جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم به وسیله گیاهان زراعی و علف‌های هرز در سامانه‌های مختلف کشت مخلوط غلات-بقولات دانه‌ای

لیلا سلیمانپور[۱]، روح اله نادری[۱*] و مهدی نجفی قیری[۲]

[۱]بخش اگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز

[۲]بخش علوم خاک، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز

(تاریخ دریافت: ۱۳۹٤/۰۹/۰۹، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۵/۰۱/۱۹)

چکیده

عناصر غذایی نقش مهمی در عملکرد گیاهان زراعی دارند و جذب آنها می‌تواند تحت تأثیر کشت مخلوط قرار گیرد. جهت بررسی این امر، میزان عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در شاخساره گیاهان زراعی و علف‌های هرز، در آزمایشی مزرعه‌ای مورد ارزیابی قرار گرفت. این آزمایش در سال زراعی ۹٤-۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز انجام شد. ١٦ تیمار (۱۰ تیمار کشت خالص گندم، جو، تریتیکاله، نخود و باقلا با و بدون علف هرز و ٦ تیمار کشت مخلوط ۵۰:۵۰ گندم+ نخود، گندم+ باقلا، جو+ نخود، جو+ باقلا، تریتیکاله+ نخود و تریتیکاله+ باقلا با حضور علف هرز) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار بررسی شد. محتوا و غلظت عناصر غذایی شاخساره گیاهان زراعی و علف‌های هرز در نمونه‌برداری نهایی که در مرحله رسیدگی گیاهان زراعی انجام شد، اندازه‌گیری گردید. نتایج نشان داد که بیشترین غلظت نیتروژن شاخساره غلات در کشت خالص گندم بدون علف هرز (۸/۱ درصد) و در شاخساره بقولات دانه‌ای در کشت های خالص نخود با علف هرز (۱۷/۳ درصد) و نخود بدون علف هرز (۱۵/۸ درصد) به دست آمد. نیتروژن علف‌های هرز در تیمارهای کشت خالص با علف هرز و کشت مخلوط تفاوت معنی‌داری نداشت. غلظت فسفر شاخساره غلات در تیمارهای کشت مخلوط گندم+ باقلا (۰/۸۰ درصد) و کشت خالص گندم بدون علف هرز (۰/۷۹ درصد) حداکثر بود. بیشترین غلظت فسفر در شاخساره بقولات دانه‌ای و علف‌های هرز به ترتیب در تیمارهای کشت خالص نخود بدون علف هرز (۱/۹۰ درصد) و نخود با علف هرز (۰/۱۳ درصد) مشاهده شد. بیشترین غلظت پتاسیم شاخساره غلات، بقولات دانه‌ای و علف‌های هرز به ترتیب در تیمارهای کشت مخلوط جو + نخود (۱/۹۵ درصد)، تریتیکاله+ نخود (۱/۵۹ درصد) و جو + نخود (۱/۹۰ درصد) مشاهده شد. در تیمارهای کشت مخلوط با توجه به زیست توده بالای غلات محتوای عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در شاخساره غلات نسبت به بقولات دانه‌ای بیشتر بود. همچنین در تیمارهای جو+ نخود و جو+ باقلا به علت کاهش شدید زیست توده علف‌های هرز، محتوای عناصر توسط علف‌های هرز کمتر از غلات و بقولات دانه‌ای بود. نتایج کلی نشان داد که کشت مخلوط می‌تواند با کاهش جذب عناصر غذایی توسط علف‌های هرز موجب افزایش جذب عناصر غذایی برای گیاهان زراعی شود و در نتیجه کارایی کشت مخلوط در تولید عملکرد، بیشتر از کشت های خالص خواهد بود.

کلمات کلیدی: باقلا، تریتیکاله، جو، عناصر غذایی پر مصرف، گندم، نخود

[*]نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: naderi.ruhollah@gmail.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.24.4.9]

مقدمه

کشت مخلوط، رشد همزمان دو یا چند گونه در یک مکان می-باشد که در استفاده از منابع محیطی در تمام یا بخشی از فصل رشد، با هم مشارکت می‌کنند (Ariel *et al*., 2013). این نوع کشت، روشی پایدار برای تولید محصولات زراعی می‌باشد، که برای حداکثرسازی استفاده از منابع دردسترس به کار می‌رود (Nassiri Mahallati *et al*., 2015). به طور کلی هدف از انجام کشت مخلوط استفاده بهینه از زمان، مکان و منابع محیطی روی زمین و زیر زمین می‌باشد، که موجب حداکثرسازی اثرات مثبت (تسهیل) و حداقل سازی اثرات منفی (رقابت) بین اجزای گیاهی می‌شود (Ariel *et al*., 2013). کشت مخلوط علاوه بر افزایش راندمان تولید، با فواید اکولوژیکی که دارد موجب کاهش اثرات محیطی سامانه‌های کشاورزی مانند تغییرات اقلیم، اسیدی شدن خاک، سمیت خاک و منابع آب و مصرف انرژی می‌شود (Naudin *et al*., 2014).

عناصر غذایی به دلیل نقشی که در تغذیه و تولید عملکرد گیاهان زراعی دارند، از مهمترین منابع محیطی می‌باشند. اگر اجزای کشت مخلوط در استفاده از منابع محیطی مکمل هم باشند، تولید در کشت مخلوط بیشتر از کشت خالص است (اسکندری و قنبری، ۱۳۹۰). با توجه به گزارش Tosti و Guiducci (2010)، کشت مخلوط غله-بقولات به علت فوایدی که بر استفاده نیتروژن دارد، بسیار رایج می‌باشد. آنها گزارش کردند که باقلا (*Vicia faba* L.) در کشت مخلوط با چند رقم گندم (*Triticum Spp*.) موجب شد که مقدار نیتروژن گندم به طور معنی‌داری بهبود یابد. مطالعات Stoltz و Nadeau (2014) نشان داد که جذب عناصر غذایی در کشت مخلوط افزایش می‌یابد. برای مثال جذب فسفر در ذرت (*Zea mays* L.) در کشت مخلوط با باقلا (Li et al., 2003) و کلسیم و منیزیم در کشت مخلوط ذرت-لوبیا چشم بلبلی (*Vigna sinensis*) (اسکندری و قنبری، ۱۳۹۰) افزایش یافت. همچنین Fan (2006) گزارش کرد که کشت مخلوط ذرت-باقلا موجب افزایش ۹۸ درصدی نیتروژن تثبیت شده از اتمسفر توسط باقلا شد. در مطالعه‌ای دیگر گزارش شد که کشت مخلوط برنج (*Oryza sativa*)- بادام زمینی (*Arachis hypogaea*) موجب افزایش ۲۰ درصدی تثبیت زیستی نیتروژن توسط بادام زمینی شد (Chu *et al*., 2004). تسهیل بین گونه‌ای در کشت مخلوط برای جذب فسفر معدنی در مطالعات زیادی گزارش شده است. برای مثال لوپن سفید (*Lupinus albus* L.) از طریق کلاته کردن کلسیم به وسیله ترشح سیترات از ریشه، موجب افزایش جذب فسفر شد، زیرا کمپلکس P-Ca در طی این فرایند شکسته شد (Gardner and Boundy., 1983). در مطالعه‌ای بر کشت مخلوط ذرت و نخود گزارش شد که کشت مخلوط موجب افزایش جذب پتاسیم و فسفر نسبت به کشت خالص آنها گردید (Inal *et al*., 2007). در مطالعه‌ای دیگر Mei و همکاران (2012) نیز گزارش کردند که بازیابی فسفر در کشت مخلوط باقلا-ذرت ۲۹۷ درصد بیشتر از کشت‌های خالص بود. هدف از انجام این آزمایش بررسی غلظت و محتوای عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در سامانه‌های مختلف کشت مخلوط غلات- بقولات دانه‌ای در مقایسه با کشت‌های خالص آنها بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش برای بررسی تأثیر کشت مخلوط غلات-بقولات دانه‌ای بر محتوا و غلظت عناصر غذایی پرمصرف در شاخساره گیاهان زراعی و علف‌های هرز، در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز انجام شد. مزرعه مورد نظر در طول جغرافیایی ″۰′۳۳°۵۴ شرقی، عرض جغرافیایی ″۰′۴۵°۲۸ شمالی و ارتفاع ۱۱۸۰ متر از سطح دریا قرار دارد. ۱٦ تیمار آزمایشی (کشت خالص گندم بدون علف هرز، کشت خالص جو (*Hordeum vulgare L.*) بدون علف هرز، کشت خالص تریتیکاله (*Triticale Spp*.)بدون علف هرز، کشت خالص نخود (*Cicer arietinum*) بدون علف هرز، کشت خالص باقلا بدون علف هرز، کشت خالص گندم با علف هرز، کشت خالص جو با علف هرز، کشت خالص تریتیکاله با علف هرز، کشت خالص نخود با علف هرز، کشت خالص باقلا با علف هرز، کشت مخلوط گندم و نخود، کشت

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.24.4.9]

جدول ۱- نتایج آزمون خاک مزرعه آزمایش

ویژگی‌های خاک	عمق خاک (سانتیمتر)	
	۰-۱۵	۱۵-۳۰
بافت خاک	لومی	لومی
شن، ٪	٤١	٤١
سیلت، ٪	٤٠	٤٠
رس، ٪	١٩	١٩
قابلیت هدایت الکتریکی، $dS\ m^{-1}$	٢/٦	١/٦
اسیدیته	٧/٥٤	٧/٦٤
کربن آلی، ٪	٠/٤	٠/٤
نیتروژن کل، ٪	٠/٠٦	٠/١٢
فسفر قابل استفاده، $mg\ kg^{-1}$	٥٢	٦٠
پتاسیم قابل استفاده، $mg\ kg^{-1}$	١٥٠	١٥٠

