بررسی عملکرد کمی و کیفی علوفه در کشت مخلوط تریتیکاله و ماشک به‌عنوان کشت دوم در شالیزار

محمد ربیعی[1*] و سجاد شاکرکوهی[2]
۱ و ۲) بخش تحقیقات اصلاح و تهیه بذر، مؤسسه تحقیقات برنج کشور، رشت، ایران.
نویسنده مسئول*: rabiee_md@yahoo.co.uk

تاریخ دریافت:۱۴۰۴/۰۵/۲۰ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۸/۲۸**

چکیده

به‌منظور بررسی عملکرد کمی و کیفی علوفه در کشت مخلوط تریتیکاله (*X Triticosecale* Wittmack) و ماشک (*Vicia panonica*) به‌عنوان کشت دوم در شالیزار، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار طی دو سال زراعی ۱۴۰۳-۱۴۰۲ و ۱۴۰۴-۱۴۰۳ در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات برنج کشور در شهرستان رشت به اجرا درآمد. تیمارهای آزمایشی شامل کشت مخلوط تریتیکاله و ماشک با نسبت‌های جایگزینی ۱:۱ (یک ردیف تریتیکاله + یک ردیف ماشک)، ۲:۲ (دو ردیف تریتیکاله + دو ردیف ماشک)، ۱:۳ (سه ردیف تریتیکاله + یک ردیف ماشک) و ۳:۱ (یک ردیف تریتیکاله + سه ردیف ماشک) و کشت خالص تریتیکاله و ماشک بودند. نتایج نشان داد که اثر الگوی کشت بر تمامی صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود. بیش‌ترین عملکرد علوفه تر (۴۴۵۷۱ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد علوفه خشک (۱۲۱۵۷ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد پروتئین (۱۶۹۵ کیلوگرم در هکتار) از کشت مخلوط ۱:۳ تریتیکاله: ماشک حاصل شد. با افزایش درصد ماشک در کشت مخلوط، نسبت برگ به ساقه، میزان پروتئین خام، میزان خاکستر علوفه و در نتیجه، کیفیت علوفه افزایش یافت. نسبت برابری زمین در کلیه تیمارهای کشت مخلوط بیشتر از یک بود و بیش‌ترین مقدار آن به‌ترتیب در تیمارهای ۱:۳ (۱/۲۴) و ۱:۱ (۱/۲۳) تریتیکاله: ماشک حاصل شد. بر اساس نتایج، جهت دستیابی به عملکرد مناسب و سودمندی بیشتر، به‌ترتیب نسبت‌های ۱:۳ و ۱:۱ تریتیکاله: ماشک به‌عنوان مناسب‌ترین ترکیب‌های کشت مخلوط برای کشت دوم پس از برداشت برنج در اراضی شالیزاری گیلان قابل توصیه می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: خاکستر، عملکرد پروتئین، عملکرد علوفه و نسبت برابری زمین.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

مقدمه

زراعت برنج در استان‌های شمالی کشور به‌دلیل بالابودن هزینه تولید، کمبود نیروی کار، کمبود آب، کوچک بودن اراضی، عدم امکان دوبار کشت در یک‌سال زراعی و در نتیجه کاهش بهره‌وری، با چالش جدی مواجه می‌باشد (ربیعی و شاکرکوهی، ۱۴۰۳). بر اساس آخرین آمار سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (فائو)، بهره‌وری تولید برنج در ایران در مقایسه با سایر کشورهای جهان مانند چین، ژاپن، آمریکا و برزیل به‌ترتیب ۳۷، ۳۵، ۴۸ و ۳۲ درصد کمتر گزارش شده است (Fao, 2024). یکی از شیوه‌های افزایش بهره‌وری از اراضی شالیزاری، جایگزین کردن شیوه‌های چندکشتی به‌جای تک‌کشتی برنج می‌باشد. وجود خاک‌های حاصلخیز، کوتاه بودن طول دوره رشد برنج و مساعد بودن دما و بارندگی پس از برداشت برنج تا نشاء مجدد آن در سال آینده، موجب می‌شود که اراضی شالیزاری استان‌های شمالی کشور از پتانسیل بالایی جهت استقرار شیوه‌های چندکشتی برخوردار باشند (تبریزی و همکاران، ۱۳۹۴). کشت دوم پس از برداشت برنج باعث تولید محصول زراعی زمستانه مهم در نیمه دوم سال، رعایت تناوب زراعی، بهبود شرایط محیط و خاک، افزایش درآمد کشاورزان و پایداری تولید برنج می‌شود (ربیعی و فرحدهر، ۱۳۹۹). از طرف دیگر، با توجه به این‌که کشت دوم پس از برداشت برنج بدون مصرف آب و به‌صورت دیم صورت می‌گیرد، اجرای این الگوی کشت در اراضی شالیزاری علاوه بر کاهش فشار به منابع آبی و کاهش هزینه تولید، می‌تواند گامی مؤثر در جهت تأمین امنیت غذایی کشور باشد.

کشت مخلوط، کشت هم‌زمان دو یا چند محصول در یک قطعه زمین است. این سیستم کشت در بسیاری از نقاط جهان به‌عنوان روشی طبیعی و پایدار برای بهره‌برداری بیشتر از فضا، رطوبت و تشعشع در نظر گرفته می‌شود. کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص می‌تواند عملکرد کل را در واحد سطح افزایش دهد (Raseduzzaman and Jensen, 2017; Lan *et al.,* 2023). انتخاب مناسب گونه‌های گیاهی در زراعت مخلوط علاوه بر افزایش عملکرد کمی و کیفی محصول، از نظر جنبه‌های اقتصادی و اکولوژیکی اهمیت ویژه‌ای دارد (بغدادی و همکاران، ۱۴۰۰). افزایش عملکرد در کشت مخلوط زمانی اتفاق می‌افتد که گیاهان تشکیل‌دهنده از نظر ویژگی‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی و میزان استفاده از منابع طبیعی با یکدیگر متفاوت باشند (Duchene *et al.,* 2017; Wang *et al.,* 2018). از جمله ترکیبات مناسب برای کشت مخلوط در شالیزار می‌توان به ترکیب گیاهان خانواده غلات مانند جو و تریتیکاله با لگوم‌های علوفه‌ای نظیر شبدر، ماشک و نخود علوفه‌ای اشاره کرد (ربیعی و شاکرکوهی، ۱۴۰۴). در این ترکیب، غلات از نیتروژن تثبیت شده توسط لگوم‌ها استفاده می‌کنند. همچنین، لگوم‌ها با ریشه‌های عمیق خود آب و عناصر غذایی را از لایه‌های عمیق‌تر خاک تخلیه کرده و از این طریق باز چرخ عناصر آبشویی‌شده به سطح خاک صورت می‌گیرد. غلات نیز می‌توانند به‌عنوان یک قیم مناسب برای لگوم‌ها عمل کنند (Salama, 2020; Tzemi *et al.,* 2025). تولید علوفه متنوع، با کیفیت و غنی از ویتامین‌ها و مواد معدنی از

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

دیگر مزایای این ترکیب کشت می‌باشد که می‌تواند راهکار مناسبی جهت افزایش تولید و اقتصادی نمودن پرورش دام در مناطق شالیزاری شمال کشور باشد (Toker *et al.,* 2024).

