Archive of SID

Journal of Agroecology
Vol. 11, No.1, Spring 2019, p. 171-184

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۱، شماره ۱، بهار ۱۳۹۸، ص. ۱۸۴-۱۷۱

تأثیر کشت مخلوط غلات و کاربرد کود نیتروژن بر محتوای نیتروژن و عناصر کم مصرف اندام هوایی علف‌های هرز وعملکرد دانه

فرزانه فرامرزی[۱]، محمد صادق تقی زاده[۲*]، علی بهپوری[۲]و سحر افضلی هرسینی[۱]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۸/۱۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۵/۰۹

فرامرزی، ف.، تقی زاده، م.ص.، بهپوری، ع.، و افضلی هرسینی، س. ۱۳۹۸. تأثیر کشت مخلوط غلات و کاربرد کود نیتروژن بر محتوای نیتروژن و عناصر کم مصرف اندام هوایی علف‌های هرز وعملکرد دانه. بوم‌شناسی کشاورزی، ۱۱(۱):۱۸۴-۱۷۱.

چکیده

این مطالعه به منظور بررسی اثر کشت مخلوط غلات و سطوح کاربرد کود نیتروژن بر محتوای نیتروژن و عناصر کم مصرف علف‌های هرز و عملکرد گیاه زراعی انجام شد. تیمارهای مورد مطالعه شامل سیستم‌های مختلف کشت مخلوط ردیفی غلات (پنج نسبت کشت مخلوط گندم (*Triticum aestivum* L.): تریتیکاله (X *Triticosecale wittmack*) و چهار نسبت کشت مخلوط جو (*Hordeum vulgare* L.): تریتیکاله) و دو سطح کود نیتروژن (۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) بودند. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب در سال ۹۲-۹۳انجام شد. در این آزمایش صفات محتوای نیتروژن و عناصر کم مصرف اندام هوایی علف‌های هرز و عملکرد دانه گیاه زراعی بررسی شد. کمترین محتوای نیتروژن اندام هوایی علف‌های هرز مربوط به تیمار تک‌کشتی تریتیکاله با ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بود. کمترین محتوای آهن و منگنز اندام هوایی علف‌های هرز نیز در تیمارهای ۲۵ درصد گندم: ۷۵ درصد تریتیکاله و ۵۰ درصد جو: ۵۰ درصد تریتیکاله با ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بدست آمد. علف‌های هرزی که در تک‌کشتی جو رشد کردند دارای کمترین محتوای روی در بافت اندام‌های هوایی خود بودند و افزایش مقدار کود نیتروژن منجر به افزایش محتوای روی در آن‌ها گردید. کمترین محتوای مس در اندام هوایی علف‌های هرز در سیستم ۵۰ درصد جو: ۵۰ درصد تریتیکاله با سطح کود ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن بدست آمد. بیشترین عملکرد دانه نیز مربوط به تیمار ۵۰ درصد جو: ۵۰ درصد تریتیکاله با ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن بود. نتایج این مطالعه می‌تواند برای مدیریت اکولوژیک علف‌های هرز از طریق مدیریت عناصر غذایی کم مصرف و همچنین بهبود عملکرد پایدار گیاه زراعی مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: آهن، تریتیکاله، روی، گندم، مس، منگنز

مقدمه

مدیریت اکولوژیک علف‌های هرز یکی از عملیات کلیدی در سیستم‌های کشاورزی پایدار است. دراین سیستم‌ها، کنترل علف-های هرز باید در درجه اول به‌وسیله تغییر در روابط رقابتی گیاه زراعی و علف‌های هرز با انجام اقداماتی مانند انتخاب تناوب صحیح، انتخاب گونه‌های زراعی و ارقام با قدرت رقابتی بالا و مدیریت دقیق عناصر غذایی انجام شود (Younie & Litterick, 2002; Traore et al., 2003; Mennan & Zandstra, 2005). جمعیت علف‌های هرز ممکن است به وسیله تنوع گونه‌ای در سیستم‌های زراعی نیز کاهش یابد (Corre-Hellou et al., 2011) و یکی از راهکارهای ایجاد تنوع استفاده از سیتم‌های کشت مخلوط است. کشت مخلوط که رشد همزمان دو یا چندگونه گیاه زراعی در یک قطعه زمین در طول یک سال زراعی است (Ariel et al., 2013) می‌تواند منجر به بهبود استفاده از منابع قابل دسترس توسط گیاه زراعی و کاهش فرصت استقرار و رشد علف‌های هرز شود (Corre-Hellou et al., 2011). بعضی از محققان با فرض اینکه گیاهان زراعی و علف‌های هرز به طور عمده برای منابع بالای سطح خاک رقابت می‌کنند، نحوه سرکوب علف‌های هرز را به‌وسیله افزایش زیست توده با دریافت نور توسط کشت‌های مخلوط مطالعه کرده‌اند (Baumann et al., 2000)

۱- دانشجوی دکترای زراعت، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران
۲- استادیار بخش اگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز
(*- نویسنده مسئول: Email: mtaghizadehs@gmail.com)
DOI:10.22067/jag.v11i1.60035

www.SID.ir

Archive of SID

، اما مطالعات زیادی نشان می‌دهند که رقابت برای منابع زیرزمینی مانند عناصر غذایی بیشتر از منابع بالای سطح خاک است (Wilson, 1988; Makvandi et al., 2006; Corre-Hellou et al., 2011). همچنین رقابت بین گونه‌ها برای جذب نور و منابع زیرزمینی از جمله نیتروژن به‌طور واضحی به یکدیگر مرتبط است. شاخص سطح برگ گونه غالب (گیاه زراعی یا علف هرز) در جامعه گیاه زراعی ممکن است به دلیل افزایش نیتروژن قابل دسترس افزایش یابد که این منجر به افزایش توانایی آن گونه برای دریافت تشعشع بیشتر و سایه‌اندازی بر سایر گونه‌ها می‌شود (Corre-Hellou et al., 2006).

هوگارد نیلسن و همکاران (Hauggaard-Nielsen et al., 2001) بیان کردند که افزایش فراهمی نیتروژن در سیستم‌های کشت مخلوط به‌واسطه توسعه ریشه‌ها در فضای بیشتری از خاک، منجر به جذب بیشتر این عنصر توسط گونه‌های زراعی نسبت به علف‌های هرز و در نتیجه تضعیف و کاهش قدرت رقابتی آن‌ها برای جذب نیتروژن می‌شود. در این سیستم‌های کشت به‌دلیل تعامل ریشه‌های گونه‌های مخلوط‌شونده، فعالیت ریشه‌ها و فعالیت میکروبی در رایزوسفر افزایش یافته (Zhang et al., 2013) و دسترسی به عناصر غذایی برای این گونه‌ها افزایش می‌یابد (Gunes et al., 2007). علاوه بر نیتروژن بررسی‌های متعددی نشان می‌دهد که در کشت مخلوط، کارایی استفاده از سایر منابع از جمله عناصر کم مصرف افزایش می‌یابد (Rowe et al., 2005; Awal et al., 2006). انال و همکاران (Inal et al., 2007) گزارش دادند که قابلیت جذب آهن، روی و منگنز در کشت مخلوط ذرت (*Zea mays* L.) و بادام زمینی (*Arachis hypogaea* L.) نسبت به کشت خالص آن‌ها بهبود یافت. همچنین زو و همکاران (Zuo et al., 2000) نیز بیان کردند که برهمکنش ریشه‌های بادام زمینی و ذرت در رایزوسفر در کشت مخلوط منجر به بهبود جذب آهن توسط بادام زمینی می‌گردد و بنابراین افزایش جذب عناصر توسط گونه‌های زراعی در این سیستم‌های کشت منجر به کاهش دسترسی علف‌های هرز به منابع عذایی و در نتیجه تضعیف این گیاهان می‌گردد.

نیتروژن نیز می‌تواند بر جذب سایر عناصر تأثیر گذاشته و در مواردی باعث تشدید جذب آنها گردد(Alizadeh et al., 2008). در مطالعه‌ای شی و همکاران (Shi et al., 2010) اثرات بلند مدت کاربرد سطوح مختلف نیتروژن (۰، ۱۳۰ و ۳۰۰ کیلوگرم درهکتار) را بر غلظت و جذب عناصر کم مصرف (آهن، روی، مس و منگنز) و توزیع این عناصر در بخش‌های مختلف دانه گندم بررسی و عنوان داشتند که کاربرد کود نیتروژن محتوای آهن، روی و مس دانه گندم را افزایش داد ولی بر غلظت منگنز دانه گندم اثر معنی‌داری نداشت. تجمع عناصر کم مصرف در گیاهان، از فرآیندهای متعددی شامل جذب عناصر از خاک به ریشه، از ریشه به ساقه و انتقال مجدد از قسمت‌های رویشی به سمت دانه شامل می‌شود که در تمام این مراحل کلات‌ها و انتقال‌دهنده‌های آنزیمی نقش مهمی دارند که به‌وسیله نیتروژن اثر می‌پذیرند (Von Wiren et al., 1999; Khamadi et al., 2014).