مخلوط گندم و باقلا، کشت مخلوط جو و نخود، کشت مخلوط جو و باقلا، کشت مخلوط تریتیکاله و نخود و کشت مخلوط تریتیکاله و باقلا بدون کنترل علف هرز) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. برای گندم رقم چمران۲، جو رقم یوسف و تریتیکاله رقم ET-8318 و برای کشت باقلا و نخود توده بومی منطقه استفاده شد. هر کرت به صورت جوی و پشته‌هایی به عرض ۳۰ سانتیمتر تهیه شد. ابعاد کرت‌ها، فاصله بین کرت‌ها و فاصله بین بلوک‌ها به ترتیب ۳×۲، ۰/۵ و ۱ متر بود. کاشت تمام گیاهان به صورت همزمان در تاریخ ۲ آذر ۱۳۹۳ انجام شد. در کرت‌های مخلوط نسبت غله-بقولات ۵۰:۵۰ در نظر گرفته شد. تراکم غلات و باقلا بر اساس ۲۰۰ کیلوگرم و برای نخود بر اساس ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بذر مصرفی تعیین شد که در کرت‌های مخلوط نصف این مقدار استفاده گردید. خاک مزرعه دارای بافت لومی بود. بر اساس آزمون خاک (جدول ۱) تنها کودی که در مزرعه استفاده شد کود اوره بود. اوره در دو مرحله (کاشت و سرک در مرحله ساقه رفتن غلات) بر اساس ٦٥ کیلوگرم در هکتار به تمام کرت‌ها اضافه شد. اولین آبیاری بلافاصله پس از کشت انجام شد و آبیاری‌های بعدی بر اساس نیاز آبی گیاهان و شرایط اقلیمی منطقه صورت گرفت. دور آبیاری در ماه‌های بهمن و اسفند ۱۲ روز و در ماه‌های آذر، فروردین و اردیبهشت ۸ روز بود. تیمار عاری از علف هرز به صورت وجین دستی اعمال گردید. وجین ۲ بار در مراحل پنجه‌زنی و خوشه رفتن غلات انجام شد و پس از آن به عملیات وجین نیازی نبود. برداشت نهایی در سطحی به اندازه یک متر مربع در تاریخ ۱۱ اردیبهشت برای غلات و باقلا و ۱۸ اردیبهشت برای نخود انجام شد. نمونه های گیاهی برداشت شده (فقط اندام‌های هوایی) با آب مقطر شسته و تا رسیدن به وزن ثابت خشک در دمای ٦٥ درجه سانتیگراد قرار داده شد. سپس به منظور تعیین محتوا و غلظت عناصر غذایی پرمصرف در شاخساره گیاهان زراعی و علف‌های هرز، توزین و آسیاب شد و در دمای ۵۵۰ درجه سانتیگراد در کوره الکتریکی به صورت خاکستر در آمد. خاکستر گیاهی حاصل با استفاده از اسید کلریدریک دو مولار عصاره گیری و از کاغذ صافی عبور داده شد (Chapman and Pratt., 1961). برای اندازه‌گیری نیتروژن، فسفر (Kuo, 1996) و پتاسیم به ترتیب از دستگاه‌های میکروکلدال (Kjelflex- K360 ساخت شرکت BUCHI سوئیس)، اسپکتروفتومتر (مدل +200) و فلیم فتومتر (Flame Corning 410) استفاده شد.

محاسبه محتوای عناصر بر حسب کیلوگرم در هکتار بر اساس

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.24.4.9]

فرمول زیر انجام شد:

محتوای عنصر= غلظت عنصر در شاخساره گیاه × زیست توده گیاه

زیست توده گیاه با توزین وزن خشک شاخساره گیاهان زراعی و علف‌های هرز محاسبه گردید. به علت تعداد بوته متفاوت در هر کرت، داده‌ها تجزیه کوواریانس شد. داده‌ها با استفاده از نرم افزار MSTATC ver. 2.1 (1991) تجزیه کوواریانس شد. برای ترسیم شکل‌ها نرم‌افزار Microsoft Excel (2010) Office به کار رفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح یک درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

نیتروژن شاخساره غلات و بقولات دانه‌ای: محتوای نیتروژن و غلظت آن در شاخساره غلات و بقولات دانه‌ای تحت تأثیر تیمارهای آزمایش دارای تفاوت معنی‌دار بودند ($P\leq$ ۰/۰۱) (جدول‌های ۲ و ۳ ؛ شکل‌های ۱ تا ٤). بیشترین محتوای نیتروژن غلات را تیمار کشت خالص جو بدون علف هرز (۱٤۷/۹ کیلوگرم در هکتار) به خود اختصاص داد. کمترین محتوای نیتروژن شاخساره غلات نیز مربوط به تیمار کشت مخلوط تریتیکاله + نخود (۱۹/۸ کیلوگرم در هکتار) بود که با تیمارهای تریتیکاله با علف هرز (۳۷/۱ کیلوگرم در هکتار) و کشت مخلوط گندم + باقلا (٤۱/۲ کیلوگرم در هکتار) تفاوت معنی‌داری نداشت. محتوای نیتروژن در شاخساره غلات با زیست توده، عملکرد دانه، تعداد سنبله و تعداد دانه در سنبله همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح یک درصد نشان داد (جدول٤).

به طور کلی بیشترین و کمترین محتوای نیتروژن شاخساره غلات در کشت‌های خالص مربوط به جو و تریتیکاله بود که می‌توان با توجه به نتایج همبستگی، این تفاوت‌ها را به زیست توده و عملکرد دانه غلات ارتباط داد. به عبارتی هر چه که زیست توده و عملکرد دانه گیاهان افزایش می‌یابد، آنها نیاز بیشتری به جذب عناصر غذایی پرمصرف خواهد داشت. محتوای نیتروژن توسط تریتیکاله در مخلوط با باقلا افزایش معنی‌داری داشت. در این آزمایش به جز تیمار کشت مخلوط تریتیکاله + باقلا، سایر تیمارهای کشت مخلوط محتوای نیتروژن کمتری نسبت به کشت‌های خالص داشتند. نتایج کلی نشان داد که غلظت نیتروژن شاخساره غلات کمتر از بقولات دانه‌ای بود. این نتایج با گزارش اسکندری و قنبری (۱۳۹۰) که غلات در جذب عناصر تک ظرفیتی نسبت به بقولات دانه‌ای رقابتی‌تر هستند، تناقض دارد. به نظر می‌رسد که رشد ضعیفتر بقولات دانه‌ای در ترکیب با غلات، میزان تثبیت نیتروژن را به علت کاهش فتوسنتز و مصرف بخش بیشتری از نیتروژن تثبیت شده توسط خود بقولات دانه‌ای، کاهش داده است. دلیل دیگر این امر شاید زیست توده بسیار پائین بقولات دانه‌ای نسبت به غلات و اثر رقت ناشی از آن باشد. به عبارت دیگر هر چه زیست توده بیشتر باشد، غلظت عنصر در زیست توده کمتر می‌باشد. همچنین از آنجا که محتوای نیتروژن شاخساره غلات با زیست توده علف‌های هرز و جذب عناصر غذایی توسط آنها همبستگی منفی دارد (Sheaffer et al., 2002)، بنابراین رقابت با بقولات دانه‌ای و علف‌های هرز در کشت مخلوط موجب شده که محتوای نیتروژن غلات در کشت مخلوط کمتر باشد، زیرا در این آزمایش به دلیل ضعف بقولات دانه‌ای در رقابت با علف‌های هرز، زیست توده علف‌های هرز در کشت-های مخلوط نسبت به کشت خالص غلات بیشتر بود. در آزمایش Schröder و Köpke (2012) بر کشت مخلوط باقلا و گیاهان روغنی، مشاهده شد که نیتروژن بیشتری در شاخساره کشت خالص باقلا نسبت به کشت‌های مخلوط و کشت خالص گیاهان روغنی به دست آمد.

بیشترین محتوای نیتروژن بقولات دانه‌ای در تیمار کشت خالص نخود بدون علف هرز (۱٤۱/۳ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد، و پس از آن کشت خالص باقلا بدون علف هرز (۷۱/۱ کیلوگرم در هکتار) بیشترین محتوای نیتروژن را داشت. همبستگی محتوای نیتروژن بقولات دانه‌ای با زیست توده، عملکرد دانه و محتوای فسفر و پتاسیم مثبت و معنی‌دار بود (جدول ۵). به طور کلی محتوای نیتروژن در تیمارهای کشت مخلوط کمتر از کشت خالص بود. روند تغییرات محتوای نیتروژن با زیست توده بقولات دانه‌ای هم جهت بود، یعنی با

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.24.4.9]

جدول ۲- تجزیه کوواریانس تأثیر تیمارهای آزمایش بر محتوا و غلظت عناصر پرمصرف توسط گندم، جو و تریتیکاله

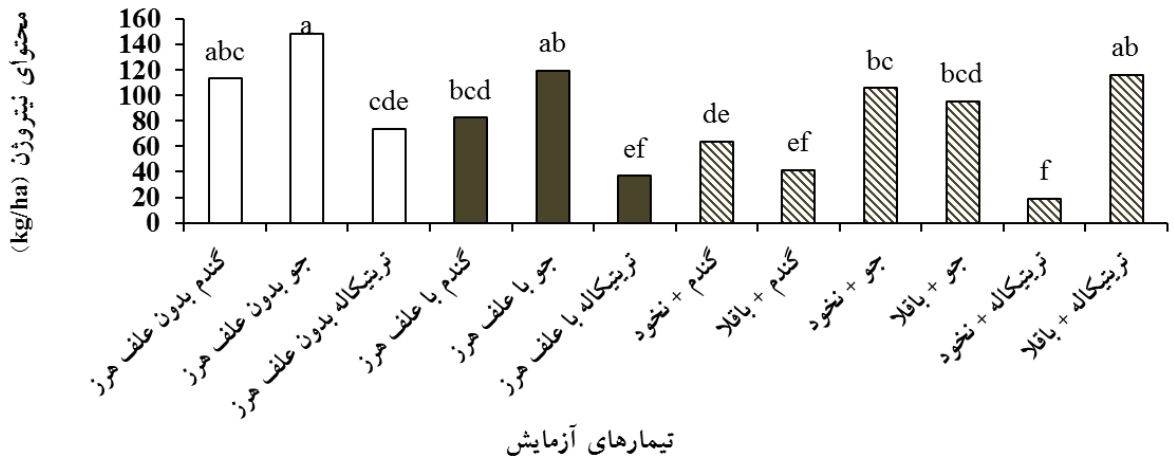
منابع تغییرات	درجه آزادی	محتوای نیتروژن (kg/ha)	محتوای فسفر (kg/ha)	محتوای پتاسیم (kg/ha)	غلظت نیتروژن (٪)	غلظت فسفر (٪)	غلظت پتاسیم (٪)
تکرار	۲	۱۶۷^{ns}	۶/۹*	۱۴۶۳/۴*	۰/۸۳۹^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۷۳^{ns}
تیمار	۱۱	۳۹۴۷**	۱۸/۷**	۴۵۶۶/۷**	۷/۹۶۳**	۰/۰۰۱**	۰/۱۸۳**
متغیر مستقل	۱	۱۲۴^{ns}	۱/۴^{ns}	۶۷۸^{ns}	۳/۴۵۲^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}
خطا	۲۱	۲۶۹	۱/۴	۳۲۴/۴	۱/۹۹	۰/۰۰۱	۰/۰۳
ضریب تغییرات (٪)		۱۹/۳۶	۱۲/۹۱	۲۹/۱۷	۲۵/۰۴	۱۴/۹۵	۱۲/۰۱

ns، * و ** به ترتیب بیانگر عدم معنی‌دار، معنی‌دار در سطح ۵ درصد و معنی‌دار در سطح یک درصد می‌باشند.