تریتیکاله (*X Triticosecale* Wittmack) به‌دلیل داشتن پتانسیل عملکرد بالای علوفه، سازگاری مناسب با شرایط آب و هوایی منطقه، مقاومت به سرما و رشد مجدد سریع، از قابلیت بالایی جهت کشت دوم پس از برداشت برنج در شالیزار برخوردار است. از دیگر مزایای کشت تریتیکاله در تناوب پس از برنج، زمان برداشت مناسب علوفه آن (اواسط فروردین و یا اوایل اردیبهشت) است که به جهت عدم هم‌زمانی با نشای برنج اهمیت فراوانی دارد (ربیعی و همکاران، ۱۴۰۳). ماشک‌ها (*Vicia sp*) برای حفاظت و اصلاح ساختمان خاک، به‌عنوان کود سبز، علوفه سبز، علوفه خشک و سیلو کشت می‌شوند. علوفه ماشک برای دام‌ها مناسب و میزان پروتئین آن بین ۲۰-۱۵ درصد می‌باشد (Aydemir *et al.,* 2019). ماشک به‌علت مقاومت به سرما و سازگاری وسیع به شرایط خاک، در کشورهای مختلف به‌عنوان یک گیاه پاییزه در تناوب با غلات مورد استفاده قرار می‌گیرد. توانایی تثبیت بیولوژیکی نیتروژن این گیاه قابل ملاحظه بوده، به طوری‌که قادر است تا ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن تثبیت کند (Renzi *et al.,* 2017). معرفی و انتخاب گونه‌های علوفه‌ای مناسب و تعیین بهترین الگو و نسبت کاشت آن‌ها می‌تواند در موفقیت و توسعه سیستم‌های کشت مخلوط به‌عنوان کشت دوم پس از برداشت برنج نقش مهمی ایفا نماید. از این رو، پژوهش حاضر با هدف بررسی عملکرد کمی و کیفی علوفه در کشت مخلوط تریتیکاله و ماشک به‌عنوان کشت دوم پس از برداشت برنج در اراضی شالیزاری گیلان انجام شد.

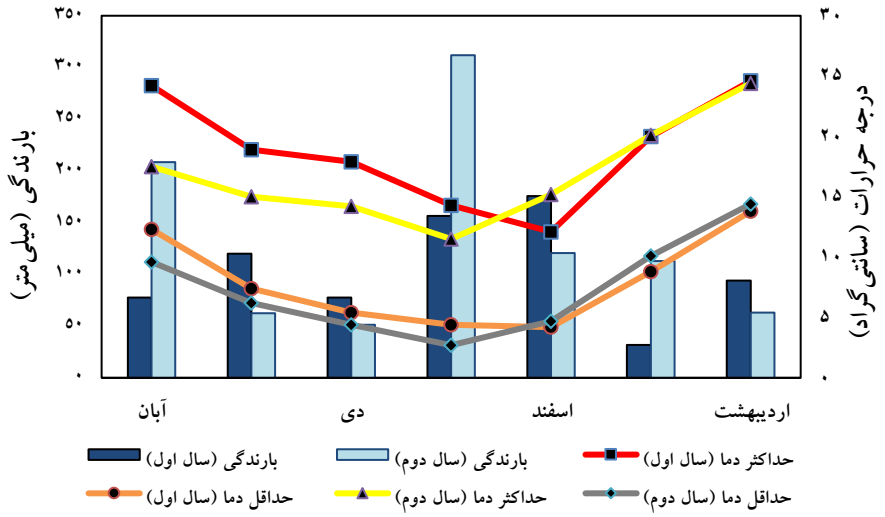
مواد و روش‌ها

این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار طی دو سال زراعی ۰۳-۱۴۰۲ و ۰۴-۱۴۰۳ در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات برنج کشور در رشت پس از برداشت برنج طراحی و اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل کشت مخلوط تریتیکاله و ماشک با نسبت‌های جایگزینی ۱:۱ (یک ردیف تریتیکاله + یک ردیف ماشک)، ۲:۲ (دو ردیف تریتیکاله + دو ردیف ماشک)، ۱:۳ (سه ردیف تریتیکاله + یک ردیف ماشک) و ۳:۱ (یک ردیف تریتیکاله + سه ردیف ماشک) و کشت خالص تریتیکاله و ماشک بودند. بذور تریتیکاله (رقم هاشمی) و ماشک (رقم لامعی) از مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان تهیه شدند. قبل از اجرای آزمایش، یک نمونه مرکب خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری از چندین نقطه مزرعه آزمایشی تهیه و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن تعیین شد (جدول ۱). الگوی تغییرات جوی محل اجرای آزمایش شامل میانگین درجه حرارت و مجموع بارندگی منطقه طی سال‌های انجام آزمایش در شکل ۱ ارائه شده است.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

جدول ۱: ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	پتاسیم قابل استفاده (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	فسفر قابل استفاده (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	نیتروژن کل (درصد)	کربن آلی (درصد)	اسیدیته	بافت
۰/۷۶	۱۷۵	۱۹/۱	۰/۱۲	۱/۲۴	۷/۱	رسی-سیلتی



شکل ۱: اطلاعات هواشناسی محل اجرای آزمایش طی دو سال زراعی ۱۴۰۴-۱۴۰۲

پس از برداشت برنج، عملیات شخم حداقل با استفاده از روتیواتور طی دو مرحله در عمق ۱۵-۱۰ سانتی‌متر انجام گرفت و جهت مبارزه با علف‌های هرز، از علف‌کش تری‌فلورالین (ترفلان) پنج روز پیش از کاشت و به میزان دو لیتر در هکتار استفاده شد. به‌منظور خروج آب اضافی در اثر بارندگی‌های سنگین احتمالی و ایجاد شرایط مناسب برای کشت، زهکش‌هایی به عمق ۳۰ -۲۰ سانتی‌متر و به عرض ۳۰-۲۵ سانتی‌متر دور تا دور زمین و همچنین، مابین تکرارها احداث شد. تاریخ کاشت در هر دو سال آزمایش نهم آبان بود. هر کرت شامل هشت خط کاشت به طول هفت متر و با فاصله ۲۵ سانتی‌متر بود. فواصل بین کرت‌ها دو متر و بین تکرارها نیز سه متر در نظر گرفته شد. میزان بذر مصرفی برای تریتیکاله و ماشک به‌ترتیب ۱۴۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بود. کودهای مورد استفاده برای کشت خالص تریتیکاله، کشت خالص ماشک و کشت مخلوط به‌ترتیب شامل کود اوره به میزان ۳۰۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار (یک‌دوم در زمان کاشت و یک‌دوم دیگر نیز به‌صورت سرک در مرحله ساقه رفتن)، کود فسفات آمونیوم به میزان ۱۵۰، ۱۵۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار (قبل از کاشت) و کود سولفات پتاسیم به میزان ۱۵۰، ۱۰۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار (یک‌دوم در زمان کاشت و یک‌دوم دیگر نیز به‌صورت سرک در مرحله ساقه رفتن) بودند (ربیعی و فرحدهر، ۱۴۰۳). مبارزه با آفت حلزون در ابتدای

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

سبزشدن بذور و در مرحله سه تا چهار برگی با استفاده از سم متالدهاید (سه کیلوگرم در هکتار) انجام شد. برداشت علوفه در مرحله شیری شدن دانه‌های تریتیکاله و مرحله ۵۰ درصد گل‌دهی ماشک (اویل اردیبهشت) صورت گرفت. جهت تعیین عملکرد علوفه تر در واحد سطح با حذف خطوط کناری و یک متر از بالا و پایین هر کرت به‌عنوان اثر حاشیه‌ای، علوفه برداشت و بلافاصله توزین شد. برای اندازه‌گیری عملکرد علوفه خشک، یک کیلوگرم علوفه تر از هرکرت به‌طور تصادفی انتخاب و نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد خشک و سپس توزین شدند. عملکرد علوفه خشک بر اساس رطوبت ۱۵ درصد تعیین گردید. میزان پروتئین خام علوفه از طریق اندازه‌گیری درصد نیتروژن نمونه‌ها به روش کجلدال و ضرب کردن آن در عدد ثابت ۶/۲۵ محاسبه گردید (Tabatabaei and Ranjbar, 2012). عملکرد پروتئین نیز از حاصل‌ضرب پروتئین خام و عملکرد علوفه خشک به‌دست آمد (Ul-Allah *et al.,* 2014). برای اندازه‌گیری خاکستر علوفه از کوره الکتریکی با دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد استفاده گردید. به‌منظور ارزیابی میزان سودمندی کشت مخلوط نسبت به کشت خالص، از شاخص نسبت برابری زمین (LER[1]) براساس رابطه ۱ استفاده شد (Yilmaz *et al.,* 2015).

