کشاورزی، منابع طبیعی و آموزش وزارت جهاد کشاورزی نام‌گذاری و معرفی شده است. رقم پاژ دارای پتانسیل عملکرد بالا (عملکرد دانه بیش از ۷۰۰۰ کیلوگرم در هکتار)، زودرسی نسبی (۱۵ تا ۳۰ روز نسبت به ارقام دیررس)، مقاومت به خوابیدگی و بیماری‌های رایج گندم (به‌ویژه زنگ زرد) است و به‌دلیل تحمل قابل قبول به سرما، برای کاشت در مناطق معتدل در سطح کشور پیشنهاد شده است. این رقم برای استفاده دو منظوره (علوفه سبز و دانه) نیز مناسب بوده و در اراضی کم‌بازده از موفقیت بیشتری نسبت به گندم و جو برخوردار داشته و تهیه سیلوی آن نیز موفقیت‌آمیز است. اطلاعات هواشناسی محل اجرای آزمایش و نتایج تجزیه خاک در جدول‌های ۱ و ۲ ارائه شده است.

پس از برداشت محصول برنج، عملیات آماده‌سازی خاک مزرعه برای هر دو فصل در اواخر مهر اجرا شد. در تیمار بدون خاک‌ورزی هیچ‌گونه عملیات خاک‌ورزی انجام نشد و کاشت بذر در شیارهای ایجاد

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-12]

جدول ۱- اطلاعات هواشناسی محل اجرای آزمایش (۰۱-۱۴۰۰ و ۰۲-۱۴۰۱)

Table 1. Meteorological information of the experiment site (2021-2023)

سال Year	Months	ماه	میانگین دما Mean temperature (°C)	دما Temperature (°C) Maximum	Minimum	بارندگی Rainfall (mm)	ساعات آفتابی Sunny hours (hr)
	Nov.	آبان	10.1	16.2	4.1	100.5	74.4
	Dec.	آذر	13.1	18.9	7.3	30.1	127.1
۱۴۰۱-۱۴۰۰	Jan.	دی	7.3	12.4	2.3	146.6	109.9
2021-2022	Feb.	بهمن	8.6	14.5	2.8	72.6	146.6
	Mar.	اسفند	10.1	13.8	6.4	122.6	72.4
	Apr.	فروردین	13.4	19.1	7.7	40.5	161.4
	May	اردیبهشت	17.6	21.8	13.4	19.0	53.7
	Nov.	آبان	14.0	19.4	8.6	70.2	74.6
	Dec.	آذر	10.8	14.0	7.5	108.8	63.6
۱۴۰۲-۱۴۰۱	Jan.	دی	7.2	11.7	2.7	77.1	101.4
2022-2023	Feb.	بهمن	6.6	11.3	1.9	109.4	107.4
	Mar.	اسفند	12.9	18.6	7.2	76.1	125.4
	Apr.	فروردین	14.8	20.3	9.3	53.9	157.1
	May	اردیبهشت	19.1	24.7	13.4	8.7	58.1

جدول ۲- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Table 2. Physical and chemical properties of soil at the experiment site

پتاسیم K ($mg.kg^{-1}$)	فسفر P ($mg.kg^{-1}$)	نیتروژن N (%)	کربن آلی OC (%)	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	بافت خاک Soil texture	اسیدیته pH
160	18.4	0.14	1.32	0.87	Silty-Clay	7.24

شده با شیار بازکن داسی شکل به عمق پنج سانتی‌متر به‌صورت دستی انجام شد. در تیمار کم‌خاک‌ورزی، عملیات شخم یک بار و با استفاده از روتیواتور در عمق حدود ۱۵ سانتی‌متری اجرا شد و در تیمار خاک‌ورزی کامل شخم اولیه با گاو آهن برگردان‌دار در عمق ۲۵ سانتی‌متر اجرا شده و سپس خاک‌ورزی ثانویه طی دو مرحله با استفاده از روتیواتور انجام شد. به‌منظور خروج آب اضافی، زه‌کش‌هایی به عمق ۳۰ سانتی‌متر در اطراف زمین و بین تکرارها احداث شد. ابعاد کرت‌های آزمایشی ۲ ×۱۰ متر، فاصله بین تکرارها دو متر و فاصله بین کرت‌ها یک متر بود. عناصر غذایی مورد نیاز پایه بر اساس نتایج تجزیه خاک شامل کود نیتروژن (از منبع اوره) بر اساس تیمارهای آزمایشی، ۵۰ کیلوگرم فسفر (از منبع سوپرفسفات تریپل) و ۵۰ کیلوگرم پتاسیم (از منبع سولفات پتاسیم) قبل از کاشت در سطح مزرعه به‌طور یکنواخت به خاک داده شدند. کاشت بذر تریتیکاله بر اساس ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار به‌صورت دستی با فاصله ردیف ۲۰ سانتی‌متر در ردیف‌هایی به طول ۱۰ متر (ده ردیف کاشت) انجام شد. تاریخ کاشت در سال اول آزمایش ۱۷ آبان و در سال دوم ۱۴ آبان بود. دو سوم کود نیتروژن تخصیص یافته در زمان کاشت و یک سوم آن نیز به‌صورت سرک در بازه زمانی بین شروع تا اواسط پنجه‌زنی (در مراحل ۲۱ تا ۲۴ کد بندی زیداکس) در کرت‌های آزمایشی به طور یکنواخت پخش شد. کنترل مکانیکی و شیمیایی علف‌های هرز در طی فصل رشد انجام نشد. برای مبارزه با آفت حلزون در مرحله ۳ تا ۴ برگی گیاهچه‌ها از سم متالدهاید به میزان سه کیلوگرم در هکتار استفاده شد.