جدول ۳- تجزیه کوواریانس تأثیر تیمارهای آزمایش بر محتوا و غلظت عناصر پرمصرف توسط نخود و باقلا

منابع تغییرات	درجه آزادی	محتوای نیتروژن (kg/ ha)	محتوای فسفر (kg/ ha)	محتوای پتاسیم (kg/ ha)	غلظت نیتروژن (٪)	غلظت فسفر (٪)	غلظت پتاسیم (٪)
تکرار	۲	۱۲۱/۹^{ns}	۷/۰۶*	۱۷/۴^{ns}	۸/۵۵^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۱۳۶*
تیمار	۹	۳۴۳۷/۱**	۸۵/۳**	۴۷۴/۱**	۱۶/۹۸**	۰/۲**	۰/۳۶۸**
متغیر مستقل	۱	۱۰/۳^{ns}	۰/۹^{ns}	۵/۶^{ns}	۰/۳۲^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}
خطا	۱۷	۹۶/۶	۱/۶	۱۲/۵	۲/۵۳	۰/۰۰۱	۰/۰۳۲
ضریب تغییرات (٪)		۱۹/۵۷	۲۰/۸۹	۲۹/۷۱	۱۷/۰۳	۱۹/۹۵	۱۷/۸۱

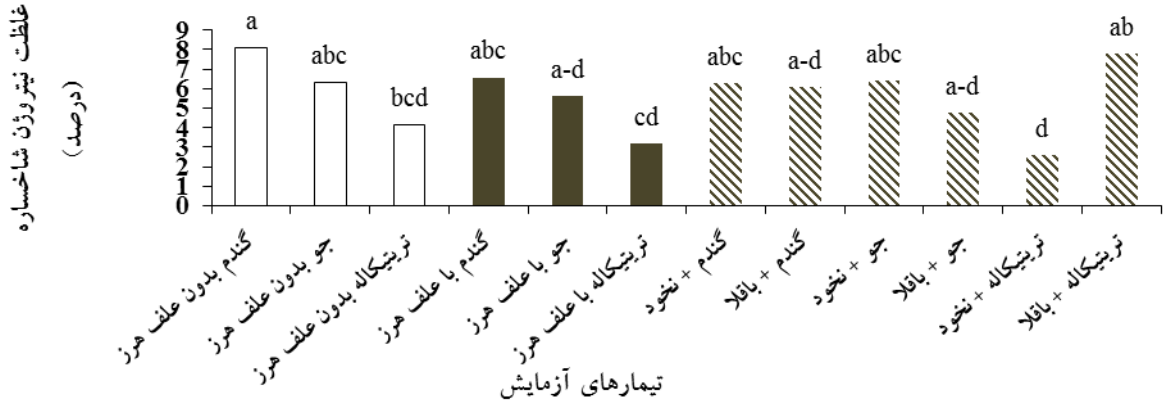
ns، * و ** به ترتیب بیانگر عدم معنی‌دار، معنی‌دار در سطح ۵ درصد و معنی‌دار در سطح یک درصد می‌باشند.



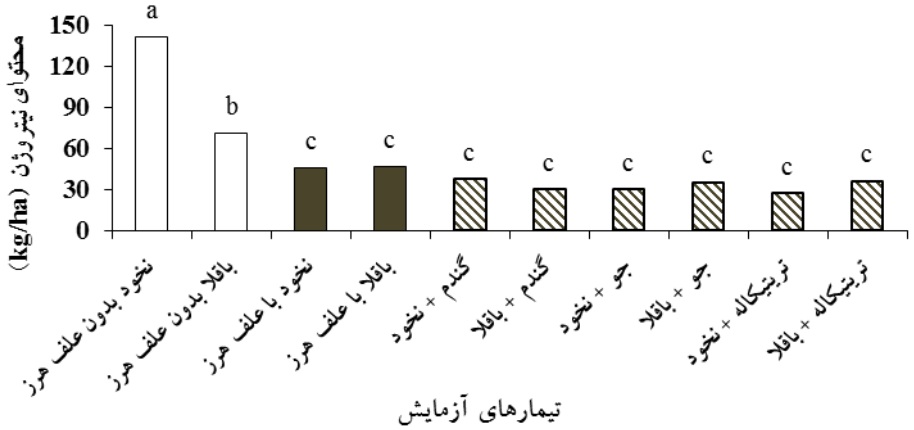
شکل ۱- محتوای نیتروژن توسط گندم، جو و تریتیکاله تحت تأثیر تیمارهای مختلف آزمایش. میانگین‌های دارای حروف معنی‌داری مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح ۱ درصد، دارای تفاوت معنی‌دار نیستند.

افزایش زیست توده بقولات دانه‌ای محتوای نیتروژن افزایش یافت. در آزمایشی بر کشت مخلوط باقلا و چند گیاه روغنی Schröder و Köpke (2012) گزارش کردند که تجمع نیتروژن در اغلب موارد در کشت مخلوط کمتر از کشت خالص باقلا بود. غلظت نیتروژن شاخساره نخود در کشت‌های خالص بیشتر از کشت مخلوط بود، ولی بین تیمارهای کشت خالص و مخلوط باقلا تفاوت معنی‌داری از این نظر وجود نداشت. این نتایج شاید به علت تغییرات بیشتر زیست توده نخود در

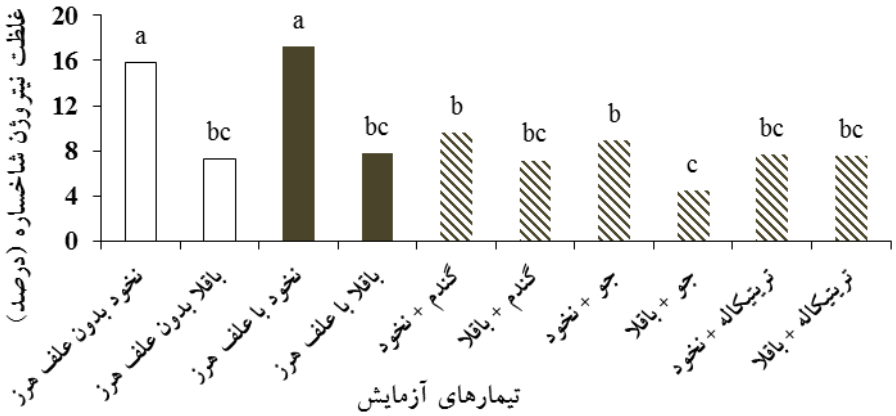
[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.24.4.9]



شکل ۲- غلظت نیتروژن شاخساره گندم، جو و تریتیکاله تحت تأثیر تیمارهای مختلف آزمایش. میانگین‌های دارای حروف معنی‌داری مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح ۱ درصد، دارای تفاوت معنی‌دار نیستند.



شکل ۳- محتوای نیتروژن توسط نخود و باقلا تحت تأثیر تیمارهای مختلف آزمایش. میانگین‌های دارای حروف معنی‌داری مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح ۱ درصد، دارای تفاوت معنی‌دار نیستند.



شکل ٤- غلظت نیتروژن شاخساره نخود و باقلا تحت تأثیر تیمارهای مختلف آزمایش. میانگین‌های دارای حروف معنی‌داری مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح ۱ درصد، دارای تفاوت معنی‌دار نیستند.

تیمارهای آزمایش نسبت به باقلا باشد. با کاهش زیست توده، غلظت نیتروژن شاخساره بقولات دانه‌ای تا حدی افزایش می یابد، که می‌تواند افزایش غلظت نیتروژن شاخساره تیمارهای کشت مخلوط نخود را نسبت به کشت خالص باقلا توجیه کند.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.24.4.9]

جدول ٤- همبستگی ساده ویژگی‌های غلات و علف‌های هرز

	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱٤	۱٥
۱	۱														
۲	۰/۸۳۱**	۱													
۳	-۰/۲۱ns	-۰/۰٤۸ns	۱												
٤	۰/۸۸۱**	۰/٦۷۸**	-۰/۱۸۰ns	۱											
٥	-۰/٥۰**	-۰/٥۹۸**	-۰/۲۰۰ns	-۰/٤۲۳**	۱										
٦	۰/۰٥٤ns	۰/۰۱۹ns	-۰/٥۷۳**	-۰/۱۰۷ns	۰/٤۳٤**	۱									
۷	۰/٦۲۸**	۰/٦٥۰**	-۰/٤۷۳**	۰/۳٥٤*	۰/۲٥۲ns	۰/٥۷٦**	۱								
۸	۰/۳٤۱*	۰/۷۸۳**	۰/۱۲٦ns	۰/۲٦۰ns	-۰/٤۰۲*	-۰/۰۰۳ns	۰/٤٤۰**	۱							
۹	۰/۷۳۳**	۰/٦۳۰**	-۰/۰۲٤ns	۰/٦۳٦**	-۰/٤٦٤**	-۰/۰۳۰ns	۰/٥۱۱**	۰/۲۷۸ns	۱						
۱۰	۰/۷۹۲**	۰/٦٤٦**	۰/۰٤۸ns	۰/۷۷۰**	-۰/٤٥۱**	-۰/۰٦۲ns	۰/٤۳٦**	۰/۲٤۹ns	۰/۷۹۱**	۱					
۱۱	۰/۷۸۰**	۰/۹٥۲**	۰/۰۰٤ns	۰/٦۱۹**	-۰/٦٤۷**	۰/۰۲۱ns	۰/٦۸۸**	۰/۷٥٥**	۰/٦٤۳**	۰/٦۲۹**	۱				
۱۲	-۰/۸۱**	-۰/۷۲۱**	۰/۱۸٦ ns	-۰/۸۳۱**	۰/۳٦۹*	-۰/۱۲٥ns	-۰/٥٤٦**	-۰/٤۱۸*	-۰/٦۱۳**	-۰/٦۹۲**	-۰/٦۹۳**	۱			
۱۳	-۰/۷۷**	-۰/۷۱٥**	۰/۲۳۱ ns	-۰/۷۷۰**	۰/۳٥٥*	-۰/۱٦۳ns	-۰/٦۱۰**	-۰/٤٦٥**	-۰/٥۲۹**	-۰/٦٤٦**	-۰/٦٦۸**	۰/۹٥۳**	۱		
۱٤	-۰/۸۱**	-۰/۷۳۸**	۰/۱۸٥ ns	-۰/۸۲۷**	۰/۳۸۷*	-۰/۱۲٦ns	-۰/٥٦۱**	-۰/٤٥٤**	-۰/٥٤۸**	-۰/٦٦۳**	-۰/۷۰۹**	۰/۹۸۰**	۰/۹٥٥**	۱	
۱٥	-۰/۷٦**	-۰/٦۹٦**	۰/۰۸۲ ns	۰/۷۷۷**	۰/٤۲۲*	-۰/۰۳۱ns	-۰/٤۸۱**	-۰/٤۰۹*	-۰/٥٦۳**	-۰/٦٥۷**	-۰/٦۷۰**	۰/۹٥۸**	۰/۹۱٦**	۰/۹۳۹**	۱

۱-زیست توده غلات، ۲-عملکرد دانه، ۳-وزن هزار دانه، ٤- تعداد سنبله، ٥- طول سنبله، ٦-تعداد سنبلک، ۷- تعداد دانه در سنبله، ۸- شاخص برداشت، ۹- محتوای نیتروژن، ۱۰- محتوای فسفر، ۱۱- محتوای پتاسیم، ۱۲- زیست توده علف هرز، ۱۳- محتوای نیتروژن علف هرز، ١٤- محتوای فسفر علف هرز، ۱٥- محتوای پتاسیم علف هرز. ns ، * و ** به ترتیب بیانگر عدم معنی‌دار، معنی‌دار در سطح ٥ و معنی‌دار در سطح یک درصد می‌باشند.