با توجه به سودمندی کشت مخلوط در کاهش رشد علف‌های هرز، از آن به عنوان ابزاری سودمند جهت افزایش عملکرد یک یا تمام گونه‌های همراه (Baumann et al., & Melander, 2003; Hatcher 2000) و بهره‌برداری بیشتر از منابع زیست محیطی موجود، در مقایسه با بوم نظام‌های زراعی تک‌کشتی، استفاده می‌شود Park et al., 2002). مزایایی که این سیستم کشت برای کشاورزان ایجاد می کند، توجه به ویژگی‌های اکولوژیک رقابت ایجاد شده، به‌ویژه در سیستم‌های مخلوط ردیفی را ضروری می‌سازد. لذا عوامل مؤثر در رقابت به گونه‌ای باید کنترل و مدیریت شوند که سبب تداخل بیش از حد درآشیان اکولوژیک گونه‌های مجاور نشده و مانع از ورود دو گیاه در رقابت شدید برای جذب منابع شوند. بطور کلی، استفاده از کشت مخلوط موجب می‌شود که گونه‌های مختلف با دارا بودن خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک ویژه بتوانند بهره‌برداری بهتری از محیط و منابع محیطی به‌عمل آورند (Zare Feizabadi & Emamverdian, 2012).

در مدیریت اکولوژیک سیستم‌های زراعی کاهش جمعیت علف‌های هرز با دستکاری در روابط رقابتی و بدون کاربرد علف‌کش‌ها و هم چنین کاهش عناصر غذایی قابل دسترس برای علف‌های هرز از طریق مدیریت عناصر غذایی بویژه نیتروژن و در نهایت افزایش عملکرد گیاهان زراعی بسیار حائز اهمیت می‌باشند. با توجه به اینکه مطالعات محدودی در زمینه تأثیر سیستم‌های کشت مخلوط غلات و میزان کود نیتروژن بر محتوای عناصر غذایی اندام هوایی علف‌های هرز انجام شده است، این تحقیق به منظور آگاهی بیشتر از محتوای نیتروژن و عناصر کم مصرف (شامل آهن، روی، مس و منگنز) اندام هوایی علف‌های هرز تحت تأثیر توام سیستم‌های مختلف کشت مخلوط غلات و کاربرد کود نیتروژن انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب (عرض جغرافیایی ۲۸ درجه و۴۷ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۱۷ دقیقه شرقی، ارتفاع ۱۱۰۷ متر از سطح دریا، متوسط دمای سالانه ۲۳ درجه سانتی‌گراد و متوسط بارندگی ۲۷۰ میلی‌متر در سال)، دانشگاه شیراز و در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ انجام شد. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش شامل: بافت خاک لومی، pH=7/64، هدایت الکتریکی ۱/۵۹ دسی‌زیمنس بر متر، کربن آلی ۰/۰۴ درصد، نیتروژن ۰/۱۲ درصد، فسفر ۶۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم، پتاسیم ۱۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم، آهن ۷/۳ میلی‌گرم بر

www.SID.ir

Archive of SID

کیلوگرم، منگنز ۱/۹۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم، روی ۱/۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم و مس ۱/۶۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد.

این مطالعه به صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه‌طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تیمارها شامل پنج نسبت متفاوت کشت مخلوط ردیفی "گندم: تریتیکاله" شامل تک‌کشتی گندم (W_{100})، ۷۵ درصد گندم: ۲۵ درصد تریتیکاله ($W_{75}T_{25}$)، ۵۰ درصد گندم: ۵۰ درصد تریتیکاله ($W_{50}T_{50}$)، ۲۵ درصد گندم: ۷۵ درصد تریتیکاله ($W_{25}T_{75}$) و تک‌کشتی تریتیکاله (T_{100})، چهار نسبت متفاوت کشت مخلوط ردیفی "جو: تریتیکاله" شامل تک‌کشتی جو (B_{100})، ۷۵ درصد جو: ۲۵ درصد تریتیکاله ($B_{75}T_{25}$)، ۵۰ درصد جو: ۵۰ درصد تریتیکاله ($B_{50}T_{50}$)، ۲۵ درصد جو: ۷۵ درصد تریتیکاله ($B_{25}T_{75}$) و همچنین دو سطح کود نیتروژن شامل: ۱۰۰ (N_1) و ۲۰۰ (N_2) کیلوگرم در هکتار از منبع کود اوره معمولی (۴۶ درصد) بودند. گندم رقم چمران، جو رقم یوسف و تریتیکاله ET۸۳-۱۸ مورد استفاده قرار گرفتند.

ابعاد هر کرت آزمایشی ۲×۲ متر، فاصله بین آن‌ها نیم متر، فاصله بین بلوک‌ها یک متر بودند. بذور با تراکم کاشت ۴۰۰ بوته در متر مربع ودر هر کرت آزمایشی ۱۰ ردیف با فاصله ۲۰ سانتی‌متر از هم کشت شدند. کاشت به صورت دستی در تاریخ ۹ آذر ۱۳۹۲ صورت گرفت. آبیاری کرت‌ها بلافاصله بعد از کاشت و دور آبیاری تا زمان استقرار گیاهچه‌ها شش روز یکبار و بعد از آن براساس نیاز رطوبتی خاک انجام شد. کوددهی در سه مرحله هم زمان با کاشت، مرحله ساقه رفتن و مرحله ظهور سنبله و هر مرحله به میزان یک سوم از سطوح مورد نظر در اختیار گیاه زراعی قرار گرفت. علف‌های هرز در تمام کرت‌های آزمایشی بدون آنکه کنترلی انجام شود به‌صورت طبیعی رشد کردند. گونه‌های علف هرز غالب مزرعه شامل چچم (*Lolium temulentum* L.)، یولاف وحشی (*Avena fatua* L.) و گل گندم (*Centaurea depressa* M. Bieberstein) بودند.

برای نمونه‌برداری از علف‌های هرز و گیاهان زراعی یک کادر یک متر مربعی به طور تصادفی در هر کرت آزمایشی قرار داده شد و علف‌های هرز داخل آن یک هفته قبل از برداشت گیاهان زراعی در ۱۲ اردیبهشت ماه برداشت شدند. گیاهان زراعی به صورت دستی همزمان با یکدیگر برداشت شدند. این نمونه‌ها جهت خشک کردن به مدت ۴۸ ساعت در داخل آون در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. برای اندازه‌گیری نیتروژن و عناصر کم مصرف (آهن، روی، منگنز و مس) از هر کرت آزمایشی یک نمونه یک گرمی از بافت اندام‌های خشک شده علف هرز مورد استفاده قرار گرفت. برای اندازه گیری نیتروژن با استفاده از روش کجلدال (Tedesco et al., 1995) و از دستگاه kjelflex, k-360 و برای اندازه‌گیری عناصر کم مصرف از دستگاه جذب اتمی (PG-990) به‌روش لیندسی و نورول (Lindsay & Norvell, 1978) استفاده شد. آنالیز داده‌ها و ترسیم نمودارها با نرم‌افزار MSTATC ver. 2.1(1991) و Excel (2013) انجام شد و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