صفات گیاهی مورد ارزیابی شامل تعداد روز تا سبز شدن گیاهچه، تراکم بوته‌ها در زمان برداشت، ارتفاع بوته، تعداد پنجه، عملکرد علوفه تر، عملکرد علوفه خشک، محتوای پروتئین علوفه و عملکرد پروتئین بودند. فاصله بین زمان کاشت تا سبز شدن ۵۰ درصد گیاهچه‌ها در هر کرت به‌عنوان تعداد روز تا سبز شدن در نظر گرفته شد.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-12]

برای تعیین تراکم بوته در زمان برداشت علوفه در قسمت میانی هر کرت، از چارچوب چوبی به ابعاد ۱×۱ متر استفاده شد و پس از شمارش بوته‌ها، میانگین تراکم بوته برای هر کرت ثبت شد. برداشت علوفه تریتیکاله بر مبنای کدبندی زایدکس در مراحل ۸۱ تا ۸۹ (آغاز مرحله خمیری نرم تا رسیدگی کامل) در ۱۶ و ۱۲ اردیبهشت به‌ترتیب در سال اول و دوم آزمایش انجام شد (Zadoks *et al*., 1974). عملکرد علوفه خشک، پس از خشکاندن علوفه تر در آون بر مبنای رطوبت ۱۵ درصد محاسبه شد. برای اندازه‌گیری محتوای پروتئین علوفه، نمونه علوفه خشک آسیاب و سپس به روش هضم تر، محتوای نیتروژن کل علوفه با استفاده از روش کجلدال تعیین شد. از حاصلضرب محتوای نیتروژن علوفه در عدد ۶/۲۵، محتوای پروتین خام علوفه تعیین شد. عملکرد پروتئین علوفه از حاصلضرب عملکرد ماده خشک در محتوای پروتئین خام محاسبه شد. قبل از تجزیه واریانس داده‌ها، یکنواختی واریانس خطای آزمایشی با استفاده از آزمون بارتلت انجام شد. تجزیه مرکب داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS (SAS, version 9.4) و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر تیمارهای خاک‌ورزی بر تعداد روز تا سبز شدن گیاهچه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین (۹/۴ روز) و کمترین (۸/۸ روز) روز تا سبز شدن گیاهچه‌های تریتیکاله به‌ترتیب مربوط به تیمارهای بدون خاک‌ورزی و خاک‌ورزی متداول بود. تفاوت بین تیمار بدون خاک‌ورزی و تیمار کم‌خاک‌ورزی (۹/۱ روز) معنی‌دار نبود (جدول ۳).

به نظر می‌رسد که تفاوت در تعداد روز تا سبز شدن گیاهچه در تیمارهای خاک‌ورزی ناشی از تغییر شرایط شیمیایی، فیزیکی، دمایی و رطوبتی بستر بذر باشد. فشردگی خاک، کاهش خلل و فرج، تهویه محدود و نفوذپذیری کم در روش بدون خاک‌ورزی ، احتمالا باعث کاهش دسترسی بذر به اکسیژن و کندی جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه می شود. به‌علاوه، وجود بقایای گیاهی، علف‌های هرز و کلوخه‌های درشت مانع از گرم شدن یکنواخت خاک و تماس بذر با خاک شده و استقرار گیاهچه با کندی مواجه می شود. به‌علاوه توزیع نامناسب عناصر غذایی به‌دلیل عدم زیر و رو شدن خاک در شیوه بدون خاک‌ورزی از عواملی است که با ایجاد اختلال در رشد، باعث افزایش طول مدت سبز شدن گیاهچه‌ها می‌شود. قاضی‌نژاد و همکاران (Ghazinejad *et al*., 2021) نیز گزارش کردند که بیشترین ضریب سرعت سبز شدن گیاهچه (۳/۴۷ درصد) در تیمار عدم وجود بقایای گیاهی به‌دست آمد که نسبت به تیمار وجود بقایا ۳۴ درصد افزایش ۳۴ داشت. آنها اظهار داشتند که در تیمار وجود بقایای گیاهی، ناکافی بودن دما برای جوانه‌زنی بذر باعث عدم استقرار مناسب گیاهچه و کاهش ضریب سرعت سبز شدن آن بود. گزارش شده است که عدم وجود بقایا بر سطح خاک باعث گرم شدن سریع‌تر خاک و افزایش ضریب سرعت سبز شدن بذر می‌شود (Barzegar *et al*., 2004). این نتایج نشان می‌دهد که برهم‌کنش عواملی مانند وجود یا عدم بقایا، دما، توزیع رطوبت و تهویه خاک از عوامل تعیین‌کننده سرعت سبز شدن گیاهچه‌ها بوده و انتخاب روش مناسب خاک‌ورزی دارای نقش تعیین‌کننده‌ای در بهینه سازی شرایط برای یکنواختی سبز شدن و استقرار موفق گیاهچه‌های تریتیکاله است.