رابطه ۱: $$\mathrm{LER} = \frac{\mathrm{Yab}}{\mathrm{Yaa}} + \frac{\mathrm{Yba}}{\mathrm{Ybb}}$$

در این رابطه، Y_{ab} و Y_{ba} به‌ترتیب عملکرد تریتیکاله و ماشک در کشت مخلوط و Y_{aa} و Y_{bb} به‌ترتیب عملکرد کشت خالص تریتیکاله و ماشک می‌باشد. محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۲ انجام شد. پس از انجام آزمون یکنواختی واریانس اشتباه آزمایشی (آزمون بارتلت) و اطمینان از یکنواخت‌بودن خطاهای آزمایشی در سال‌های مختلف، تجزیه مرکب داده‌ها انجام شد. مقایسه میانگین نیز با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر سال و الگوی کشت بر ارتفاع بوته تریتیکاله به‌ترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد معنی‌دار بود. ارتفاع بوته ماشک نیز تحت تأثیر سال و الگوی کشت (در سطح احتمال یک درصد) قرار گرفت (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که ارتفاع بوته تریتیکاله و ماشک در سال اول آزمایش نسبت به سال دوم دارای برتری معنی‌داری بود، که دلیل این امر را می‌توان به شرایط مساعد آب و هوایی در سال اول به‌سبب دمای بالاتر و بارندگی کمتر به‌ویژه در ماه‌های ابتدایی دوره رشد نسبت داد. در بین الگوهای مختلف کشت، نسبت‌های ۱:۳ و ۱:۱

[1] land Equivalent Ratio

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

تریتیکاله: ماشک به‌ترتیب با میانگین‌های ۱۳۱/۷ و ۱۲۸/۴ سانتی‌متر، بیش‌ترین ارتفاع بوته تریتیکاله را دارا بودند و به‌طور مشترک در یک گروه آماری قرار داشتند (جدول ۳). ارتفاع بیشتر تریتیکاله در نسبت‌های ۱:۳، ۱:۱ و۳:۱ تریتیکاله: ماشک نسبت به کشت خالص تریتیکاله را می‌توان به در اختیار داشتن فضای مناسب بوته‌ها و همچنین به کاهش رقابت درون‌گونه‌ای نسبت داد. محققان در آزمایشی گزارش کردند که تثبیت زیستی نیتروژن توسط گونه لگوم در کشت مخلوط منجر به افزایش حاصلخیزی خاک و در نتیجه افزایش ارتفاع گیاه همراه شد (Wang *et al.*, 2025).

جدول ۲: نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات مورفولوژیک تریتیکاله و ماشک در الگوهای مختلف کشت طی دو سال زراعی ۱۴۰۴-۱۴۰۲

منابع تغییرات	درجه آزاد	میانگین مربعات			
		ارتفاع بوته تریتیکاله	ارتفاع بوته ماشک	تعداد پنجه تریتیکاله	تعداد شاخه فرعی
سال	۱	۷۱/۷۶*	۳۵/۶۴**	۰/۷۰^{ns}	۰/۰۳^{ns}
سال× تکرار	۲	۱۱/۵۱	۱/۶	۰/۱۹	۰/۰۱
الگوی کشت	۴	۱۲۸/۷۵**	۱۲۷/۹۶**	۳/۴۱**	۱/۶۸**
سال× الگوی کشت	۴	۸/۹۸^{ns}	۰/۹۸^{ns}	۰/۱۵^{ns}	۰/۰۲^{ns}
خطا	۱۶	۱۵/۲۸	۶/۲۳	۰/۳۹	۰/۰۴
ضریب تغییرات (٪)	-	۷/۲۲	۹/۴۱	۴/۵۶	۳/۱۸

ns غیر معنی‌دار و * و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

ارتفاع بوته ماشک در تمامی نسبت‌های کشت مخلوط بیشتر از کشت خالص بود. بر این اساس، نسبت‌های ۱:۱، ۲:۲ و ۱:۳ تریتیکاله: ماشک به‌ترتیب با میانگین‌های ۹۹/۲، ۹۶/۲ و ۹۵/۱ سانتی‌متر دارای بیش‌ترین ارتفاع بوته بوده و در یک گروه آماری قرار داشتند (جدول ۳). ماشک به‌دلیل فرم رشد رونده، از تریتیکاله به‌عنوان قیم استفاده کرده و ارتفاع بوته خود را افزایش داد. از طرف دیگر، به‌نظر می‌رسد با افزایش سایه‌اندازی گیاه تریتیکاله و کاهش نور مستقیم دریافتی توسط ماشک در لایه‌های پایین کانوپی، هورمون اکسین تجزیه نشده و با افزایش غلظت آن، ارتفاع بوته ماشک افزایش یافت (حیدری و همکاران، ۱۳۹۸). محققان در کشت مخلوط آفتابگردان و لوبیا چیتی گزارش کردند که لوبیا چیتی از آفتابگردان به‌عنوان قیم استفاده کرده و ارتفاع بوته خود را افزایش داد (نصراله‌زاده اصل و همکاران، ۱۳۹۱).

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

جدول ۳: مقایسه میانگین صفات مورفولوژیک تریتیکاله و ماشک در الگوهای مختلف کشت طی دو سال زراعی ۱۴۰۴-۱۴۰۲

تیمار	ارتفاع بوته تریتیکاله (سانتی‌متر)	ارتفاع بوته ماشک (سانتی‌متر)	تعداد پنجه تریتیکاله	تعداد شاخه فرعی ماشک
سال				
۱۴۰۳-۱۴۰۲	۱۲۶/۹a	۹۴/۷a	۷/۷a	۳/۸a
۱۴۰۴-۱۴۰۳	۱۲۳/۸b	۹۲/۵b	۷/۴a	۳/۷a
الگوی کشت				
کشت خالص تریتیکاله	۱۲۲/۴bc	-	۶/۲c	-
۱:۳ (ترتیکاله:ماشک)	۱۳۳۱/۷a	۹۵/۱a	۷/۹ab	۴/۱b
۱:۱ (ترتیکاله:ماشک)	۱۲۸/۴ab	۹۹/۲a	۸/۲a	۴/۵a
۳:۱ (ترتیکاله:ماشک)	۱۲۴/۴bc	۸۹/۴b	۸/۱ab	۳/۴cd
۲:۲ (ترتیکاله:ماشک)	۱۲۰/۲c	۹۶/۲a	۷/۵b	۳/۷c
کشت خالص ماشک	-	۸۸/۳b	-	۳/۱d

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSD است.

تعداد پنجه تریتیکاله

بین الگوهای مختلف کشت از نظر صفت تعداد پنجه اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که تعداد پنجه تریتیکاله در کلیه نسبت‌های کشت مخلوط بیشتر از کشت خالص بود. بر این اساس، بیش‌ترین تعداد پنجه (۸/۲) در تیمار ۱:۱ تریتیکاله: ماشک به‌دست آمد که نسبت به کشت خالص تریتیکاله ۲۴/۳ درصد افزایش نشان داد (جدول ۳). با توجه به این‌که ساختار پوشش گیاهی حاصل از کشت مخلوط نقش مهمی در استفاده بهینه از نور خورشید و در نتیجه افزایش فتوسنتز و عملکرد محصول دارد، بنابراین افزایش تعداد پنجه تریتیکاله در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط می‌تواند به‌دلیل در اختیار داشتن فضای مناسب برای گسترش کانوپی و در نتیجه، بهره‌گیری بیشتر از نور و افزایش کارایی فتوسنتز باشد (نصیری، ۱۳۹۹). محققان در کشت مخلوط نخود و جو گزارش کردند که تعداد پنجه‌های جو با کاهش تراکم آن در کشت مخلوط افزایش یافت، به‌طوری‌که بیش‌ترین تعداد پنجه (۵/۹) در تیمار ۱۰۰ درصد نخود + ۲۵ درصد جو حاصل شد (حمزه‌ئی و همکاران، ۱۳۹۱).