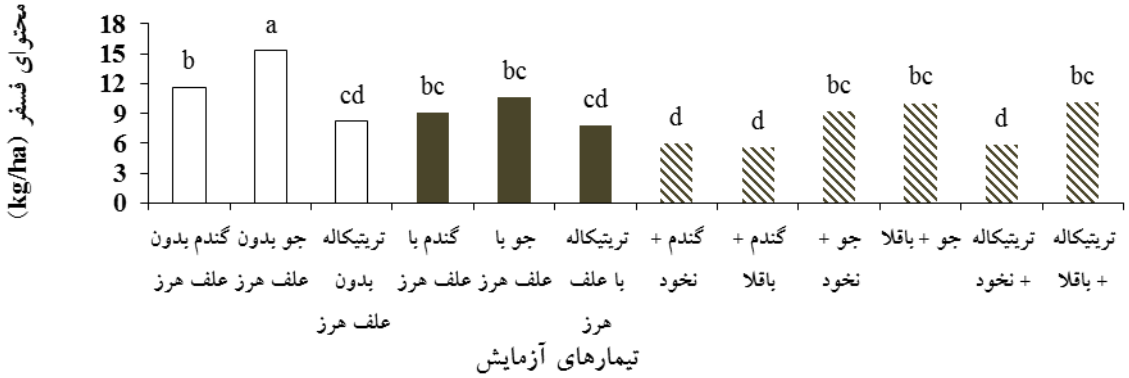
جدول ٥- همبستگی ساده ویژگی‌های بقولات دانه‌ای و علف‌های هرز

	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	١٤
۱	۱													
۲	۰/۷۲۳**	۱												
۳	-۰/۰۲۰ns	۰/۳۸۸*	۱											
٤	۰/۷۹۹**	۰/٤۳۸*	-۰/۳۱۷ns	۱										
٥	-۰/۰٤۰ns	۰/۳٥٥ns	۰/۹۰۹**	-۰/۳۷۲*	۱									
٦	۰/۰۹٦ns	۰/٤۱۳*	۰/۸٥٥**	-۰/۲٦۷ns	۰/۹٤٤**	۱								
۷	۰/٤۰۲*	۰/۸۷٥**	۰/٦۰٦**	۰/۱۹۸ns	۰/٥٦۸**	۰/٥٥۸**	۱							
۸	۰/۸۷۷**	۰/٤۲٦*	-۰/۲٥۹ns	۰/۸٥۷**	-۰/۲۷٥ns	-۰/۱۷۷ns	۰/۰۱٤۱ns	۱						
۹	۰/۹۰۳**	۰/٤۹۰**	-۰/۲۹۷ns	۰/۹٤٥**	-۰/۳۰۹ns	-۰/۱۹۱ns	۰/۱۸۱ns	۰/۹٤٥**	۱					
۱۰	۰/۸٤۳**	۰/۷۰۹**	۰/۰۰٤ns	۰/۸۳۳**	-۰/۰٤۹ns	۰/۰٥۹ns	۰/٥۰۸**	۰/۷۱٥**	۰/۸۲۷**	۱				
۱۱	-۰/۳٥۸*	-۰/۳۳۹ns	۰/۰۳۷ns	-۰/۳۰۳ns	-۰/۰۳۰ns	۰/۰۳۱ns	-۰/۱۷۷ns	-۰/۲٦۱ns	-۰/۳۱۰ns	-۰/٤۲۲*	۱			
۱۲	-۰/۳۳۱ns	-۰/۳۱۷ns	۰/۰٥۲ns	-۰/۳۰۹ns	-۰/۰۱۳ns	-۰/۰۰٥ns	-۰/۱۷۷ns	-۰/۲۳۱ns	-۰/۲۷۸ns	-۰/٤۰۹*	۰/۹۷۲**	۱		
۱۳	-۰/۳۸۸*	-۰/۳٦٤*	-۰/۰۱۸ns	-۰/۳۲۱ns	-۰/۰۷۷ns	-۰/۰۸٥ns	-۰/۲۰۳ns	-۰/۲٦۰ns	-۰/۳۲۳ns	-۰/٤٤۳*	۰/۹٦۹**	۰/۹۸۰**	۱	
١٤	-۰/۳٤۲ns	-۰/۳۱۷ns	-۰/۰۱۰ns	-۰/۲۹۱ns	-۰/۰٥٤ns	-۰/۰٤۳ns	-۰/۱۷۰ns	-۰/۲٦٦ns	-۰/۲۹٥ns	-۰/٤۰۹*	۰/۹۷۲**	۰/۹٦۳**	۰/۹٥۹**	۱

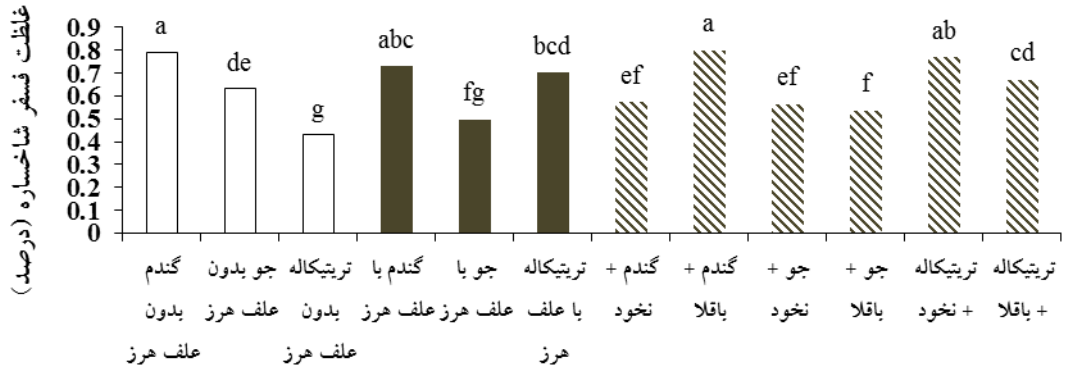
۱- زیست توده بقولات، ۲- عملکرد دانه،۳-وزن هزار دانه،٤- تعداد غلاف،٥- طول غلاف،٦- تعداد دانه در غلاف،۷- شاخص برداشت، ۸- محتوای نیتروژن، ۹- محتوای فسفر، ۱۰- محتوای پتاسیم، ۱۱- زیست توده علف هرز، ۱۲- محتوای نیتروژن علف هرز، ۱۳- محتوای فسفر علف هرز و ١٤- محتوای پتاسیم علف هرز. ns، * و ** به ترتیب بیانگر عدم معنی‌دار، معنی‌دار در سطح ٥ و معنی‌دار در سطح یک درصد می‌باشند.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]

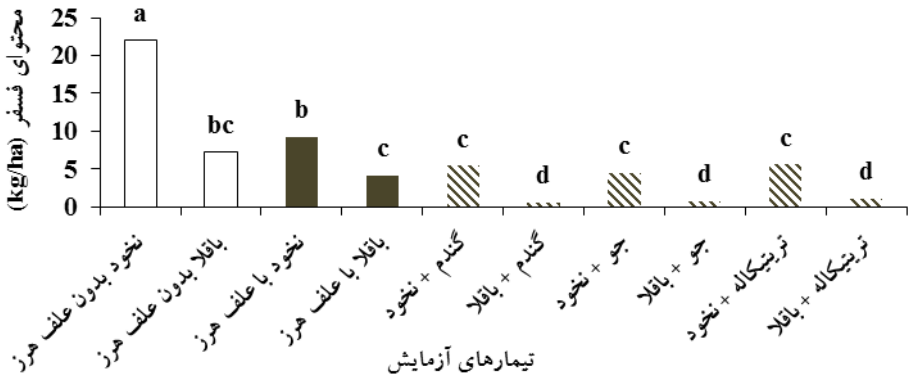
[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.24.4.9]



شکل ۵- محتوای فسفر توسط گندم، جو و تریتیکاله تحت تأثیر تیمارهای مختلف آزمایش. میانگین‌های دارای حروف معنی‌داری مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح ۱ درصد، دارای تفاوت معنی‌دار نیستند.



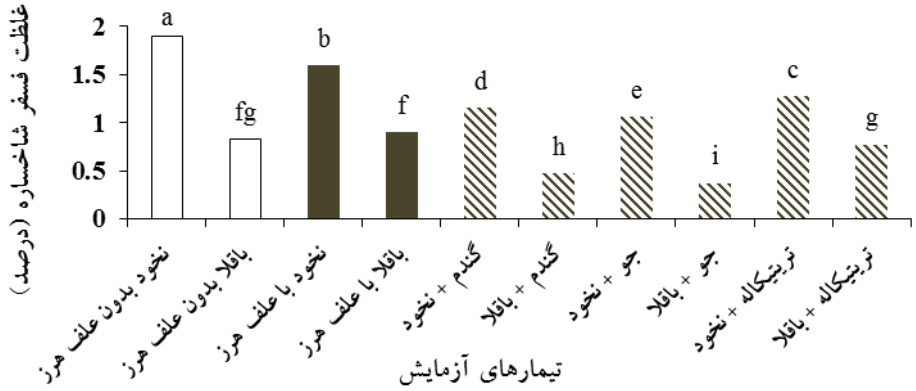
شکل ٦- غلظت فسفر شاخساره گندم، جو و تریتیکاله تحت تأثیر تیمارهای مختلف آزمایش. میانگین‌های دارای حروف معنی‌داری مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح ۱ درصد، دارای تفاوت معنی‌دار نیستند.



شکل ۷- محتوای فسفر توسط نخود و باقلا تحت تأثیر تیمارهای مختلف آزمایش. میانگین‌های دارای حروف معنی‌داری مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح ۱ درصد، دارای تفاوت معنی‌دار نیستند.

همچنین Tosti و Guiducci (2010) در سال دوم آزمایش خود تفاوت معنی‌داری بین درصد نیتروژن در تیمارهای کشت مخلوط باقلا و کشت خالص آن مشاهده نکردند. بین تیمارهای کشت مخلوط هم تفاوت معنی‌داری از لحاظ غلظت و محتوای نیتروژن بقولات دانه‌ای مشاهده نشد. در آزمایشی دیگر اسکندری و جوانمرد (۱۳۹۲) نیز تأثیر معنی‌داری از الگوهای مختلف کشت مخلوط بر کیفیت علوفه که بیانگر میزان پروتئین و نیتروژن علوفه می‌باشد، مشاهده نکردند. کشت خالص

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.24.4.9]

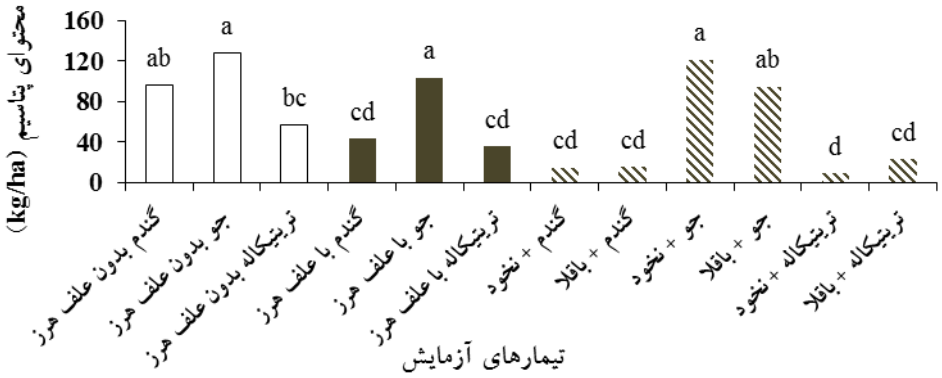


شکل ۸- غلظت فسفر شاخساره نخود و باقلا تحت تأثیر تیمارهای مختلف آزمایش. میانگین‌های دارای حروف معنی‌داری مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح ۱ درصد، دارای تفاوت معنی‌دار نیستند.