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر تیمارهای کود نیتروژن بر ارتفاع بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمارهای ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با میانگین ۱۵۴/۸ سانتی‌متر و شاهد بدون مصرف کود با

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-12]

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات گیاهی تریتیکاله در تیمارهای خاک‌ورزی

Table 3. Mean comparison of plant traits of triticale in tillage method treatments

Treatments	تیمارهای آزمایشی	روز تا سبز شدن Days to seedling emergence	تراکم بوته Plant density (plant.m^{-2})	عملکرد پروتئین Protein yield (kg.ha^{-1})	عملکرد علوفه خشک Dry forage yield (kg.ha^{-1})	عملکرد علوفه تر Fresh forage yield (kg.ha^{-1})
Tillage methods	روش‌های خاک‌ورزی					
No-tillage	بدون خاک‌ورزی	9.4a	222b	1447b	9375b	34780b
Minimum tillage	کم‌خاک‌ورزی	9.1b	237a	1787a	11329a	36886a
Conventioal tillage	خاک‌ورزی متداول	8.8b	246a	1870a	11725a	38423a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each coloumn followed by similar leter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Tukey's test

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات گیاهی تریتیکاله در تیمارهای کود نیتروژن

Table 4. Mean comparison of plant traits of triticale in nitrogen fertilizer treatments

Treatments	تیمارهای آزمایشی	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد پنجه No. Tiller	تراکم بوته Plant density (plant.m^{-2})	عملکرد علوفه تر Freash forage yield (kg.ha^{-1})	عملکرد علوفه خشک Dry forage yield (kg.ha^{-1})	محتوای پروتئین Protein content (%)	عملکرد پروتئین Protein yield (kg.ha^{-1})
Nitrogen (kg.ha^{-1})	کود نیتروژن							
Zero (Control)	صفر	119.1c	3.3c	209c	21742d	6385d	10.8d	689e
46	۴۶	137.3b	4.2b	228bc	34443c	9703c	14.3c	1391d
92	۹۲	142.9ab	4.6b	235ab	38398b	11117b	15.3b	1708c
138	۱۳۸	152.4a	5.1a	249a	43620a	12918a	17.1a	2224b
184	۱۸۴	154.9a	5.1a	254a	45281a	14030a	17.7a	2494a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each coloumn followed by similar leter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Tukey's test

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-12]

میانگین ۱۱۹/۱ سانتی‌متر، به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین میانگین ارتفاع بوته بودند. تفاوت بین تیمار ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با تیمار ۱۳۸ کیلوگرم در هکتار (۱۵۲/۴ کیلوگرم در هکتار) معنی‌دار نبود (جدول ۴). ربیعی و همکاران (Rabiee *et al*., 2015) گزارش کردند که تیمارهای صفر (با میانگین ۱۰۶/۵ سانتی‌متر) و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (با میانگین ۱۳۳/۲ سانتی‌متر) به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین ارتفاع بوته در زراعت گیاه تریتیکاله بودند. نتایج یک آزمایش نشان داد که رابطه ارتفاع بوته و مقدار کود نیتروژن خطی بوده و با افزایش مصرف نیتروژن، ارتفاع بوته تریتیکاله افزایش یافت (YuGuo *et al*., 2006).

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر تیمارهای کود نیتروژن بر تعداد پنجه تریتیکاله در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمارهای ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با میانگین ۵/۱ عدد پنجه و شاهد بدون مصرف کود با میانگین ۳/۳ عدد پنجه، به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین تعداد پنجه بودند. تفاوت بین تیمار ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با تیمار ۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (۵/۱ عدد پنجه) معنی‌دار نبود (جدول ۴). در گیاهان غلاتی پس از جوانه‌زنی، عناصر غذایی برای استقرار اولیه و سریع وتوسعه سطح برگ‌ها جذب شده و انشعاباتی از ناحیه طوقه تولید می‌شوند. به‌نظر می‌رسد که فزایش مصرف کود نیتروژن در مراحل ابتدایی رشد از طریق افزایش تولید برگ و دوام سطح آن، باعث افزایش سطوح فتوسنتزکننده و افزایش تولید، مصرف و یا ذخیره شیره پرورده درگیاه شده و باعث افزایش تعداد پنجه‌ها می‌شود. گزارش شده است که مصرف نیتروژن از طریق افزایش رشد و توسعه ریشه‌ها (طول، وزن و حجم ریشه)، باعث بهبود ظرفیت جذب آب و عناصر غذایی از خاک شده و شرایط مناسبی را برای افزایش پنجه‌زنی فراهم می‌کند (Fageria, 2009). ارتباط مثبت بین رشد ریشه و تعداد پنجه در سایر آزمایش‌ها نیز گزارش شده است (He *et al*., 2024). نتایج یک آزمایش نشان داد که مقادیر کود نیتروژن تا ۴۸۰ کیلوگرم در هکتار باعث ایجاد تفاوت معنی‌دار در تعداد پنجه، عملکرد علوفه، محتوای پروتئین خام، ارزش غذایی نسبی علوفه و قابلیت هضم ماده خشک تریتیکاله شد (He *et al*., 2024). بر این اساس به نظر می‌رسد که تأمین نیتروژن کافی، نقش مهمی در تحریک پنجه‌زنی گیاه تریتیکاله با هدف تولید علوفه ایفا می‌کند.

