



به زراعی کشاورزی

دوره ۱۵ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۲
صفحه‌های ۱۵۰-۱۳۷

ارزیابی میزان رقابت و مصرف عناصر غذایی در کشت مخلوط ارزن و خلر

ندا پاک گوهر^{۱*}، احمد قنبری^۲

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس ۲ دانشگاه زابل، زابل - ایران
۲. استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل - ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۲/۰۹/۱۱

تاریخ وصول مقاله: ۹۲/۰۵/۰۸

چکیده

این آزمایش مزرعه‌ای، در بهار سال زراعی ۱۳۹۱-۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار و ۶ تیمار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل کشت خالص ارزن، کشت خالص خلر، ۷۵ درصد ارزن+۲۵ درصد خلر، ۵۰ درصد ارزن+۵۰ درصد خلر، ۲۵ درصد ارزن+۷۵ درصد خلر به صورت ردیفی و کشت مخلوط بذری ۲ گونه بر روی ردیف به نسبت ۵۰ درصد بودند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که نسبت‌های ۷۵ درصد ارزن+۲۵ درصد خلر و ۵۰ درصد ارزن+۵۰ درصد خلر تفاوت معنی‌داری با کشت خالص ارزن نداشتند که بیشترین علوفه خشک را تولید کرد. بیشترین میزان جذب فسفر و پتاس و عناصر کم‌مصرف (آهن، منگنز، روی و مس) مربوط به تیمار ۷۵ درصد ارزن+۲۵ درصد خلر بود، اما اختلاف بین تیمارهای کاشت مخلوط برای مصرف نیتروژن معنی‌دار نبود. میانگین مجموع عملکرد نسبی (۱/۶۸) نشان‌دهنده مکملی ۲ گیاه در استفاده از عناصر غذایی و کارایی بیشتر کشت مخلوط بود. نسبت رقابت ارزن نوتریفید به خلر برای نیتروژن، فسفر، پتاس، آهن، منگنز، مس و روی بیشتر از ۱ که نشان داد ارزن نسبت به خلر برای جذب عناصر قدرت رقابت بالاتری داشت. همچنین، درجه تهاجمی ارزن برای تمامی صفات مثبت و حاکی از غالبیت آن بود. در نهایت، باتوجه به نتایج حاصل از این آزمایش نسبت کاشت ۷۵ درصد ارزن+۲۵ درصد خلر به دلیل بهبود کارایی مصرف و جذب عناصر غذایی و تولید علوفه خشک توصیه می‌شود.

کلیدواژه‌ها: درجه تهاجمی، مجموع عملکرد نسبی، مکملی، نسبت رقابت، نسبت کاشت.

۱. مقدمه

کشت مخلوط از ارکان مهم کشاورزی پایدار محسوب می‌شود که در بسیاری از نقاط دنیا به دلیل برخی از مزیت‌های نسبی آن مانند استفاده کارآمد از نهاده‌های تولید، تبادل مواد غذایی، کاهش رقابت علف‌های هرز، کاهش عوامل بیماری‌زا، افزایش حاصلخیزی خاک و افزایش عملکرد در واحد سطح رواج دارد. کشت مخلوط زمانی موفقیت‌آمیز است که گونه‌های گیاهی تشکیل‌دهنده مخلوط به شکل متفاوتی از منابع استفاده و به عبارت دیگر آشیان‌های بوم‌شناختی متفاوتی را اشغال کنند. این رشد و اگرچه موجب می‌شود گونه‌ها به شکل مکمل عمل کنند. بنابراین، گیاهانی که بیشترین تفاوت را در استفاده از منابع دارند، سازگارترین گیاهان در این سیستم محسوب می‌شوند [۲۶]. در این گونه سیستم‌های کاشت، رقابت برون گونه‌ای مشاهده می‌شود که در آن ۲ گیاه بر یکدیگر تأثیرات متقابل دارند. این رقابت شامل رقابت اندام‌های هوایی و اندام‌های زیرزمینی است که نقش مهمی را در تعیین ساختار و پویایی جوامع گیاهی در کشاورزی به عهده دارد [۶]. در بررسی کشت مخلوط ارزن نوتریغید با ماشک، عملکرد مخلوط در مقایسه با کشت خالص بالاتر بود و این امر از بهره‌گیری ارزن از بقایای نیتروژن ماشک و کاهش رقابت درون گونه‌ای ناشی شد [۵]. در تیمار شاهد کشت مخلوط یونجه و رازیانه، با افزایش تراکم رازیانه در کشت‌های مخلوط رقابت بین گونه‌ای بر سر منابع غذایی افزایش یافت، ولی به علت کمبود عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در خاک به‌ویژه نیتروژن و فسفر، ریزوبیوم‌های موجود در گره ریشه توانایی تثبیت نیتروژن کافی را نداشتند، زیرا این باکتری‌ها برای تثبیت نیتروژن به فسفر زیادی نیاز دارند. تحقیقات نشان داد در دسترس بودن فسفر بیشتر از

طریق کوددهی در لوبیا باعث افزایش تثبیت نیتروژن در گیاه شد و وزن خشک تمام قسمت‌ها به‌خصوص گره‌ها افزایش پیدا کرد [۱۰]؛ در نتیجه در شرایط کمبود نیتروژن رشد رویشی گیاه متوقف می‌شود و با کاهش عملکرد گیاه، درصد نیتروژن افزایش می‌یابد که به نظر می‌رسد دلیل آن افزایش غلظت نیتروژن موجود در اندام‌های گیاه باشد. گزارش شده است که محیط ریزوسفر با ریشه‌های ذرت و بادام‌زمینی اصلاح شد و در نهایت، قابلیت دسترسی آهن، فسفر، پتاسیم، روی و منگنز بهبود یافته است. این تأثیرات در ارتباط با فعالیت فریک ردوکتاز ریشه بادام‌زمینی و آزاد شدن حاملان آهن گیاهی از ریشه ذرت است که به افزایش قابلیت دسترسی آهن و روی می‌انجامد. همچنین، افزایش فعالیت اسید فسفاتاز ریشه و خاک برای افزایش جذب فسفر در کشت مخلوط دیده شده است [۲۰].

در مخلوط باقلا و ذرت، مشاهده شد که باقلا از طریق تثبیت نیتروژن می‌تواند H^+ به محیط تراوش کند. اسیدی شدن ریزوسفر حلالیت فسفر را در خاک با pH بالا افزایش می‌دهد و به موجب آن جذب فسفر از طریق ذرت افزایش می‌یابد. به این علت در سیستم کشت مخلوط جذب فسفر نسبت به تک‌کشتی افزایش می‌یابد. [۲۲]

همچنین، جذب عناصر غذایی تا حد زیادی تحت تأثیر الگوی ریشه‌دهی قرار دارد. البته به‌علت تفاوت توزیع هریک از یون‌ها در پروفیل خاک این وضعیت می‌تواند پیچیده‌تر باشد [۱۷]. براساس نتایج به‌دست آمده گونه‌های گیاهی از نظر غلظت مواد معدنی اختلاف معنی‌داری با یکدیگر دارند [۲۷، ۱۴]. محتوای مواد معدنی در لگوم‌ها اصولاً بیشتر از غلات است و ارزش غذایی آن‌ها نیز با افزایش سن گیاه کاهش می‌یابد [۱۸]. در کشت مخلوط جذب بیشتر عناصر غذایی نیتروژن، پتاسیم، کلسیم و

الگوهای مختلف کشت مخلوط و کشت خالص ذرت، عناصر غذایی پتاسیم و فسفر را به میزان بیشتری نسبت به کشت خالص لوبیای چشم‌بلبلی جذب کردند [۱۸، ۱]. جذب بیشتر عناصر غذایی در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص را محققان دیگری نیز گزارش کرده‌اند، از جمله فسفر در کشت مخلوط ذرت و لوبیا [۲۷، ۱۴]، پتاسیم در کشت مخلوط ذرت و نخود [۱۵].

