



Evaluation of Yield and Some Root and Morphological Characteristics Response of Guar (*Cyamopsis tetragonoloba*) in Intercropping with Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) under Nitrogen Fertilizer Management

Mohammad Naser Modoodi¹ | Vahid Shamsabadi² | Ebrahim Jahangir Dehborzoei³

1. Corresponding Author, Department of Horticulture Science and Engineering, University of Torbat-e Jam, Iran. E-mail: mnmodoodi@tjamcaas.ac.ir
2. Department of Water Sciences and Engineering, University of Torbat-e Jam, Iran. E-mail: v_shamsabadi@tjamcaas.ac.ir
3. Modabber Kesht-e Toos Agriculture and Livestock Company, Khorasan Razavi, Iran. E-mail: jahangir1365@yahoo.com

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:

Received 26 May 2024
Received in revised form
19 January 2025
Accepted 14 February 2025
Published online 27 June 2025

Keywords:

Nitrogen fertilizer
Planting pattern
Seed yield

ABSTRACT

Objective: This study aimed to compare different intercropping patterns of guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) and roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) with pure guar cultivation, under varying levels of nitrogen fertilizer, in the field of Toos Planting Manager Company in Taybad city, located in the Polband plain of Khorasan Razavi province.

Method: The experiment was conducted as a split-plot design in a randomized complete block layout with two factors and three replications. The first factor included eight intercropping patterns: sole guar and mixed ratios of guar to roselle of 1:1, 2:1, 3:1, 1:2, 1:3, 2:3, and 3:2. The second factor involved nitrogen fertilization at three levels: 50%, 100%, and 0% of guar's nitrogen requirement, based on soil laboratory recommendations.

Results: The highest values for stem dry weight (40.4 g per plant), root dry weight (14.5 g per plant), root diameter (1.16 mm), and pod length (7.40 cm) were observed in the 3:1 intercropping pattern under full nitrogen fertilization (100% requirement). For shoot dry weight (60.5 g per plant) and seed yield (357 g/m²), the sole guar cultivation and the 3:1 ratio with full nitrogen application stood out, both statistically superior and in the same group. Additionally, reducing nitrogen below the guar's requirement significantly decreased seed yield and morphological traits.

Conclusions: The study indicates that the 3:1 intercropping of guar and roselle, combined with full nitrogen fertilization, outperforms other patterns across most traits. Therefore, intercropping at a 3:1 ratio with sufficient nitrogen is recommended for farmers interested in this cropping system.

Cite this article: Modoodi, M. N., Shamsabadi, V., & Jahangir Dehborzoei, E. (2025). Evaluation of Yield and Some Root and Morphological Characteristics Response of Guar (*Cyamopsis tetragonoloba*) in Intercropping with Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) under Nitrogen Fertilizer Management. *Journal of Crops Improvement*, 27 (2), 337-353. DOI: <https://doi.org/10.22059/jci.2025.377099.2884>



© The Author(s).

DOI: <https://doi.org/10.22059/jci.2025.377099.2884>

Publisher: University of Tehran Press.



ارزیابی عکس العمل عملکرد و برخی خصوصیات ریشه و مورفولوژیک گوار (*Cyamopsis tetragonoloba*) در کشت مخلوط با چای ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.)، تحت مدیریت کود نیتروژن

محمدناصر مودودی^۱ | وحید شمس آبادی^۲ | ابراهیم جهانگیر دهبزویی^۳

۱. نویسنده مسئول، گروه علوم و مهندسی باغبانی، مجتمع آموزش عالی تربت جام، تربت جام، ایران. رایانامه: mnmodoodi@tjamcaas.ac.ir

۲. گروه علوم و مهندسی آب، مجتمع آموزش عالی تربت جام، تربت جام، ایران. رایانامه: v_shamsabadi@tjamcaas.ac.ir

۳. شرکت کشاورزی و دامپروی مدیر کشت توس، خراسان رضوی، ایران. رایانامه: jahangir1365@yahoo.com

اطلاعات مقاله

چکیده

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

هدف: پژوهش حاضر با هدف مقایسه الگوهای مختلف کشت مخلوط دو گیاه گوار و چای ترش، در سطوح مختلف نیتروژن در شهرستان تایباد، در مزرعه شرکت مدیر کشت توس اجرا گردید.

روش پژوهش: آزمایش به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با دو فاکتور و سه تکرار اجرا شد. فاکتور اول شامل هشت الگوی کشت گوار و چای ترش بود. بدین ترتیب که هفت نسبت کشت مخلوط گوار و چای ترش به صورت ۱:۱، ۲:۱، ۳:۱، ۱:۲، ۱:۳، ۲:۳ و ۳:۲ در کنار کشت خالص گوار مورد کشت واقع شدند. فاکتور دوم نیز شامل کود نیتروژن بود که براساس توصیه آزمایشگاه خاک، در سه سطح اعمال گردید. بدین ترتیب که دو سطح ۵۰ و ۱۰۰ درصد نیاز گوار به نیتروژن در کنار شرایط عدم مصرف نیتروژن اعمال شدند.

یافته ها: نتایج حاصل، حکایت از برتری معنی دار تیمار سه ردیف کشت گوار+ یک ردیف کشت چای ترش در شرایط تأمین ۱۰۰ درصد نیاز نیتروژن در صفات وزن خشک ساقه (با مقدار ۴۰/۴ گرم در بوته)، وزن خشک ریشه (با مقدار ۱۴/۵ گرم در بوته)، قطر ریشه (با مقدار ۱/۱۶ میلی متر) و طول غلاف (با مقدار ۷/۴۰ سانتی متر) داشت. در دو صفت وزن خشک اندام هوایی و عملکرد دانه، تیمار کشت خالص گوار (با ارائه وزن خشک اندام هوایی ۶۰/۵ گرم در بوته و عملکرد دانه ۳۵۷ گرم در مترمربع) با تیمار کشت سه ردیف گوار+ کشت یک ردیف چای ترش (با ارائه وزن خشک اندام هوایی ۵۹/۷ گرم در بوته و عملکرد دانه ۳۵۵ گرم در مترمربع) در شرایط مشابه تأمین ۱۰۰ درصد نیاز نیتروژن، در یک گروه آماری قرار گرفته و برتری معنی دار را به خود اختصاص دادند. بنابر یافته های پژوهش حاضر، کاهش کود مصرفی نیتروژن به کم تر از حد کامل نیاز گیاه گوار، در کاهش عملکرد دانه و خصوصیات مورفولوژیک تأثیرگذار بود.

نتیجه گیری: ترکیب کشت مخلوط کشت سه ردیف گوار+ کشت یک ردیف چای ترش، در کنار مصرف کامل نیتروژن برای زارعین علاقه مند به این نوع سیستم کاشت قابل توصیه باشد.