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر تیمارهای خاک‌ورزی و کود نیتروژن بر تراکم بوته در زمان برداشت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین (۲۴۶) و کمترین (۲۲۲) تعداد بوته در زمان برداشت به‌ترتیب مربوط به تیمارهای خاک‌ورزی متداول و بدون خاک‌ورزی بودند. تفاوت بین تیمار خاک‌ورزی متداول با تیمار کم‌خاک‌ورزی (۲۳۷ بوته) معنی‌دار نبود (جدول ۳). نتایج یک آزمایش نشان داد که درصد سبز شدن بوته‌ها در سیستم خاک‌ورزی رایج بیشتر از سیستم بدون خاک‌ورزی بود (Khodadoost *et al*., 2021). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در تیمارهای کود نیتروژن بیشترین (۲۵۴ بوته) و کمترین (۲۰۹ بوته) تراکم بوته‌ها در زمان برداشت به‌ترتیب مربوط به تیمارهای ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و شاهد بدون مصرف کود بوده است. تفاوت بین تیمار ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با تیمار ۱۳۸ کیلوگرم در هکتار (۲۴۹ بوته) معنی‌دار نبود (جدول ۳). به‌نظر می‌رسد که مصرف بهینه نیتروژن در تیمارهای ۱۳۸ و ۱۸۴ کیلوگرم می‌تواند از طریق بهبود توسعه برگ‌ها و ساقه‌ها، سنتز پروتئین‌ها، افزایش کارآیی فتوسنتز و افزایش تحمل گیاه آن‌ها در برابر تنش‌های محیطی، باعث افزایش توان رقابتی گیاه و افزایش دوام بوته‌ها و افزایش تراکم بوته‌ها زمان برداشت می‌شود. عدم

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-12]

تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای ۱۳۸ و ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن می‌تواند ناشی از اشباع نسبی نیاز گیاه به نیتروژن باشد.

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر تیمارهای خاک‌ورزی و مقادیر کود نیتروژن بر عملکرد علوفه تر تریتیکاله در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند. نتایج مقایسه میانگین‌های تیمارهای خاک‌ورزی بر عملکرد علوفه تر نشان داد که بیشترین (۳۸۴۲۳ کیلوگرم در هکتار) و کمترین (۳۴۷۸۰ کیلوگرم در هکتار) عملکرد علوفه تر به‌ترتیب مربوط به تیمارهای خاک‌ورزی متداول و بدون خاک‌ورزی بودند. تفاوت بین تیمار خاک‌ورزی متداول با تیمار کم‌خاک‌ورزی (۳۶۸۸۶ کیلوگرم در هکتار) معنی‌دار نبود (جدول ۳). توزیع نامتقارن مواد غذایی ناشی از عدم اختلاط و همگن‌سازی بستر بذر، پایین بودن دمای خاک و تهویه نامناسب ریشه (به‌دلیل وجود بقایای گیاهی) در تیمار بدون خاک‌ورزی از عواملی هستند که با ایجاد اختلال در رشد ریشه، باعث اختلال در جذب آب و عناصر غذایی و استقرار گیاهچه و افت معنی‌دار عملکرد علوفه در واحد سطح می‌شوند (Solhjou and Javadi, 2016). گزارش شده است که در روش خاک‌ورزی رایج، توسعه مناسب ریشه، تسهیل جذب آب و مواد مغذی و افزایش استقرار گیاه و شاخص سطح برگ، باعث افزایش عملکرد دانه و زیست‌توده ذرت علوفه‌ای شد (Khan *et al*., 2017). نتایج اثر روش‌های خاک‌ورزی بر عملکرد علوفه تر ذرت سیلویی نشان داد که بیشترین عملکرد علوفه از تیمار شخم توأم با دیسک حاصل شد که با تیمار دیسک تفاوت معنی‌داری نداشت و تیمار بدون خاک‌ورزی دارای کمترین مقدار عملکرد علوفه تر بود (Mohseni and Haddadi, 2016). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین (۴۵۲۸۱ کیلوگرم در هکتار) و کمترین (۲۱۷۴۲ کیلوگرم در هکتار) عملکرد علوفه تر به‌ترتیب مربوط به تیمارهای ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و شاهد بدون مصرف کود بودند. تیمار ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار دارای تفاوت معنی‌داری با تیمار مصرف ۱۳۸ کیلوگرم در هکتار (۴۳۶۲۰ کیلوگرم در هکتار) نبود (جدول ۳). افزایش مصرف نیتروژن باعث افزایش جذب آن در ژنوتیپ‌های تریتیکاله گیاه و افزایش عملکرد آن شد (Chabok *et al*., 2021). از جمله دلایل برتری تیمارهای ۱۳۸ و ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نسبت به سایر تیمارهای آزمایشی، می‌توان به افزایش ارتفاع بوته، افزایش تعداد پنجه‌ها و تعداد بوته در واحد سطح (جدول ۴) اشاره کرد که دارای تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارهای کود نیتروژن بود. نتایج یک آزمایش نشان داد که در زراعت تریتیکاله مقادیر ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌ترتیب با میانگین ۳۸۸۲۰ و ۴۰۶۱۹ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد علوفه تر را داشتند. در تیمار عدم مصرف نیتروژن کمترین (۲۶۱۹۱ کیلوگرم در هکتار) عملکرد علوفه تر حاصل شد. علت اصلی افزایش عملکرد علوفه تر در تیمارهای ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به افزایش ارتفاع بوته و افزایش تعداد پنجه‌ها نسبت داده شد (Rabiee *et al*., 2015). از دلایل افزایش عملکرد علوفه تر در مقادیر بالاتر کود نیتروژن می‌توان به تراکم بوته بیشتر در تیمارهای یاد شده اشاره کرد، به طوری که مصرف ۱۳۸کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار باعث افزایش ۹ و ۵/۷ درصدی تراکم بوته‌ها در زمان برداشت شد (جدول ۴). به‌نظر می‌رسد که مقادیر بالاتر کود نیتروژن باعث استفاده مطلوب از این عنصر و ذخیره مواد پرورده بیشتر در میانگره‌ها و زمستان‌گذرانی موفق بوته‌های تریتیکاله شده و تراکم بوته بالاتری حفظ شد. رابطه مثبت بین تراکم بوته در واحد سطح و عملکرد علوفه توسط سایر محققان نیز گزارش شده است (Mohseni and Haddadi, 2016).