با توجه به اینکه تولید محصولات زراعی تحت تأثیر عوامل متعددی از جمله جذب عناصر غذایی قرار می‌گیرد، هدف این آزمایش ضمن ارزیابی مصرف عناصر غذایی در سیستم‌های کشت خالص و مخلوط ارزن نوتریفید و خلر، بررسی رقابت بین این گونه‌ها و مشخص کردن برتری احتمالی تولید در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص و در نهایت، معرفی بهترین نسبت کاشت این ۲ گیاه است.

۲. مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۱-۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی کشاورزی و منابع طبیعی شهید زنده روح، واقع در ۲۰ کیلومتری جنوب شهر کرمان با ارتفاع ۱۸۱۹ متر از سطح دریا با اقلیم خشک و نیمه‌معتدل و متوسط بارندگی سالانه ۱۴۰ میلی‌متر در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۶ تیمار و ۳ تکرار، انجام شد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۱ آورده شده است.

منیزیم نسبت به کشت خالص گزارش شده است که این وضعیت بیشتر به‌عنوان شاخص برتری عملکرد در نظر گرفته شده است؛ اما معمولاً تعیین اینکه آیا جذب بیشتر عناصر غذایی به‌علت عملکرد بیشتر یا از تأثیرات آن است تا حدودی مشکل است. به هنگام رقابت بین گیاهان عناصر عمده خاک از جمله نیتروژن، فسفر و پتاسیم دچار کمبود می‌شوند [۲۴]. گزارش شده است که باقلا و گندم در کشت مخلوط در استفاده از نیتروژن مکمل هم هستند، چراکه گندم نیتروژن را از خاک به‌دست می‌آورد، در حالی که، باقلا بیشتر نیتروژن مورد نیاز خود را از راه تثبیت نیتروژن اتمسفری کسب می‌کند و در نتیجه، باعث کاهش رقابت برای نیتروژن غیرآلی می‌شود [۱۸].

ارزیابی میزان رقابت اجزاء کشت مخلوط ذرت و لوبیای چشم‌بلبلی در مصرف عناصر غذایی نشان داد، بین الگوهای مختلف کشت مخلوط و خالص ذرت از نظر جذب پتاسیم تفاوت معنی‌داری وجود ندارد [۴]. لوبیای چشم‌بلبلی به‌دلیل ظرفیت تبادل کاتیونی بالای ریشه آن قدرت رقابت بیشتری نسبت به ذرت برای جذب عناصر دوظرفیتی (کلسیم و منیزیم) دارد، در حالی که، ذرت برای جذب پتاسیم و فسفر قدرت رقابت بیشتری دارد که به سیستم گسترده ریشه آن مرتبط بوده است. عناصر کلسیم و منیزیم در کشت خالص لوبیای چشم‌بلبلی در مقایسه با کشت خالص ذرت به میزان بیشتری جذب شدند، همچنین،

جدول ۱. نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل انجام آزمایش

هدایت الکتریکی	اسیدیته	درصد کربن آلی	درصد نیتروژن کل	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	درصد شن	درصد لای	درصد رس
دسی‌زیمنس بر متر	pH			میلی‌گرم بر کیلوگرم				
۳/۵	۷/۷	۰/۰۸	۰/۰۵	۷	۲۴۰	۵۷	۲۹	۱۴

که گیاه خلر در ابتدای گل‌دهی و گیاه ارزن هنوز به خوشه نرفته بود. در این مرحله پس از حذف ۰/۵ متر از ابتدا و انتهای هر کرت آزمایشی، گیاهان هر گونه به‌طور جداگانه از سطح زمین قطع و توزین شدند. سپس، با توجه به نسبت وزنی ۲ گونه در هر تیمار، زیر نمونه‌هایی به وزن یک چهارم وزن اولیه از هر کرت برای هر گیاه به‌طور تصادفی تهیه و پس از جداسازی برگ و ساقه هر گونه به‌طور جداگانه، نمونه‌ها در آن با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت، برای خشک‌شدن، نگهداری شدند و سپس، وزن خشک نمونه‌ها محاسبه و در نهایت، عملکرد علوفه خشک تعیین شد. برای اندازه‌گیری جذب عناصر غذایی از پودر حاصله از علوفه‌های خشک آسیاب‌شده ابتدا نمونه خشک ۱ گرمی (درصد رطوبت در نظر گرفته شد) درون بوته‌های چینی ریخته شد و سپس، بوته‌ها به مدت ۵ ساعت در کوره الکتریکی با دمای ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و بعد از این مدت و رسیدن دمای کوره به ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد، بوته‌ها به درون دسیکاتور انتقال داده شدند. خاکستر حاصل برای اندازه‌گیری میزان عناصر فسفر، پتاسیم، آهن، منگنز، روی و مس از دستگاه جذب اتمی استفاده و برای اندازه‌گیری نیتروژن از روش کج‌دال استفاده شد. قدرت رقابت ارزن نوتریفید به خلر و میزان مکملی این گیاهان در مصرف عناصر غذایی به ترتیب با اندازه‌گیری شاخص‌های نسبت رقابت^۱ و مجموع عملکرد نسبی^۲ طبق روابط زیر تعیین شدند [۷، ۱]:

$$CR_{mk} = (Y_{mi} / Y_{ms} \div Y_{ki} / Y_{ks}) \times Z_{mi} / Z_{ki} \quad (1)$$