محتوای نیتروژن اندام هوایی علف‌های هرز

سیستم‌های کشت مخلوط غلات و همچنین اثر متقابل سیستم-های کشت و سطوح کود نیتروژن، محتوای نیتروژن اندام هوایی علف‌های هرز را به طور معنی‌داری ($P\leq 0.01$) تحت تأثیر قرار دادند (جدول ۱). بیشترین محتوای نیتروژن اندام هوایی علف‌های هرز (۱/۵۴ درصد) به تیمار تک‌کشتی گندم و سطح کود نیتروژن ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار تعلق داشت و کمترین (۰/۰۷ درصد) آن نیز در تک‌کشتی تریتیکاله و سطح کودی ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد (جدول ۲). این نتایج حاکی از توانایی بالاتر تریتیکاله نسبت به گندم در سرکوب علف‌های هرز و کاهش دسترسی آن‌ها به نیتروژن در سطح کودی بالاتر (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) است. در تیمار $W_{50}T_{50}$ با افزایش میزان نیتروژن از ۱۰۰ به ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، محتوای نیتروژن اندام هوایی علف‌های هرز کاهش یافت که نشان-دهنده جذب بهتر نیترون در این سیستم کشت مخلوط نسبت به علف‌های هرز است. در این کشت مخلوط کمترین محتوای نیتروژن در اندام هوایی علف‌های هرز در تیمار $W_{25}T_{75}$ و سطح کود ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار (۰/۶۴ درصد) بدست آمد (جدول ۲). در مخلوط جو: تریتیکاله نیز بیشترین محتوای این عنصر (۱/۲۵ درصد) در اندام هوایی علف‌های هرز در تیمار $B_{75}T_{25}$ و سطح کود ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بدست آمد (جدول ۲). با افزایش میزان نیتروژن محتوای آن در اندام هوایی علف‌های هرز در این سیستم کشت مخلوط نیز کاهش یافت. کمترین نیز در تیمار $B_{50}T_{50}$ و سطح کود ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با تک‌کشتی جو در سطح کود ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نداشت (جدول ۲). در واقع در بیشتر تیمارهای کشت مخلوط و تک‌کشتی جو و تریتیکاله با افزایش میزان نیتروژن به واسطه سرکوب بیشتر علف‌های هرز و همچنین تولید زیست توده بالاتر در این گیاهان (داده‌ها نشان داده نشد) محتوای نیتروژن در اندام‌های هوایی علف‌های هرز کاهش یافت و آن را به گیاه زراعی اختصاص دادند. توانایی پنجه زنی بیشتر در جو و همینطور سیستم ریشه‌ای متراکم‌تر آن (Karadag, 2004) و از سوی دیگر، توانایی تولید زیست‌توده بیشتر و قدرت رقابت بالاتر تریتیکاله در مقابل علف‌های هرز نسبت به گندم، و همچنین ارتفاع بلندتر این دوگیاه (داده‌ها نشان داده نشده‌اند) و سرعت بسته شدن سریعتر کانوپی در آن‌ها (Lamei harvani, 2012) منجر به برتری آنها

www.SID.ir

Archive of SID

نسبت به علف‌های هرز در مقایسه با تک‌کشتی گندم و استفاده بهتر از کود نیتروژن شد. یدالهی و همکاران (Yadollahi et al., 2015) نیز در کشت مخلوط یولاف و گندم یکی از دلیل موفقیت یولاف را در مقابل علف‌های هرز ارتفاع بالاتر این گیاه نسبت به گندم بیان کردند. با این آگاهی، افزایش سهم تریتیکاله در مخلوط‌های گندم: تریتیکاله می‌تواند دلیلی برای کاهش محتوای نیتروژن اندام هوایی علف‌های هرز در این آزمایش باشد. کوره- هلو و همکاران (Corre-Hellou et al., 2011) نیز گزارش دادند که با افزایش میزان نیتروژن، محتوای این عنصر در اندام هوایی علف‌های هرز در کشت مخلوط جو و نخود و تک‌کشتی جو نسبت به تک‌کشتی نخود، به میزان بیشتری کاهش یافت. بطور کلی میزان نیتروژن در اندام هوایی علف‌های هرز در مخلوط‌های جو: تریتیکاله کمتر از گندم: تریتیکاله بود که توانایی بالاتر جو و تریتیکاله در کاهش جذب این عنصر در علف‌های هرز و افزایش آن به نفع گیاه زراعی را نشان می‌دهد.

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر سیستم‌های مختلف کشت مخلوط غلات و سطوح کود نیتروژن بر محتوای نیتروژن و عناصر کم مصرف اندام هوایی علف‌های هرز و عملکرد دانه

Table1- Analysis of variance for the effect of different cereals intercropping systems and nitrogen fertilizer levels on nitrogen and micro nutrients content of weeds shoot and grain yield

منبع تغییرات S. O. V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of Squares					
		محتوای نیتروژن اندام هوایی علف‌های هرز Weeds shoot nitrogen content	عملکرد دانه Grain yield	محتوای عناصر کم مصرف اندام هوایی علف‌های هرز Micro- nutrients content of weeds shoot			
				آهن Fe	روی Zn	مس Cu	منگنز Mn
بلوک Block	2	0.00 ns	2.093**	6527.60**	69.60**	282.22**	1351.71**
سیستم‌های کشت مخلوط Intercropping system	8	0.61**	5.68**	18972.20**	25.08**	15.21**	243.38**
سطوح کود نیتروژن Nitrogen fertilizer levels	1	0.08 ns	0.13 ns	1692.32 ns	97.28**	12.26**	134.77*
سیستم‌های کشت مخلوط × سطوح نیتروژن Intercropping system× Nitrogen levels	8	0.48**	2.04**	12899.08**	5.61ns	6.33**	88.41**
خطا error	34	0.02	0.18	990.91	8.64	0.63	26.75
ضریب تغییرات Coefficient of Variation (%)	_	19.71	9.25	11.87	14.91	9.49	11.37

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns, * and **: Non-significant and significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲-اثر متقابل سیستم‌های کشت مخلوط غلات و سطوح کود نیتروژن بر محتوای نیتروژن (٪) اندام هوایی علف‌های هرز
Table 2- Interaction of different cereals intercropping systems and nitrogen fertilizer levels on nitrogen content of weeds shoot (%)

سطوح کود نیتروژن Nitrogen fertilizer levels (kg. ha^{-1})	سیستم‌های کشت مخلوط Intercropping system								
	W_{100}	$W_{75}T_{25}$	$W_{50}T_{50}$	$W_{25}T_{75}$	T_{100}	B_{100}	$B_{75}T_{25}$	$B_{50}T_{50}$	$B_{25}T_{75}$
N_1 (100)	1.22^{b*}	0.69^{cd}	1.23^{b}	0.66^{cd}	0.84^{cd}	0.87^{c}	1.25^{b}	0.22^{e}	0.31^{e}
N_2 (200)	1.54^{a}	1.35^{ab}	0.68^{cd}	0.64^{cd}	0.07^{e}	0.31^{e}	0.58^{d}	0.61^{cd}	0.81^{cd}

*میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

*Means with similar letters are not significantly different at 5% of probability based on Duncan's test

W_{100} : تک‌کشتی گندم، T_{100}: تک‌کشتی تریتیکاله، $W_{75}T_{25}$: ۷۵ درصدگندم : ۲۵ درصد تریتیکاله، $W_{50}T_{50}$: ۵۰ درصدگندم : ۵۰ درصد تریتیکاله، $W_{25}T_{75}$: ۲۵ درصد گندم : ۷۵ درصد تریتیکاله، B_{100} :تک‌کشتی جو، $B_{75}T_{25}$: ۷۵ درصد جو : ۲۵ درصد تریتیکاله، $B_{50}T_{50}$: ۵۰ درصد جو : ۵۰ درصد تریتیکاله و$B_{25}T_{75}$:۲۵ درصد جو: ۷۵ درصد تریتیکاله.

W100: Monoculture of wheat, T100: Monoculture of triticale, $W_{75}T_{25}$, $W_{50}T_{50}$ and $W_{25}T_{75}$: Intercropping of wheat and triticale at ratios of 75%: 25%, 50%: 50% and 25%: 75% respectively, B_{100}: Monoculture of barley, $B_{75}T_{25}$, $B_{50}T_{50}$ and $B_{25}T_{75}$ Intercropping of barley and triticale at ratios of 75%: 25%, 50%: 50% and 25%: 75% respectively.

محتوای عناصر کم مصرف اندام هوایی علف‌های هرز

سیستم‌های کشت مخلوط و اثر متقابل آن با سطوح کود نیتروژن بر محتوای عنصر آهن اندام هوایی علف‌های هرز اثر معنی‌داری ($P\leq0.01$) داشتند (جدول ۱). بیشترین محتوای آهن در اندام هوایی علف‌های هرز در تیمار تک‌کشتی گندم و سطح کود ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار (۳۶۵/۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و کمترین محتوای این عنصر در مخلوط گندم: تریتیکاله در تیمار $W_{25}T_{75}$ و سطح کود ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار (۱۵۶/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بدست آمد. در کشت مخلوط جو: تریتیکاله نیز کمترین محتوای آهن در اندام هوایی علف‌های هرز در تیمار $B_{50}T_{50}$ و سطح کود ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (۱۸۱/۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم) مشاهده شد (جدول ۳). اثر متقابل دو فاکتور مورد مطالعه بر محتوای منگنز اندام هوایی علف‌های هرز در سطح پنج درصد معنی‌دار ($P\leq0.05$) بود (جدول ۱). بیشترین میزان این عنصر در اندام هوایی علف‌های هرز در این آزمایش به تیمار تک‌کشتی گندم و سطح کود ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار (۶۰/۶۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم) مشاهده شد. در کشت‌های مخلوط گندم: تریتیکاله و جو: تریتیکاله نیز کمترین محتوای این عنصر در اندام هوایی علف‌های هرز به ترتیب در تیمارهای $W_{25}T_{75}$ و $B_{50}T_{50}$ و سطح کود نیتروژن ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار (به ترتیب۳۴/۴۶ و ۳۳/۵۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بدست آمد (جدول ۳). محتوای این عناصر به میزان قابل توجهی در بیشتر سیستم‌های کشت مخلوط کمتر از تک‌کشتی‌ها بود. کاهش محتوای عناصر کم مصرف در اندام هوایی علف‌های هرز در سیستم‌های مخلوط مربوط به تراکم بالای ریشه‌ها در این سیستم‌ها نسبت به تک‌کشتی‌ها و احتمالا درصد جذب بیشتر این عناصر توسط گیاهان زراعی در سیستم‌های مخلوط و در نتیجه کاهش دسترسی علف‌های هرز به این عناصر بود. روابط متقابل بین گیاهان در سیستم‌های کشت مخلوط می‌تواند حرکت و دسترسی عناصر را در ریزوسفر و در نتیجه جذب آن‌ها را به وسیله گیاهان تحت تأثیر قرار دهد (Wasaki et al., 2003)