کلیدواژه ها:

الگوی کشت

عملکرد دانه

کود نیتروژن

استناد: مودودی، محمدناصر؛ شمس آبادی، وحید و جهانگیری دهبزویی، ابراهیم (۱۴۰۳). ارزیابی عکس العمل عملکرد و برخی خصوصیات ریشه و مورفولوژیک گوار (*Cyamopsis tetragonoloba*) در کشت مخلوط با چای ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.)، تحت مدیریت کود نیتروژن. به زراعی کشاورزی، ۲۷ (۲)، ۳۲۷-۳۵۳. DOI: <https://doi.org/10.22059/jci.2025.377099.2884>



۱. مقدمه

روابط متقابل بین گونه‌های گیاهی که از آن تحت عنوان تداخل نام می‌برند، طی سال‌های اخیر همواره مورد توجه بشر قرار گرفته است. در جوامع گیاهی، تداخل به دو شکل مثبت یا منفی می‌تواند بروز پیدا کند که از تداخل منفی می‌توان به رقابت اشاره کرد.

کشت مخلوط یکی از مثال‌های تداخل مثبت است که در صورت انتخاب مناسب گیاهان، می‌تواند مزایای متعددی را برای کشاورزان در پی داشته باشد (زارع فیض‌آبادی و امام‌وردیان، ۱۳۹۱). طبق تعریف، کشت مخلوط عبارت است از کشت هم‌زمان دو یا چند گونه گیاهی در زمان و مکان مشخص و اقدامی است در راستای رسیدن به پایداری در سیستم‌های کشاورزی (فتوحی‌چپانه و همکاران، ۱۳۹۱). سیستم کشت مخلوط هنگامی سودمند است که منابع محیطی مورد نیاز دو گونه به‌طور مناسبی از یکدیگر جدا باشند، به‌طوری‌که این گونه‌ها در کنار یکدیگر قادر باشند از عوامل محیطی اطراف خود، استفاده بهینه نمایند. غالباً در کشت مخلوط، عملکرد یک یا هر دو گیاه زراعی در مقایسه با کشت خالص آن‌ها کم‌تر است، اما بازدهی ترکیب عملکرد آن‌ها می‌تواند بیش‌تر باشد (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۸). افزایش عملکرد در واحد سطح، افزایش تنوع زیستی و ثبات بیولوژیکی، بهره‌برداری بهتر از عوامل رشد گیاه زراعی و هم‌چنین تسهیل در کنترل آفات و بیماری‌های گیاهی و علف‌های هرز و کاهش ریسک تولیدات کشاورزی از جمله فواید کشت مخلوط هستند (زارع فیض‌آبادی و امام‌وردیان، ۱۳۹۱). به‌عبارت دیگر، وجود دو یا چند گیاه با خصوصیات مورفولوژیکی مختلف در نظام چندقشیتی کشت مخلوط، ضمن استفاده بهتر از منابع، احتمال طغیان آفات، عوامل بیماری‌زا و علف‌های هرز را کاهش می‌دهد (برگز^۱ و همکاران، ۲۰۱۵). کشت مخلوط آب قابل‌دسترس را از طریق ایجاد پوشش گیاهی بیش‌تر در سطح خاک و حفاظت ذرات خاک از برخورد ضربات مستقیم قطرات باران به آن‌ها افزایش داده و بنابراین بخش بیش‌تری از آب در خاک نفوذ می‌کند. در کشت مخلوط، گیاهان، آبی را که در سیستم تک‌کشتی چندان قابل استفاده نبوده و ممکن است از دسترس گیاه خارج شود را جذب کرده و به نحو بهتری از آب موجود بهره می‌برند (گائو^۲ و همکاران، ۲۰۰۹). به‌طور کلی بهره‌گیری از سیستم کشت مخلوط گیاهان، اقدامی مؤثر برای بهبود وضعیت حاصلخیزی خاک، افزایش جذب عناصر غذایی، کنترل بهتر آفات و بیماری‌ها و علف‌های هرز و ارتقای کارایی مصرف آب بوده و از مهم‌ترین شیوه‌های علمی برای کمک به حفظ پایداری و تعادل سیستم زنده خاک محسوب می‌شود (احسانی‌پور و همکاران، ۱۳۹۸؛ شهبازی و همکاران، ۱۴۰۰).

گوار^۳ گیاهی است یک‌ساله و متحمل به خشکی و شوری از خانواده بقولات که می‌توان از آن به‌عنوان یک محصول جایگزین در دشت‌های کم‌آب استفاده نمود (سینگلا^۴ و همکاران، ۲۰۱۶). گوار در اراضی دارای بافت سبک، خاک‌های شنی-شنی لومی و هم‌چنین در مناطقی که دارای بارندگی سالیانه ۳۰۰ تا ۵۰۰ میلی‌متر هستند، به‌خوبی رشد می‌کند. این گیاه در شرایط دماهای بالا (حدود ۵۰ درجه سانتی‌گراد) و در خاک‌های ضعیف قابلیت رشد خوبی داشته و از این نظر، مناسب برای کشت و کار در مناطقی با اقلیم خشک و نیمه‌خشک همچون ایران است (شاه‌قاسی و همکاران، ۱۴۰۱). ریشه‌های آن قابلیت همزیستی با باکتری‌های ریزوبیوم و تثبیت بیولوژیکی نیتروژن را داشته و می‌تواند نیتروژن آزاد جو را به‌شکل قابل‌جذب برای خود در آورد. حدود ۸۰ درصد سطح زیر کشت گوار در دنیا به کشور هندوستان

1. Bargaz

2. Gao

3. *Cyamopsis tetragonoloba*

4. Singla

اختصاص داشته و پس از آن، پاکستان در رده دوم تولید جهانی این گیاه قرار دارد (هما^۱ و شالندرا^۲، ۲۰۱۴). امروزه استفاده از گوار در راستای تعلیف دام، یکی از اهداف مهم کشت و کار این گیاه به‌شمار می‌رود (شه‌بازی و همکاران، ۱۴۰۰). گوار منبع مهمی از صمغ گالاکتومانان است که از آندوسپرم دانه گیاه استخراج شده و با حل شدن در آب به حالت ژله‌ای در می‌آید. این خصوصیت سبب شده است تا گوار در صنایع مختلف استفاده‌های متنوعی داشته باشد (پاتک^۳ و ری^۴، ۲۰۱۵). علاوه بر این، ترکیب جنین و پوسته بذر گوار، کنجاله این محصول را تشکیل می‌دهند که غنی از پروتئین می‌باشد. هم‌چنین فرآورده‌هایی از صمغ گوار در کاهش وزن، کاهش قند خون، برطرف کردن چاقی و کم‌اشتهایی به‌دست می‌آید که کاربردهای دارویی این گیاه ارزشمند را نشان می‌دهند (حسینی‌نژاد، ۱۴۰۰؛ سینق^۵، ۲۰۱۴).

با توجه به خصوصیات گیاه گوار مانند داشتن توانایی تثبیت بیولوژیکی نیتروژن و سیستم ریشه‌ای نسبتاً عمیق، سازگاری بالا به خشکی و خاک‌های فقیر، توان رقابتی بالا و مورفولوژی مطلوب، به‌نظر می‌رسد که قراردادن آن در کشت مخلوط، می‌تواند باعث افزایش بازدهی عملکرد نهایی کشت مخلوط شود (شه‌بازی و همکاران، ۱۴۰۰).