$$RYT = (Y_{mi} / Y_{ms}) + (Y_{ki} / Y_{ks}) \quad (2)$$

در این رابطه CR_{mk} نسبت رقابت ارزن نوتریفید نسبت

تیمارهای آزمایش شامل کشت خالص خلر، کشت خالص ارزن نوتریفید و کشت‌های مخلوط ۲۵ درصد خلر+۷۵ درصد ارزن، ۵۰ درصد خلر+۵۰ درصد ارزن، ۷۵ درصد خلر+۲۵ درصد ارزن و نیز کشت مخلوط درهم روی ردیف به نسبت ۵۰ درصد خلر+۵۰ درصد ارزن به روش جایگزینی بودند. زمین محل آزمایش در سال قبل زیر کشت جو بود. پس از آماده‌سازی زمین مطابق نتایج تجزیه خاک (جدول ۱) به میزان ۱۵۰ کیلوگرم سوپر فسفات و ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار به خاک اضافه شد. بذور خلر قبل از کاشت به باکتری ریزوبیوم آغشته شدند و کاشت بذور ۲ گیاه هم‌زمان و به‌صورت دستی در تاریخ ۹۱/۳/۷ در عمق مناسب، با رعایت تراکم‌های مورد نظر و در محل داغ‌آب در یک طرف پشته با فاصله ۴۰ سانتی‌متر از هم به‌صورت جوی و پشته کشت شدند. بذور ارزن و خلر به ترتیب با فواصل ۸/۵ و ۱۰ سانتی‌متر روی ردیف‌های مربوطه کاشته شدند. با توجه به تعداد ۶ ردیف کاشت در هر کرت و در نظر گرفتن ۲ ردیف حاشیه، هر یک از ۴ ردیف وسط برابر ۲۵ درصد از کشت مخلوط منظور شدند و در جایگزینی ۲ گونه، حذف ۱ یا بیشتر ردیف از ۱ گونه و جایگزینی گونه دیگر نسبت‌های مختلف کشت را تعیین کرد. برای مثال در تیمار ۲۵ درصد خلر+۷۵ درصد ارزن، ۱ ردیف ارزن، ۱ ردیف خلر و ۲ ردیف ارزن کاشته شد. ضمناً در این کرت ۲ ردیف حاشیه ارزن کشت شدند. اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت و آبیاری‌های بعدی بر حسب شرایط اقلیمی منطقه به‌طور متوسط هر هفته یک‌بار انجام شد. عملیات وجین علف‌های هرز به‌صورت دستی و در هنگام لزوم انجام شد. آزمایش در کل شامل ۱۸ کرت به ابعاد ۳×۲/۴ متر بود. بین کرت‌های آزمایشی در هر تکرار ۱ ردیف نکاشت در نظر گرفته شد. برداشت با هدف تولید علوفه در تاریخ ۱۳۹۱/۵/۵ با حذف ۲ ردیف کناری به‌عنوان حاشیه و زمانی انجام شد

1. Competition Ratio
2. Total relative yield

به خلر، Y_{mi} میزان جذب عناصر غذایی ارزن نوتریفید در کشت مخلوط، Y_{ms} میزان جذب عناصر غذایی نوتریفید در کشت خالص، Y_{ki} میزان جذب عناصر غذایی خلر در کشت مخلوط، Y_{ks} میزان جذب عناصر غذایی خلر در کشت خالص، Z_{mi} نسبتی از سطح زمین که در کشت مخلوط به ارزن اختصاص یافت، Z_{ki} نسبتی از سطح زمین که در کشت مخلوط به خلر اختصاص یافت و RYT مجموع عملکرد نسبی است.

درجه تهاجمی^۱ نیز معیاری از ارتباطات رقابتی بین ۲ محصول در سیستم‌های کاشت مخلوط است [۲۸] و به صورت زیر بیان می‌شود [۱۶]:

$$A_m = \left(\frac{y_{mi}}{y_{ms}} \times z_{mi} \right) - \left(\frac{y_{ki}}{y_{ks}} \times z_{ki} \right) \quad (3)$$

Y_{mi} و Y_{ki} به ترتیب عملکرد ارزن و خلر در کشت مخلوط
 Y_{ms} و Y_{ks} به ترتیب عملکرد ارزن و خلر در کشت خالص
 Z_{mi} و Z_{ki} به ترتیب نسبت یا سهم ارزن و خلر در کشت مخلوط هستند.

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزارهای آماری MSTATC و SAS استفاده و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

۳. نتایج و بحث

طبق نتایج به دست آمده همه عناصر کم مصرف (آهن، منگنز، روی و مس) و پرمصرف (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) جذب شده از طریق گیاه خلر به طور معنی داری تحت تأثیر نسبت‌های کاشت قرار گرفتند (جدول ۲).
 بیشترین میزان عناصر جذب شده نیتروژن، فسفر و

پتاس، آهن، منگنز، روی و مس از کشت خالص خلر و کمترین میزان جذب شده این عناصر از کشت مخلوط درهم روی ردیف به دست آمد. هرچند نسبت کاشت ۷۵ درصد خلر + ۲۵ درصد ارزن تفاوت معنی داری با کشت خالص خلر نداشت (جدول ۳). با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش با کاهش سهم خلر در نسبت‌های مختلف کاشت، از میزان عناصر جذب شده به طور معنی داری کاسته شد. تفاوت در عمق، توسعه و تراکم ریشه از جمله عواملی هستند که بر میزان رقابت بین اجزاء کشت مخلوط در مصرف عناصر غذایی تأثیر می‌گذارند [۲]. غلات که در مقایسه با لگوم‌ها ارتفاع بیشتر، رشد سریع‌تر و سیستم ریشه‌ای گسترده‌تری دارند، در جذب برخی عناصر غذایی از جمله فسفر و پتاسیم قدرت رقابتی بیشتری دارند [۲۱]. بنابراین، احتمالاً افزایش سهم ارزن با یک سیستم ریشه‌ای گسترده‌تر و متراکم‌تر به کاهش میزان عناصر جذب شده از طریق خلر منجر شده است. همچنین، فسفر به عنوان یک عنصر غذایی غیرمتحرک در خاک فقط زمانی جذب می‌شود که ریشه‌های در حال رشد با مواد آلی یا غیر آلی که دارای شکل قابل جذب این عنصر هستند، تماس برقرار کنند. گزارش شده است که کاهش جذب فسفر در کشت مخلوط توسط لوبیا، در نتیجه رقابت با ریشه‌های ذرت است که توسعه بیشتری یافته‌اند و می‌توانند حجم بیشتری از خاک را برای جذب این عنصر غذایی جست و جو کنند [۲۷]. به طور کلی و از آنجا که بین ۲ گیاه در جذب عناصر غذایی از خاک رقابت ایجاد می‌شود، بنابراین، با افزایش سهم هر یک از محصولات در نسبت‌های مختلف کاشت از درصد عناصر موجود در بافت عضو دیگر کاسته می‌شود. در نتیجه، با کاهش سهم خلر از میزان جذب عناصر غذایی نیز کاسته شده است.

جدول ۲. تجزیه واریانس عناصر جذب شده توسط گیاه خلر در کشت مخلوط با ارزن نوتریفید

مقدار جذب								درجه آزادی	منابع تغییر
مس	روی	منگنز	آهن	پتاس	فسفر	نیتروژن	علوفه خشک		
۲۳۹/۱۱۸	۱۶۴۳۳/۴	۱۶/۷۵۲	۳۳۵۰۷/۱	۱۵۹/۱۸۱	۱/۰۶۱۸	۷۹۷/۶۷	۴۲۱۹۰۴	۲	تکرار
۴۸۲۹/۶۴**	۲۲۶۷۷۷**	۲۷۴۲۶/۶**	۶۰۸۶۲۵**	۸۲۷۶/۱۳**	۶۶/۵۴۸**	۱۵۸۶۸/۷**	۱۲۸۴۸۰۷۱**	۴	نسبت کاشت
۶۲/۵۲۴	۵۴۸۴/۷	۵۲۸/۵۶	۷۵۴۶/۶	۱۲۵/۹۳	۱/۱۲۵	۲۷۴/۹۳	۱۷۱۲۰۶	۸	خطا
۱۳/۴۰	۱۷/۰۲	۱۵/۱۱	۱۱/۹۳	۱۲/۷	۱۳/۵۷	۱۴/۳۹	۱۲/۴۶		ضریب تغییرات

**معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد

جدول ۳. مقایسه میانگین های عناصر جذب شده گیاه خلر در کشت خالص و کشت مخلوط با ارزن نوتریفید