اثرات اصلی سیستم‌های کشت و سطوح کود نیتروژن محتوای عنصر روی را در اندام هوایی علف‌های هرز بطور معنی‌داری ($P\leq0.01$) تحت تأثیر قرار دادند (جدول ۱). بیشترین محتوای روی در اندام هوایی علف‌های هرز در تک‌کشتی گندم به میزان ۲۲/۸۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم بدست آمد. همچنین کمترین محتوای این عنصر در مخلوط گندم: تریتیکاله در تیمار $W_{25}T_{75}$ (۱۸/۳۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم) مشاهده شد. بطور کلی در این آزمایش کمترین میزان جذب روی توسط علف‌های هرز به تک‌کشتی جو (۱۵/۹۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم) تعلق داشت که این تیمار توانست تقریباً به میزان ۳۰ درصد محتوای این عنصر را در مقایسه با سایر تیمارها کاهش دهد و بعد از آن کمترین محتوای این عنصر در علف‌های هرز به تیمار $B_{50}T_{50}$ تعلق داشت (شکل ۱). توانایی جذب عناصر توسط علف‌های هرز به گونه‌های علف‌های هرز و گیاهان زراعی موجود در مزرعه وابسته است (Głowacka, 2012). در این آزمایش چچم، یولاف وحشی و گل گندم در مزرعه تراکم بیشتری را نسبت به دیگر گونه‌های علف‌های هرز به خود اختصاص دادند و این احتمالا می‌تواند دلیلی برای محتوای بیشتر عناصر کم مصرف در اندام هوایی علف‌های هرز در تک‌کشتی باشد. مکوندی و همکاران (Makvandi et al., 2006) در آزمایشی نشان دادند که علف‌هرز چچم نسبت به گندم توانایی بالاتری در جذب عناصر کم مصرف و افزایش زیست توده دارد. نتایج تحقیق بربیسایوا و مالیسکی (Berbeciowa & Malicki, 1986) نشان داد که علف هرز سلمه‌تره (*Chenopodium album* L.) در جذب روی نسبت به گندم زمستانه موفق‌تر بود، اما چغندرقند (*Beta vulgaris* L.) و

www.SID.ir

Archive of SID

کلزای بهاره (*Brassica napus* L.) توانایی بالاتری در جذب این عنصر نسبت به سلمه‌تره داشتند.

جدول ۳- اثر متقابل سیستم‌های کشت مخلوط غلات و سطوح کود نیتروژن بر محتوای آهن، مس و منگنز اندام هوایی علف‌های هرز (میلی‌گرم بر کیلوگرم)

Table 3- Interaction of cereals intercropping systems and nitrogen fertilizer levels on iron, copper and manganese content of weeds shoot (mg.kg^{-1})

سیستم‌های کشت مخلوط Intercropping systems	محتوای عناصر کم مصرف اندام هوایی علف هرز Micro- nutrients content of weeds shoot (mg.kg^{-1})					
	آهن Fe		مس Cu		منگنز Mn	
	N_1	N_2	N_1	N_2	N_1	N_2
W_{100}	291.0^{bc*}	367.6^{a}	15.95^{a}	10.99^{b}	55.22^{ab}	60.68^{a}
$W_{75}T_{25}$	232.6^{de}	351.7^{a}	10.19^{bcd}	9.27^{b-e}	45.60^{b-e}	51.75^{abc}
$W_{50}T_{50}$	225.0^{de}	174.1^{ef}	10.79^{bc}	9.58^{b-e}	45.02^{cde}	39.50^{ef}
$W_{25}T_{75}$	211.5def	156.5^{f}	8.94^{de}	9.06^{cde}	40.16^{ef}	34.46^{f}
T_{100}	353.8^{a}	254.5^{cd}	9.41^{b-e}	10.18^{bcd}	50.22^{bcd}	47.16^{b-e}
B_{100}	352.4^{a}	291.8^{bc}	9.56^{b-e}	10.95^{b}	52.86^{abc}	45.95^{b-e}
$B_{75}T_{25}$	343.2^{ab}	327.9^{ab}	9.63^{b-e}	8.69^{de}	51.42^{abc}	47.25^{b-e}
$B_{50}T_{50}$	217.8^{de}	181.3^{ef}	6.46^{f}	8.13^{e}	39.53^{ef}	33.55^{f}
$B_{25}T_{75}$	191.3^{ef}	251.1^{cd}	10.16^{bcd}	8.21^{e}	40.85^{def}	37.64^{ef}

*میانگین‌های دارای حروف مشترک برای هر عنصر و فاکتور نیتروژن در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

*Means with similar letters for each element and nitrogen are not significantly different at 5% of probability based on Duncan's test

W_{100}: تک‌کشتی گندم، T_{100}: تک‌کشتی تریتیکاله، $W_{75}T_{25}$: ۷۵ درصدگندم : ۲۵ درصد تریتیکاله، $W_{50}T_{50}$: ۵۰ درصدگندم : ۵۰ درصد تریتیکاله، $W_{25}T_{75}$: ۲۵ درصد گندم : ۷۵ درصد تریتیکاله، B_{100} :تک‌کشتی جو، $B_{75}T_{25}$: ۷۵ درصد جو: ۲۵ درصد تریتیکاله، $B_{50}T_{50}$: ۵۰ درصد جو: ۵۰ درصد تریتیکاله و$B_{25}T_{75}$:۲۵ درصد جو: ۷۵ درصد تریتیکاله. N_1 و N_2: به ترتیب ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار.

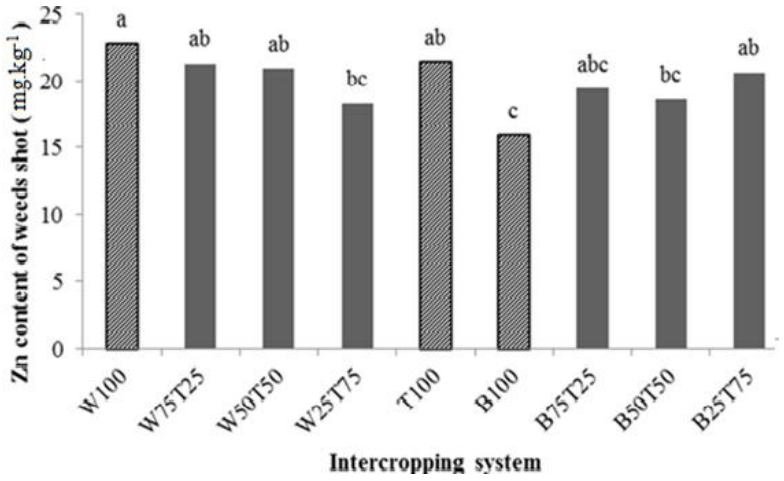
W_{100}: Monoculture of wheat, T_{100}: Monoculture of triticale, $W_{75}T_{25}$, $W_{50}T_{50}$ and $W_{25}T_{75}$: Intercropping between wheat and triticale at ratio of 75%: 25%, 50%: 50% and 25%: 75% respectively, B_{100}: Monoculture of barley, $B_{75}T_{25}$, $B_{50}T_{50}$ and $B_{25}T_{75}$ Intercropping between barley and triticale at ratio of 75%: 25%, 50%: 50% and 25%: 75% respectively. N_1 and N_2: Nitrogen levels: 100 and 200 kg.ha^{-1}, respectively.