پژوهش‌ها نشان داده‌اند که در بین عناصر ضروری برای رشد گیاه، نیتروژن تأثیر بیش‌تری در افزایش سطح برگ و سرعت رشد قسمت‌های هوایی کانوپی دارد. نیتروژن یکی از اجزای تشکیل‌دهنده بسیاری از مولکول‌های حیاتی، از قبیل پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک، کلروفیل‌ها و برخی هورمون‌هاست (خشوعی و همکاران، ۱۴۰۰). کمبود نیتروژن، چه به‌طور مستقیم و چه به‌طور غیرمستقیم، همواره به‌عنوان یک عامل محدودکننده رشد گیاهان به‌شمار می‌رفته است، زیرا به‌طور مستقیم در تولید سلول‌های جدید، ساخت ترکیبات نیتروژن‌دار سلول‌ها، ساخت آنزیم‌ها و اجزای دیواره غشای سلول‌ها نقش داشته و به‌طور غیرمستقیم در گسترش سطح برگ و رشدونمو گیاه مؤثر است (ارشدی^۶ و اصغری‌پور^۷، ۲۰۱۱). متخصصین علم فیزیولوژی گیاهی بیان داشتند که دو عامل تنش نیتروژن و آب به‌ترتیب سبب کاهش کلروفیل و تورژسانس سلول‌ها شده و فراهمی نیتروژن سبب افزایش محتوی نسبی آب در گیاهان می‌شود و در گیاهانی که از درصد آب بیش‌تری برخوردارند محتوی کلروفیل هم بیش‌تر است (خشوعی و همکاران، ۱۴۰۰؛ اسچلمر^۸ و همکاران، ۲۰۰۵).

۲. پیشینه پژوهش

در ارتباط با بررسی پاسخ گوار به قرارگرفتن در کشت مخلوط، مومن کیخا و همکاران (۱۳۹۶) طی ارزیابی عملکرد و جنبه‌های اکوفیزیولوژیک کشت مخلوط گوار با آفتابگردان، پاسخ گوار را در سه الگوی کشت مخلوط ۷۵ درصد گوار + ۲۵ درصد آفتابگردان، ۵۰ درصد گوار + ۵۰ درصد آفتابگردان و ۲۵ درصد گوار + ۷۵ درصد آفتابگردان، به‌همراه کشت خالص آن، در کنار سه سطح کود نیتروژن صفر، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار بررسی کردند. آن‌ها دریافتند که بیش‌ترین عملکرد دانه گوار در شرایط ۷۵ درصد گوار + ۲۵ درصد آفتابگردان و کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن حاصل شد. آن‌ها هم‌چنین گزارش کردند که تمامی نسبت‌های کشت مخلوط، باعث کاهش وزن خشک علف‌های هرز گردید. در پژوهش دیگری، عراقیان و همکاران (۱۴۰۰) کشت مخلوط گوار را با گیاه کینوا، در سه نسبت کشت مخلوط ۱:۱، ۱:۲ و ۲:۱، به‌همراه کشت خالص آن، در کنار مورد سه سطح تراکم بوته موردبررسی قرار دادند. آن‌ها گزارش کردند که

1. Hema
2. Shalendra
3. Pathak
4. Roy
5. Singh
6. Arshadi
7. Asgharipour
8. Schlemmer

بیش‌ترین عملکرد دانه گوار در شرایط کشت خالص آن و بیش‌ترین عملکرد دانه کینوا در شرایط کشت مخلوط دو ردیف کینوا با یک ردیف گوار به‌دست آمد.

ارشدی و همکاران (۱۳۸۹) در گزارشات خود، اظهار داشتند که دستگاه کلروفیل‌متر (مدل Minolta-۵۰۲ ساخت کشور ژاپن) شاخصی از محتوای کلروفیل گیاه بوده و بین قرائت دستگاه کلروفیل‌متر (مدل Minolta-۵۰۲ ساخت کشور ژاپن) و محتوای نیتروژن برگ، همبستگی مثبتی وجود دارد. در پژوهشی دیگر، محققین به تأثیر مثبت نیتروژن بر رشد و نمو ریشه به‌ویژه در شرایط کمبود آب اشاره کردند (ترن^۱ و همکاران، ۲۰۱۴). خشوعی و همکاران (۱۴۰۰) طی بررسی اثر کود نیتروژن و کمپوست زباله شهری بر عملکرد دانه گیاه بادام‌زمینی، گزارش کردند که باوجود این‌که بادام‌زمینی از گیاهان خانواده بقولات بوده و دارای توانایی تثبیت زیستی نیتروژن می‌باشد، اما کاربرد کود نیتروژن، به‌طور معنی‌داری سبب افزایش عملکرد دانه آن گردید.

هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی اثر الگوهای مختلف کشت مخلوط گوار در کنار گیاه چای ترش، بر عملکرد و برخی خصوصیات مورفولوژیکی آن تحت سطوح مختلف کود نیتروژن بود.

۳. روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش در سال زراعی ۱۳۹۹-۱۴۰۰ در مزرعه شرکت مدیر کشت توس در شهرستان تایباد، واقع در دشت پل‌بند اجرا گردید. آزمایش به‌صورت اسپیل‌پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو فاکتور و در سه تکرار اجرا شد. فاکتور اول شامل هشت نسبت کشت مخلوط بود که به‌صورت یک ردیف کشت گوار+ یک ردیف کشت چای ترش، دو ردیف کشت گوار+ یک ردیف کشت چای ترش، سه ردیف کشت گوار+ یک ردیف کشت چای ترش، یک ردیف کشت گوار+ دو ردیف کشت چای ترش، یک ردیف کشت گوار+ سه ردیف کشت چای ترش، دو ردیف کشت گوار+ سه ردیف کشت چای ترش، سه ردیف کشت گوار+ دو ردیف کشت چای ترش و کشت خالص گوار انجام شد. فاکتور دوم نیز شامل کود نیتروژن بود که براساس توصیه آزمایشگاه خاک، در سه سطح بدون دادن کود نیتروژن (صفر کیلوگرم در هکتار) و ۵۰ و ۱۰۰ درصد نیاز گوار به نیتروژن، به‌صورت یک‌دوم در زمان کاشت و یک دوم در زمان غلاف‌دهی گوار اعمال گردید. پیش از انجام آزمایش، نمونه‌برداری از خاک مزرعه از عمق صفر تا ۱۵ سانتی‌متری خاک صورت گرفت و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک اندازه‌گیری شدند (جدول ۱).

جدول ۱. خصوصیات خاک محل انجام آزمایش

کربن آلی (درصد)	نیتروژن کل (درصد)	فسفر (پی‌پی‌ام)	پتاسیم (پی‌پی‌ام)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	اسیدیته
۰/۳۰۰	۰/۰۴۶	۸/۰۰	۲۱۰	۱/۴۵	۱/۰۵	۷/۳۸

کاشت هر دو گیاه در هفته اول خردادماه انجام شد. رقم گوار استفاده‌شده در پژوهش حاضر، رقم وارداتی پاکستانی BR2017 بود که در شرایط فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر (به‌صورت ثابت برای هر دو گیاه) کشت شد. فاصله روی ردیف نیز در دو گیاه گوار و چای ترش، به‌ترتیب ۱۰ و ۳۰ سانتی‌متر بود. در طول فصل رشد، آبیاری به‌صورت هر ۱۰ روز یک‌بار (مطابق با عرف منطقه) و حذف علف‌های هرز، به‌صورت وجینی و سه مرتبه در طول فصل رشد (تا قبل از گلدهی گیاهان زراعی) انجام گردید. برداشت هر دو محصول نیز در هفته آخر مهرماه انجام شد.