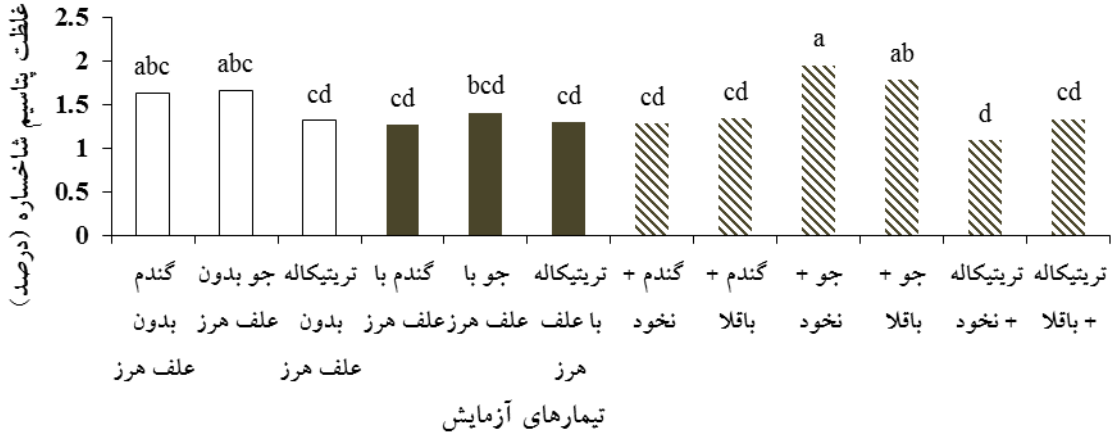
بقولات دانه‌ای بدون حضور علف هرز نسبت به سایر تیمارهای آزمایش نیتروژن بیشتری را جذب کردند.

فسفر شاخساره غلات و بقولات دانه‌ای: تیمارهای آزمایش غلظت فسفر شاخساره و محتوای در شاخساره غلات و بقولات دانه‌ای را به طور معنی‌داری ($P\leq$ ۰/۰۱) تحت تأثیر قرار دادند (شکل‌های ۵ تا ۸ ؛ جدول‌های ۲و۳). بیشترین محتوای فسفر شاخساره را تیمار کشت خالص جو بدون علف هرز (۱۵/۳ کیلوگرم در هکتار) نشان داد. کمترین محتوای فسفر غلات نیز مربوط به تیمارهای کشت مخلوط گندم + باقلا (۵/۶۱ کیلوگرم در هکتار)، تریتیکاله + نخود (۵/۷۹ کیلوگرم در هکتار) و گندم + نخود (۵/۹۹ کیلوگرم در هکتار) بود. تیمارهای کشت مخلوط به جز گندم + نخود و گندم + باقلا، تفاوت معنی‌داری از نظر میزان فسفر با کشت خالص با حضور علف هرز خود نداشتند. در آزمایش Betencourt و همکاران (2012) نیز تأثیر معنی‌داری از تیمارهای مخلوط گندم و نخود با کشت خالص گندم، بر جذب فسفر مشاهده نشد. تیمارهای کشت مخلوط گندم + نخود و گندم + باقلا میزان کمتری از فسفر نسبت به کشت خالص خود نشان دادند، که به علت کاهش زیست توده گندم در کشت مخلوط بود. در مطالعه‌ای روی کشت مخلوط ذرت – لوبیا، اسکندری و قنبری (۱۳۹۰) گزارش کردند که جذب عناصر غذایی از جمله فسفر در کشت مخلوط بیشتر از کشت خالص بود که با نتایج آزمایش حاضر تناقض دارد. این امر به این دلیل است که این پژوهشگران میانگین جذب عناصر هر دو گیاه در کشت مخلوط را در نظر گرفتند. محتوای فسفر غلات با زیست توده، عملکرد دانه، تعداد سنبله، تعداد دانه در سنبله و محتواینیتروژن و پتاسیم همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح یک درصد نشان داد (جدول ٤). بیشترین و کمترین محتوای فسفر شاخساره غلات در کشت‌های خالص به ترتیب مربوط به جو و تریتیکاله بود که با توجه به نتایج همبستگی، دلیل این تفاوت‌ها را می‌توان زیست توده و عملکرد دانه غلات دانست. در واقع هر چه زیست توده غلات بیشتر بود، محتوای فسفر نیز بیشتر بود. محتوای فسفر تریتیکاله در مخلوط با باقلا افزایش معنی‌داری نسبت به ترکیب آن با نخود داشت. غلظت فسفر شاخساره غلات در تیمارهای کشت مخلوط به جز گندم + نخود، نسبت به کشت خالص با حضور علف هرز آنها مشابه یا بیشتر بود، و در تیمارهای کشت مخلوط تریتیکاله + باقلا و تریتیکاله + نخود نسبت به کشت خالص بدون حضور علف هرز نیز افزایش داشت. در آزمایشی بر کشت مخلوط ارزن (*Panicum miliaceum* L.) و خلر (*Lathyrus sativus*)، پاک گوهر و قنبری (۱۳۹۲) مشاهده کردند که جذب فسفر در کشت مخلوط بیشتر از کشت خالص بود. آنها دلیل این امر را ترشح یون H^+ توسط خلر در نتیجه تثبیت نیتروژن دانستند که باعث اسیدی شدن خاک و افزایش حلالیت عناصر به ویژه فسفر در خاک می‌شود. ارتباطات بین گونه‌ای در ریزوسفر می تواند قابلیت استفاده و جذب مواد را در کشت مخلوط تحت

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.24.4.9]



شکل ۹- محتوای پتاسیم توسط گندم، جو و تریتیکاله تحت تأثیر تیمارهای مختلف آزمایش. میانگین‌های دارای حروف معنی‌داری مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح ۱ درصد، دارای تفاوت معنی‌دار نیستند.



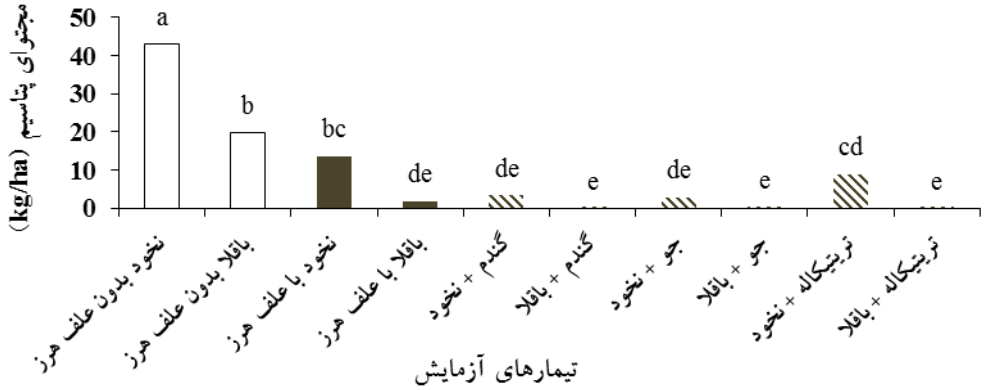
شکل ۱۰- غلظت پتاسیم شاخساره گندم، جو و تریتیکاله تحت تأثیر تیمارهای مختلف آزمایش. میانگین‌های دارای حروف معنی‌داری مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح ۱ درصد، دارای تفاوت معنی‌دار نیستند.

تأثیر قرار دهد (Li *et al*., 2010).

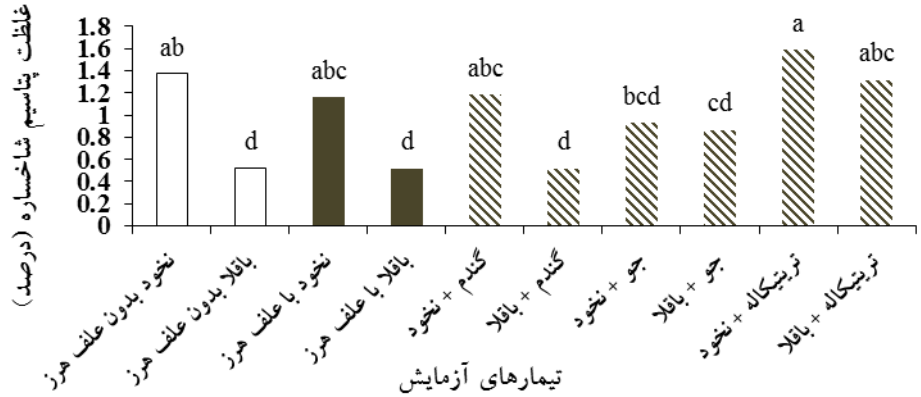
محتوای فسفر بقولات با زیست توده، عملکرد دانه، تعداد غلاف و محتوای نیتروژن و پتاسیم همبستگی مثبت و معنی داری در سطح یک درصد نشان داد (جدول ۵). بیشترین محتوای فسفر در بقولات در تیمار کشت خالص نخود بدون علف هرز (۲۱/۹۹ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد و تیمارهای کشت مخلوط گندم+ باقلا (۰/٤۷ کیلوگرم در هکتار)، جو + باقلا (۰/۷٤ کیلوگرم در هکتار) و تریتیکاله + باقلا (۱/۰٤ کیلوگرم در هکتار) کمترین محتوای فسفر شاخساره بقولات را نشان دادند. گرچه محتوای فسفر شاخساره بقولات بین تیمارهای کشت مخلوط و کشت خالص با حضور علف هرز تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به طور کلی محتوا و غلظت فسفر شاخساره بقولات در تیمارهای کشت مخلوط نسبت به کشت‌های خالص آنها پائینتر بود. همچنین پاک گوهر و قنبری (۱۳۹۲) نشان دادند که کشت مخلوط خلر و ارزن فسفر کمتری نسبت به کشت خالص خلر داشت.

محتوای پتاسیم شاخساره غلات و بقولات دانه‌ای: تأثیر معنی‌داری از تیمارهای آزمایش بر محتوا و غلظت پتاسیم در شاخساره غلات و بقولات دانه‌ای در سطح یک درصد مشاهده شد (شکل‌های ۹ تا ۱۲؛ جدول‌های ۲ و ۳). بیشترین محتوای پتاسیم غلات در تیمارهای کشت خالص جو بدون علف هرز (۱۲۸ کیلوگرم در هکتار) و کشت مخلوط جو + نخود (۱۲۱/۳ کیلوگرم در هکتار)، کشت خالص جو با علف هرز (۱۰۳/۵ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد و کمترین محتوای پتاسیم غلات هم مربوط به تیمارهای کشت مخلوط تریتیکاله + نخود (۸/۵ کیلوگرم در هکتار) بود. همانند نیتروژن، بیشترین و

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.24.4.9]



شکل ۱۱- محتوای پتاسیم توسط نخود و باقلا تحت تأثیر تیمارهای مختلف آزمایش. میانگین‌های دارای حروف معنی‌داری مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح ۱ درصد، دارای تفاوت معنی‌دار نیستند.