نادری و همکاران (Soleymanpoor et al., 2016) نیز در آزمایشی گزارش دادند که محتوای عنصر روی در اندام هوایی علف‌های هرز در تک‌کشتی جو کمتر از کشت مخلوط آن با نخود بود. افزایش میزان کود نیتروژن از ۱۰۰ به ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، منجر به افزایش محتوای عنصر روی در اندام هوایی علف‌های هرز به میزان ۲۱/۰۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم و افزایش ۱۴/۶۰ درصدی نسبت به سطح کود ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار گردید (شکل ۲). استال و همکاران (Staal et al., 1991) معتقدند که یکی از اثرات افزایش نیتروژن افزایش جذب کاتیون‌ها می‌باشد. بنابراین جذب نیتروژن توسط گیاهان یک افزایش نسبی در محتوای عناصر غذایی دیگر در گیاهان بوجود می‌آورد. از اثرات اصلی نیتروژن می‌توان به افزایش فعالیت متابولیک گیاه، تسریع اغلب فرایندها و تغییر جذب عناصر توسط گیاه اشاره نمود (Alizadeh et al., 2008). خمدی و همکاران (Khamadi et al., 2014) بیان کردند که افزایش میزان نیتروژن منجر به کاهش pH محیط اطراف ریشه و در نتیجه باعث افزایش جذب و حلالیت عناصر میکرو می‌شود و از سوی دیگر افزایش تشکیل پروتئین بعد از افزودن کود نیتروژن می‌تواند منجر به نگهداری روی در ریشه‌ها به صورت کمپلکس روی-پروتئین و انتقال آن به گیاه شود. همچنین برخی از پژوهشگران افزایش همزمان روی و نیتروژن را در برگ نشان از جذب توام این دو عنصر و حاکی از انتقال همزمان آن‌ها به بخش‌های هوایی گیاه عنوان داشتند (Khamadi et al., 2014). علیزاده و همکاران (Alizadeh et al., 2008) در بررسی کاربرد سطوح مختلف کود نیتروژن بر جذب عناصر کم مصرف در گیاه ذرت مشاهده کردند که افزایش میزان نیتروژن منجر به افزایش منگنز در شاخساره ذرت گردید. همچنین این نتایج با یافته‌های مناسک و همکاران (Manasek et al., 2013)، هائو و همکاران (Hao et al., 2007) و خامدی و همکاران (Khamadi et al., 2014) همخوانی دارد. در کشت‌های مخلوط با کاهش دسترسی علف‌های هرز به کود نیتروژن منجر به کاهش غلظت آهن و منگنز در اندام هوایی علف‌های هرز گردید (جدول ۳). اثر سیستم‌های کشت، سطوح کود نیتروژن و اثر متقابل این دو فاکتور بر محتوای مس در اندام هوایی علف‌های هرز معنی‌دار ($P\leq0.01$) بود (جدول ۱). بیشترین محتوای مس در اندام هوایی علف‌های هرز به تیمار تک‌کشتی گندم و سطح کود ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (۱۵/۹۵

www.SID.ir

Archive of SID

میلی‌گرم بر کیلوگرم) تعلق داشت. در کشت‌های مخلوط گندم: تریتیکاله و جو: تریتیکاله کمترین محتوای این عنصر در اندام هوایی علف‌های هرز به ترتیب در تیمارهای $W_{25}T_{75}$ و $B_{50}T_{50}$ و سطح کود ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار (به ترتیب ۸/۹۴ و ۶/۴۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بدست آمد (جدول ۳). در تیمار تک‌کشتی گندم با افزایش میزان کود نیتروژن، محتوای عنصر مس در اندام هوایی علف‌های هرز کاهش یافت. کاهش غلظت مس در سطح نیتروژن بالاتر ممکن است به این دلیل باشد که افزایش میزان رشد در نتیجه مصرف بیشتر نیتروژن در اندام هوایی علف هرزو یا جذب بیشتر سایر عناصر در مقایسه با مس در سطح کود بیشتر منجر به رقیق شدن این عنصر در گیاه شود (Khamadi et al., 2014). به طور کلی، میزان جذب عناصر کم مصرف به‌وسیله علف‌های هرز در این مطالعه به صورت آهن> منگنز> روی> مس بود که با نتایج تحقیق نادری و همکاران (Soleymanpoor et al., 2016) در بررسی میزان جذب عناصر کم مصرف توسط علف‌های هرز در کشت‌های مخلوط غلات: لگوم‌ها و مطالعه سالم و ال-گیزاوی و همکاران (Salem & El-Gizawy, 2012) در بررسی اهمیت عناصر کم مصرف در ذرت و همچنین یافته‌های هائو و همکاران (Hao et al., 2007) مطابقت داشت. در تیمارهای کشت مخلوط با کاهش دسترس علف‌های هرز به کود نیتروژن و کاهش جذب سایر عناصر، غلظت مس در اندام هوایی علف‌های هرز افزایش یافت.



شکل ۱- اثر سیستم‌های کشت مخلوط غلات بر محتوای روی اندام هوایی علف‌های هرز

Fig. 1- Effect of cereals intercropping systems on Zn content of weeds shoot

ستون‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

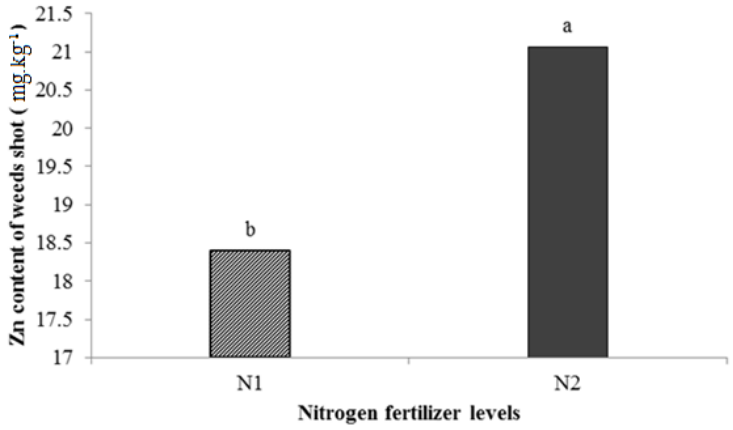
Columns with similar letters are not significantly different at 5% of probability based on Duncan's test

W_{100}: تک‌کشتی گندم، T_{100}: تک‌کشتی تریتیکاله، $W_{75}T_{25}$: ۷۵ درصدگندم : ۲۵ درصد تریتیکاله، $W_{50}T_{50}$: ۵۰ درصدگندم : ۵۰ درصد تریتیکاله، $W_{25}T_{75}$: ۲۵ درصد گندم : ۷۵ درصد تریتیکاله، B_{100} :تک‌کشتی جو، $B_{75}T_{25}$: ۷۵ درصد جو : ۲۵ درصد تریتیکاله، $B_{50}T_{50}$: ۵۰ درصد جو : ۵۰ درصد تریتیکاله و$B_{25}T_{75}$:۲۵ درصد جو: ۷۵ درصد تریتیکاله.

W_{100}: Monoculture of wheat, T_{100}: Monoculture of triticale, $W_{75}T_{25}$, $W_{50}T_{50}$ and $W_{25}T_{75}$: Intercropping of wheat and triticale at ratios of 75%: 25%, 50%: 50% and 25%: 75% respectively, B_{100}: monoculture of barley, $B_{75}T_{25}$, $B_{50}T_{50}$ and $B_{25}T_{75}$: Intercropping of barley and triticale at ratios of 75%: 25%, 50%: 50% and 25%: 75% respectively.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- اثر سطوح کود نیتروژن بر محتوای روی اندام هوایی علف‌های هرز

Fig. 2- Effect of nitrogen fertilizer levels on Zn content of weeds shoot

N_1 و N_2: به ترتیب ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار

N_1 and N_2: Nitrogen levels: 100 and 200 $kg.ha^{-1}$, respectively.

عملکرد دانه گیاه زراعی

سیستم‌های کشت مخلوط و اثر متقابل آن با سطوح کود نیتروژن بطور معنی‌داری ($P\leq0.01$) عملکرد دانه را تحت تأثیر قرار دادند (جدول ۱). سیستم تک‌کشتی گندم در سطح کود نیتروژن ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار دارای کمترین عملکرد دانه (۳/۰۴ تن در هکتار) بود. در این تیمار، علف‌های هرز بیشترین محتوای نیتروژن را داشتند (جدول ۲). همچنین محتوای عناصر کم مصرف اندام هوایی علف-های هرز در تک‌کشتی گندم بیشتر از کشت‌های مخلوط بود. در واقع علف‌های هرز با کسب منابع بیشتر در این تیمار موجب کاهش عملکرد دانه گیاه زراعی شدند. در کشت مخلوط گندم: تریتیکاله در تیمار $W_{50}T_{50}$، افزایش میزان نیتروژن منجر به افزایش عملکرد دانه (۴/۱۳ تن در هکتار) گردید (جدول ۴) که نشان‌دهنده استفاده بیشتر گیاهان زراعی از منابع در این تیمار کشت مخلوط است. در سیستم-های کشت مخلوط جو: تریتیکاله در تمام تیمارهای کشت مخلوط با افزایش میزان نیتروژن عملکرد افزایش یافت که مزیت این سیستم کشت را در استفاده از منابع در مقابل علف‌های هرز نشان می‌دهد. بیشترین عملکرد دانه در این آزمایش متعلق به تیمار $B_{50}T_{50}$ و سطح کود ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار (۷/۲۶ تن در هکتار) بود. کمترین عملکرد دانه نیز مربوط به تک‌کشتی جو و سطح کود ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بود، البته در این تیمار با افزایش میزان کود نیتروژن عملکرد گیاه افزایش یافت (جدول ۴)، که نشان می‌دهد جو دارای توانایی بالایی برای جذب عناصر است. بطور کلی جو و تریتیکاله در سطح کود بیشتر عملکرد بالاتری نسبت به گندم داشتند. جو به واسطه ریشک-های بلندتر و در نتیجه ظرفیت فتوسنتزی بالاتر و پنجه‌زنی بیشتر (Nour Mohamadi et al., 2010) دارای عملکرد بالاتری نسبت به تک‌کشتی گندم بود.