در انتهای فصل رشد، با انتخاب تصادفی پنج بوته گوار در هر کرت، صفات طول غلاف، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، وزن خشک ساقه و وزن خشک برگ، از طریق قراردادن اندام‌های گیاه در کوره حرارتی در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت اندازه‌گیری شدند. هم‌چنین قطر و طول ریشه با استفاده از دستگاه اسکن ریشه اندازه‌گیری شدند. عملکرد دانه نیز از نیمه پایینی هر کرت، با حذف اثر حاشیه‌ای و برحسب گرم در مترمربع اندازه‌گیری شد. داده‌های به‌دست‌آمده با استفاده از نرم‌افزار آماری مینی‌تب^۱ (نسخه ۱۷) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح پنج درصد انجام شد.

۴. یافته‌های پژوهش

۴.۱. وزن خشک برگ

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل آرایش کشت مخلوط و کود نیتروژن بر وزن خشک برگ گوار معنی‌دار شد (جدول ۲). بدین صورت که در تمامی سطوح تیمار آرایش کشت مخلوط، با افزایش مقدار نیتروژن از صفر به ۵۰ و ۱۰۰ درصد نیاز کودی، وزن خشک برگ به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. اما بین سطوح ۵۰ و ۱۰۰ درصد نیاز کودی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۳). تیمارهای کشت خالص گوار، کشت سه ردیف گوار + کشت یک ردیف چای ترش و کشت سه ردیف گوار + کشت دو ردیف چای ترش در هر دو شرایط ۵۰ و ۱۰۰ درصد نیاز کودی به‌همراه تیمار کشت دو ردیف گوار + کشت سه ردیف چای ترش در شرایط ۵۰ درصد نیاز کودی، بیش‌ترین وزن خشک برگ را از خود نشان دادند و در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۳).

جدول ۲. تجزیه واریانس عملکرد و خصوصیات ریشه و مورفولوژیک گوار تحت شرایط کشت مخلوط و کود نیتروژن

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه	وزن خشک اندام هوایی	وزن خشک ریشه	قطر ریشه	طول ریشه	طول غلاف	عملکرد دانه
تکرار	۳	۱۶/۶	۳۴۰	۳۴۲	۶۸/۱	۰/۰۱۰	۳۶۴	۰/۶۶۰	۷۷۲۱
آرایش کشت مخلوط	۷	۱۹/۰ **	۲۸۵ **	۳۹۷ **	۱/۷۹ **	۰/۰۱۷ **	۱۶۰ **	۳/۹۷ **	۶۸۶۸ **
خطای الف	۱۴	۱/۲۵	۰/۰۱۴	۰/۵۴۹	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰۰۲	۰/۰۱۰	۰/۰۰۸	۷۴/۷
کود نیتروژن	۲	۲۲/۲ **	۳۷۸ **	۵۷۵ **	۱۹/۸ **	۰/۵۴۲ **	۲۶۲۳ **	۶/۰۱ **	۱۰۴۷۹ **
آرایش کشت مخلوط × کود نیتروژن	۱۴	۲/۶۷ **	۲/۶۳ **	۲۳/۷ **	۰/۰۸۰ **	۰/۰۰۸ **	۴/۸۷ **	۰/۳۰۷ **	۵۳۱ **
خطای ب	۳۲	۰/۹۶۴	۰/۰۲۰	۰/۵۳۰	۰/۰۰۸	۰/۰۰۰۰۲	۰/۰۱۰	۰/۱۰۴	۳۹/۵
ضریب تغییرات (درصد)	-	۸/۱۳	۰/۵۰	۱/۵۱	۰/۶۹	۰/۳۰	۰/۱۵	۵/۶۱	۲/۱۰

** معنی‌دار در سطح ۱ درصد.

جدول ۳. مقایسات میانگین اثر متقابل کشت مخلوط و کود نیتروژن بر وزن خشک برگ گوار (گرم در بوته)

کود نیتروژن			آرایش کشت مخلوط
عدم مصرف نیتروژن	۵۰ درصد نیاز کودی	۱۰۰ درصد نیاز کودی	
۱۲/۷ c-f	۱۴/۵ ab	۱۴/۷ a	کشت خالص گوار
۹/۵۳ ij	۱۲/۰ d-g	۱۳/۱ b-f	یک ردیف کشت گوار + یک ردیف کشت چای ترش
۹/۶۶ ij	۱۱/۹ e-g	۱۲/۹ b-f	دو ردیف کشت گوار + یک ردیف کشت چای ترش
۱۳/۱ b-f	۱۴/۱ a-c	۱۳/۵ a-e	سه ردیف کشت گوار + یک ردیف کشت چای ترش
۱۱/۱ g-i	۹/۶۳ ij	۹/۹۳ ij	یک ردیف کشت گوار + دو ردیف کشت چای ترش
۹/۴۰ j	۹/۹۶ h-j	۱۱/۶ f-h	یک ردیف کشت گوار + سه ردیف کشت چای ترش
۹/۸۳ ij	۱۲/۷ c-f	۱۳/۵ a-d	دو ردیف کشت گوار + سه ردیف کشت چای ترش
۱۲/۷ c-j	۱۳/۸ a-c	۱۳/۶ a-d	سه ردیف کشت گوار + دو ردیف کشت چای ترش

میانگین‌های دارای حرف مشترک، اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد براساس آزمون LSD با یکدیگر ندارند.

۲.۴. وزن خشک ساقه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل آرایش کشت مخلوط و کود نیتروژن بر وزن خشک ساقه گوار معنی‌دار شد (جدول ۲). بدین ترتیب که بیش‌ترین وزن خشک ساقه در تیمار کشت سه ردیف گوار + کشت یک ردیف چای ترش در شرایط تأمین ۱۰۰ درصد نیاز کودی مشاهده شد و در این تیمار، وزن خشک ساقه به بیش از ۴۰ گرم در بوته رسید (جدول ۴). در سایر تیمارها وزن خشک ساقه، کم‌تر از ۳۹/۴ گرم در بوته بود. پس از این تیمار، تیمار کشت خالص گوار در شرایط تأمین ۱۰۰ درصد نیاز کودی، با وزن خشک ساقه ۳۹/۳ گرم در بوته در رتبه بعدی قرار گرفت (جدول ۴). کم‌ترین وزن خشک ساقه نیز در تیمار کشت یک ردیف گوار + کشت سه ردیف چای ترش در شرایط عدم مصرف کود نیتروژن ملاحظه گردید، به‌طوری‌که در این تیمار، وزن خشک ساقه کم‌تر از ۱۷ گرم در بوته بود (جدول ۴).