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که برهمکنش تیمارهای خاک‌ورزی و کود نیتروژن بر عملکرد علوفه خشک تریتیکاله در سطح احتمال پنج

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-12]

درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین (۱۴۷۳۷ کیلوگرم در هکتار) و کمترین (۶۱۷۴ کیلوگرم در هکتار) عملکرد علوفه خشک به‌ترتیب از تیمارخاک‌ورزی متداول و مصرف ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تیمار بدون خاک‌ورزی و عدم مصرف کود حاصل شدند. تیمار خاک‌ورزی متداول و مصرف ۱۸۴ نیتروژن در هکتار تفاوت معنی‌داری با تیمار کم‌خاک‌ورزی و مصرف ۱۳۸ کیلوگرم در هکتار (۱۳۷۹۳ کیلوگرم در هکتار) نداشت (جدول ۵). نتایج یک آزمایش در ایالت کانزاس آمریکا نشان داد که در کلیه کرت‌های آزمایشی، مصرف ۷۸ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (با میانگین ۵۴۹۹ کیلوگرم در هکتار) باعث افزایش معنی‌دار عملکرد علوفه خشک تریتیکاله نسبت به تیمار شاهد (با میانگین ۴۶۶۱ کیلوگرم در هکتار) شد. با این حال، تفاوت بین تیمارهای ۵۶ و ۷۸ کیلوگرم نیتروژن در هکتار معنی‌دار نبود (Obour *et al*., 2020). نتایج آزمایش ژانگ و همکاران (Zhang *et al*., 2025) نشان داد که افزایش مصرف نیتروژن تا ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش متابولیت‌های ثانویه نظیر فسفواتانول‌آمین، آسپاراژین و سایر اسیدهای آمینه در گیاه تریتیکاله می‌شود. این متابولیت‌ها در ساختار غشاهای سلولی، انتقال نیتروژن و سنتز پروتئین نقش داشته و باعث افزایش رشد و افزایش عملکرد زیستی گیاه می‌شوند. یافته‌های آزمایش حاضر، منطبق با نتایج سایر محققان است که در آنها گزارش شده است با افزایش مصرف کود نیتروژن، عملکرد علوفه خشک تریتیکاله و سایر گیاهان علوفه‌ای از خانواده غلات افزایش می‌یابد (BenYoussef *et al*., 2019). در آزمایش حاضر ارتفاع بوته، تعداد پنجه و تراکم بوته در تیمارهای کم‌خاک‌ورزی و متداول دارای افزایش معنی‌داری نسبت به تیمار بدون خاک‌ورزی بودند و عملکرد علوفه خشک تریتیکاله نیز در تیمارهای یاد شده افزایش معنی‌داری نسبت به تیمار بدون خاک‌ورزی داشت. تیمار کم‌خاک‌ورزی نیز تفاوت معنی‌داری با تیمار خاک‌ورزی متداول نداشت. نتایج یک آزمایش نشان داد که در تیمارهای کم‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی متداول، مصرف ۷۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار برای افزایش عملکرد ارقام بهاره تریتیکاله برتری داشت (Jaskiewicz, 2021). با توجه به نتایج حاصله، عملیات خاک‌ورزی مبتنی بر اصول کشاورزی حفاظتی به‌دلایلی نظیر کاهش هزینه‌های آماده‌سازی تهیه بستر بذر و مصرف سوخت، توجیه‌پذیر و منطقی به‌نظر می‌رسد.

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر نیتروژن بر محتوای پروتئین علوفه تریتیکاله در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که مصرف ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با میانگین ۱۷/۷ درصد و تیمار شاهد بدون مصرف کود با میانگین ۱۰/۸ درصد، به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین محتوای پروتئین علوفه بودند. تیمار ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تفاوت معنی‌داری با تیمار ۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (۱۷/۱ درصد) نداشت (جدول ۴). با افزایش مصرف نیتروژن میزان پروتئین خام علوفه افزایش یافت. نیتروژن جزئی از ساختمان اسیدهای آمینه ضروری است که پیش‌ماده اصلی ساخت پروتئین می‌باشند. از این رو به‌نظر می‌رسد که افزایش مصرف نیتروژن از طریق بهبود فرآیندهای ساخت پروتئین، باعث افزایش ذخیره پروتئین در پیکره گیاه می‌شود. به گزارش یو و همکاران (You *et al*., 2023) افزایش مصرف کود نیتروژن تا ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش محتوای پروتئین علوفه تریتیکاله شد. خالص‌رو و همکاران (Khalesro *et al*., 2010) گزارش کردند که افزایش کود نیتروژن باعث افزایش معنی‌دار محتوای پروتئین خام علوفه سورگوم تا ۱۵/۵ درصد شد و سطوح کود بالاتر معنی‌دار نبود. گزارش شده است که مصرف کود نیتروژن ضمن افزایش عملکرد علوفه

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-12]