از سوی دیگر، سوتون و دابلده (Sutton & Dubbelde, 1980) یکی از دلایل موفقیت تریتیکاله را نسبت به گندم برای تولید عملکرد بیشتر، افزایش زیست توده این گیاه در مرحله گرده افشانی و رسیدگی دانستند و بیان داشتند که این گیاه با تولید زیست توده بالاتر منابع بیشتری را به خود اختصاص می‌دهد. استرادا-کامپوزانو و همکاران (Estrada-Campuzano et al., 2012) دلیل تولید زیست توده بالاتر در تریتیکاله را نسبت به گندم، راندمان مصرف بالاتر تشعشع بیان کردند که این راندمان بالاتر احتمالاً به دلیل ضریب استهلاک پایین‌تر نور در این گیاه و در نتیجه توزیع بهتر تشعشع در کانوپی می‌باشد (Muurinen & Peltonen-Sainio, 2006). علاوه براین، توانایی بالاتر تریتیکاله نسبت گندم در سرکوب علف‌های هرز به واسطه خصوصیات مرفولوژیک آن از جمله ارتفاع بلندتر و سیستم ریشه‌ای قوی‌تر و در پی آن کاهش منابع در دسترس علف‌های هرز، منجر به افزایش عملکرد این گیاه نسبت به گندم گردید. در کشت مخلوط جو: تریتیکاله حضور دو گیاه جو و تریتیکاله به میزان مساوی در این سیستم کشت به واسطه خصوصیات مرفولوژیک این دو گیاه از جمله ارتفاع متفاوت و در نتیجه افزایش استفاده از نور، قدرت پنجه-زنی بیشتر در جو، بسته شدن سریع کانوپی در این سیستم (Lamei Harvani, 2012) و در کل روابط مکملی جو و تریتیکاله، توانستند با سرکوب بیشتر علف‌های هرز منجر به جذب منابع بیشتر و افزایش عملکرد گردند. اسکندری و علیزاده امرایی (Eskandari & Alizade Amraie, 2016) گزارش دادند که در کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم بلبلی (*Vigna sinensis* L.) وزن خشک علف‌های هرز کاهش یافت و دو گیاه در مصرف منابع به‌طور مکمل عمل کردند که منجر به افزایش عملکرد آن‌ها گردید. احمدوند و حاجی‌نیا (Ahmadvand & Hajinia, 2016) نیز در بررسی کشت مخلوط جایگزینی سویا

www.SID.ir

Archive of SID

(*Glycine max* L.) و ارزن معمولی (*Panicum miliaceum* L.) بیان کردند که افزایش نسبت این دو گیاه در کشت مخلوط منجر به افزایش عملکرد آن‌ها می‌شود. رامیرز و گارسیا (Ramirez-Garcia et al., 2014) نیز در کشت مخلوط جو: ماش (*Vigna radiata* L.) بیشترین محتوای نیتروژن را در کشت مخلوط و سطح کود بالاتر نیتروژن مشاهده کردند، همچنین جو نسبت به ماشک محتوای نیتروژن بالاتری داشت. آبادیان و همکاران (Abadian et al., 2015) نیز بیشترین عملکرد ریحان را در کشت مخلوط آن با لوبیا چشم بلبلی و با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن نسبت به تیمار شاهد (عدم مصرف کود نیتروژن) و مصرف ۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن گزارش کردند و اظهار داشتند که تمامی ترکیب‌های کشت مخلوط به‌دلیل کنترل علف‌های هرز عملکرد کل بیشتری نسبت به تک‌کشتی ریحان تولید کردند.

جدول ٤-اثر متقابل سیستم‌های کشت مخلوط غلات و سطوح کود نیتروژن بر عملکرد دانه (تن در هکتار)

Table 4- Interaction of cereals intercropping systems and nitrogen fertilizer levels on grain yield ($t.ha^{-1}$)

سطوح کود نیتروژن Nitrogen fertilizer levels ($kg.\ ha^{-1}$)	سیستم‌های کشت مخلوط Intercropping system								
	W_{100}	$W_{75}T_{25}$	$W_{50}T_{50}$	$W_{25}T_{75}$	T_{100}	B_{100}	$B_{75}T_{25}$	$B_{50}T_{50}$	$B_{25}T_{75}$
N_1 (100)	$4.11^{d\text{-}g*}$	5.06^{c}	$3.80^{e\text{-}i}$	6.13^{b}	4.48^{cde}	3.31^{hi}	3.54^{ghi}	6.17^{b}	$3.94^{e\text{-}h}$
N_2 (200)	3.04^{i}	$3.97^{e\text{-}h}$	$4.13^{d\text{-}g}$	4.81^{cd}	$3.67^{f\text{-}i}$	$4.42^{c\text{-}f}$	5.17^{c}	7.26^{a}	4.95^{c}

*میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

*Means with similar letters are not significantly different at 5% of probability based on Duncan's test

W_{100} : تک‌کشتی گندم، T_{100}: تک‌کشتی تریتیکاله، $W_{75}T_{25}$: ۷۵ درصدگندم : ۲۵ درصد تریتیکاله، $W_{50}T_{50}$: ۵۰ درصدگندم : ۵۰ درصد تریتیکاله، $W_{25}T75$: ۲۵ درصد گندم : ۷۵ درصد تریتیکاله، B_{100} :تک‌کشتی جو، $B_{75}T_{25}$: ۷۵ درصد جو : ۲۵ درصد تریتیکاله، $B_{50}T_{50}$: ۵۰ درصد جو : ۵۰ درصد تریتیکاله و$B25T_{75}$:۲۵ درصد جو: ۷۵ درصد تریتیکاله.

W_{100}: Monoculture of wheat, T_{100}: Monoculture of Triticale, $W_{75}T_{25}$, $W_{50}T_{50}$ and $W_{25}T_{75}$: Intercropping of wheat and triticale at ratios of 75%: 25%, 50%: 50% and 25%: 75% respectively, B_{100}: Monoculture of barley, $B_{75}T_{25}$, $B_{50}T_{50}$ and $B_{25}T_{75}$: Intercropping of barley and triticale at ratios of 75%: 25%, 50%: 50% and 25%: 75% respectively.

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که محتوای نیتروژن و عناصر کم مصرف اندام هوایی علف‌های هرز و همین‌طور عملکرد دانه تحت تأثیر اثر متقابل سیستم‌های کشت مخلوط غلات و سطوح کود نیتروژن قرار گرفتند. بیشترین محتوای نیتروژن در اندام هوایی علف-های هرز مربوط به سیستم تک‌کشتی گندم و سطح کود ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار بود. همچنین از این نظر تک‌کشتی‌های جو و تریتیکاله برای کاهش جذب عناصر کم مصرف توسط علف های هرز موفق‌تر از تک‌کشتی گندم بودند. در تک‌کشتی گندم، محتوای نیتروژن علف‌های هرز با افزایش میزان کود نیتروژن از ۱۰۰ به ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت که نشان‌دهنده توانایی بیشتر علف-های هرز نسبت به گندم در جذب این عنصر است. اما در کشت‌های مخلوط با افزایش میزان نیتروژن محتوای این عنصر در اندام هوایی علف‌های هرز کاهش یافت که توانایی رقابتی بالاتر گیاه زراعی را در این سیستم‌های کشت در مقابل علف‌های هرز برای جذب نیتروژن نسبت به تک‌کشتی نشان می‌دهد. کمترین میزان این عنصر در کشت مخلوط گندم: تریتیکاله مربوط به تیمار $W_{25}T_{75}$ و در کشت جو: تریتیکاله مربوط به تک‌کشتی تریتیکاله با سطح کود ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود که تفاوت معنی‌داری با تیمار $B_{50}T_{50}$ نداشت. همچنین محتوای عناصر کم مصرف در اندام های‌هوایی علف‌های هرز به میزان قابل توجهی در بیشتر سیستم‌های کشت مخلوط کمتر از تک‌کشتی‌ها بود. در این مطالعه گونه‌های زراعی در سیستم‌های مخلوط احتمالا به واسطه توسعه ریشه‌هایشان در بخش وسیع‌تری از خاک، توانستند توانایی جذب عناصر را توسط علف‌های هرز محدود کنند و با مصرف بیشتر نیتروژن، محتوای عناصر کم مصرف آهن و منگنز را در اندام هوایی علف‌های هرز کاهش دادند. کمترین میزان این عناصر به تیمارهای $W_{25}T_{75}$ و $B_{50}T_{50}$ به ترتیب در مخلوط‌های گندم: تریتیکاله و جو: تریتیکاله با سطح کود ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار تعلق داشت. همچنین کاهش غلظت این عناصر در سیستم‌های کشت مخلوط تحت تأثیر سطوح کود نیتروژن منجر به افزایش غلظت مس در اندام هوایی علف‌های هرز گردید و کمترین میزان این عنصر در کشت‌های مخلوط گندم: تریتیکاله و جو: تریتیکاله به ترتیب مربوط به تیمارهای $W_{25}T_{75}$ و $B_{50}T_{50}$ با سطح کود ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بود. کمترین میزان روی نیز به تیمار تک‌کشتی جو و $W_{25}T_{75}$ در مخلوط گندم: تریتیکاله تعلق داشت. همچنین افزایش میزان کود نیتروژن منجر به افزایش این عنصر گردید. عملکرد دانه غلات نیز تحت تأثیر اثر متقابل سیستم‌های کشت مخلوط و سطوح کود نیتروژن قرار گرفت. در مخلوط‌های گندم: تریتیکاله متوسط عملکرد