مقدار جذب								نسبت های کاشت
مس	روی	منگنز	آهن	پتاس	فسفر	نیتروژن	علوفه خشک	
گرم در هکتار				کیلوگرم در هکتار				
۹۹/۸۳۹ ^a	۷۳۶/۵ ^a	۲۵۸/۷ ^a	۱۲۱۳/۰۵ ^a	۱۴۴/۷۹ ^a	۱۳/۳۲۹ ^a	۱۹۳/۰۸ ^a	۵۶۲۰/۳ ^a	خلر ۱۰۰ درصد
۲۳/۸۱۳ ^c	۱۶۰/۴۳ ^c	۵۷/۳۰ ^c	۲۹۶/۳۰ ^c	۴۰/۴۷ ^c	۳/۱۴۸ ^c	۴۳/۹۳ ^c	۱۲۷۷ ^c	ارزن ۷۵ درصد+خلر ۲۵ درصد
۵۲/۳۶۴ ^b	۴۲۷/۵۳ ^b	۱۵۹/۹۶ ^b	۷۷۶/۴۲ ^b	۸۷/۱۵ ^b	۸/۰۹۴ ^b	۱۱۴/۸۸ ^b	۳۳۲۶ ^b	ارزن ۵۰ درصد+خلر ۵۰ درصد
۱۰۱/۲۰۱۱ ^a	۶۸۵/۸۷ ^a	۲۳۱/۵۷ ^a	۱۱۱۳/۲۱ ^a	۱۳۷/۲۶ ^a	۱۱/۴۸۲ ^a	۱۸۲/۶۷ ^a	۵۱۴۲/۳ ^a	ارزن ۲۵ درصد+خلر ۷۵ درصد
۱۷/۶۷۸ ^c	۱۶۴/۷۵ ^c	۵۲/۹۹ ^c	۲۳۸/۹۹ ^c	۳۲/۱۱ ^c	۳/۰۱۷ ^c	۴۱/۳۰ ^c	۱۲۳۵/۷ ^c	کشت درهم ارزن و خلر

در هر ستون میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک تفاوت معنی داری بر اساس آزمون دانکن ندارند.

شده است. گزارش شده است که ظرفیت تبادل کاتیونی ریشه لگوم ها حدود ۲ برابر ریشه غلات است [۱۸]. بنابراین، افزایش سهم خلر احتمالاً به جذب بیشتر کاتیون ها منجر شده و در نتیجه جذب این عناصر توسط ارزن کاهش یافته است. همچنین، به طور کلی با در نظر قراردادن علوفه خشک تولید شده به دنبال کاهش سهم ارزن در مخلوط، کاهش عناصر مصرف شده منطقی به نظر می رسد.

اثر نسبت های مختلف کاشت بر همه عناصر پرمصرف و کم مصرف جذب شده توسط ارزن معنی دار ($p \leq 0.01$) بود (جدول ۴). بیشترین مقدار جذب شده این عناصر در تیمار ۷۵ درصد ارزن+۲۵ درصد خلر و کمترین مقادیر جذب این عناصر در تیمار ۲۵ درصد ارزن+۷۵ درصد خلر حاصل شد (جدول ۵). در نسبت های مختلف کاشت با کاهش سهم ارزن، از مقدار عناصر جذب شده توسط این گیاه نیز کاسته

ارزیابی میزان رقابت و مصرف عناصر غذایی در کشت مخلوط ارزن و خلر

جدول ۴. تجزیه واریانس عناصر جذب شده توسط ارزن نوتریفید در کشت مخلوط با خلر

مقدار جذب								منابع تغییر	درجه آزادی
مس	روی	منگنز	آهن	پتاس	فسفر	نیترژن	علوفه خشک		
۲۰۶۳/۶	۱۴۶۰۴/۸	۲۱۴۰۷/۴	۱۱۰۴۹/۹	۱۸۲۲/۱۷	۲/۵۹۲	۶۶/۱۹۸	۱۰۷۹۷۷۹	تکرار	۲
۶۱۴۸/۸**	۵۳۴۱۶۸**	۶۷۰۸۱۹/۴**	۲۳۶۲۱۵/۶*	۳۸۷۴۵/۸**	۲۳۳/۸۸**	۱۲۶۴۹/۹۴**	۳۳۷۵۱۴۹۰**	نسبت کاشت	۴
۸۰۲/۷۰	۲۹۱۸۹	۱۳۹۲۱/۷	۴۵۷۸۴/۳	۲۵۱۲/۹	۵/۱۴۱۸	۴۵۷/۵۶	۱۷۵۷۴۵۲	خطا	۸
۱۸/۳۲	۱۳/۱۴	۱۴/۶۲	۲۰/۰۱	۱۲/۹۹	۹/۶۱	۹/۵۳	۱۳/۰۹	ضریب تغییرات	

** و * به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد و ۵ درصد

جدول ۵. مقایسه میانگین‌های عناصر جذب شده توسط گیاه ارزن نوتریفید در کشت خالص و کشت مخلوط با خلر

مقدار جذب							نسبت‌های کاشت	علوفه خشک	کیلوگرم در هکتار
مس	روی	منگنز	آهن	پتاس	فسفر	نیترژن			
۱۳۵/۴ ^{bc}	۱۶۳۳/۹ ^a	۴۸۸/۹ ^c	۹۱۸/۹ ^{bc}	۳۱۸/۵ ^{cd}	۲۵/۴ ^b	۲۶۳/۲۵ ^b	۱۴۱۱۶ ^a	ارزن ۱۰۰ درصد	
۲۱۱/۵ ^a	۱۶۹۲/۸ ^a	۱۳۵۷/۶ ^a	۱۴۵۰/۴ ^a	۵۴۰/۴ ^a	۳۶/۸ ^a	۳۰۸/۲۴ ^a	۱۲۴۱۵ ^a	ارزن ۷۵ درصد+خلر ۲۵ درصد	
۱۵۸ ^{ab}	۱۰۸۴/۸ ^b	۱۰۰۷/۳ ^b	۹۴۹ ^{bc}	۴۰۹/۲ ^{bc}	۱۹/۷۱ ^c	۲۱۹/۴۲ ^c	۸۷۷۸ ^b	ارزن ۵۰ درصد+خلر ۵۰ درصد	
۹۰/۸۸ ^c	۶۷۷/۲ ^c	۱۶۸/۳ ^d	۷۶۱/۷ ^c	۲۳۹/۵ ^d	۱۲/۶۹ ^d	۱۳۹/۵۰ ^d	۵۴۴۱ ^c	ارزن ۲۵ درصد+خلر ۷۵ درصد	
۱۷۷/۲۴ ^{ab}	۱۴۱۰/۷ ^a	۱۰۱۲/۱ ^b	۱۲۶۴/۴ ^{ab}	۴۲۱/۷ ^b	۲۳/۳۱ ^{bc}	۱۹۱/۳۱ ^c	۹۸۵۶ ^b	کشت درهم ارزن و خلر	

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک تفاوت معنی داری براساس آزمون دانکن ندارند.