خشک، باعث افزایش محتوای پروتئین خام و کل مواد مغذی قابل هضم علوفه تریتیکاله شد و همزمان محتوای عناصر کلسیم، فسفر و پتاسیم بافت گیاهی نیز با مصرف کود نیتروژن افزایش یافتند (Obour *et al*., 2020). نتایج یک آزمایش نشان داد که افزایش مصرف کود نیتروژن باعث افزایش ۱۸ درصدی پروتئین خام و افزایش ارزش غذایی علوفه در کشت مخلوط چاودار و ماشک زمستانه شد (BenYoussef *et al*., 2019). نتایج یک آزمایش دیگر نشان داد که مصرف کود نیتروژن باعث افزایش محتوای پروتئین خام در قسمت‌های ساقه، برگ و بلال ذرت علوفه‌ای و کل گیاه شد و محتوای الیاف محلول در شوینده‌های اسیدی و خنثی کاهش یافتند (Ma *et al*., 2023). افزایش محتوای پروتئین خام علوفه تریتیکاله در اثر مصرف کود نیتروژن توسط سایر محققان نیز گزارش شده است (Mi *et al*., 2025; YuGuo *et al*., 2006).

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که برهمکنش تیمارهای خاک‌ورزی و کود نیتروژن بر عملکرد پروتئین علوفه تریتیکاله در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین (۲۶۳۰ کیلوگرم در هکتار) و کمترین عملکرد پروتئین (۶۵۵ کیلوگرم در هکتار) به‌ترتیب از تیمار خاک‌ورزی متداول و ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تیمار بدون خاک‌ورزی و عدم مصرف کود حاصل شد. تیمار خاک‌ورزی متداول و ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تفاوت معنی‌داری با تیمار کم‌خاک‌ورزی و ۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (۲۴۰۸ کیلوگرم در هکتار) نداشت (جدول ۵). به‌نظر می‌رسد که در تیمار بدون خاک‌ورزی و عدم مصرف کود نیتروژن، شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک برای جذب نیتروژن مناسب نبوده است. در چنین شرایطی، نیتروژن معدنی قابل جذب در ناحیه ریشه بسیار کم بوده و رشد گیاه و سنتز پروتئین به‌شدت محدود می‌شود.

این احتمال وجود دارد که عدم انجام عملیات خاک‌ورزی و عدم مصرف کود نیتروژن با کاهش سرعت معدنی‌شدن مواد آلی و نیز محدودیت تثبیت بیولوژیکی نیتروژن به‌وسیله میکروارگانیسم‌ها در لایه سطحی خاک، باعث رقابت میکروارگانیسم‌ها با گیاه برای کسب نیتروژن شده و جذب این عنصر توسط ریشه محدود می‌شود (The *et al*., 2021). نتایج نشان داد که در تیمار کم‌خاک‌ورزی همراه با مصرف ۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن در هکتار عملکرد پروتئین مشابه تیمار خاک‌ورزی متداول و مصرف ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود. این موضوع نشان‌دهنده کارآیی بالاتر مصرف نیتروژن در این تیمار است که احتمالاً ناشی از افزایش فعالیت میکروبی خاک، تهویه مناسب و توزیع مؤثر نیتروژن در منطقه ریشه بوده است. گزارش شده است که کاهش شدت خاک‌ورزی همراه با مصرف مقادیر مناسب نیتروژن، باعث افزایش پایداری خاک، کاهش هدررفت نیتروژن و حفظ رطوبت خاک می‌شود که این شرایط باعث افزایش جذب نیتروژن و به‌تبع آن، افزایش سنتز پروتئین می‌شود. این موضوع که می‌توان با مصرف نیتروژن کمتر و مدیریت مناسب خاک‌ورزی، به عملکرد مشابه تیمار نیتروژن بالا دست یافت، از منظر اقتصادی و زیست‌محیطی نیز اهمیت زیادی دارد. این احتمال وجود دارد که افزایش رشد گیاه می‌تواند باعث افزایش ظرفیت ساخت و ذخیره ترکیبات نیتروژنی شده و از طریق افزایش بیان ژن‌های مرتبط با سنتز پروتئین و افزایش فعالیت آنزیم‌های نیتروژن‌دار موجب بهبود کیفیت تغذیه‌ای علوفه شود. کیانی و همکاران (Kiani *et al*., 2014) گزارش کردند که با افزایش مقدار مصرف نیتروژن، سطح برگ افزایش یافته و افزایش نسبت برگ به ساقه باعث افزایش محتوای پروتئین و کاهش بخش‌های خشبی و لیگنینی علوفه شد.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-12]

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات گیاهی تریتیکاله در برهمکنش تیمارهای خاک‌ورزی و کود نیتروژن

Table 5. Mean comparison of plant traits of triticale in interaction of tillage method and nitrogen fertilizer treatments

Treatments	تیمارهای آزمایشی		عملکرد علوفه خشک Dry forage yield (kg. ha^{-1})	عملکرد پروتئین Protein yield (kg. ha^{-1})
Tillage methods	روش‌های خاک‌ورزی	کود نیتروژن Nitrogen (kg.ha^{-1})		
No-tillage	بدون خاک‌ورزی	Zero (Control) صفر	6174h	655g
		46 ۴۶	7916g	1146f
		92 ۹۲	9236f	1405e
		138 ۱۳۸	10823de	1751cd
		184 ۱۸۴	12726bc	2279b
Minimum tillage	کم‌خاک‌ورزی	Zero (Control) صفر	6482h	713g
		46 ۴۶	10246ef	1451e
		92 ۹۲	11811cd	1789cd
		138 ۱۳۸	13793ab	2408ab
		184 ۱۸۴	14630a	2572a
Conventioal tillage	خاک‌ورزی متداول	Zero (Control) صفر	6499h	700g
		46 ۴۶	10950de	1577de
		92 ۹۲	12305c	1930c
		138 ۱۳۸	14138a	2512ab
		184 ۱۸۴	14737a	2630a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each coloumn followed by similar leter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Tukey's test