www.SID.ir

Archive of SID

دانه نسبت به تک‌کشتی گندم بالاتر بود و کمترین عملکرد دانه به تیمار تک‌کشتی گندم و سطح کود ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار تعلق داشت. همچنین بیشترین عملکرد دانه در این آزمایش مربوط به تیمار $B_{50}T_{50}$ و سطح کود ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار بود. اثر متقابل سیستم-های کشت و سطوح کود نیتروژن نشان داد که در کشت‌های مخلوط با افزایش میزان نیتروژن عملکرد دانه افزایش یافت، که نشان‌دهنده استفاده بیشتر از منابع در این سیستم‌های کشت نسبت به تک‌کشتی بود. بطور کلی نتایج این مطالعه حاکی از این است که می‌توان به وسیله کشت مخلوط غلات، میزان کود نیتروژن و سایر عناصر را برای علف‌های هرز کاهش داد و به عنوان یک روش مدیریتی اکولوژیک از آن برای کاهش جمعیت علف‌های هرز مورد استفاده قرار داد.

منابع

Abadian, H., Yarnia, M., Pirdashti, H.A., Abasi, R., and Farahvash, F. 2015. Effect of intercropping pattern and nitrogen fertilizer on basil (*Ocimum basiilicum* L.) and cowpea (*Vigna unguiculata* L.) yield under weed competitive conditions. Journal of Crop Production 3: 1-18. (In Persian with English Summary)

Ahmadvand, G., and Hajinia, S. 2016. Ecological aspects of replacement intercropping patterns of soybean (*Glycine max* L.) and millet (*Panicum miliaceum* L.). Journal of Agroecology 4: 485-498. (In Persian with English Summary)

Alizadeh, A., Majidi, A., and Normohamadi, G. 2008. Effect drought stress and soil nitrogen on nutrient uptake in maize (704cv). Journal of research in Agricultural Science 4: 51- 59. (In Persian with English Summary)

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 2: 22-31.

Awal, M. A., Koshi, H., and Ikeda, T. 2006. Radiation interception and use by maize/peanut intercrop canopy. Journal of Agricultural and Forest Meteorology 139: 74-83.

Baumann, D.T., Kropff, M.J., and Bastiaans, L. 2000. Intercropping leeks to suppress weeds. Journal of Weed Research 40: 359–374.

Corre-Hellou, G., Fustec, J., and Crozat, Y. 2006. Interspecific competition for soil N and its interactions with N_2 fixation, leaf expansion and crop growth in pea–barley intercrops. Journal of Plant and Soil 282:195–208.

Corre-Hellou, G., Dibet, A., Hauggaard-Nielsen, H., Crozat, Y., Gooding, M., Ambus, P., Dahlmann, C., von Fragstein, P., 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. Journal of Field Crops Research 122: 264–272.

Eskandari, H., and Alizadeh-Amraie, A. 2016. Evaluation of growth and species composition of weeds in maize-cowpea intercropping based on additive series under organic farming condition. Journal of Agroecology 2: 227-240. (In Persian with English Summary)

Estrada-Campuzano, G., Slafer, G.A., and Miralles, D.J. 2012. Differences in yield, biomass and their components between triticale and wheat grown under contrasting water and nitrogen environments. Journal of Field Crops Research 128: 167–179.

Fallah, S., Baharlui, S., and Abasi Soraki, A. 2014. Evaluation of competitive and economic indices of canola (*Brassica napus* L.) and pea (*Pisum sativum* L.) intercropping under different amounts of nitrogen fertilizer. Journal of Agroecology 3: 571-581. (In Persian with English Summary)

Głowacka, A. 2012. Content and uptake of micro elements (Cu, Zn, Mn, Fe) by maize (*Zea mays* L.) and accompanying weeds. Acta Agrobotanica 65: 179–188.

Gunes, A., Inal, A., Adak, M.S., Alpaslan, M., Bagci, E.G., Erol, T., and Pilbeam, D.J. 2007. Mineral nutrition of wheat, chickpea and lentil as affected by intercropped cropping and soil moisture. Journal of Nutrient Cycling in Agroecosystems 78: 83–96.

Hao, H., Wei, Y., Yang, X., Feng, Y., and Wu, C. 2007. Effects of different nitrogen fertilizer levels on Fe, Mn, Cu and Zn concentrations in shoot and grain quality in rice (*Oryza sativa*). Journal of Rice Science 14: 289–294.

Hatcher, P.E., and Melander, B. 2003. Combining physical, cultural and biological methods prospects for integrated non-chemical weed management strategies. Journal of Weed Research 43: 303-322.

Hauggaard-Nielsen, H., Ambus, P., and Jensen, E.S. 2001. Interspecific competition, N use and interference with weeds in pea–barley intercropping. Journal of Field Crops Research 70: 101–109.

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

www.SID.ir

Archive of SID

Karadag, Y., 2004. Forage yields, seed yields and botanical compositions of some legume-barely mixtures under rainfed condition in semi-arid regions of Turkey. Asian Journal of Plant Sciences 3: 295-299.

Khamadi, F., Mesgarbashi, M., Hasibi, P., Farzaneh, M., and Enayatzamir, N. 2014. Influence of crop residue and nitrogen levels on nutrient content in grain wheat. Journal of Agronomy (Pajouhesh and Sazandegi) 108: 158-166. (In Persian with English Summary)

Khan, M.I., and Shah, F. 2011. Effect of potassium nitrate and thiourea on seed germination of crops and weeds. In Tenth ACSS Conference on Crop production for improved African livelihoods and a better environment for future generations, Maputo, Eduardo-Mondlane University, Mozambique, 10 - 13 October 2011, p. 461–463.

Lamei Harvani, J. 2012. Technical and economical evaluation of lathyrus intercropping with barley and triticale in Zanjan Province dry condition. Journal of Crop Production and Processing 4: 9-102. (In Persian with English Summary)

Lindsay, W.L., and Norvell, W.A. 1978. Development of a DTPA soil test for Zn, Fe, Mn, and Cu. American Journal of Soil Science Society 42: 421–428.

Makvandi, M.A., Latifian, M., and Soleymannejadian, A. 2007. Investigate the Competitive model of wheat and ryegrass in different nutritional conditions. Journal of New Findings in Agriculture 2: 175-188. (In Persian with English Summary)

Malicki, L., and Berbeciowa, C.Z. 1986. Uptake of more important mineral components by common field weeds on loess soil. Acta Agrobotanica 39: 129–141.

Manasek, J., Losak, T., Prokes, K., Hlusek, J., Vitezova, M., Skarpa, P., and Filipcik, R. 2013.Effect of nitrogen and potassium fertilization on micronutrient content in grain maize (*Zea mays* L.). Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis 1:123–128.

Mennan, H., and Zandstra, B.H. 2005. Effect of wheat (*Triticum aestivum*) cultivars and seeding rate on yield loss from *Galium aparine* (cleavers). Short communication. Journal of Crop Protection 24: 1061-1067.

Muurinen, S., and Peltonen-Sainio, P. 2006. Radiation-use efficiency of modern and old spring cereal cultivars and its response to nitrogen in northern growing conditions. Journal of Field Crops Research 96: 363–373.