جدول ۶. تجزیه واریانس مجموع عناصر جذب شده توسط خلر و ارزن در کشت خالص و مخلوط ۲ گونه

مقدار جذب								منابع تغییر	درجه آزادی
روی	مس	منگنز	آهن	پتاس	فسفر	نیترژن	علوفه خشک		
۳۰۵۷/۹	۲۸۲۷۳	۱۷۷۹۵	۱۷۸۳۰/۷	۱۹۱۸/۵	۱/۷۸۲	۸۲۴/۱۱	۳۳۸۳۸۹	تکرار	۲
۷۶۴۸/۳**	۴۳۹۴۷۵**	۶۷۹۸۲۸**	۴۰۳۳۲۸**	۷۰۲۴۵/۹**	۲۱۷/۳۳**	۱۱۹۸۰/۱۶**	۲۸۲۳۳۶۱۸**	نسبت کاشت	۵
۵۵۸/۲	۲۲۶۵۰	۹۹۶۳/۶	۲۷۰۷۷	۲۰۰۰/۹	۳/۹۵۶	۶۶۸/۰۸	۱۳۸۸۵۷۵	خطا	۱۰
۱۳/۲	۱۰/۴	۱۲/۴	۱۰/۹	۱۱/۳	۷/۶	۹/۱۳	۱۰/۵۲	ضریب تغییرات	

** معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد

جدول ۷. مقایسه میانگین مجموع عناصر جذب شده توسط گیاه ارزن و خلر در کشت خالص و مخلوط ۲ گونه

مقدار جذب							علوفه خشک	نسبت های کاشت
نیروژن	فسفر	پتاس	آهن	منگنز	مس	روی		
کیلوگرم در هکتار			گرم در هکتار					
۲۶۳/۲۵ ^b	۲۵/۴۰۹ ^b	۳۱۸/۵۶ ^d	۹۱۸/۹ ^d	۴۸۸/۹۱ ^c	۱۶۳۳/۹ ^{ab}	۱۳۵/۴۵ ^b	۱۴۱۱۶/۳ ^a	ارزن ۱۰۰ درصد
۳۵۲/۱۷ ^a	۳۹/۹۵۵ ^a	۵۸۰/۸۹ ^a	۱۷۴۶/۷ ^{ab}	۱۴۱۴/۹ ^a	۱۸۵۳/۳ ^a	۲۳۵/۴۰ ^a	۱۳۶۹۱/۹ ^a	ارزن ۷۵ درصد+خلر ۲۵ درصد
۳۳۴/۳۰ ^a	۲۷/۸۱۳ ^b	۴۹۶/۴۱ ^b	۱۷۲۵/۴ ^{ab}	۱۱۶۷/۲۹ ^b	۱۵۱۲/۴ ^b	۲۱۰/۳۹ ^a	۱۲۱۰۳/۷ ^{ab}	ارزن ۵۰ درصد+خلر ۵۰ درصد
۳۲۲/۱۷ ^a	۲۴/۱۷۳ ^b	۳۷۶/۸۰ ^{cd}	۱۸۷۴/۹ ^a	۳۹۹/۹۲ ^{cd}	۱۳۶۳/۱ ^b	۱۹۲/۰۹ ^a	۱۰۵۸۳/۳ ^b	ارزن ۲۵ درصد+خلر ۷۵ درصد
۲۳۲/۶۰ ^{bc}	۲۶/۳۴۵ ^b	۴۵۳/۸۴ ^{bc}	۱۵۰۳/۴ ^{bc}	۱۰۶۵/۱۲ ^b	۱۵۷۴/۴ ^{ab}	۱۹۴/۹۱ ^a	۱۱۰۹۱/۷ ^b	کشت درهم ارزن و خلر
۱۹۳/۰۸ ^c	۱۳/۳۳۰ ^c	۱۴۴/۸۰ ^e	۱۲۱۳ ^{cd}	۲۵۸/۸۷ ^d	۷۳۶/۶ ^c	۹۹/۸۴ ^b	۵۶۲۰/۳ ^c	خلر ۱۰۰ درصد

در هر ستون میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک تفاوت معنی داری بر اساس آزمون دانکن ندارند.

زراعی در دسترس خواهد بود [۴، ۸]. توزیع بیشتر نیتروژن در خاک از طریق تثبیت نیتروژن و ریزش برگ های پایینی لگوم ها باعث بهبود حاصلخیزی خاک و بهبود رشد گراس ها در مخلوط می شود [۱۱].

تیمار خالص خلر کمترین میزان عناصر ماکرو را از خاک برداشت کرد. بیشترین میزان جذب فسفر و پتاس مربوط به تیمار ۷۵ درصد ارزن+۲۵ درصد خلر بود (جدول ۷). به نظر می رسد خلر از طریق تثبیت نیتروژن و تراوش H^+ به محیط باعث اسیدی شدن ریزوسفر شده و حلالیت فسفر را افزایش داده است که به موجب آن جذب فسفر توسط ارزن در تیمار ذکر شده نسبت به کشت خالص ارزن افزایش یافته است [۲۲]. هرچند این موضوع در مورد ۲ تیمار ۵۰ درصد ارزن+۵۰ درصد خلر و ۲۵ درصد ارزن+۷۵ درصد خلر در رابطه با حلالیت فسفر صادق است، احتمالاً نسبت پایین تر ارزن در مخلوط به استفاده

مجموع عناصر جذب شده توسط ارزن و خلر نیز تحت تأثیر نسبت های مختلف کاشت قرار گرفت (جدول ۶). تیمارهای کشت مخلوط ۷۵ درصد ارزن+۲۵ درصد خلر، ۵۰ درصد ارزن+۵۰ درصد خلر و ۲۵ درصد ارزن+۷۵ درصد خلر از نظر جذب نیتروژن با یکدیگر اختلاف معنی داری نداشتند، ولی از تیمارهای کشت خالص ارزن و خلر به طور معنی داری بالاتر بودند که این نشان دهنده برتری کشت مخلوط نسبت به کشت خالص در جذب نیتروژن است. بالاتر بودن جذب نیتروژن در کشت مخلوط را می توان احتمالاً چنین توجیه کرد که ارزن از نیتروژن معدنی خاک استفاده کرده و خلر بیشتر نیتروژن خود را از طریق تثبیت بیولوژیکی حاصل کرده است و بنابراین، مجموعاً مقدار مصرف این عنصر افزایش یافته است. گیاهان لگوم می توانند نیتروژن را به طور بیولوژیکی تثبیت کنند و نیتروژن کمتری از خاک برداشت کنند و در نتیجه نیتروژن بیشتری برای گیاهان

ارزیابی میزان رقابت و مصرف عناصر غذایی در کشت مخلوط ارزن و خلر

بیشترین و کمترین علوفه خشک به ترتیب از کشت‌های خالص ارزن و خلر حاصل شد، هرچند نسبت‌های کاشت ۲۵ درصد خلر+۷۵ درصد ارزن و ۵۰ درصد خلر+۵۰ درصد ارزن تفاوت معنی‌داری با کشت خالص ارزن نشان ندادند (جدول ۶). بالاتر بودن علوفه خشک تولیدی در کشت خالص ارزن به دلیل رشد سریع، ریشه گسترده و C۴ بودن این گیاه و در نتیجه استفاده مؤثر از عوامل محیطی و منابع قابل دسترس است. نداشتن تفاوت معنی‌دار تیمارهای ذکر شده از نظر تولید علوفه با کشت خالص ارزن بیانگر تولید علوفه‌ای معادل با کشت خالص، اما با کیفیت بهتر است، چراکه اضافه شدن لگوم به دلیل داشتن پروتئین بیشتر باعث بهبود کیفیت می‌شود. گزارش شده است که لگوم‌ها به دلیل دارا بودن پروتئین و مواد معدنی بیشتر به صورت مخلوط با غلات کشت می‌شوند تا کمبود پروتئین غلات را جبران کنند [۳].

میزان مکملی اجزای کشت مخلوط در جذب و مصرف عناصر غذایی، محاسبه شده با مجموع عملکرد نسبی، به جزء برای نیتروژن در کشت درهم ۲ گیاه بزرگ‌تر از ۱ بود (جدول ۸).