تعداد شاخه فرعی ماشک

تعداد شاخه فرعی ماشک به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر الگوی کاشت قرار گرفت (جدول ۲). بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد شاخه فرعی به‌ترتیب از نسبت ۱:۱ تریتیکاله: ماشک (۴/۵) و کشت خالص ماشک (۳/۱) به‌دست آمد (جدول ۳). بیشتربودن تعداد شاخه فرعی ماشک در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص را می‌توان به کاهش رقابت درون‌گونه‌ای و

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

همچنین به بیشتر بودن ارتفاع بوته در کشت مخلوط نسبت داد. با توجه به این‌که ساختار پوشش گیاهی حاصل از کشت مخلوط نقش مهمی در استفاده بهینه از نور دارد، بنابراین به‌نظر می‌رسد که گیاه ماشک در نسبت ۱:۱ تریتیکاله: ماشک ضمن استفاده بهتر از تابش نور خورشید، در افزایش تعداد شاخه فرعی موفق‌تر از سایر نسبت‌های کاشت عمل کرده است. محققان در بررسی عملکرد و اجزای عملکرد باقلا و سیب‌زمینی در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط گزارش کردند که تعداد شاخه جانبی باقلا در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص بیشتر بود. آن‌ها دلیل این امر را به در اختیار داشتن فضای مناسب بوته‌ها و همچنین به کاهش رقابت درون‌گونه‌ای در کشت مخلوط نسبت دادند (Kefelegn *et al.*, 2023). در آزمایشی دیگر مرید احمدی و همکاران (۱۳۹۵) در کشت مخلوط کرچک و کدو پوست کاغذی گزارش کردند که کشت مخلوط تأثیر معنی‌داری بر تعداد شاخه فرعی کرچک داشت، به‌طوری‌که تعداد شاخه فرعی در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص بیشتر بود.

نسبت برگ به ساقه

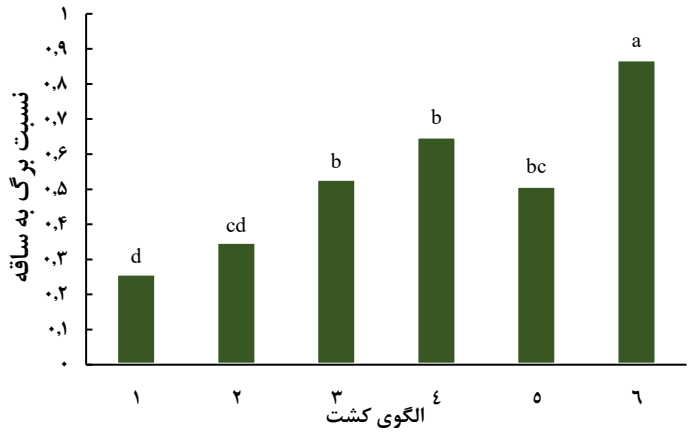
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر الگوی کشت بر صفت نسبت برگ به ساقه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). بر اساس نتایج مقایسه میانگین، بیش‌ترین و کم‌ترین نسبت برگ به ساقه به‌ترتیب در کشت خالص ماشک (۰/۸۷) و کشت خالص تریتیکاله (۰/۲۶) به‌دست آمد (شکل ۲). کاهش درصد ماشک و جایگزین نمودن آن با تریتیکاله در کشت مخلوط باعث کاهش نسبت برگ به ساقه شد. نسبت برگ به ساقه یکی از مهم‌ترین صفات برای ارزیابی کیفیت گیاهان علوفه‌ای می‌باشد، به‌طوری‌که هرچه این نسبت بیشتر باشد، نشان‌دهنده کیفیت بالاتر علوفه است. تفاوت زیادی بین محتوای الیاف قابل هضم و درصد پروتئین ساقه و برگ وجود دارد. افزایش نسبت برگ به ساقه موجب خوش خوراکی و افزایش قابلیت هضم علوفه می‌شود (Zailan *et al.*, 2018). نتایج بررسی عملکرد کمی و کیفی علوفه در کشت مخلوط خلر و ارزن نشان داد که بیش‌ترین نسبت برگ به ساقه در کشت خالص خلر حاصل شد و با کاهش درصد خلر به کمتر از ۵۰ درصد در کشت مخلوط، نسبت برگ به ساقه کاهش یافت (پاک‌گوهر و همکاران، ۱۳۹۳). در آزمایشی دیگر گزارش شد که نسبت برگ به ساقه ذرت و لوبیا چشم‌بلبلی در کشت مخلوط بیشتر از کشت خالص بود (Kussie *et al.*, 2024).

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

جدول ۴: نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات کمی و کیفی علوفه در الگوهای مختلف کشت طی دو سال زراعی ۱۴۰۴-۱۴۰۲

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		نسبت برگ به ساقه	عملکرد علوفه تر	عملکرد علوفه خشک	پروتئین خام	عملکرد پروتئین	خاکستر
سال	۱	۰/۰۰۱^{ns}	۲۳۳۱۲۸۰۲**	۲۹۴۴۰۸۴*	۳/۱۴^{ns}	۱۶۳۶۲۰*	۰/۰۹^{ns}
سال× تکرار	۲	۰/۰۱	۶۳۵۵۲۹	۴۲۳۸۳۴	۳/۲۷	۶۱۴۰۸	۰/۰۳
الگوی کشت	۵	۰/۲۸**	۳۸۶۵۵۳۸۶**	۱۵۰۴۳۴۲۲**	۲۷/۰۹**	۲۹۸۹۲۲**	۱۰/۲۱**
سال× الگوی کشت	۵	۰/۰۰۲^{ns}	۲۲۱۰۰۲۷^{ns}	۹۱۱۳۹^{ns}	۲/۳۸^{ns}	۲۱۵۶۹^{ns}	۰/۰۲^{ns}
خطا	۲۰	۰/۰۰۹	۱۸۰۸۸۲۴	۷۰۳۶۹۴	۱/۵۲	۳۱۶۱۳	۰/۳۱
ضریب تغییرات (٪)	-	۳/۴۵	۱۵/۳۶	۱۲/۴۸	۵/۵۲	۱۰/۲۱	۳/۶۶

ns غیر معنی‌دار و * و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد



شکل ۲: مقایسه میانگین نسبت برگ به ساقه در الگوهای مختلف کشت تریتیکاله و ماشک طی دو سال زراعی ۱۴۰۴-۱۴۰۲

(۱): کشت خالص تریتیکاله؛ (۲): نسبت ۱:۳ ترتیکاله: ماشک؛ (۳): نسبت ۱:۱ ترتیکاله: ماشک؛ (۴): نسبت ۳:۱ ترتیکاله: ماشک؛ (۵): نسبت ۲:۲ ترتیکاله: ماشک و (۶): کشت خالص ماشک

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSD است.

عملکرد علوفه تر

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر سال و الگوی کشت در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد علوفه تر معنی‌دار بود (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که سال اول آزمایش با میانگین ۴۲۴۶۶ کیلوگرم در هکتار نسبت به سال دوم با میانگین ۴۰۸۵۷ کیلوگرم در هکتار، از عملکرد علوفه تر بیشتری برخوردار بود (جدول ۵). بیشتر بودن عملکرد علوفه تر در سال اول را می‌توان به شرایط مساعد آب و هوایی در این سال (بارندگی کمتر و در نتیجه شرایط غرقابی کمتر، دمای بالاتر و مجموع ساعات آفتابی بیشتر) و در نتیجه ایجاد پوشش گیاهی مناسب‌تر و رشد رویشی بیشتر نسبت داد. در بین الگوهای مختلف کشت، نسبت ۱:۳ تریتیکاله:ماشک دارای بیش‌ترین عملکرد علوفه تر (۴۴۵۷۱ کیلوگرم در هکتار) بود، هرچند با نسبت‌های ۱:۱ و ۲:۲ تریتیکاله: ماشک اختلاف معنی‌دار نداشت. با افزایش درصد ماشک در کشت مخلوط از

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

عملکرد علوفه تر کاسته شد و در تیمار کشت خالص ماشک به حداقل مقدار خود (۳۷۷۱۲ کیلوگرم در هکتار) رسید (جدول ۵). افزایش عملکرد علوفه تر در کشت مخلوط را می‌توان به تفاوت در ساختار مورفولوژی تریتیکاله و ماشک (به‌ویژه ریشه) برای استفاده بهتر از منابع مانند نور، آب و عناصر غذایی نسبت داد (زارعی چالشتری و همکاران، ۱۴۰۳). ربیعی و فرحدهر (۱۳۹۹) در بررسی عملکرد و سودمندی کشت مخلوط لگوم‌های علوفه‌ای با گرامینه‌ها به‌عنوان کشت دوم در شالیزار گزارش کردند که بیش‌ترین عملکرد علوفه تر در کشت مخلوط ۷۰ درصد تریتیکاله و ۳۰ درصد ماشک (۴۸۸۴۴ کیلوگرم در هکتار) حاصل شد.