Nabati Nasaz, M., Gholipouri, A., and Mostafavi Rad, M. 2016. Evaluation of forage yield and important agronomic indices of corn affected by intercropping systems with peanut and nitrogen rates. Journal of Agroecology 1: 70-81. (In Persian with English Summary)

Soleymanpoor, L., Naderi, R., and Najafi, M. 2016. Evaluation of metal micronutrients uptake in pure culture and intercropping of certain cereal with pea and faba bean under weeds management. Journal of Crop Improvement 4: 1017-1031. (In Persian)

Nour Mohamadi, G., Siadat, A., and Kashani, A. 2010. Cereal crops. Shahid Chamran University Publications, Ahwaz, Iran. 468 pp. (In Persian)

Park, S.E., Benjamin, L.R., and Watkinson, A.R. 2002. Comparing biological productivity in cropping system a competition approach. Journal of Applied Ecology 39: 416-426.

Ramirez-Garcia, J., Martens, H.J., Quemada, M., and Thorup-Kristensen, K. 2014. Intercropping effect on root growth and nitrogen uptake at different nitrogen levels. Journal of Plant Ecology 1–10. Access online at www.jpe.oxfordjournals.org (October 30).

Rowe, E.C., Noordwijk, M.V., Suprayogo, D., and Cadisch, G. 2005. Nitrogen use efficiency of monoculture and hedgerow intercropping in the humid tropics. Journal of Plant and Soil 268: 61-74.

Salem, H.M., and El-Gizawy, N.K.B. 2012. Importance of micronutrients and its application methods for improving maiz (*Zea mays* L.) yield grown in clay soil. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences 12: 954-959.

Shi, R., Zhang, Y., Chen, X., Sun, Q., Zhang, F., Rcemheld, V., and Zou, C. 2010. Influence oflong-term nitrogen fertilization on micronutrient density in grain of winter wheat (*Triticum aestivum* L.). Journal of Cereal Science 51: 165–170.

Staal, M.F., Maatheusis, J.M., and Elzennga, T.M. 1991. Na^+/K^+ antiport activity in tonoplast vesicles from roots of the salt tolerant plantago maritina and the salt sensitive plantago media. Plant Physiology 82: 164-179.

Sutton, B.G., and Dubbelde, E.A. 1980. Effects of water deficit on yield of wheat and triticale. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 20: 594–598.

Tedesco, M.J., Gianello, O.C., Bissani, C.A., Bohnen, H., and Volkweiss, S.J. 1995. Analysis of soil, plants and other materials. Porto Alegre: Soil Department, Federal University Rio Grande.

Traore, S., Mason, S.C., Martin, A. R., Mortensen, D.A., and Spotanski, J.J. 2003. Velvetleaf interference effects on yield and growth of grain sorghum. Journal of Agronomy 95: 1602-1607.

Von Wiren, N., Klair, S., Bansal, S., Briat, J.F., and Khord, H. 1999. Nicotianamine chelates both Fe III and Fe II implications for metal transport in plants. Journal of Plant Physiology 119: 1107-1114.

www.SID.ir

Archive of SID

Wasaki, J., Yamamura, T., Shinano, T., and Osaki, M. 2003. Secreted acid phosphatase is expressed in cluster lupin in response to phosphorus deficiency. Journal of Plant and Soil 248: 129-136.

Wilson, J.B. 1988. Shoot competition and root competition. Journal of Applied Ecology 25: 279–296.

Yadollahi, P., Asgharipour, M.R., Ghanbari, A., and Galavi, M. 2015. The evaluation of light interception and weed control at wild oat (*Avena fatua*) - wheat (*Triticum aestivum*) intercropping. Journal of Crop Science Research in the Dry Areas 1:19-34. (In Persian with English Summary)

Younie, D., and Litterick, A. 2002. Crop protection in organic farming. Journal of Pest Outlook 13: 158–159.

Zare Feizabadi, A., and Emanverdian, A. 2012. Evaluation of wheat cultivars intercropping effect on agronomic properties and grain yield. Journal of Agroecology 2: 144-150. (In Persian with English Summary)

Zhang, X., Huang, G., Bian, X., and Zhao, Q. 2013. Effects of root interaction and nitrogen fertilization on the chlorophyll content, root activity, photosynthetic characteristics of intercropped soybean and microbial quantity in the rhizosphere. Journal of Plant, Soil and Environment 59: 80–88.

Zuo, Y., Zhang, F., Li, X., and Cao, Y. 2000. Studies on the improvement in iron nutrition of peanut by intercropping with maize on a calcareous soil. Journal of Plant and Soil 220: 13–25.

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Agroecology
Vol. 11, No.1, Spring 2019, p. 171-184

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۱، شماره ۱، بهار ۱۳۹۸، ص. ۱۸۴-۱۷۱

Effect of Cereals Intercropping Systems and Application of Nitrogen Fertilizer on Nitrogen and Micronutrients Content of Weeds Shoot and Grain Yield

F. Faramarzi[1], M.S. Taghizadeh[2*], A. Behpoori[2] and S. Afzali Harsini[1]

Submitted: 02-11-2016
Accepted: 01-08-2017

Faramarzi, F., Taghizadeh, M.S., Behpoori, A., and Afzali Harsini, S. 2019. Effect of cereals intercropping systems and application of nitrogen fertilizer on nitrogen and micronutrients content of weeds shoot and grain yield. Journal of Agroecology. 11(1):171-184.

Introduction

Weed management is a key issue in ecological management of agroecosystems, and weed control should be tackled primarily by altering the competitive balance between crop and weeds. This can be through measures such as the correct choice of rotation, the choice of crop species and cultivars with more competitive ability and precision nutrient management. The infestation of weeds may also be significantly reduced by crop species diversification in cropping systems. Therefore, intercropping system is one of the ways to diversity. It is likely that intercrops promote the use of the available resources by crops, thus, leaving less opportunity for the establishment and growth of weeds. In addition to cropping system components, the absorption of nutrients may be affected and in some cases be increased by nitrogen. Reduction of available nutrients to weeds is one of the ecological approaches for to weaken weeds and to increase crop yield. This experiment was conducted to investigate the effects of cereals intercropping systems and nitrogen levels on nitrogen and micro-nutrients (Fe, Zn, Cu and Mn) content of weeds shoot and crop grain yield.

Materials and Methods

This experiment was carried out at the Darab faculty of Agriculture and Natural Resources, Shiraz University, Iran during 2013-14 cropping season. Treatments were arranged in a factorial experiment based on randomized complete block design (RCBD) with three replicates. Treatments were five different sowing ratios of wheat: triticale consisted of 100: 0, 75: 25, 50: 50, 25: 75, 0: 100, four different sowing ratios of barley: triticale consisted of 100: 0, 75: 25, 50: 50, 25: 75 and two nitrogen levels (100 and 200 kg N ha^{-1}). Nitrogen and micro-nutrients (Fe, Zn, Cu and Mn) content of weeds shoot and grain yield were measured and compared statistically.

Results and Discussion

The lowest and the highest nitrogen content of weeds shoot was observed in the monoculture of triticale with 200 kg N ha^{-1} and in the monoculture of wheat with 200 kg N ha^{-1} respectively. The interaction of intercropping systems and nitrogen levels led to decrease of nitrogen content in weeds tissue. There were the lowest Fe and Mn content of weeds shoot in W50T50 and B50T5050 intercropping systems with 200 kg N ha^{-1}. The W25T75 and monoculture of barley (B100) showed the lowest Zn content for weeds shoot and increasing nitrogen fertilizer resulted in an increase in Zn content of weeds. The Cu content of weed shoot was higher in monocultures than that in intercropping systems. The lowest Cu content in weeds shoot was observed in W50T50 and B75T25 where 100 kg N ha^{-1} applied to the experimental plots. Furthermore, grain yield in wheat: triticale intercropping was greater than that in monoculture of

1- PhD student of Agronomy- College of Agricultural and Natural Resources, Tehran University,Tehran, Iran
2- Assistant professor of Agroecology- Darab Faculty of Agriculture and Natural Resources- Shiraz University, Shiraz, Iran
*-Corresponding author Email: mtaghizadehs@gmail.com
DOI:10.22067/jag.v11i1.60035

www.SID.ir

Archive of SID

wheat. In this study, B50T50 cropping system with 200 kg N ha^{-1} showed the highest grain yield. Generally, grain yield of crops increased with rising nitrogen amount in intercropping systems.

Conclusion

The results of this study showed that nitrogen, Fe and Mn content of weeds shoot decreased where they grew in intercropping systems with the highest nitrogen fertilizer level. However, Cu content of weeds shoot decreased in intercropping systems and lower nitrogen fertilizer level. Furthermore, Zn content of weeds shoot decreased in intercropping systems and high amount of nitrogen fertilizer increased this micro-nutrient in weeds shoot. According to the results, crop grain yield increased significantly ($P \leq 0.01$) where a higher amount of nitrogen fertilizer applied to cereal intercropping systems. These findings have implications for ecological management of weeds in cropping systems and increasing crop yield through increasing cereal crop diversity and management of nitrogen and micro-nutrients (Fe, Zn, Cu and Mn).

Keywords: Copper, Iron, Manganese, Triticale, Wheat, Zinc

www.SID.ir