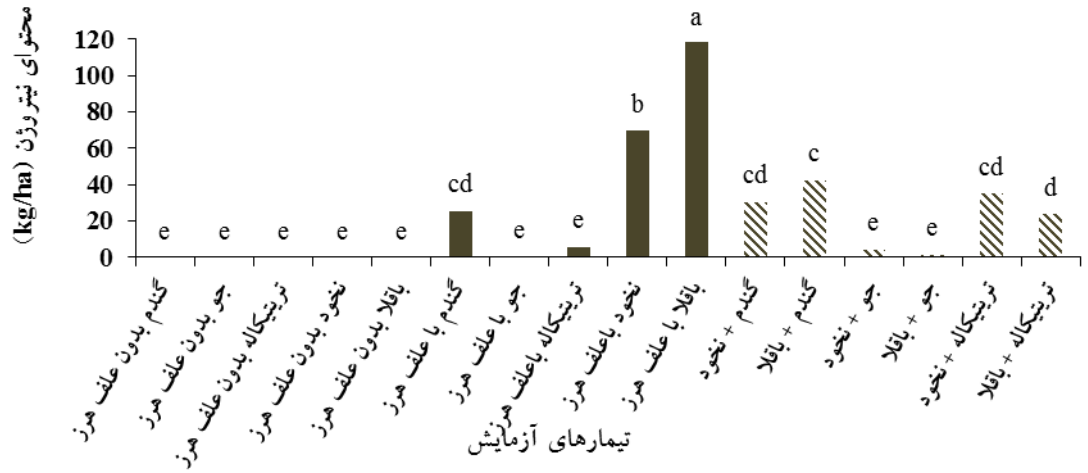


شکل ۱۲- غلظت پتاسیم شاخساره نخود و باقلا تحت تأثیر تیمارهای مختلف آزمایش. میانگین‌های دارای حروف معنی‌داری مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح ۱ درصد، دارای تفاوت معنی‌دار نیستند.

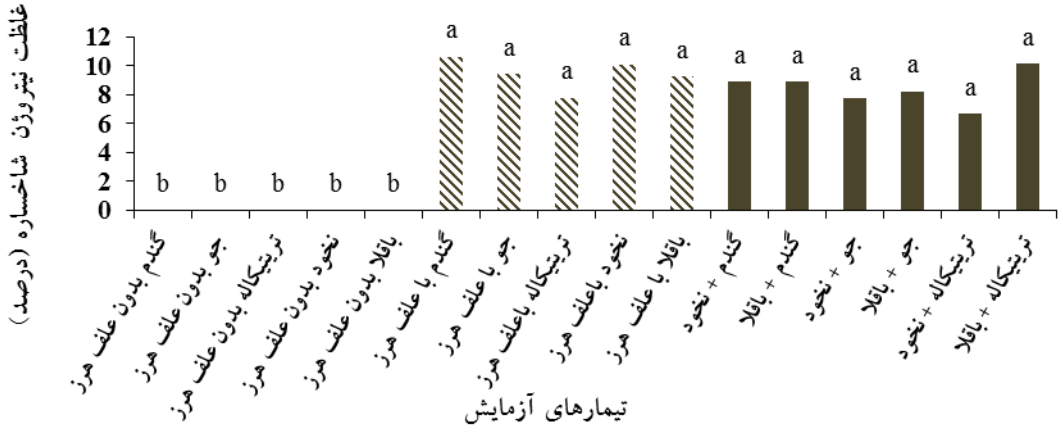
کمترین محتوای پتاسیم شاخساره غلات در تمام الگوهای کاشت، در تیمارهای شامل جو و تریتیکاله مشاهده شد. در این آزمایش غلظت پتاسیم شاخساره غلات بیشتر از بقولات بود. در کشت مخلوط ذرت و لوبیا، مشاهده شد که ذرت در جذب عناصر یک ظرفیتی مانند پتاسیم کارآیی بیشتری داشت (اسکندری و قنبری،۱۳۹۰). همبستگی محتوای پتاسیم با زیست توده غلات، عملکرد دانه غلات، تعداد سنبله، تعداد دانه در سنبله، شاخص برداشت و محتوای نیتروژن و فسفر مثبت و معنی‌دار بود (جدول ٤). به طور کلی به جز تیمارهای جو، محتوای پتاسیم غلات در کشت‌های مخلوط مشابه یا کمتر از کشت خالص آنها بود. غلظت پتاسیم شاخساره غلات در تیمارهای کشت مخلوط تفاوت معنی‌داری با کشت خالص آنها نداشت، این امر احتمالاً به این دلیل است که پتاسیم در خاک مزرعه به اندازه کافی وجود دارد و به علت قابلیت تبادل بالا به راحتی در اختیار گیاه قرار می‌گیرد. بنابراین، بقولات به صورت مستقیم نقش چندانی در افزایش قابلیت استفاده آن نسبت به کشت‌های خالص نداشتند. همچنین اسکندری و قنبری (۱۳۹۰) نیز تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای کشت خالص ذرت و کشت مخلوط ذرت و لوبیا مشاهده نکردند. البته در مقایسه با بقولات، محتوا و غلظت پتاسیم شاخساره غلات بیشتر بود، که به علت ارتفاع بیشتر، رشد سریعتر و سیستم ریشه گسترده‌تر آنها می‌باشد (پاک گوهر و قنبری، ۱۳۹۲).

بیشترین محتوای پتاسیم شاخساره بقولات در تیمار کشت خالص بدون علف هرز نخود (٤۳ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد. تیمارهای کشت مخلوط گندم + باقلا (۰/۰۱ کیلوگرم در هکتار)، تریتیکاله + باقلا (۰/۱ کیلوگرم در هکتار) و جو +

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.24.4.9]



شکل ۱۳- محتوای نیتروژن علف‌های هرز تحت تأثیر تیمارهای مختلف آزمایش. میانگین‌های دارای حروف معنی‌داری مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح ۱ درصد، دارای تفاوت معنی‌دار نیستند.



شکل ۱٤- غلظت نیتروژن شاخساره علف‌های هرز تحت تأثیر تیمارهای مختلف آزمایش. میانگین‌های دارای حروف معنی‌داری مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح ۱ درصد، دارای تفاوت معنی‌دار نیستند.

باقلا (۰/۳ کیلوگرم در هکتار) کمترین محتوای پتاسیم را داشتند. به طور کلی محتوای پتاسیم در بقولات در تیمارهای کشت مخلوط نسبت به کشت‌های خالص کمتر بود، همچنین تیمارهای کشت خالص بدون حضور علف هرز، بیشترین میزان پتاسیم را نشان دادند. به طور کلی در بیشتر تیمارهای کشت مخلوط، بقولات غلظت پتاسیم بیشتری نسبت به کشت های خالصی خود به ویژه کشت خالص با حضور علف هرز داشتند. با توجه به گزارش اسکندری و جوانمرد (۱۳۹۲) نیز تیمارهای کشت مخلوط نسبت به کشت خالص در جذب عناصر از جمله پتاسیم کارآیی بیشتری داشتند. محتوای پتاسیم بقولات با زیست توده آنها، عملکرد دانه آنها، تعداد غلاف و محتوای نیتروژن و فسفر همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح یک درصد داشت (جدول ۵). بقولات نسبت به غلات پتاسیم کمتری جذب کرده بودند که احتمالا به علت زیست توده کمتر آنها می‌باشد، زیرا تجمع پتاسیم در شاخساره بیشتر از دانه‌ها صورت می‌گیرد (اسدی و خادمی، ۱۳۹۲).

محتوای نیتروژن شاخساره علف هرز: نتایج تجزیه واریانس علف‌های هرز نشان داد که تأثیر تیمارهای آزمایش بر محتوای نیتروژن توسط علف‌های هرز معنی‌دار بود ($P\leq$ ۰/۰۱) (شکل‌های ۱۳ و ۱٤؛ جدول ٦). بیشترین محتوای نیتروژن علف‌های هرز در تیمارهای کشت خالص باقلا با علف هرز (۱۱۸/۷ کیلوگرم در هکتار) و پس از آن در کشت خالص

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.24.4.9]

جدول ٦- تجزیه کوواریانس تأثیر تیمارهای آزمایش بر محتوا و غلظت عناصر پر مصرف توسط علف‌های هرز

منابع تغییرات	درجه آزادی	محتوای نیتروژن (kg/ ha)	محتوای فسفر (kg/ ha)	محتوای پتاسیم (kg/ha)	غلظت نیتروژن شاخساره علف هرز (٪)	غلظت فسفر شاخساره علف هرز (٪)	غلظت پتاسیم شاخساره علف هرز (٪)
تکرار	۲	٤/۱^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}	۱٤۰^{ns}	۳/٦۲^{ns}	۰/۰۰۰ ^{ns}	۰/۰۲٤ ^{ns}
تیمار	۱۵	۲٦۲۳**	۰/۲۵۷**	٤٤۹۰**	۵۵/۹۵**	۰/۰۰۷**	۱/۳٤٦**
متغیر مستقل	۱	۱ ^{ns}	۰/۰۰۰۰ ^{ns}	۱ ^{ns}	۰/۰۳ ^{ns}	۰/۰۰۰ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}
خطا	۲۹	۵۳/٤	۰/۰۰٤	۹۰	۲/۵٦	۰/۰۰۰	۰/۱۸
ضریب تغییرات (٪)		۲۹/۱٤	۲۸/۱۹	۳۰/۱٦	۲٦/۱٤	۲٤/۱۹	۱٤/۷۰

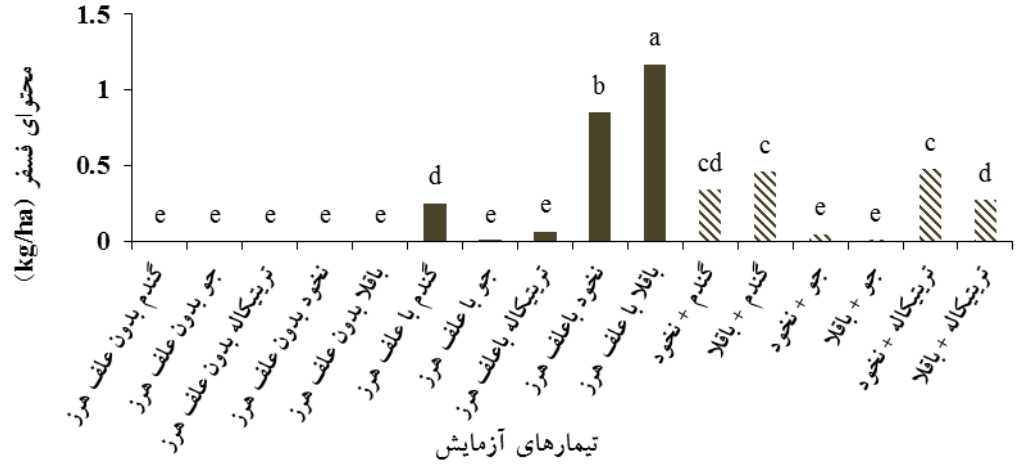
ns، * و ** به ترتیب بیانگر عدم معنی‌دار، معنی‌دار در سطح ۵ درصد و معنی‌دار در سطح یک درصد می‌باشند.