جدول ۵: مقایسه میانگین عملکرد علوفه تر، عملکرد علوفه خشک و عملکرد پروتئین در الگوهای مختلف کشت طی دو سال زراعی ۱۴۰۴-۱۴۰۲

تیمار	عملکرد علوفه تر	عملکرد علوفه خشک	عملکرد پروتئین
	کیلوگرم در هکتار		
سال			
۱۴۰۲-۱۴۰۳	۴۲۴۶۶a	۱۰۷۳۵a	۱۵۴۳a
۱۴۰۳-۱۴۰۴	۴۰۸۵۷b	۱۰۱۶۳b	۱۴۰۸b
الگوی کشت			
کشت خالص تریتیکاله	۴۱۶۶۵bc	۱۰۴۱۹bc	۱۱۱۸c
۱:۳ (ترتیکاله:ماشک)	۴۴۵۷۱a	۱۲۱۵۷a	۱۶۹۵a
۱:۱ (ترتیکاله:ماشک)	۴۳۶۲۷ab	۱۱۶۲۸ab	۱۶۸۲a
۳:۱ (ترتیکاله:ماشک)	۳۹۸۱۰cd	۹۳۶۶c	۱۴۱۶abc
۲:۲ (ترتیکاله:ماشک)	۴۲۵۸۶ab	۱۱۲۱۷ab	۱۵۸۸ab
کشت خالص ماشک	۳۷۷۱۲d	۷۹۰۶d	۱۳۵۶bc

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSD است.

عملکرد علوفه خشک

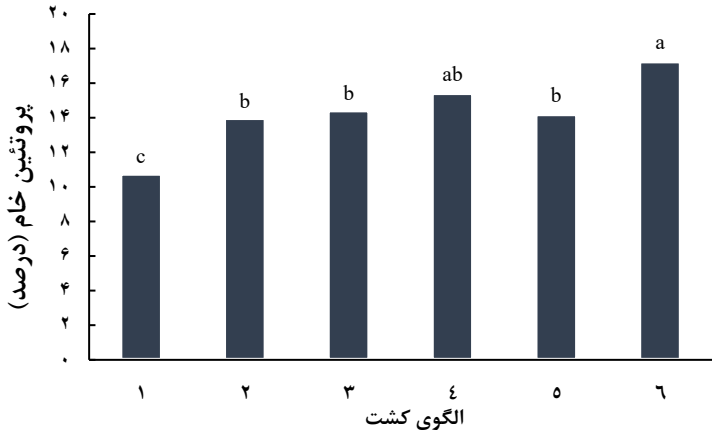
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سال در سطح احتمال پنج درصد و اثر الگوی کشت در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد علوفه خشک معنی‌دار بود (جدول ۴). هم‌راستا با عملکرد علوفه تر، عملکرد علوفه خشک در سال اول آزمایش (۱۰۷۳۵ کیلوگرم در هکتار) نسبت به سال دوم (۱۰۱۶۳ کیلوگرم در هکتار) بیشتر بود. در بین الگوهای مختلف کشت، نسبت‌های ۱:۳، ۱:۱ و ۲:۲ تریتیکاله: ماشک به‌ترتیب با میانگین‌های ۱۲۱۵۷، ۱۱۶۲۸ و ۱۱۲۱۷ کیلوگرم در هکتار دارای بیش‌ترین عملکرد علوفه خشک بوده و در یک گروه آماری قرار داشتند (جدول ۵). افزایش عملکرد علوفه در کشت مخلوط را می‌توان به کاهش رقابت درون‌گونه‌ای، افزایش تعداد پنجه تریتیکاله، افزایش تعداد شاخه فرعی ماشک و افزایش ارتفاع بوته دو گونه نسبت داد. در بررسی کمیت و کیفیت علوفه در کشت مخلوط افزایشی تریتیکاله و ماشک گزارش شد که

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

بیش‌ترین عملکرد علوفه خشک (۵۴۴۵ کیلوگرم در هکتار) در تیمار ۶۰:۱۰۰ ماشک: تریتیکاله به‌دست آمد (نصیری و همکاران، ۱۳۹۴). در آزمایشی دیگر زیدی طولابی و همکاران (۱۴۰۰) در کشت مخلوط جو و ماشک گزارش کردند که بیش‌ترین عملکرد علوفه خشک (۳۴۱۵ کیلوگرم در هکتار) در کشت مخلوط و در تیمار ۵۰ درصد جو + ۵۰ درصد ماشک حاصل شد.

میزان پروتئین خام

میزان پروتئین خام یکی از ویژگی‌های کیفی مهم محصولات علوفه‌ای است و همواره برای ارزیابی کیفیت علوفه استفاده می‌شود. نتایج تجزیه واریانس نشان‌دهنده اثر معنی‌دار الگوی کشت بر میزان پروتئین خام علوفه بود (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در بین الگوهای مختلف کشت، بیش‌ترین میزان پروتئین خام با میانگین ۱۷/۲۵ درصد به کشت خالص ماشک اختصاص داشت، هرچند با نسبت ۳:۱ تریتیکاله: ماشک (۱۵/۴۳ درصد) اختلاف معنی‌داری نداشت. کشت خالص تریتیکاله نیز، با میانگین ۱۰/۷۶ درصد از کم‌ترین میزان پروتئین خام برخوردار بود (شکل ۳). با افزایش سهم ماشک و کاهش سهم تریتیکاله در کشت مخلوط، میزان پروتئین خام افزایش یافت. افزایش در محتوای پروتئین خام علوفه در کشت مخلوط به‌دلیل حضور بقولات در مطالعات دیگر نیز گزارش شده است (Lithourgidis *et al.*, 2011; Contreras Paco *et al.*, 2020). کهراریان و همکاران (۱۴۰۳) در بررسی عملکرد کمی و کیفی علوفه در کشت مخلوط جو ماشک گزارش کردند که بیش‌ترین میزان پروتئین خام علوفه به‌ترتیب در کشت خالص ماشک (۲۵/۱۸ درصد) و تیمار ۲۰ درصد جو + ۸۰ درصد ماشک (۲۴/۰۷ درصد) به‌دست آمد. نتایج آن‌ها نشان داد که در کلیه نسبت‌های کشت مخلوط با افزایش نسبت ماشک، بر میزان پروتئین خام افزوده شد.



شکل ۳: مقایسه میانگین پروتئین خام علوفه در الگوهای مختلف کشت تریتیکاله و ماشک طی دو سال زراعی ۱۴۰۴-۱۴۰۲

(۱): کشت خالص تریتیکاله؛ (۲): نسبت ۱:۳ ترتیکاله: ماشک؛ (۳): نسبت ۱:۱ ترتیکاله: ماشک؛ (۴): نسبت ۳:۱ ترتیکاله: ماشک؛ (۵): نسبت ۲:۲ ترتیکاله: ماشک و (۶): کشت خالص ماشک

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSD است.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