جدول ۴. مقایسات میانگین اثر متقابل کشت مخلوط و کود نیتروژن بر وزن خشک ساقه گوار (گرم در بوته)

کود نیتروژن			آرایش کشت مخلوط
۱۰۰ درصد نیاز کودی	۵۰ درصد نیاز کودی	عدم مصرف نیتروژن	
۳۹/۳ b	۳۵/۲ d	۳۲/۵ g	کشت خالص گوار
۳۱/۳ i	۲۹/۱ l	۲۵/۹ q	یک ردیف کشت گوار + یک ردیف کشت چای ترش
۳۴/۷ e	۳۳/۱ h	۲۸/۸ m	دو ردیف کشت گوار + یک ردیف کشت چای ترش
۴۰/۴ a	۳۶/۱ c	۳۳/۸ f	سه ردیف کشت گوار + یک ردیف کشت چای ترش
۲۷/۷ p	۲۲/۳ t	۱۸/۹ u	یک ردیف کشت گوار + دو ردیف کشت چای ترش
۲۴/۳ r	۲۲/۶ s	۱۶/۷ v	یک ردیف کشت گوار + سه ردیف کشت چای ترش
۳۰/۴ k	۲۸/۰ o	۲۲/۸ s	دو ردیف کشت گوار + سه ردیف کشت چای ترش
۳۰/۹ j	۲۸/۳ n	۲۴/۳ r	سه ردیف کشت گوار + دو ردیف کشت چای ترش

میانگین‌های دارای حرف مشترک، اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد براساس آزمون LSD با یکدیگر ندارند.

۳.۴. وزن خشک اندام هوایی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل آرایش کشت مخلوط و کود نیتروژن بر وزن خشک اندام هوایی گوار معنی‌دار شد (جدول ۲). به‌طوری‌که بیش‌ترین وزن خشک اندام هوایی در دو تیمار کشت خالص گوار و کشت سه ردیف گوار + کشت یک ردیف چای ترش در شرایط تأمین ۱۰۰ درصد نیاز کودی مشاهده شد و در این دو تیمار، وزن خشک اندام هوایی گوار به بیش از ۵۹/۵ گرم در بوته رسید (جدول ۵). پس از این دو تیمار، تیمار کشت خالص گوار در شرایط تأمین ۵۰ درصد نیاز کودی، با وزن خشک اندام هوایی از ۵۷/۷ گرم در بوته در رتبه بعدی قرار گرفت. در سایر تیمارها وزن خشک اندام هوایی، کم‌تر از ۵۶ گرم در بوته بود (جدول ۵). در تمامی سطوح تیمار آرایش کشت مخلوط، با افزایش مقدار نیتروژن از صفر به ۱۰۰ درصد نیاز کودی، وزن خشک اندام هوایی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۵).

جدول ۵. مقایسات میانگین اثر متقابل کشت مخلوط و کود نیتروژن بر وزن خشک اندام هوایی گوار (گرم در بوته)

کود نیتروژن			آرایش کشت مخلوط
۱۰۰ درصد نیاز کودی	۵۰ درصد نیاز کودی	عدم مصرف نیتروژن	
۶۰/۵ a	۵۷/۷ b	۵۲/۰ g	کشت خالص گوار
۵۳/۴ ef	۴۹/۶ h	۳۸/۶ k	یک ردیف کشت گوار + یک ردیف کشت چای ترش
۵۲/۶ g	۴۸/۵ h	۳۸/۸ k	دو ردیف کشت گوار + یک ردیف کشت چای ترش
۵۹/۷ a	۵۵/۵ c	۵۱/۷ g	سه ردیف کشت گوار + یک ردیف کشت چای ترش
۴۰/۵ j	۳۸/۲ kl	۳۷/۱ lm	یک ردیف کشت گوار + دو ردیف کشت چای ترش
۴۶/۷ i	۳۸/۶ k	۳۶/۷ m	یک ردیف کشت گوار + سه ردیف کشت چای ترش
۵۴/۲ de	۵۱/۷ g	۳۸/۷ k	دو ردیف کشت گوار + سه ردیف کشت چای ترش
۵۵/۰ cd	۵۴/۵ c-e	۵۱/۴ g	سه ردیف کشت گوار + دو ردیف کشت چای ترش

میانگین‌های دارای حرف مشترک، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد براساس آزمون LSD با یکدیگر ندارند.

۴.۴. وزن خشک ریشه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل آرایش کشت مخلوط و کود نیتروژن بر وزن خشک ریشه گوار معنی‌دار شد (جدول ۲). به‌طوری‌که بیش‌ترین وزن خشک ریشه به میزان ۱۴/۵ گرم در بوته در تیمار کشت سه ردیف گوار+ کشت یک ردیف چای ترش در شرایط تأمین ۱۰۰ درصد نیاز کودی مشاهده شد (جدول ۶). پس از این تیمار، دو تیمار کشت خالص گوار و کشت سه ردیف گوار+ کشت دو ردیف چای ترش، در شرایط تأمین ۱۰۰ درصد نیاز کودی در رتبه بعدی قرار گرفتند (جدول ۶). در تمامی سطوح تیمار آرایش کشت مخلوط، با افزایش مقدار نیتروژن از صفر به ۱۰۰ درصد نیاز کودی، وزن خشک ریشه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۶). کم‌ترین وزن خشک ریشه نیز در دو تیمار کشت یک ردیف گوار+ کشت دو ردیف چای ترش و کشت یک ردیف گوار+ کشت سه ردیف چای ترش در شرایط عدم مصرف کود نیتروژن وجود داشت. به‌طوری‌که در این دو تیمار، وزن خشک ریشه، حتی به ۱۱/۶ گرم در بوته هم نرسید (جدول ۶).

جدول ۶. مقایسات میانگین اثر متقابل کشت مخلوط و کود نیتروژن بر وزن خشک ریشه گوار (گرم در بوته)

کود نیتروژن			آرایش کشت مخلوط
عدم مصرف نیتروژن	۵۰ درصد نیاز کودی	۱۰۰ درصد نیاز کودی	
۱۲/۵ jk	۱۳/۵ ef	۱۴/۲ b	کشت خالص گوار
۱۱/۸ p	۱۲/۷ j	۱۳/۳ g	یک ردیف کشت گوار+ یک ردیف کشت چای ترش
۱۲/۲ no	۱۲/۹ i	۱۳/۸ d	دو ردیف کشت گوار+ یک ردیف کشت چای ترش
۱۲/۴ lm	۱۳/۷ de	۱۴/۵ a	سه ردیف کشت گوار+ یک ردیف کشت چای ترش
۱۲/۲ no	۱۳/۱ hi	۱۳/۹ c	یک ردیف کشت گوار+ دو ردیف کشت چای ترش
۱۱/۳ q	۱۲/۴ kl	۱۳/۲ gh	یک ردیف کشت گوار+ سه ردیف کشت چای ترش
۱۱/۵ q	۱۲/۳ mn	۱۳/۵ f	دو ردیف کشت گوار+ سه ردیف کشت چای ترش
۱۲/۰ o	۱۳/۱ gh	۱۴/۱ bc	سه ردیف کشت گوار+ دو ردیف کشت چای ترش

میانگین‌های دارای حرف مشترک، اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد براساس آزمون LSD با یکدیگر ندارند.