نخود با علف هرز (٦۹/۸ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد. پس از تیمارهای عاری از علف هرز، کمترین محتوای نیتروژن هم در تیمارهای کشت خالص جو با علف هرز (۰/۰۱ کیلوگرم در هکتار)، کشت مخلوط جو + باقلا (۱/٦ کیلوگرم در هکتار)، کشت مخلوط جو + نخود (٤/۳ کیلوگرم در هکتار) و کشت خالص تریتیکاله با علف هرز (۵/۷ کیلوگرم در هکتار) بود. همبستگی محتوای نیتروژن علف‌های هرز با زیست توده غلات، عملکرد دانه غلات، تعداد سنبله غلات، محتوای عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم غلات و محتوای پتاسیم بقولات منفی بود (جدول‌های ٤ و ۵). از آنجائیکه زیست توده علف‌های هرز در تیمارهای جو کاهش قابل ملاحظه‌ای نشان داده است و به علت زیست توده بالای جو در این آزمایش، این نتایج ناشی از تفاوت زیست توده غلات و علف‌های هرز در تیمارهای آزمایش می‌باشد. به طور کلی محتوای نیتروژن توسط علف‌های هرز در تیمارهای کشت مخلوط نسبت به کشت خالص با حضور علف هرز کمتر بود. در کشت مخلوط به دلیل اثر تکمیل کنندگی گونه‌های گیاهان زراعی، توانایی رقابت گیاهان زراعی در کشت مخلوط برای جذب عناصر غذایی در مقابل علف‌های هرز بهبود می یابد (Banik *et al.*, 2006). احتمالا به همین دلیل میزان نیتروژن اندام هوایی علف‌های هرز در سیستم‌های کشت مخلوط به میزان قابل توجهی کمتر از سیستم‌های کشت خالص بود. با توجه به نتایج همبستگی، هر چقدر زیست توده غلات در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص کاهش بیشتری داشت محتوای نیتروژن در علف‌های هرز بیشتر بود. مطالعات Corre-Hello و همکاران (2011) و Poggio (2005) نیز نشان داد که جذب نیتروژن توسط علف‌های هرز، در کشت مخلوط و کشت خالص جو کمتر از کشت خالص نخود بود که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد. غلظت نیتروژن شاخساره علف‌های هرز در تیمارهای آزمایش تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ٤). شاید به این دلیل که کود نیتروژن زیادی در این آزمایش استفاده نشد، در تمام تیمارهای آزمایش علف‌های هرز از نیتروژن محدود خاک به طور یکسان استفاده کردند. در واقع نیتروژن زیادی در خاک وجود نداشت تا رقابت علف‌های هرز را تشدید کند.

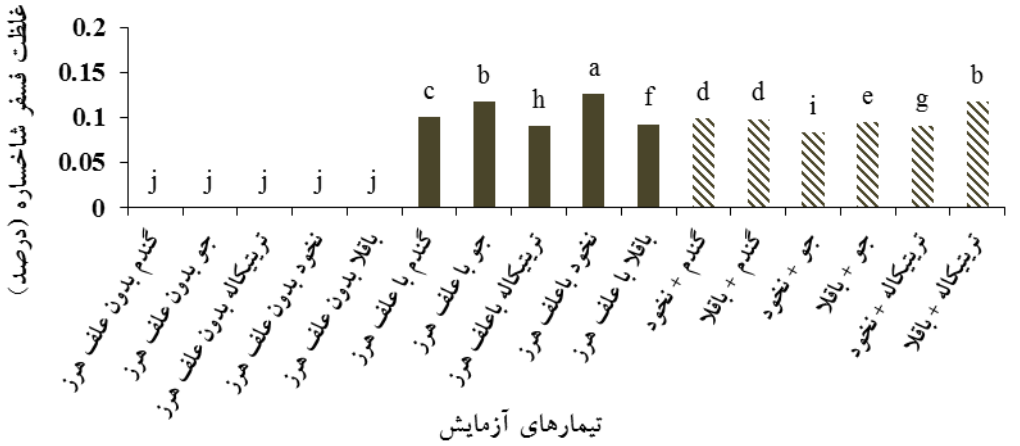
محتوای فسفر شاخساره علف‌های هرز: تأثیر تیمارهای آزمایش بر محتوای فسفر و غلظت آن در شاخساره علف‌های هرز معنی‌دار بود (P≤ ۰/۰۱) (شکل‌های ۱۵ و ۱٦؛ جدول ٦). بیشترین محتوای فسفر در تیمار کشت خالص باقلا (۱/۱٦۸ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد و پس از تیمارهای عاری از علف هرز، کمترین محتوای فسفر هم در تیمارهای کشت مخلوط کشت خالص جو با علف هرز (۰/۰۰۱ کیلوگرم در هکتار)، جو + باقلا (۰/۰۱ کیلوگرم در هکتار)، کشت مخلوط جو + نخود (۰/۰۵ کیلوگرم در هکتار) و کشت خالص تریتیکاله با علف هرز (۰/۰٦ کیلوگرم در هکتار) و مشاهده شد. محتوای فسفر علف‌های هرز با زیست توده غلات و بقولات، عملکرد دانه غلات و بقولات، تعداد سنبله غلات، محتوای عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در غلات و محتوای پتاسیم بقولات همبستگی منفی و معنی‌داری نشان داد (جدول ٤ و ۵).

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.24.4.9]



شکل ۱۵- محتوای فسفر علف‌های هرز تحت تأثیر تیمارهای مختلف آزمایش. میانگین‌های دارای حروف معنی‌داری مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح ۱ درصد، دارای تفاوت معنی‌دار نیستند.

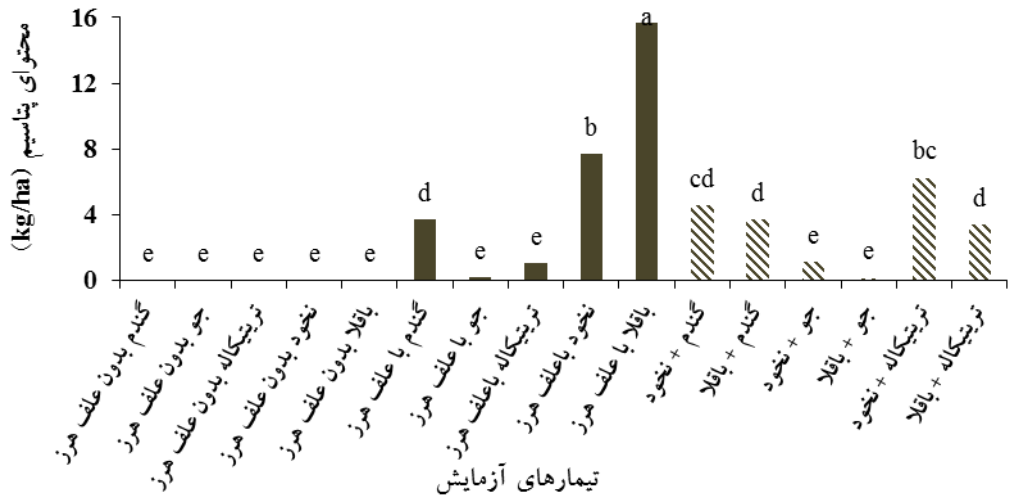


شکل ١٦- غلظت فسفر شاخساره علف‌های هرز تحت تأثیر تیمارهای مختلف آزمایش. میانگین‌های دارای حروف معنی‌داری مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح ۱ درصد، دارای تفاوت معنی‌دار نیستند.

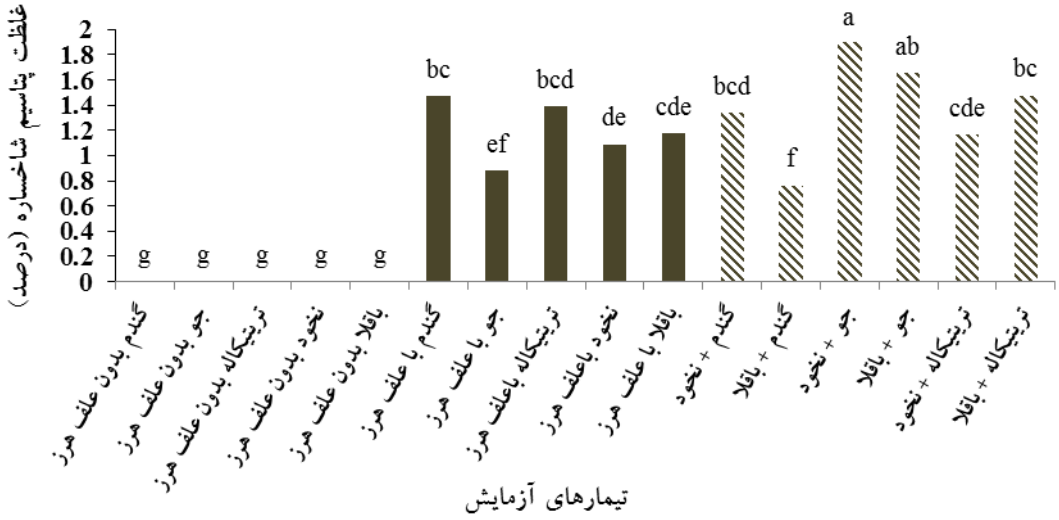
به طور کلی محتوای فسفر توسط علف‌های هرز در کشت مخلوط کمتر از کشت‌های خالص بقولات با حضور علف هرز بود. همچنین به جز کشت خالص تریتیکاله و باقلا با علف هرز، غلظت فسفر در شاخساره علف‌های هرز سایر تیمارهای کشت خالص با علف هرز، بیشتر از کشت مخلوط آنها بود. این نتایج می‌تواند به علت تفاوت در تراکم و زیست توده علف‌های هرز در تیمارهای مخلوط و کشت خالص باشد. گزارش‌های بسیاری نشان می‌دهد که علف‌های هرز رقابت بالایی با گندم برای جذب عناصر غذایی دارند (Dhima and Eleftherohorinos, 2003)، بنابراین شیوه‌های مدیریتی مختلف مانند کشت مخلوط، می‌تواند رقابت گیاهان زراعی با علف‌های هرز را تحت تأثیر قرار دهد. توانایی کشت مخلوط برای رقابت با علف‌های هرز به عواملی نظیر انتخاب نوع و رقم زراعی، تراکم گیاهی، حاصلخیزی و وضعیت رطوبتی خاک بستگی دارد (رحمانی، ۱۳۸۳).

محتوای پتاسیم شاخساره علف‌های هرز: تیمارهای آزمایش بر محتوای پتاسیم و غلظت آن در شاخساره علف‌های هرز تأثیر معنی‌داری (P≤ ۰/۰۱) داشتند (شکل‌های ۱۷ و ۱۸ ؛ جدول ٦). همانند نیتروژن و فسفر، محتوای پتاسیم در کشت خالص باقلا با علف هرز (۱٥٦/۷ کیلوگرم در هکتار) حداکثر

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.24.4.9]



شکل ۱۷- محتوای پتاسیم علف‌های هرز تحت تأثیر تیمارهای مختلف آزمایش. میانگین‌های دارای حروف معنی‌داری مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح ۱ درصد، دارای تفاوت معنی‌دار نیستند.



شکل ۱۸- غلظت پتاسیم شاخساره علف‌های هرز تحت تأثیر تیمارهای مختلف آزمایش. میانگین‌های دارای حروف معنی‌داری مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح ۱ درصد، دارای تفاوت معنی‌دار نیستند.