عملکرد پروتئین

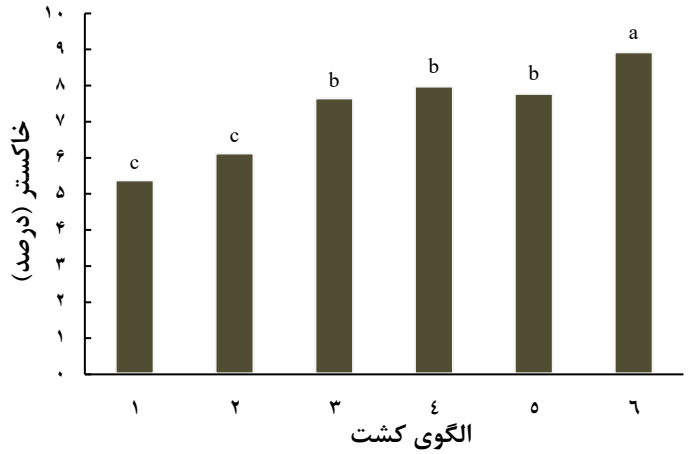
عملکرد پروتئین تحت تأثیر سال و الگوی کشت قرار گرفت (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که سال اول آزمایش با میانگین ۱۵۴۳ کیلوگرم در هکتار نسبت به سال دوم با میانگین ۱۴۰۸ کیلوگرم در هکتار، از لحاظ عملکرد پروتئین دارای برتری معنی‌داری بود (جدول ۵). با توجه به این‌که عملکرد علوفه خشک و عملکرد پروتئین دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری با یکدیگر هستند، لذا برتری عملکرد پروتئین در سال اول به‌دلیل عملکرد علوفه خشک بیشتر، منطقی و توجیه‌پذیر به‌نظر می‌رسد. عملکرد پروتئین در کلیه نسبت‌های کشت مخلوط بیشتر از کشت خالص دو گونه بود. بر این اساس، بیش‌ترین عملکرد پروتئین (۱۶۹۵ کیلوگرم در هکتار) در نسبت ۱:۳ تریتیکاله: ماشک حاصل شد، هرچند با دیگر نسبت‌های کشت مخلوط اختلاف معنی‌داری نداشت. کم‌ترین عملکرد پروتئین نیز به‌ترتیب در کشت خالص تریتیکاله (۱۱۱۸ کیلوگرم در هکتار) و کشت خالص ماشک (۱۳۵۶ کیلوگرم در هکتار) به‌دست آمد (جدول ۵). کم بودن عملکرد پروتئین در کشت خالص تریتیکاله را می‌توان به کمتر بودن میزان پروتئین خام و در کشت خالص ماشک، به کمتر بودن عملکرد علوفه خشک نسبت داد. همسو با نتایج این تحقیق، کهراریان و همکاران (۱۴۰۳) گزارش کردند که عملکرد پروتئین در کلیه نسبت‌های کشت مخلوط جو و ماشک بیشتر از کشت خالص دو گونه بود، به‌طوری‌که بیش‌ترین میزان آن در کشت مخلوط ۴۰ درصد جو + ۶۰ درصد ماشک به‌دست آمد.

میزان خاکستر علوفه

خاکستر به‌عنوان یک جزء حیاتی خوراک، انواع املاح و مواد مورد نیاز برای دام‌ها اعم از عناصر پرمصرف و کم‌مصرف را تأمین کرده و جهت ادامه فعالیت‌های متابولیکی و سلامت آن‌ها لازم است. بنابراین، درصد خاکستر به‌طور مستقیم با کیفیت علوفه مرتبط است (Lithourgidis *et al.*, 2011). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که میزان خاکستر علوفه به‌طور معنی‌داری (در سطح احتمال یک درصد) تحت تأثیر الگوی کشت قرار گرفت (جدول ۴). در بین الگوهای مختلف کشت، کشت خالص ماشک با میانگین ۸/۹۵ درصد، بیش‌ترین میزان خاکستر علوفه را به خود اختصاص داد. نسبت‌های ۳:۱، ۲:۲ و ۱:۱ تریتیکاله: ماشک نیز به‌طور مشترک در رتبه بعدی قرار داشتند. کم‌ترین میزان خاکستر (۵/۴ درصد) نیز در کشت خالص تریتیکاله حاصل شد. نتایج بیانگر این موضوع بود که به‌دلیل کیفیت بالاتر و میزان خاکستر بیشتر علوفه ماشک نسبت به تریتیکاله، اضافه شدن ماشک به کشت مخلوط باعث افزایش میزان خاکستر علوفه در تیمارهای کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص تریتیکاله گردید (شکل ۴). نتایج بررسی عملکرد و صفات کیفی علوفه در کشت مخلوط تریتیکاله با لگوم‌های یکساله نشان داد که افزودن لگوم‌ها به کشت مخلوط موجب افزایش خاکستر علوفه شد، به‌طوری‌که بیش‌ترین

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

(۱۰ درصد) و کم‌ترین (۵/۳ درصد) میزان خاکستر به‌ترتیب در نسبت ۱:۱ تریتیکاله:ماشک و کشت خالص تریتیکاله به‌دست آمد (صالحی و همکاران، ۱۳۹۷).



شکل ۴: مقایسه میانگین خاکستر علوفه در الگوهای مختلف کشت تریتیکاله و ماشک طی دو سال زراعی ۱۴۰۴-۱۴۰۲

(۱): کشت خالص تریتیکاله؛ (۲): نسبت ۱:۳ ترتیکاله: ماشک؛ (۳): نسبت ۱:۱ ترتیکاله: ماشک؛ (۴): نسبت ۳:۱ ترتیکاله: ماشک؛ (۵): نسبت ۲:۲ ترتیکاله: ماشک و (۶): کشت خالص ماشک

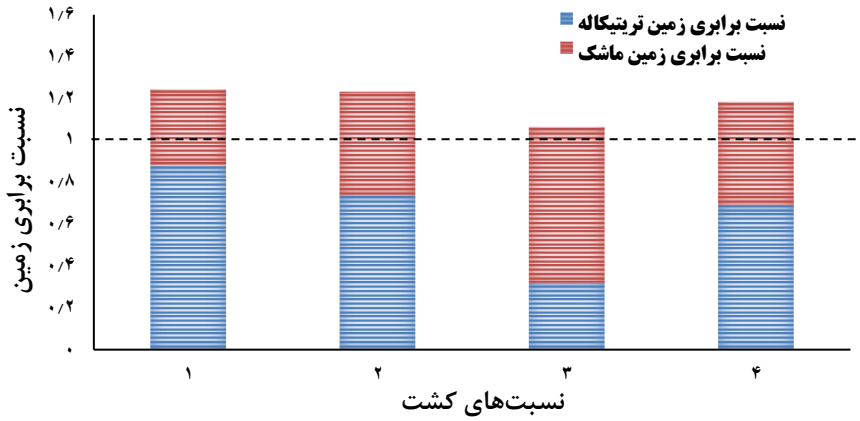
حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSD است.

نسبت برابری زمین (LER)

LER از مناسب‌ترین شاخص‌ها برای بررسی مزیت کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی می‌باشد و به‌صورت سطح زمین مورد نیاز در تک‌کشتی برای حصول عملکرد مشابه با کشت مخلوط تعریف می‌شود (Lithourgidis *et al.*, 2011). مقدار LER از ۱/۲۴ در نسبت ۱:۳ تریتیکاله: ماشک تا ۱/۰۶ در نسبت ۳:۱ تریتیکاله: ماشک متغیر بود (شکل ۵). در کلیه نسبت‌های کشت مخلوط، مقدار LER بیشتر از یک بود که نشان‌دهنده سودمندی کشت مخلوط تریتیکاله و ماشک نسبت به کشت خالص این دو گونه و به عبارتی دیگر، برتری تسهیل بین‌گونه‌ای به رقابت بین‌گونه‌ای بود. دلیل سودمندی کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص می‌تواند ناشی از تنظیم مؤثر ساختار کانوپی در کشت مخلوط به‌منظور افزایش جذب نور باشد که این امر منجر به تأمین انرژی لازم برای انجام مطلوب فرایندهای فتوسنتزی می‌گردد (زارعی چالشتری و همکاران، ۱۴۰۳). استفاده کارآمد و مؤثر از منابع موجود با توجه به سیستم ریشه‌ای متفاوت دو گونه، تثبیت نیتروژن ماشک، کنترل بهتر علف‌های هرز و به تبع آن افزایش رشد رویشی، از جمله دلایل دیگر افزایش LER در کشت مخلوط تریتیکاله و ماشک به‌شمار می‌رود. LER برابر با ۱/۲۴ در نسبت ۱:۳ تریتیکاله: ماشک بیانگر آن است که ۲۴ درصد سطح زمین بیشتری در کشت خالص نیاز است تا عملکردی مشابه با کشت مخلوط حاصل شود. همچنین، مقایسه LER جزئی دو گونه نشان می‌دهد که این شاخص برای تریتیکاله بیشتر از ماشک بود. بنابراین، چنین استنباط می‌شود که تریتیکاله در کشت

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

مخلوط تأثیر مثبت بیشتری از همراهی با ماشک پذیرفته است. محققان در بررسی کارایی کشت مخلوط تریتیکاله و ماشک گل خوشه‌ای گزارش کردند که میزان LER در کلیه تیمارهای کشت مخلوط بیشتر از یک بود، به‌طوری‌که بالاترین مقدار آن (۱/۳) در نسبت جایگزینی ۵۰ درصد تریتیکاله + ۵۰ درصد ماشک حاصل شد (صدرا و حمزه‌ئی، ۱۴۰۰).