نتیجه‌گیری

نتایج این آزمایش نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته، تعداد پنجه، تراکم بوته، عملکرد علوفه تر، محتوای پروتئین علوفه و طول دوره رسیدگی تریتیکاله از مصرف ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد. مصرف ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تفاوت معنی‌داری با مصرف ۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نداشت، بنابراین مصرف ۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مناسب‌ترین توصیه کودی برای تریتیکاله رقم پاژ در اراضی شالیزاری استان گیلان به‌نظر می‌رسد و مصرف مقادیر بیشتر کود نیتروژن به‌دلیل عدم ایجاد تفاوت معنی‌دار بر عملکرد و کیفیت علوفه تریتیکاله مطلوب نیست. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار عملکرد علوفه خشک و عملکرد پروتئین علوفه تریتیکاله از تیمار خاک‌ورزی متداول و مصرف ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری با تیمار کم‌خاک‌ورزی و مصرف ۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نداشت. بنابراین برای استفاده حداکثری گیاه از عوامل محیطی و دست‌یابی به بیشترین مقدار عملکرد علوفه تریتیکاله رقم پاژ، کاهش مصرف کودهای نیتروژن‌دار و اجتناب از معضلات ناشی از مصرف بی‌رویه آن، اجرای عملیات کم‌خاک‌ورزی و مصرف ۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در شرایط اراضی شالیزاری پس از برداشت برنج قابل توصیه است.

منابع مورد استفاده

References

Al-Hakam, M.R. and Abdul-Alwahid, M.A., 2024. Nitrogen fertilizer effect on growth and yield traits of Triticale (*X Triticosecale* Wittmack). *Journal of Breeding and Genetics*, *56*(6).

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-12]

http://doi.org/10.54910/sabrao2024.56.6.32

Barzegar, A.R., Asoodar M.A, Eftekhar, A.R. and Herbert, S.J., 2004. Tillage effects on soil properties and performance of irrigated wheat and clover in semi-arid region. *Journal of Agronomy*, *3*(4), pp.237-242. https://doi.org/10.3923/ja.2004.237.242

BenYoussef, S., Kachout, S.S., Abidi, S., Saddem, B., Ismail, J. and Salem, H.B., 2019. Effect of different levels of nitrogen fertilization on forage yields and quality of hairy vetch (*Vicia villosa*, Roth) triticale (X *Tritcosecale*, Witmack) mixtures. *The Open Agriculture Journal*, *13*(1). https://doi.org/10.2174/1874331501913010090

Chabok, Kh., Ajamnorozei, H. and Dadashi, M., 2021. Effects of amount and timing of nitrogen consumption on grain yield, forage and the amount of some nutrients in new Triticale genotypes. *Applied Field Crops Research*, *4*(129), pp.108-127. https://doi.org/10.22092/aj.2021.123358.1449

Fageria, N.K. 2009. The role of nutrient efficient plants in improving crop yields in the twenty first century. *Journal of Plant Nutrition*, *32*(6), pp.1127-1157. https://doi.org/10.1080/01904160902782739

Ghazinejad, M., Monjezi, N., Rahnama Ghahfarokhi, A. and Sheikhdavoodi, M.J., 2021. Effect of tillage method and wheat residues on physical productivity of water and corn yield in Dezful city, *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, *32*(1), pp.17-33. [In Persian]. doi: 10.22034/saps.2021.43900.2604

He, J., Liu, H., Ren, Y., Liu, H. and Du, W., 2024. Effects of nitrogen fertilization rate and seeding density on the forage yield and quality of autumn-sown triticale in an alpine grazing area of the Qinghai-Tibetan Plateau, China. *Grass and Forage Science*, *79*(3), pp.392-403. https://doi.org/10.1111/gfs.12666

Hosseinzadeh, S., Fateh, E., Aynehband, A., Masoumeh Farzaneh, M. and Habibi Asl, J., 2024. The effect of different tillage methods and application of plant residues on yield and growth characteristics of triticale (*X Triticosecale* Wittmack), *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, *34*(4), pp.379-396. [In Persian]. doi: 10.22034/saps.2024.61454.3215

Jaskiewicz, B., 2021. Effect of tillage system and nitrogen fertilization on the yield of selected spring triticale varieties. *Polish Journal of Agronomy*, *46*, pp.9-13. https://doi.org/10.26114/pja.iung.463.2021.46.