کمتر از فسفر موجود منجر شده است و در مورد کشت درهم ارزن و خلر در روی ردیف، قدرت رقابتی پایین خلر باعث رشد کم آن و در نهایت، کاهش تثبیت نیتروژن و کاهش تراوش اسید و حلالیت کمتر فسفر و در نتیجه جذب آن شده است. کمترین مقدار آهن جذب شده مربوط به کشت‌های خالص ارزن و خلر و کشت درهم روی ردیف بود؛ در حالی که، بیشترین مقدار آهن جذب شده مربوط به ۳ تیمار دیگر کشت مخلوط بود. بیشترین مقدار جذب منگنز و مس از تیمار ۷۵ درصد ارزن+۲۵ درصد خلر حاصل شد. مقدار جذب روی در تیمارهای کشت مخلوط به طور معنی‌داری بیشتر از مقدار جذب این عنصر در کشت خالص هر ۲ گیاه بود (جدول ۷). احتمالاً اصلاح محیط ریزوسفر با ریشه‌های ۲ گیاه به بهبود قابلیت دسترسی آهن، فسفر، پتاسیم، روی و منگنز منجر شده است. همچنین، احتمال آزاد شدن حاملان آهن گیاهی از ریشه ارزن وجود دارد که می‌تواند باعث افزایش قابلیت دسترسی عناصر آهن و روی در شرایط کشت مخلوط شود. این نتایج با یافته‌های محققان دیگر مطابقت دارد [۲۰].

جدول ۸. مقایسه میانگین مجموع عملکرد نسبی عناصر جذب شده توسط گیاه ارزن و خلر

مجموع عملکرد نسبی							
نسبت‌های کاشت	نیتروژن	فسفر	پتاس	آهن	منگنز	مس	روی
ارزن ۷۵ درصد+خلر ۲۵ درصد	۱/۴۱ ^a	۱/۶۸ ^a	۱/۹۸ ^a	۲/۰۳ ^a	۳/۰۱ ^a	۱/۲۸ ^{ab}	۲/۰۵ ^a
ارزن ۵۰ درصد+خلر ۵۰ درصد	۱/۴۶ ^a	۱/۴۰ ^b	۱/۸۹ ^a	۱/۸۲ ^a	۲/۷۰ ^{ab}	۱/۲۷ ^{ab}	۱/۸۶ ^{ab}
ارزن ۲۵ درصد+خلر ۷۵ درصد	۱/۴۹ ^a	۱/۳۷ ^b	۱/۷۲ ^{ab}	۱/۸۲ ^a	۱/۲۴ ^c	۱/۳۸ ^a	۱/۷۸ ^{ab}
کشت درهم ارزن و خلر	۰/۹۴ ^a	۱/۱۵ ^c	۱/۵۴ ^b	۱/۷۶ ^a	۲/۳۰ ^b	۱/۱۰ ^{bc}	۱/۷۹ ^{ab}

میانگین = ۱/۶۸

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک تفاوت معنی‌داری براساس آزمون دانکن ندارند.

جدول ۹. مقایسه میانگین نسبت رقابت برای جذب عناصر در شرایط کشت مخلوط

نسبت رقابت							
نسبت‌های کاشت	نیترژن	فسفر	پتاس	آهن	منگنز	مس	روی
ارزن ۷۵ درصد+خلر ۲۵ درصد	۱/۷۰ ^b	۲/۰۴ ^b	۲/۰۳ ^b	۲/۵۲ ^{ab}	۴/۲۴ ^{ab}	۱/۵۶ ^b	۲/۴۳ ^a
ارزن ۵۰ درصد+خلر ۵۰ درصد	۱/۳۸ ^b	۱/۲۸ ^b	۲/۱۴ ^b	۲/۰۶ ^b	۳/۵۰ ^{ab}	۱/۱۴ ^b	۲/۴۲ ^a
ارزن ۲۵ درصد+خلر ۷۵ درصد	۱/۶۷ ^b	۱/۷۳ ^b	۲/۳۷ ^b	۲/۹۰ ^{ab}	۱/۱۶ ^b	۱/۳۲ ^b	۲/۱۸ ^a
کشت درهم ارزن و خلر	۳/۵۷ ^a	۴/۴۸ ^a	۶/۲۶ ^a	۹/۴۸ ^a	۱۲/۵۷ ^a	۴/۰۹ ^a	۱۰/۷۷ ^a

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک تفاوت معنی‌داری براساس آزمون دانکن ندارند.

میانگین مجموع عملکرد نسبی برای جذب عناصر غذایی در کشت مخلوط برابر ۱/۶۸ بود که نشان‌دهندهٔ مکمل بودن این ۲ گیاه در استفاده از عناصر غذایی است (جدول ۸). به عبارت دیگر کشت مخلوط این ۲ گیاه در استفاده از عناصر غذایی به طور متوسط ۶۸ درصد کارایی بیشتری نسبت به کشت خالص داشتند. مجموع عملکرد نسبی برابر ۲ نشان می‌دهد که هریک از اجزاء در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص در استفاده از منابع موفق بوده‌اند و به عبارتی منابع محدودکننده نبوده‌اند [۲۵] که در این صورت تأییدکنندهٔ نتایج به دست آمده در این آزمایش در مورد نسبت ۷۵ درصد ارزن + ۲۵ درصد خلر با متوسط مجموع عملکرد نسبی حدود ۲ (۱/۹۲) است. به عبارتی تیمار ذکر شده دارای سودمندی نزدیک به ۱۰۰ درصد نسبت به کشت‌های خالص این ۲ گیاه است.

نسبت رقابت، شاخص مهمی برای دانستن توانایی رقابت یک محصول با محصول دیگر است [۲۹]. بیشترین نسبت رقابت برای نیترژن از تیمار کشت درهم ارزن و خلر حاصل شد که به طور معنی‌داری از ۳ نسبت کاشت دیگر بالاتر بود که با هم تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۹).

این روند در مورد عناصر فسفر و پتاس نیز صادق بود. بالاتر بودن رقابت در این نسبت کاشت به دلیل بالابودن

میزان رقابت بین گونه‌ای برای بهره‌وری از منابع محیطی برای ۲ گونه است که بدین صورت احتمالاً محدودیت‌هایی که برای جذب منابع از قبیل نور، آب و مواد غذایی ایجاد شده است، میزان رقابت افزایش یافته است. نسبت کاشت ۵۰ درصد ارزن + ۵۰ درصد خلر پایین‌ترین نسبت رقابت برای آهن را نشان داد؛ در حالی که، ۳ تیمار ۷۵ درصد ارزن + ۲۵ درصد خلر، ۲۵ درصد ارزن + ۷۵ درصد خلر و کشت درهم ارزن و خلر با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند. در رابطه با منگنز کمترین نسبت رقابت از نسبت کاشت ارزن ۲۵ درصد + خلر ۷۵ درصد حاصل شد. از لحاظ نسبت رقابت برای عنصر مس اختلاف معنی‌داری بین نسبت‌های مختلف کاشت وجود داشت، به طوری که نسبت کاشت ۵۰ درصد ارزن + ۵۰ درصد خلر کمترین و کشت درهم ارزن و خلر بیشترین نسبت رقابت را نشان دادند. برای عنصر روی در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط تفاوت معنی‌داری از نظر نسبت رقابت وجود نداشت (جدول ۹). به جز تیمار کشت درهم ارزن و خلر که پایین‌ترین تولید علوفهٔ خشک را داشت (جدول ۷) نسبت رقابت ارزن در ۳ نسبت کاشت مخلوط دیگر برای تمامی عناصر از نظر آماری یکسان بود (جدول ۹). مطابق جدول ۹، نسبت رقابت ارزن نوتریفید به خلر برای تمامی عناصر پرمصرف و کم‌مصرف