۴.۵. قطر ریشه

بررسی نتایج مقایسات میانگین نشان داد که اثر متقابل آرایش کشت مخلوط و کود نیتروژن بر قطر ریشه گوار معنی‌دار شد (جدول ۲). بدین ترتیب که بیش‌ترین قطر ریشه به میزان ۱/۱۶ میلی‌متر در تیمار کشت سه ردیف گوار+ کشت یک ردیف چای ترش در شرایط تأمین ۱۰۰ درصد نیاز کودی مشاهده شد (جدول ۷). پس از این تیمار، تیمار کشت دو ردیف گوار+ کشت یک ردیف چای ترش در شرایط تأمین ۱۰۰ درصد نیاز کودی، با قطر ریشه ۱/۱۴ میلی‌متر در رتبه بعدی قرار گرفت (جدول ۷). کم‌ترین قطر ریشه نیز در تیمار کشت یک ردیف گوار+ کشت سه ردیف چای ترش در شرایط عدم مصرف کود نیتروژن ملاحظه گردید، به‌طوری‌که در این تیمار، قطر ریشه کم‌تر از ۰/۷۰۲ میلی‌متر بود (جدول ۷). علاوه بر این، در پژوهش حاضر در تمامی سطوح تیمار آرایش کشت مخلوط، با افزایش مقدار نیتروژن از صفر به ۱۰۰ درصد نیاز کودی، قطر ریشه به‌طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد (جدول ۷).

۴.۶. طول ریشه

بررسی نتایج مقایسات میانگین نشان داد که اثر متقابل آرایش کشت مخلوط و کود نیتروژن بر طول ریشه گوار معنی‌دار شد (جدول ۲). بدین ترتیب که بیش‌ترین طول ریشه به میزان ۸۰/۸ سانتی‌متر در تیمار کشت خالص گوار در شرایط تأمین ۱۰۰ درصد نیاز کودی مشاهده شد (جدول ۸). پس از این تیمار، تیمار کشت سه ردیف گوار+ کشت یک ردیف چای ترش در شرایط تأمین ۱۰۰ درصد نیاز کودی، با طول ریشه ۸۰/۵ سانتی‌متر در رتبه بعدی قرار گرفت و فقط در این

دو تیمار بود که طول ریشه به بیش از ۸۰ سانتی‌متر رسید (جدول ۸). کم‌ترین طول ریشه نیز در تیمار کشت یک ردیف گوار+ کشت سه ردیف چای ترش در شرایط عدم مصرف کود نیتروژن ملاحظه گردید، به‌طوری‌که در این تیمار، طول ریشه کم‌تر از ۵۰/۵ سانتی‌متر بود (جدول ۸). به‌طور کلی، در پژوهش حاضر، در تمامی سطوح تیمار آرایش کشت مخلوط، با افزایش مقدار نیتروژن از صفر به ۱۰۰ درصد نیاز کودی، طول ریشه به‌طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد (جدول ۸).

جدول ۷. مقایسات میانگین اثر متقابل کشت مخلوط و کود نیتروژن بر قطر ریشه گوار (میلی‌متر)

کود نیتروژن			آرایش کشت مخلوط
عدم مصرف نیتروژن	۵۰ درصد نیاز کودی	۱۰۰ درصد نیاز کودی	
q۰/۷۷۱	k۰/۸۹۳	d۱/۰۲	کشت خالص گوار
u۰/۷۱۷	p۰/۷۹۲	e۰/۹۸۴	یک ردیف کشت گوار+ یک ردیف کشت چای ترش
w۰/۷۰۷	n۰/۸۳۳	b۱/۱۴	دو ردیف کشت گوار+ یک ردیف کشت چای ترش
r۰/۷۵۷	i۰/۹۰۰	a۱/۱۶	سه ردیف کشت گوار+ یک ردیف کشت چای ترش
t۰/۷۲۳	l۰/۸۶۲	g۰/۹۴۷	یک ردیف کشت گوار+ دو ردیف کشت چای ترش
x۰/۷۰۱	o۰/۸۲۳	h۰/۹۱۷	یک ردیف کشت گوار+ سه ردیف کشت چای ترش
s۰/۷۴۲	m۰/۸۵۴	f۰/۹۵۱	دو ردیف کشت گوار+ سه ردیف کشت چای ترش
v۰/۷۱۴	j۰/۸۹۸	c۱/۱۱	سه ردیف کشت گوار+ دو ردیف کشت چای ترش

میانگین‌های دارای حرف مشترک، اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد براساس آزمون LSD با یکدیگر ندارند.

جدول ۸. مقایسات میانگین اثر متقابل کشت مخلوط و کود نیتروژن بر طول ریشه گوار (سانتی‌متر)

کود نیتروژن			آرایش کشت مخلوط
عدم مصرف نیتروژن	۵۰ درصد نیاز کودی	۱۰۰ درصد نیاز کودی	
۵۹/۷ p	۷۱/۸ i	۸۰/۸ a	کشت خالص گوار
۵۱/۵ v	۶۲/۱ n	۷۴/۲ e	یک ردیف کشت گوار+ یک ردیف کشت چای ترش
۵۸/۱ r	۶۹/۸ k	۷۸/۷ c	دو ردیف کشت گوار+ یک ردیف کشت چای ترش
۶۱/۳ o	۷۲/۸ g	۸۰/۵ b	سه ردیف کشت گوار+ یک ردیف کشت چای ترش
۵۸/۸ u	۶۱/۴ o	۷۲/۳ h	یک ردیف کشت گوار+ دو ردیف کشت چای ترش
۵۰/۴ w	۵۹/۵ q	۷۰/۷ z	یک ردیف کشت گوار+ سه ردیف کشت چای ترش
۵۵/۶ s	۶۸/۳ l	۷۴/۱ f	دو ردیف کشت گوار+ سه ردیف کشت چای ترش
۵۳/۴ t	۶۶/۰ m	۷۷/۵ d	سه ردیف کشت گوار+ دو ردیف کشت چای ترش

میانگین‌های دارای حرف مشترک، اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد براساس آزمون LSD با یکدیگر ندارند.

۴.۷. طول غلاف

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل آرایش کشت مخلوط و کود نیتروژن بر طول غلاف گوار معنی‌دار شد (جدول ۲). بدین ترتیب که بیش‌ترین طول غلاف در تیمار کشت سه ردیف گوار+ کشت یک ردیف چای ترش در شرایط تأمین ۱۰۰ درصد نیاز کودی مشاهده شد و در این تیمار، طول غلاف به بیش از ۷/۴ سانتی‌متر رسید (جدول ۹). در سایر تیمارها طول غلاف، کم‌تر از هفت سانتی‌متر بود. پس از این تیمار، دو تیمار کشت سه ردیف گوار+ کشت یک ردیف چای ترش در شرایط تأمین ۵۰ درصد نیاز کودی و کشت خالص گوار در شرایط تأمین ۱۰۰ درصد نیاز کودی، به‌ترتیب با طول غلاف ۶/۹۰ و ۶/۸۳ سانتی‌متر در رتبه بعدی قرار گرفتند (جدول ۹). کم‌ترین طول غلاف نیز در دو تیمار کشت یک ردیف گوار+ کشت سه ردیف چای ترش و کشت یک ردیف گوار+ کشت دو ردیف چای ترش در شرایط عدم مصرف کود نیتروژن ملاحظه گردید، به‌طوری‌که در این دو تیمار، طول غلاف کم‌تر از ۴/۷۴ سانتی‌متر بود (جدول ۹). علاوه بر این، در پژوهش حاضر در اکثر سطوح تیمار آرایش کشت مخلوط، با افزایش مقدار نیتروژن از صفر به ۱۰۰ درصد نیاز کودی، طول غلاف هم افزایش پیدا کرد (جدول ۹)، اما شیب این افزایش نسبت به تعداد غلاف در بوته و وزن صد دانه کم‌تر بود. به‌طوری‌که در تیمارهایی مثل کشت دو ردیف گوار+ کشت یک ردیف چای ترش و کشت خالص