شکل ۵: نسبت برابری زمین در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط تریتیکاله و ماشک طی دو سال زراعی ۱۴۰۴-۱۴۰۲

(۱): نسبت ۱:۳ تریتیکاله:ماشک؛ (۲): نسبت ۱:۱ تریتیکاله:ماشک؛ (۳): نسبت ۳:۱ تریتیکاله:ماشک و (۴): نسبت ۲:۲ تریتیکاله:ماشک

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که کشت تریتیکاله و ماشک چه به‌صورت کشت خالص و چه به‌صورت کشت مخلوط در تناوب با برنج در اراضی شالیزاری گیلان با موفقیت امکان‌پذیر می‌باشد. بیشترین عملکرد علوفه خشک (۱۲۱۵۷ کیلوگرم در هکتار) در کشت مخلوط ۱:۳ تریتیکاله: ماشک به‌دست آمد که نسبت به کشت خالص تریتیکاله و ماشک به‌ترتیب ۱۴ و ۳۴ درصد افزایش نشان داد. افزایش درصد ماشک در کشت مخلوط از طریق افزایش نسبت برگ به ساقه، میزان پروتئین خام و خاکستر علوفه، منجر به بهبود کیفیت علوفه شد. بیش‌ترین عملکرد پروتئین علوفه نیز در کشت مخلوط ۱:۳ تریتیکاله: ماشک (۱۶۹۵ کیلوگرم در هکتار) حاصل شد که نسبت به کشت خالص تریتیکاله و ماشک به‌ترتیب ۳۴ و ۲۰ درصد افزایش داشت. نتایج نسبت برابری زمین، سودمندی کشت مخلوط تریتیکاله و ماشک را نشان می‌دهد. به‌طوری‌که در کلیه تیمارهای کشت مخلوط، نسبت برابری زمین بالاتر از یک بود و بیشترین مقدار آن به‌ترتیب در نسبت‌های ۱:۳ و ۱:۱ تریتیکاله: ماشک حاصل شد. بر اساس نتایج، پیشنهاد می‌شود که بهره‌برداران جهت دستیابی به عملکرد و کیفیت مناسب علوفه و همچنین به‌منظور بهره‌وری بیشتر از زمین، به‌ترتیب اولویت کشت مخلوط ۱:۳ و ۱:۱ تریتیکاله: ماشک را به‌عنوان کشت دوم در تناوب پس از برنج قرار دهند.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

سپاسگزاری

نویسندگان این مقاله برخود لازم می‌دانند که از سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی و موسسه تحقیقات برنج کشور، به جهت حمایت‌های مالی از اجرای این تحقیق تشکر نمایند.

منابع

بغدادی، ا.ص.، پاک‌نژاد، ف.، گل‌زردی، ف.، هاشمی، م. و ایلکایی، م.ن. (۱۴۰۰). اثر روش‌های مختلف آبیاری بر تولید پروتئین و کارایی مصرف نیتروژن در نظام‌های کشت مخلوط سورگوم و آمارانت علوفه‌ای. مجله علمی فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۱۳(۵۱): ۱۱۵-۹۷.

پاک‌گوهر، ن.، قنبری، ا. و فرح‌بخش، ح. (۱۳۹۳). بررسی خصوصیات کمی و کیفی علوفه خلر (*Lathyrus sativus* L.) و ارزن نوتریفید (*Pennisetum* sp.) در الگوهای مختلف کشت. نشریه بوم شناسی کشاورزی. ۶(۱): ۱۱۷-۱۰۸.

تبریزی، ع.ا.، نورمحمدی، ق. و مبصر، ح.م. (۱۳۹۴). تأثیر نظام‌های مختلف کشت بر حاصلخیزی خاک شالیزار. اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. ۹(۲): ۲۰۲-۱۹۱.

حمزه‌ئی، ج.، سیدی، م.، احمدوند، گ. و ابوطالبیان، م.ع. (۱۳۹۱). تأثیر کشت مخلوط افزایشی بر سرکوب علف‌های هرز، عملکرد و اجزای عملکرد نخود و جو. تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. ۲(۳): ۴۳-۵۶.

حیدری، ح.، دهمرده، م. و خمری، ع. (۱۳۹۸). ارزیابی تولید در کشت مخلوط چای ترش (*Hibiscus sabdariffa* L)و لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata* L) در سری جایگزینی. علوم گیاهان زراعی. ۵۰(۳): ۱۶۷-۱۵۷.

ربیعی، م. و فرح‌دهر، ف. (۱۳۹۹). ارزیابی عملکرد و سودمندی کشت مخلوط لگوم‌های علوفه‌ای با گرامینه‌ها به‌عنوان کشت دوم در شالیزار. تولیدات گیاهی. ۴۳(۳): ۳۷۴ -۳۶۳.

ربیعی، م. و فرح‌دهر، ف. (۱۴۰۳). دستورالعمل فنی کشت محصولات دوم پس از برداشت برنج در شالیزار. موسسه تحقیقات برنج کشور. ۴۳ ص.

ربیعی، م. و شاکرکوهی، س. (۱۴۰۳). کشت دوم کلزا (*Brassica napus* L.) در اراضی شالیزاری: مروری بر تحقیقات انجام شده برای رفع چالش‌ها و پایداری تولید. نشریه علوم زراعی ایران. ۲۶(۳): ۲۴۰-۲۲۴.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

ربیعی، م.، حسینی چالشتری، م. و ابراهیمی، م. (۱۴۰۳). تریتیکاله، علوفه‌ای دومنظوره و سازگار برای کشت دوم در اراضی شالیزاری. مجله ترویجی شالیزار. ۶(۲): ۸-۱.

ربیعی، م. و شاکرکوهی، س. (۱۴۰۴). مناسب‌ترین نظام‌های کشت مخلوط پس از برداشت برنج در شالیزارهای استان گیلان. پژوهش‌های راهبردی در علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۰(۱): ۴۴-۳۳.

زارعی چالشتری، ش.، آینه‌بند، ا. و کرمی، ث. (۱۴۰۳). مقایسه پتانسیل تولید علوفه در کشت مخلوط شبدر برسیم- ارزن پروسو با کشت خالص در مناطق سردسیر. پژوهش‌های کاربردی زراعی. ۳۶(۲): ۵۷-۴۰.

زیدی طولابی، ن.، خمری، ع.، سیروس‌مهر، ع.ر.، دانشور، م.، گلوی، م. و دهمرده، م. (۱۴۰۰). ارزیابی کمی و کیفی کشت مخلوط ماشک (*Vicia narbonensis*) و جو (*Hordeum vulgar*) در شرایط دیم خرم‌آباد تحت تأثیر کود زیستی ازتوبارور-۱ و ماده سوپرجاذب. مجله علمی فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۱۳(۴۹): ۱۸۵-۱۶۷.

صالحی، ز.، امیرنیا، ر.، رضائی چیانه، ا. و خلیل‌وند بهروزی، ح. (۱۳۹۷). ارزیابی عملکرد و برخی صفات کیفی علوفه در کشت مخلوط تریتیکاله با لگوم‌های یکساله. دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۸(۴): ۷۶-۵۹.

صدرا، ط. و حمزه‌ئی، ج. (۱۴۰۰). بررسی کارایی کشت مخلوط ترتیکاله (*Triticosecale*) و ماشک گل خوشه‌ای (*Vicia villosa* L.) با استفاده از شاخص‌های رقابت تحت سامانه‌های مختلف خاک‌ورزی. دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۳۱(۳): ۱۸-۱.