Khodadoost, F., Pasari, B., Abdullahi, A., Rokhzadi, A. and Mohammadi, Kh., 2021. Comparison of conventional and conservation tillage systems and different seeding rates on the response of new rainfed wheat cultivars in rainfed conditions of Kermanshah, *Journal of Plant Ecophysiology*, *13*(45), pp.1-16. [In Persian]. doi: 20.1001.1.20085958.1400.13.45.1.3

Khalesro, Sh., AghaAlikhani, M. and Modarres-Sanavy, S.A.M., 2010. Effect of nitrogen rate on quantitative and qualitative forage yield of maize, pearl millet and sorghum in double cropping system, *Iranian Journal of Field Crops Research*, *8*(6), pp.930-938. [In Persian]. doi: 10.22067/gsc. v8i6.8039

Khan, R., Biswas, S., Kundu, C.K. and Jana, K., 2020. Effect of conservation tillage on yield and economics of fodder crops. *International Journal of Environment and Climate Change*, *10*(12), pp.529-539.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-12]

http://doi.org/10.9734/IJECC/2020/v10i1230335

Kiani, S., Siadat, S.A., Moradi Telavat, M.R., Abdali Mashhadi, A. and Sare, M., 2014. Effect of nitrogen fertilizer application on forage yield and quality ofbarley (*Hordeum vulgare* L.) and fennel (*Foeniculum vulgare* L.) intercropping, *Iranian Journal of Crop Sciences*, *16*(2), pp.77-90. [In Persian]. doi: 20.1001.1.15625540.1393.16.2.1.8

Ma, R., Jiang, C., Shou, N., Gao, W. and Yang, X., 2023. An optimized nitrogen application rate and basal topdressing ratio improves yield, quality, and water-and N-use efficiencies for forage maize (*Zea mays* L.). *Agronomy*, *13*(1), pp.181. https://doi.org/10.3390/agronomy13010181

Mi, D., Zhou, Z., Zhang, X., Ren, A., Ren, Y., Sun, M. and Gao, Z., 2025. Exploring the optimal N application to improve the yield, N utilization, and quality of triticale (*Triticosecale* Wittm.) in the Chinese loess parent material area. *Agronomy*, *15*(2), pp.369. https://doi.org/10.3390/agronomy15020369

Mohseni, M. and Haddadi, M.H., 2016. Effects of different tillage systems and plant densities in corn silage yield. *African Journal of Agricultural Research*, *11*(46), pp.4774-4778. https://doi.org/10.5897/AJAR2016.11473

Nunes, M.R., Karlen, D.L. and Moorman, T.B., 2020. Tillage intensity effects on soil structure indicators—A US meta-analysis. *Sustainability*, *12*(5), pp.2071. https://doi.org/10.3390/su12052071

Obour, A.K., Holman, J.D. and Schlegel, A., J. 2020. Spring triticale forage responses to seeding rate and nitrogen application. *Agrosystems, Geosciences and Environment*, *3*(1), pp.e20053. https://doi.org/10.1002/agg2.20053

Rabiee, M., Alizade, M.R., Kavosi, M. Allahgholipour, M., Peykan, M., Ahmadzadeh, S., Haghtalab, D. and Aprouz, M., 2020. Effect of planting method and nitrogen rates on the yield and some agronomic traits of rapeseed (*Brassica napus* L. Delegan) in different tillage systems as second crop after rice, Technical Report, Rice Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran. [In Persian].

Rabiee, M., Hosseini, M. and Ebrahimi, M., 2024. Triticale cultivation as a second culture in paddy field, Technical handbook, No. 97, Rice Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran. [In Persian]. agrilib.areeo.ac.ir/book_12091.pdf

Rabiee, M., Jilani, M. and Karimi, Sh., 2015. Effect of consumption of nitrogen and phosphorus fertilizers on harvest indices and some important agronomical traits of triticale in Guilan area, *Journal of Crops Improvement*, *2*(2), pp.313-327. [In Persian]. doi: 10.22059/jci.2015.55183

Solhjou, A. and A. Javadi., 2016. The effect of tillage and planting methods in raised bed planting system on irrigated wheat yield. *Applied Field Crops Research*, *29*(1), pp.68-74. [In Persian]. doi: 10.22092/aj.2016.109331

The, S.V., Snyder, R. and Tegeder, M., 2021. Targeting nitrogen metabolism and transport processes to improve plant nitrogen use efficiency. *Frontiers in Plant Science*, *11*, pp.628366.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-12]

https://doi.org/10.3389/fpls.2020.628366

Xu, L., Tang, G., Wu, D., Han, Y. and Zhang, J., 2024. Effects of tillage and maturity stage on the yield, nutritive composition, and silage fermentation quality of whole-crop wheat. *Frontiers in Plant Science*, *15*, pp.1357442. https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1357442

Xu, L., Tang, G., Tian, J., Wang, X. and Zhang, J., 2021. Effects of no-tillage sowing on soil properties and forage wheat and Italian ryegrass yields in winter fallow paddy fields. *Peer Journal*, *9*, pp.e10573. https://doi.org/10.7717/peerj.10573

You, Y., Liu, G., Yang, X., Wang, Z., Li, Y., Lai, X. and Shen, Y., 2023. Quantifying the flows of nitrogen fertilizer under different application rates in a soil- forage triticale- dairy cow system. *Agronomy*, *13*(12), pp.3073. https://doi.org/10.3390/agronomy13123073

YuGuo, Z., ZahoRong, D., Cheng, C., XiaoLing, L. and He, S. 2006. Effects of nitrogen application on growth and forage yield of triticale regrowth. *Journal of Anhui Agriculture University*, *33*(4), pp.547-550. https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20063214371

Zadoks, J.C., Chang, T.T. and Konzak, C.F., 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*, *14*(6), pp.415-421. https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.1974.tb01084.x

Zhang, X., Ma, H., Jiang, P., Chen, Y., Ma, W., Chen, P. and Sun, Q., 2025. Transcriptome and metabolism study reveals impact of nitrogen fertilizer on triticale. *Protoplasma*, *262*(1), pp.179-190. https://doi.org/10.1007/s00709-024-01986-3

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-12]