گوار، بین دو سطح ۵۰ و ۱۰۰ درصد نیاز کودی نیتروژن، اختلاف معنی‌داری از نظر طول غلاف وجود نداشت. علاوه بر این، در تیمار کشت یک ردیف گوار+ کشت دو ردیف چای ترش اختلاف معنی‌داری بین سطوح کود نیتروژن وجود نداشت و هر سه سطح تیمار نیتروژن در این سطح از تیمار کشت مخلوط، در یک گروه آماری قرار گرفتند.

جدول ۹. مقایسات میانگین اثر متقابل کشت مخلوط و کود نیتروژن بر طول غلاف گوار (سانتی‌متر)

کود نیتروژن			آرایش کشت مخلوط
عدم مصرف نیتروژن	۵۰ درصد نیاز کودی	۱۰۰ درصد نیاز کودی	
۶/۱۶ d	۶/۷۰ c	۶/۸۳ bc	کشت خالص گوار
۴/۸۰ j	۵/۶۰ h	۶/۰۰ de	یک ردیف کشت گوار+ یک ردیف کشت چای ترش
۵/۱۰ i	۵/۹۰ ef	۵/۹۳ ef	دو ردیف کشت گوار+ یک ردیف کشت چای ترش
۵/۸۰ fg	۶/۹۰ b	۷/۴۰ a	سه ردیف کشت گوار+ یک ردیف کشت چای ترش
۴/۷۳ jk	۴/۸۰ j	۴/۹۰ j	یک ردیف کشت گوار+ دو ردیف کشت چای ترش
۴/۶۰ k	۴/۸۰ j	۵/۷۰ gh	یک ردیف کشت گوار+ سه ردیف کشت چای ترش
۴/۸۰ j	۶/۰۰ de	۶/۷۰ c	دو ردیف کشت گوار+ سه ردیف کشت چای ترش
۵/۷۰ gh	۵/۹۰ ef	۶/۱۶ d	سه ردیف کشت گوار+ دو ردیف کشت چای ترش

میانگین‌های دارای حرف مشترک، اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد براساس آزمون LSD با یکدیگر ندارند.

۴.۸. عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل آرایش کشت مخلوط و کود نیتروژن بر عملکرد دانه گوار معنی‌دار شد (جدول ۲). به‌طوری‌که بیش‌ترین عملکرد دانه در دو تیمار کشت خالص گوار و کشت سه ردیف گوار+ کشت یک ردیف چای ترش در شرایط تأمین ۱۰۰ درصد نیاز کودی مشاهده شد و در این دو تیمار، عملکرد دانه گوار به بیش از ۳۵۵ گرم در مترمربع رسید (جدول ۱۰). پس از این دو تیمار، تیمارهای کشت خالص گوار و کشت سه ردیف گوار+ کشت یک ردیف چای ترش در شرایط تأمین ۵۰ درصد نیاز کودی، به‌ترتیب با عملکرد دانه از ۳۴۲ و ۳۳۳ گرم در مترمربع در رتبه بعدی قرار گرفتند. در سایر تیمارها عملکرد دانه، کم‌تر از ۳۲۶ گرم در مترمربع بود (جدول ۱۰). تقریباً در تمامی سطوح تیمار آرایش کشت مخلوط، با افزایش مقدار نیتروژن از صفر به ۱۰۰ درصد نیاز کودی، عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۱۰). کم‌ترین عملکرد دانه نیز در سه تیمار کشت یک ردیف گوار+ کشت یک ردیف چای ترش، کشت یک ردیف گوار+ کشت سه ردیف چای ترش و کشت دو ردیف گوار+ کشت دو ردیف چای ترش، هر سه در شرایط عدم مصرف کود نیتروژن ملاحظه گردید، به‌طوری‌که در این سه تیمار، عملکرد دانه کم‌تر از ۲۵۶ گرم در مترمربع بود (جدول ۱۰).

جدول ۱۰. مقایسات میانگین اثر متقابل کشت مخلوط و کود نیتروژن بر عملکرد دانه گوار (گرم در مترمربع)

کود نیتروژن			آرایش کشت مخلوط
عدم مصرف نیتروژن	۵۰ درصد نیاز کودی	۱۰۰ درصد نیاز کودی	
۳۱۵ d-f	۳۴۲ b	۳۵۷ a	کشت خالص گوار
۲۴۸ k	۲۹۶ g	۳۲۰ de	یک ردیف کشت گوار+ یک ردیف کشت چای ترش
۲۶۴ h-j	۲۹۵ g	۳۱۶ d-f	دو ردیف کشت گوار+ یک ردیف کشت چای ترش
۳۱۱ ef	۳۳۳ bc	۳۵۵ a	سه ردیف کشت گوار+ یک ردیف کشت چای ترش
۲۶۱ h-j	۲۶۴ h-j	۲۶۵ h	یک ردیف کشت گوار+ دو ردیف کشت چای ترش
۲۵۵ i-k	۲۶۵ hi	۲۸۶ g	یک ردیف کشت گوار+ سه ردیف کشت چای ترش
۲۵۴ jk	۳۱۲ ef	۳۲۵ cd	دو ردیف کشت گوار+ سه ردیف کشت چای ترش
۳۰۹ f	۳۱۴ d-f	۳۲۳ cd	سه ردیف کشت گوار+ دو ردیف کشت چای ترش

میانگین‌های دارای حرف مشترک، اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد براساس آزمون LSD با یکدیگر ندارند.