کهراریان، ب.، فرح وش، ف.، محمدی، س.، میرشکاری، ب. و رشیدی، و. (۱۴۰۳). ارزیابی عملکرد کمی و کیفی علوفه در کشت مخلوط جو (*Hordeum vulgare* L.) با ماشک گل خوشه‌ای (*Vicia Villosa* Roth). مجله علمی فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۱۶(۶۳): ۷۷-۵۹.

مرید احمدی، س.، خرم‌دل، س.، کوچکی، ع.ر. و شباهنگ، ج. (۱۳۹۵). بررسی شاخص‌های فیزیولوژیکی و عملکرد کشت مخلوط ردیفی کرچک (*Ricinus communis*) با کدو پوست‌کاغذی (*Cucurbita pepo* L.). یافته‌های تحقیقاتی در بهبود تولیدات گیاهان زراعی. ۲(۲): ۹۵-۷۵.

نصراله‌زاده اصل، ع.، چاوشقلی، ع.، ولیزادگان، ا.، ولیلو، ر. و نصراله‌زاده اصل، و. (۱۳۹۱). ارزیابی کشت مخلوط آفتابگردان و لوبیا چیتی به روش افزایشی. دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۲(۲): ۹۰-۷۹.

نصیری، ی. (۱۳۹۹). تأثیر ماشک گل خوشه‌ای (*Vicia villosa* Roth) بر مهار علف‌های هرز و تولید محصول گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) در کشت مخلوط. دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۳۰(۳): ۱۹-۱.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

نصیری، ب.، دارائی مفرد، ع.ر. و حسینیان، س.ح. (۱۳۹۴). ارزیابی کمیت و کیفیت علوفه در کشت مخلوط افزایشی تریتیکاله و ماشک در شرایط دیم. پژوهش در اکوسیستم‌های زراعی. ۲(۲): ۴۸-۳۷.

Aydemir, S.K., Karakoy, T., Kokten, K. and Nadeem, M.A. 2019. Evaluation of yield and yield components of common vetch (*Vicia sativa* L.) genotypes grown in different locations of Turkey by GGE biplot analysis. Applied Ecology and Environmental Research. 17(6): 15203-15217.

Contreras Paco, J.L., Ramírez Rivera, H., Tunque Quispe, M., Aroni Quintanilla, Y.R. and Curasma Ccente, J. 2020. Productive and nutritional aspects of forages oats and barley alone and consociated to vetch in high Andean conditions. MOJ Food Processing and Technology. 8(2): 56-65.

Duchene, O., Vian, J. and Celette, F. 2017. Intercropping with legume for agroecological cropping systems: complementarity and facilitation processes and the importance of soil micro organisms. A review. Agriculture Ecosystem Environment. 240: 148-161.

FAO. 2024. World food and agriculture – statistical yearbook 2024. Rome. pp 384.

Kefelegn, G.A., Kebede, T. and Desta, B. 2023. Influence of intercropping combinations on growth, components, yield, and quality of faba bean and potato. Biomedical Journal of Scientific & Technical Research. 49(4): 40793-40804.

Kussie, B., Tadele, Y. and Asresie, A. 2024. Effect of maize (*zea mays* L.) and cowpea (*vigna unguiculata* L.) intercropping on agronomic performance, yield and nutritional values of maize and cowpea under supplementary irrigation. Heliyon. 10(21): e39817.

Lan, Y., Zhang, H., He, Y., Jiang, C., Yang, M. and Ye, S. 2023. Legume-bacteria-soil interaction networks linked to improved plant productivity and soil fertility in intercropping systems. Industrial Crops and Products. 196(3): 116504.

Lithourgidis, A.S., Vasilakoglou, I.B., Dordas, C.A. and Damalas, C.A. 2011. Dry matter yield, nitrogen content, and competition in pea–cereal intercropping systems. European Journal of agronomy. 34(4): 287-294.

Raseduzzaman, M. and Jensen, E.S. 2017. Does intercropping enhance yield stability in arable crop production? A meta-analysis. Eurpean Journal Agronomy. 91: 25-33.

Renzi, J.P., Chantre, G.R. and Cantamutto, M.A. 2017. Self-regeneration of hairy vetch (*Vicia villosa* Roth) as affected by seedling density and soil tillage method in a semi-arid agroecosystem. Grass and Forage Science. 72(3): 524-533.

Salama, H.S.A. 2020. Mixture cropping of berseem clover with cereals to improve forage yield and quality under irrigated conditions of the Mediterranean basin. Annals of Agricultural Sciences. 65(2): 159-167

Tabatabaei, S.A. and Ranjbar, G.H. 2012. Effect of different levels of nitrogen and potassium on grain yield and protein of triticale. International Research Applied and Basic Sciences. 3(2): 390-393.

Toker, P., Canci, H., Turhan, I., Isci, A., Scherzinger, M., Kordrostami, M. and Yol, E. 2024. The advantages of intercropping to improve productivity in food and forage production – a review. Plant Production Science. 27(3): 155-169.

Tzemi, D., Peltonen-Sainio, P., Palosuo, T., Rämö, J. and Lehtonen, H. 2025. Profitability of Intercropping Legumes with Cereals: A Farm-Level Analysis. Journal of Agriculture and Food Research. 21: 101804.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

Ul-Allah, S., Khan, A.A., Fricke, T., Buerkert, A. and Wachendorf, M. 2014. Fertilizer and irrigation effects on forage protein and energy production under semi-arid conditions of Pakistan. Field Crops Research. 159: 62-69.

Wang, Y., Qin, Y., Chai, Q., Feng, F., Zhao, C. and Yu, A. 2018. Interspecies interactions in relation to root distribution across the rooting profile in wheat-maize intercropping under different plant densities. Frontiers in Plant Science. 9: 483.

Wang, X., Li, Y., Yang, M., Liang, W. and Zhang, X. 2025. Intercropping with appropriate nitrogen reduction achieves the trade-off among soil biological health, soil multifunctionality, and crop productivity. Field Crops Research. 333: 110085.

Yilmaz, S., Ozel, A., Atak, M. and Erayman, M. 2015. Effects of seeding rates on competition indices of barley and vetch intercropping systems in the eastern Mediterranean. Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 39(1): 135-143.

Zailan, M.Z., Yaakub, H. and Jusoh S. 2018. Yield and nutritive quality of Napier (*Pennisetum Purpureum*) cultivars as fresh and ensiled fodder. Journal of Animal and Plant Science. 28(1): 63-72.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

Evaluation of qualitative and quantitative of forage yield in intercropping of triticale and vetch as a second crop in paddy fields

M. Rabiee [1*] and S. Shaker Kouhi[2]
1 &2) Department of Seed Improvement, Rice Research Institute, Rasht, Iran.
*Corresponding author: rabiee_md@yahoo.co.uk

Received date: 2025.08.11 **Accepted date: 2025.11.19**

Abstract

In order to investigate the qualitative and quantitative of forage yield in intercropping of triticale (*X Triticosecale* Wittmack) and vetch (*Vicia panonica*) as a second crop in paddy fields, an experiment was conducted based on a randomized complete block design with three replications at research fields of Rice Research Institute of Iran in Rasht during two cropping seasons of 2023-2024 and 2024-2025. The experimental treatments were included intercropping of triticale and vetch with replacement ratios of 1:1 (one row of triticale + one row of vetch), 2:2 (two row of triticale + two row of vetch), 3:1 (three row of triticale + one row of vetch) and 1:3 (one row of triticale + three row of vetch) and solecropping of triticale and vetch. The results showed that the cropping pattern had significant effect on all of studied traits. The highest fresh forage yield (44571 kg.ha^{-1}), dry forage yield (12157 kg.ha^{-1}) and protein yield (1695 kg.ha^{-1}) were obtained from 3:1 triticale:vetch intercropping. Increasing vetch percentage in intercroping resulted leaf-to-stem ratio, crude protein content, forage ash, and consequently, forage quality increase. Land equivalent ratio in all intercropping treatments was more than one. The highest value of this index was obtained in the 1:3 and 1:1 triticale:vetch treatments, respectively. According on the results, to achieve optimal yield and greater advantage, the ratios of 3:1 and 1:1 triticale:vetch, are recommended as the most suitable intercropping combinations for second crop after rice harvesting in paddy fields of Guilan province, respectively.

Key words: Ash, protein yield, forage yield and land equivalence ratio.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]