ارزیابی میزان رقابت و مصرف عناصر غذایی در کشت مخلوط ارزن و خلر

لگوم‌ها است که این امر به تفاوت در مورفولوژی ریشه آن‌ها نسبت داده شده است [۱۹]. گزارش شده است که در سیستم‌های کشت مخلوط، لگوم‌ها در مقایسه با غلات رقابت‌کننده‌های ضعیفی در جذب عناصر یک‌طرفیتی از جمله پتاسیم هستند [۱۴] که با نتیجه این تحقیق مطابقت دارد. در تحقیقی دیگر مشخص شد که کنگد در کشت مخلوط با ماش و لوبیای چشم‌بلبلی توان رقابتی بالایی در استفاده از منابع دارد [۱۲].

همان‌طور که جدول‌های ۱۰ و ۱۱ نشان می‌دهند درجه تهاجمی ارزن و خلر به ترتیب در تمام نسبت‌های کشت مخلوط و برای تمامی صفات مثبت و منفی بود. ارزش تهاجمی مثبت برای ارزن نشان‌دهنده غالبیت این گیاه و ارزش تهاجمی منفی نشان‌دهنده مغلوب بودن خلر است.

اندازه‌گیری شده بیشتر از ۱ بود که نشان‌دهنده قدرت رقابت بالاتر ارزن نسبت به خلر در تمامی نسبت‌های کاشت است. سرعت رشد گیاه زراعی، تراکم کاشت، تفاوت در عمق توسعه و تراکم ریشه از عواملی هستند که بر میزان رقابت بین اجزاء کشت مخلوط در مصرف عناصر غذایی تأثیر می‌گذارند [۲۱]. ارزن احتمالاً به دلیل توسعه و حجم بیشتر ریشه به‌خصوص در لایه‌های سطحی خاک عمده مواد غذایی موجود در این لایه را نسبت به خلر جذب کرده است. همچنین، توسعه بیشتر ریشه، دسترسی به عنصر فسفر را بیشتر می‌کند که در خاک غیرمتحرک است و به همین دلیل قدرت رقابت برای این عنصر افزایش می‌یابد که این نتیجه با یافته‌های حاصل از کشت مخلوط ذرت و لوبیا مطابقت دارد [۲۷]. گزارش شده است که قدرت غلات در رقابت برای جذب فسفر قوی‌تر از

جدول ۱۰. مقایسه میانگین درجه تهاجمی ارزن برای جذب عناصر در شرایط کشت مخلوط

نسبت‌های کاشت	علوفه خشک	نیترोजن	فسفر	پتاس	آهن	منگنز	روی	مس
ارزن ۷۵ درصد+خلر ۲۵ درصد	۰/۲۴۴ ^b	۰/۶۴۶ ^{bc}	۰/۹۷۱ ^{ab}	۱/۱۱۹ ^b	۱/۴۱۱ ^b	۲/۸۳۱ ^a	۰/۵۰۲ ^b	۱/۴۴۶ ^b
ارزن ۵۰ درصد+خلر ۵۰ درصد	۰/۰۳۸ ^b	۰/۴۶۳ ^c	۰/۳۱۸ ^c	۱/۳۳۶ ^b	۱/۱۰۷ ^b	۲/۸۹۸ ^a	۰/۱۴۷ ^b	۱/۵۷۷ ^b
ارزن ۲۵ درصد+خلر ۷۵ درصد	۰/۲۹۹ ^b	۰/۸۵۷ ^{ab}	۰/۸۳۵ ^{bc}	۱/۷۲۲ ^{ab}	۲/۳۸۹ ^a	۰/۱۹۰ ^b	۰/۳۹۳ ^b	۱/۶۷۰ ^{ab}
کشت درهم ارزن و خلر	۰/۹۷۷ ^b	۱/۰۴۷ ^a	۱/۳۹۷ ^a	۲/۲۲۳ ^a	۲/۷۵۰ ^a	۳/۷۷۸ ^a	۱/۳۳۲ ^a	۲/۹۰۶ ^a

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک تفاوت معنی‌داری براساس آزمون دانکن ندارند.

جدول ۱۱. مقایسه میانگین درجه تهاجمی خلر برای جذب عناصر در شرایط کشت مخلوط

نسبت‌های کاشت	علوفه خشک	نیترोजن	فسفر	پتاس	آهن	منگنز	روی	مس
ارزن ۷۵ درصد+خلر ۲۵ درصد	۰/۲۴۴ ^a	۰/۶۴۶ ^{ab}	۰/۹۷۱ ^{bc}	۱/۱۱۹ ^a	۱/۴۱۱ ^a	۲/۸۳۱ ^b	۰/۵۰۲ ^a	۱/۴۴۶ ^a
ارزن ۵۰ درصد+خلر ۵۰ درصد	۰/۰۳۸ ^a	۰/۴۶۳ ^a	۰/۳۱۸ ^a	۱/۳۳۶ ^a	۱/۱۰۷ ^a	۲/۸۹۸ ^b	۰/۱۴۷ ^a	۱/۵۷۷ ^{ab}
ارزن ۲۵ درصد+خلر ۷۵ درصد	۰/۲۹۹ ^a	۰/۸۵۷ ^{bc}	۰/۸۳۵ ^{ab}	۱/۷۲۲ ^{ab}	۲/۳۸۹ ^b	۰/۱۹۰ ^a	۰/۳۹۳ ^a	۱/۶۷۰ ^{ab}
کشت درهم ارزن و خلر	۰/۹۷۷ ^b	۱/۰۴۷ ^c	۱/۳۹۷ ^c	۲/۲۲۳ ^b	۲/۷۵۰ ^b	۳/۷۷۸ ^b	۱/۳۳۲ ^b	۲/۹۰۶ ^b

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک تفاوت معنی‌داری براساس آزمون دانکن ندارند.

منابع

- اسکندری، ح؛ قنبری، ا؛ (۱۳۹۰). «ارزیابی میزان رقابت اجزای کشت مخلوط ذرت (*Zea mays*) و لوبیای چشم‌بلبلی (*Vigna sinensis*) در مصرف عناصر غذایی». نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۱، ۲، ص. ۶۷-۷۴.
- جوانمرد، ع؛ دباغ‌محمدی‌نسب، ع؛ جوانشیر، ع؛ مقدم، م؛ جان محمدی، ح؛ (۱۳۹۱). «تأثیرات کشت مخلوط ذرت - لگوم بر برخی صفات کمی و کیفی علوفه ذرت». دانش کشاورزی پایدار (دانش کشاورزی). ۲۲، ۳، ص. ۱۳۷-۱۴۹.
- خلعتبری، ا؛ م؛ حسینی، س؛ م؛ ب؛ مجنون حسینی، ن؛ مظاهری، د؛ (۱۳۸۹). «بررسی اثر کشت مخلوط بر عملکرد علوفه خشک سورگوم و ارزن مرواریدی». مجله علوم گیاهان زراعی ایران. ۴۱، ۲، ص. ۲۱۴-۲۰۵.
- دهمرد، م؛ (۱۳۸۹). «بررسی جنبه‌های اکوفیزیولوژیک کشت مخلوط ذرت و لوبیای چشم‌بلبلی بر کمیت و کیفیت علوفه ذرت سینگل کراس ۷۰۴». پایان‌نامه دکتری زراعت. دانشگاه زابل.
- سیروس مهر، ع؛ جوانشیر، ع؛ رحیم‌زاده خویی، ف؛ مقدم، م؛ (۱۳۸۲). «بررسی کشت مخلوط ارزن نوتریفید و ماشک زراعی تحت شرایط کود نیتروژن». مجله بیابان. ۸، ۲، ص. ۲۶۳-۲۵۰.
- کوچکی، ع؛ نصیری محلاتی، م؛ فیضی، ح؛ امیرمادی، ش؛ مندنی، ف؛ (۱۳۸۹). «اثر کشت مخلوط نواری ذرت (*Zea mays* L.) و لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) بر عملکرد ماده خشک و نسبت برابری زمین در شرایط کنترل و عدم کنترل علف‌های هرز». نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، ۲، ۲، ص. ۲۳۵-۲۲۵.