بود. پس از تیمارهای عاری از علف هرز، تیمار کشت مخلوط جو + باقلا (۱/۲۲ کیلوگرم در هکتار)، کشت خالص جو با علف هرز (۱/٤۳ کیلوگرم در هکتار)، کشت خالص تریتیکاله با علف هرز (۱۰/۲۳ کیلوگرم در هکتار) و کشت مخلوط جو + نخود (۱۰/۷٤ کیلوگرم در هکتار) کمترین محتوای پتاسیم را نشان دادند. محتوای پتاسیم علف‌های هرز با زیست توده غلات، عملکرد دانه غلات، تعداد سنبله غلات، محتوای عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در غلات و محتوای پتاسیم بقولات همبستگی منفی و معنی‌داری نشان داد (جدول-های ۵ و ٦). به نظر می‌رسد کاهش زیست توده علف‌های هرز باعث افزایش غلظت پتاسیم در تیمارهای کشت مخلوط جو شد. به جز تیمارهای کشت مخلوط جو، غلظت پتاسیم در تیمارهای کشت مخلوط کمتر یا مشابه کشت های خالصی با حضور علف هرز بود. همچنین محتوای پتاسیم هم در تیمارهای کشت مخلوط کمتر یا مشابه با تیمارهای کشت خالص با حضور علف هرز بود. این امر به علت کاهش تراکم و زیست توده علف‌های هرز در تیمارهای کشت مخلوط نسبت به کشت خالص می‌باشد. با توجه به گزارش Lindquist

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.24.4.9]

و همکاران (2007)، علف‌های هرز مصرف کنندگان تجملی عناصر غذایی هستند و بیش از نیاز خود عناصر غذایی را جذب می‌کنند، بنابراین ممکن است نسبت به گیاهان زراعی از عناصر غذایی بهره بیشتری ببرند. یکی از راه‌های افزایش جذب منابع توسط گیاهان زراعی کشت مخلوط می‌باشد، که به دلیل تفاوت در توانایی رقابتی گیاهان در کشت مخلوط برای استفاده از منابع محیطی جهت رشد گیاهان است (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۰)

نتیجه‌گیری

تیمارهای آزمایش تأثیر معنی‌داری بر محتوای عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در شاخساره گیاهان زراعی و علف‌های هرز داشتند. در تیمارهای کشت مخلوط، غلات بیشترین محتوای عناصر را نشان دادند که به علت زیست توده بالاتر آنها نسبت به بقولات دانه‌ای بود. همچنین اکثر تیمارهای کشت مخلوط به ویژه جو+ نخود و جو + باقلا، به علت کاهش رشد علف-های هرز موجب کاهش جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم توسط علف‌های هرز شدند. به طور کلی غلظت عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در شاخساره نخود نسبت به شاخساره باقلا در تیمارهای کشت خالص و کشت مخلوط با غلات بیشتر بود. بنابراین کشت مخلوط غلات–بقولات دانه‌ای می‌تواند با کاهش جذب عناصر توسط علف‌های هرز موجب افزایش قابلیت دسترسی به عناصر غذایی برای گیاهان زراعی و در نتیجه افزایش عملکرد در آنها شود.

منابع

اسدی، ف. و خادمی، ز. (۱۳۹۲) تغییرات غلظت عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در اندام‌های مختلف گیاه ذرت طی مراحل مختلف رشد. مجله پژوهش‌های خاک ۲۷: ٤۹۸–٤۸۵.

اسکندری، ح. و قنبری، ا. (۱۳۹۰) ارزیابی میزان رقابت و مکملی اجزای کشت مخلوط ذرت (*Zea mays*) و لوبیا چشم بلبلی (*Vigna sinensis*) در مصرف عناصر غذایی. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار ۲۱: ۷۵–٦۷.

اسکندری، ح. و جوانمرد، ع. (۱۳۹۲) ارزیابی عملکرد و کیفیت علوفه در الگوهای کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم بلبلی. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار ۲۳: ۱۱۰–۱۰۱.

پاک گوهر، ن. و قنبری، ا. (۱۳۹۲) ارزیابی میزان رقابت و مصرف عناصر غذایی در کشت مخلوط ارزن و خلر. مجله به‌زراعی کشاورزی ۱۵: ۱۵۰–۱۳۷.

رحمانی، ا. (۱۳۸۳) بررسی تأثیر کشت مخلوط سورگوم و شبدر برسیم بر عملکرد، کیفیت علوفه و پویایی جمعیت علف های هرز .پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، تهران.

کوچکی، ع.، ظریف کتابی، ح. و نخ فروش، ع. (۱۳۸۰) رهیافت‌های اکولوژیکی مدیریت علف‌های هرز. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد. ٤۵۸ صفحه.

Ariel, C. E., Eduardo, O. A., Benito, G. E. and Lidia, G. (2013) Effects of two plant arrangements in corn (*Zea mays* L.) and soybean (*Glycine max* L. Merrill) intercropping on soil nitrogen and phosphorus status and growth of component crops at an Argentinean Argiudoll. American Journal of Agriculture and Forestry 1: 22-31.

Banik, P., Midya, A., Sarkar, B. K. and Ghose, S. S. (2006) Wheat and chickpea intercropping systems in an additive series experiment: advantages and weed smothering. European Journal of Agronomy 24:325-332.

Betencourt, E., Duputel, M., Colomb, B., Desclaux, D. and Hinsinger, P. (2012) Intercropping promotes the ability of durum wheat and chickpea to increase rhizosphere phosphorus availability in a low P soil. Soil Biology and Biochemistry 46:81-190.

Chapman, H. D. and Pratt, D. F. (1961) Methods of analysis of Soil, Plant, and Water. University of California., Division of Agricultural Science 60-68.

Chu, G., Shen, Q. and Cao, J. (2004) Nitrogen fixation and N transfer from peanut to rice cultivated in aerobic soil in an intercropping system and its effect on soil N fertility. Plant and Soil 263: 17–27.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.24.4.9]

Corre-Hellou, G., Dibet, A., Hauggaard-Nielsen, H., Crozat, Y., Gooding, M., Ambus, P., Dahlmann, C., Fragstein, P. V., Pristeri, A., Monti, M. and Jensen, E. S. (2011) The competitive ability of pea–barley intercrops against weeds and the interactions with crop productivity and soil N availability. Field Crops Research 122: 264-272.

Dhima, K. and Eleftherohorinos, I. (2003) Nitrogen effect on competition between winter cereals and littleseed canarygrass. Phytoparasitica 31: 252-264.

Fan, F., Zhang, F., Song, Y., Sun, J., Bao, X., Guo, T. and Li, L. (2006) Nitrogen fixation of faba bean (*Vicia faba* L.) interacting with a non-legume in two contrasting intercropping systems. Plant and Soil 283: 275–286.

Gardner, W. K. and Boundy, K. A. (1983) The acquisition of phosphorus by *Lupinus albus* L. IV. The effect of interplanting wheat and white lupin on the growth and mineral composition of the two species. Plant and Soil 70: 391–402.

Kuo, S. (1996) Phosphorus. In Methods of Soil Analysis, Part III, (D. L. Sparks *et al*) Pp. 869-920. SSSA Madison, WI.

Inal, A., Gunes, A., Zhang, F. and Cakmak, I. (2007) Peanut/maize intercropping induced changes in rhizosphere and nutrient concentrations in shoots. Plant Physiology and Biochemistry 45: 350-356.

Li, H. G., Shen, J. B., Zhang, F. S., Marschner, P., Cawthray, G. and Rengel, Z. (2010) Phosphorus uptake and rhizosphere properties of intercropped and monocropped maize, faba bean, and white lupine in acidic soil. Biology and Fertility of Soils 46: 79–91.

Li, L., Zhang, F., Li, X., Christie, P., Sun, J., Yang, S. and Tang, C. (2003) Interspecific facilitation of nutrient uptake by intercropped maize and faba bean. Nutrient Cycling in Agroecosystems 65: 61–71.

Lindquist, J. L., Barker D. C., Knezevic S. Z., Martin A. R., and Walters D. T. (2007) Comparative nitrogen uptake and distribution in corn and velvetleaf (*Abutilon Theophrasti*). Weed Science 55:102-110.

Mei, P. P., Gui, L. G., Wang, P., Huang, J. C., Long, H. Y., Christie, P. and Long, L. (2012). Maize/faba bean intercropping with rhizobia inoculation enhances productivity and recovery of fertilizer P in a reclaimed desert soil. Field Crops Research 130: 19-27.

Nassiri Mahallati, M., Koocheki, A., Mondani, F., Feizi, H. and Amirmoradi, S. (2015) Determination of optimal strip width in strip intercropping of maize (*Zea mays* L.) and bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in Northeast Iran. Journal of Cleaner Production 146:343-350.

Naudin, C., Vander Werf, H. M. G., Jeuffroy, M. H. and Corre-Hellou, G. (2014) Life cycle assessment applied to pea-wheat intercrops: a new method for handling the impacts of co-products. Journal of Cleaner Production 73: 80-87.

Poggio, S. L. (2005) Structure of weed communities occurring in monoculture and intercropping of field pea and barley. Agriculture, Ecosystems and Environment 109: 48–58.

Schröder, D. and Köpke, U. (2012) Faba bean (*Vicia faba* L.) intercropped with oil crops – a strategy to enhance rooting density and to optimize nitrogen use and grain production? Field Crops Research 135: 74-81.

Sheaffer, C. C., Gunsolus, J. L., Grimsbo Jewett, J. and Lee, S. H. (2002) Annual medicago as a smother crop in soybean. Journal of Agronomy and Crop Science 188: 408 - 416.

Stoltz, E. and Nadeau, E. (2014) Effects of intercropping on yield, weed incidence, forage quality and soil residual N in organically grown forage maize (*Zea mays* L.) and faba bean (*Vicia faba* L.). Field Crops Research 169: 21-29.

Tosti, G. and Guiducci, M. (2010) Durum wheat–faba bean temporary intercropping: Effects on nitrogen supply and wheat quality. European Journal of Agronomy 33: 157-165.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.24.4.9]

Nitrogen, phosphorous and potassium uptake by crops and weeds in various cereals-legume intercropping systems

Leila Soleimanpour [1], Ruhollah Naderi [1*] and Mahdi Najafi-Ghiri [2]

[1] Agroecology Department, Agriculture and Natural Resources College of Darab, Shiraz University
[2] Soil Science Department, Agriculture and Natural Resources College of Darab, Shiraz University
(Received: 30/11/2015, Accepted: 08/05/2016)

Abstract

To investigate the amount of nitrogen (N), phosphorous (P) and potassium (K) uptake by crops and weeds in cereals-legumes intercropping, a field experiment was carried out in 2014-2015 growing seasons.Treatments included 10 sole crops (wheat, barley, triticale, pea and bean with and without weeds) and 6 intercropping (wheat + pea, wheat + faba bean, barley + pea, barley + faba bean, triticale + pea and triticale + faba bean with weeds) which laid out in a randomized complete block design (RCBD) with three replicates. Results showed that the highest N content in cereals shoot was obtained in weed-free sole crop wheat (8.1 %) and in legumes shoot was obtained in weedy sole crop pea (17.3 %) and weed-free sole crop pea (15.8 %). Accordingly, There was no significant difference between weedy sole crops and intercropping treatments for N content in weed shoot. The highest value of P content in cereals shoot was observed in faba bean+wheat intercropping (0.80 %) and weed-free sole crop wheat (0.79 %). The highest amount of P content in legume and weeds was obtained in weed-free sole crop pea (1.90 %) and weedy sole crop pea (0.13 %). The highest amount of K content in cereals, legumes and weed shoot was obtained in barley-pea intercropping (1.95 %), triticale-pea (1.59 %) and barley-pea (1.90 %), respectively. In barley-pea and barley-faba bean intercropping as a result of drastic reduction in weed biomass, nutrients uptake of weeds was less than that of crops. Thus, intercropping can reduce nutrients availability for weeds and it can cause an increase in nutrients for crops which leads to a better crop performance compared to the sole crops.

Key words: Barley, Faba bean, Macro elements, Pea, triticale, Wheat

naderi.ruhollah@gmail.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.24.4.9]