در کشت مخلوط پنبه، سورگوم و لوبیای چشم‌بلبلی گزارش شده است که پنبه با درجه تهاجمی مثبت گونه غالب و ۲ گیاه دیگر با درجه منفی گونه‌های مغلوب بودند [۹]. در سیستم‌های کاشت مخلوط غله - لگوم، ذرت با صفت سلطه‌جویی باعث بهبود سیستم کاشت از لحاظ تولید علوفه شد [۱۳]. در آزمایشی با مطالعه ۳ نسبت کشت مخلوط غله - لگوم نتیجه‌گیری شد که عملکرد کلی غله در نسبت کاشت ۱ به ۲ غله (۱) - لگوم (۲) برتر بود و این برتری از نسبت برابری زمین (۲/۰۱)، نسبت رقابت (۴/۴۶) و درجه تهاجمی (۳/۲۳) مشخص شد [۲۳]. در این مطالعه درجه تهاجمی ارزن به تولیدی برابر کشت خالص ارزن در تیمارهای ۷۵ درصد ارزن+۲۵ درصد خلر و ۵۰ درصد ارزن+۵۰ درصد خلر منجر شد، ضمن اینکه وجود خلر در این تیمارها باعث بهبود کیفی علوفه تولیدی نیز شد.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل نشان داد که ارزن گیاهی غالب در کشت مخلوط با خلر است و غالبیت آن با درجه تهاجمی بالاتر و نسبت رقابت بیشتر نشان داده شده است. با توجه به میانگین مجموع عملکرد نسبی اندازه‌گیری شده برای جذب عناصر غذایی در نسبت‌های مختلف کاشت، این ۲ گیاه ۶۸ درصد کارایی بیشتری نسبت به کشت خالص داشتند. در کل تیمار با نسبت کاشت ۷۵ درصد ارزن+۲۵ درصد خلر به دلیل بهبود کارایی مصرف و جذب عناصر غذایی و تولید علوفه خشک توصیه می‌شود.

پیشنهادها

پیشنهاد می‌شود که دیگر نسبت‌های کاشت به همراه شاخص‌های مختلف ارزیابی، مطالعه شوند. ضمناً در صورت امکان در شرایط اقلیمی دیگر و حتی در خاک‌های مختلف از نظر بافت نیز ارزیابی انجام شوند.

- mungbean intercropping. Agricultural Science. 122: 193-199.
15. Dalal RC (1974) Effect of intercropping maize with pigeon pea on grain yield and nutrient uptake. Experimental Agriculture. 10: 219-224.
16. Dhima KV, Lizhourgidis AA, Vasilakoylou IB and Dordo SCA (2007) Composition indices of Common vetch and cereal intercrops in two seeding ratio. Field Crop Research. 100: 249-256.
17. Furbank RT and badger R (1983) Photorespiratory characteristics of the inflorescence. Australian Journal of Agricultural Research. 26: 25-30.
18. Ghanbari Bonjar A (2000) Intercropped wheat (*Triticum aestivum*) and bean (*Vicia faba*) as a low-input forage. University of London, Wye College, PhD Dissertation.
19. Haynes R and Lee HC (1994) Agronomic aspects of wheat-bean intercropping in a low input system. Proceedings of the 3th ESA congress, Abano-Padova, Italy. 706-707.
20. 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.
21. Lehman J, peter I, Steglich C, Bebaner G and Huwe Z (1998) Below ground interaction in dry land agroforestry. Forest Ecology and Management 11:157-159.
22. Li W, Li L, Sun J, Guo T, Zhang F, Bao X, Peng A and Tang C (2005) Effects of intercropping and nitrogen application on nitrate present in the profile of an Orthic Anthrosol in Northwest China. Agriculture Ecosystem and Environment. 105: 483-491.
۷. مظاهری، د؛ (۱۳۷۹). زراعت مخلوط. انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ۲۶۸ صفحه.
۸. مظاهری، د؛ حسینی، م، ب؛ جهانسوز، م، ر؛ یزدی صمدی، ب؛ (۱۳۸۲). «تأثیر مقادیر مختلف نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ارزن علوفه‌ای و لوبیای چشم‌بلبلی در کشت مخلوط». مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، ۱۶، ۵۹، ص. ۶۰-۶۷.
9. Aasim M, Umer EM and Karim A (2008) Yield and competition indices of intercropping cotton (*Gossypium hirsutum* L.) using different planting patterns. Tarim Bilimleri Dergisi. 14: 326-333.
10. Araujo AP, Teixeira MG and Almeida DLD (1996) Phosphorus efficiency of wild and cultivated genotypes of common bean under biological nitrogen fixation. Soil Biology Biochemistry. 29: 951-957.
11. Assing S, Fillery IRP and Gregory PJ (1998) Wheat response to alternative crops on a duplex soil. Australian Journal of Experimental Agriculture. 38: 481- 488.
12. Bhatti IH, Ahmad R, Jabbar A, Nazir MS and Mahmood T (2006) Competitive behavior of component crops in different sesame-legume intercropping systems. International Journal of Agriculture and Biology. 8:165-167.
13. Banik P and Bagchi DK (1996) A proposed index for assessment of row – replacement intercropping system. Journal of Agronomy and Crop Science. 177: 161-164
14. Chowdhury MK and Rosario EL (1994) Comparison of nitrogen, phosphorus and potassium utilization efficiency in maize-

23. Mahapatra SC (2011) Study of grass-legumes intercropping system in terms of competition indices and monetary advantage index under acid lateritic soil of India. American Journal of Experimental Agriculture. 1(1): 1-6.
24. Ofari F and Stern WR (1987) Cereal-legume intercropping system. Advance in agronomy. 41: 41-90.
25. Snaydon RW (1991) Replacement or additive designs for competition studies? Journal of Applied ecology. 28: 930-946
26. Vandermeer IH (1989) The ecology of intercropping. Cambridge University Press. 237p.
27. Wahua TA (1983) Nutrient uptake by intercropped maize and bean and concept of nutrient supplementation index (NSI). Experimental Agriculture. 19: 263-275.
28. Willey RW (1979) Intercropping- its Importance and Research needs. Part1. Competition and yield advantages. Field Crop Abstract. 32: 1-10
29. Willey RW and Rao MR (1980) A competitive ratio for quantifying competition between intercrops. Experimental Agriculture. 16: 117-125