۵. بحث

به‌طور کلی براساس نتایج پژوهش حاضر، به‌نظر می‌رسد که در شرایطی که تعداد ردیف‌های کاشت گوار بر چای ترش برتری داشته، وزن خشک برگ گوار به‌طور معنی‌داری افزایش یافته است. احتمالاً سایه‌اندازی بیش‌تر بوته‌های چای ترش بر روی بوته‌های گوار در سایر آرایش‌های کشت مخلوط، سبب کاهش استفاده بهینه گوار از منابع شده و کاهش وزن خشک برگ را برای گوار به‌همراه داشته است. هم‌چنین به‌نظر می‌رسد که افزایش رشد رویشی گوار طی اعمال ۵۰ و ۱۰۰ درصد نیاز کود نیتروژن می‌تواند در افزایش وزن خشک برگ گوار مؤثر باشد. چنین به‌نظر می‌رسد که باوجود توانایی گیاه گوار، در تثبیت زیستی نیتروژن، این قابلیت، نمی‌تواند به اندازه کافی در تأمین نیتروژن موردنیاز رشد برگ‌ها، های گوار تأثیرگذار باشد و کاربرد حداقل ۵۰ درصد کود نیتروژن موردنیاز گوار جهت دستیابی رشد مطلوب برگ‌ها، ضروری می‌باشد. چراکه کلروفیل، از ارکان اصلی فرایند فتوسنتز بوده و نیتروژن در سنتز مولکول کلروفیل نقش داشته و بدون وجود نیتروژن حلقه‌های پورفیرینی سر مولکول کلروفیل تشکیل نخواهند شد (تایز^۱ و زایگر^۲، ۲۰۱۰)، لذا تأثیر آن در افزایش وزن خشک برگ گوار منطقی به‌نظر می‌رسد. در همین ارتباط، نصرالله‌زاده^۳ (۲۰۱۷) گزارش کرد که کاربرد کود زیستی بارور سبب افزایش وزن خشک گیاه کنجد شد.

در پژوهش حاضر، در تمامی سطوح تیمار آرایش کشت مخلوط، با افزایش مقدار نیتروژن از صفر به ۱۰۰ درصد نیاز کودی، وزن خشک ساقه هم افزایش پیدا کرد (جدول ۴). هرچند افزایش وزن خشک ساقه، ممکن است به‌خاطر رشد رویشی بیش از حد آن، ناشی از جذب زیاد مواد غذایی باشد، اما در پژوهش حاضر، افزایش وزن خشک ساقه با افزایش وزن خشک برگ همراه بود و به‌نظر می‌رسد که انجام کشت سه ردیف گوار+ کشت یک ردیف چای ترش در شرایط تأمین ۱۰۰ درصد نیاز کودی می‌تواند منجر به افزایش وزن خشک ساقه گردد. احسانی‌پور و همکاران (۱۳۹۸) طی بررسی اثر کشت مخلوط نیشکر و لوبیا بر ویژگی‌های مورفولوژیک نیشکر تحت تیمارهای مختلف کود زیستی، عنوان کردند که بیش‌ترین ارتفاع ساقه و قطر میانگرمه وسط ساقه در تیمار کشت مخلوط نیشکر و لوبیا تحت شرایط مصرف قارچ میکوریزا و باکتری ریزوبیوم مشاهده شد. به‌طوری که در این تیمار نسبت به تیمار کشت خالص نیشکر در شرایط مشابه کود زیستی، ارتفاع ساقه و قطر میانگرمه وسط ساقه به‌طور معنی‌داری و به‌ترتیب ۴/۰۵ و ۷/۶۹ درصد بیش‌تر بود. در پژوهشی دیگر، مومن‌کیخا و همکاران (۱۳۹۶) طی ارزیابی کشت مخلوط گوار با آفتابگردان، اظهار داشتند که بیش‌ترین وزن زیست توده گوار در تیمار کشت مخلوط ۷۵ درصد گوار+ ۲۵ درصد آفتابگردان مشاهده شد و وزن زیست‌توده گوار در این تیمار حتی از کشت خالص گوار هم به‌طور معنی‌داری بیش‌تر بود.

براساس نتایج پژوهش حاضر، در بین سطوح مختلف آرایش کشت مخلوط، تنها تیماری که از نظر وزن خشک اندام هوایی با تیمار کشت خالص گوار در یک گروه آماری قرار گرفت، کشت سه ردیف گوار+ کشت یک ردیف چای ترش در شرایط مشابه تأمین ۱۰۰ درصد نیاز کودی بود. به‌نظر می‌رسد که استفاده بهتر از منابع و سرعت رشد بیش‌تر در این آرایش کشت مخلوط، سبب بروز این برتری شده است. هم‌چنین احتمالاً سایه‌اندازی بیش‌تر بوته‌های چای ترش بر روی بوته‌های گوار در سایر آرایش‌های کشت مخلوط، سبب کاهش استفاده بهینه گوار از نور و تولید فتواسیمیلات‌ها شده و کاهش وزن خشک اندام هوایی را برای گوار به‌همراه داشته است. نتایج مطالعه حاضر با یافته‌های پژوهش‌گران دیگر همسو است. شهبازی و همکاران (۱۴۰۰) در بررسی نسبت‌های مختلف کشت مخلوط گوار و نعنا فلفلی، گزارش کردند که بیش‌ترین وزن خشک گوار، در دو تیمار کشت خالص گوار و الگوی کشت مخلوط ۷۵ درصد گوار+ ۲۵ درصد نعنا

1. Taiz

2. Zeiger

3. Nasrollahzadeh

فلفلی به‌دست آمد. علاوه بر این، براساس یافته‌های پژوهش حاضر، با افزایش کاربرد کود نیتروژن از صفر به ۱۰۰ درصد نیاز کودی، وزن خشک اندام هوایی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. چنین تفسیر می‌گردد که هرچند گیاه گوار، دارای توانایی تثبیت زیستی نیتروژن است، اما به‌نظر می‌رسد که این توانایی، نمی‌تواند به اندازه کافی در تأمین نیتروژن موردنیاز اندام‌های هوایی گوار و رشد آن‌ها تأثیرگذار باشد. با توجه به این‌که نیتروژن ترکیب اصلی پروتئین‌ها را تشکیل داده و با عنایت به این‌که آنزیم‌ها نیز پروتئینی هستند، بنابراین، وجود نیتروژن برای سنتز تمام آنزیم‌ها ضروری است و کمبود آن در هر واکنش آنزیمی تأثیرگذار است (تایز و زایگر، ۲۰۱۰). نیتروژن هم‌چنین در سنتز مولکول کلروفیل نیز موردنیاز بوده و بدون وجود نیتروژن حلقه‌های پورفیرینی سر مولکول کلروفیل تشکیل نخواهند شد (تایز و زایگر، ۲۰۱۰)؛ لذا تأثیر آن در افزایش وزن خشک اندام هوایی گوار منطقی به‌نظر می‌رسد. مومن‌کیخا و همکاران (۱۳۹۶) نیز طی ارزیابی کشت مخلوط گوار با آفتابگردان، عنوان کردند که در تمامی سطوح الگوهای کشت مخلوط، با افزایش مقدار نیتروژن از صفر به ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، وزن خشک اندام هوایی گوار به‌طور معنی‌داری افزایش یافت.

براساس نتایج پژوهش حاضر، در بین سطوح مختلف آرایش کشت مخلوط، تنها تیمارهایی که وزن خشک ریشه بیش از ۱۴ گرم در بوته تولید کردند، سه تیمار کشت سه ردیف گوار + کشت یک ردیف چای ترش، کشت سه ردیف گوار + کشت دو ردیف چای ترش و کشت خالص گوار، در شرایط تأمین ۱۰۰ درصد نیاز کودی بودند. گزارش شده است که در سیستم کشت مخلوط، تفاوت در ساختار ریشه‌ای گیاهان منجر به حالت تکمیل‌کنندگی در تسخیر منابع شده و این امر افزایش کارایی مصرف عناصر غذایی را در پی داشته (هاگارد نیلسون^۱ و جنسن^۲، ۲۰۰۱) و درنهایت می‌تواند افزایش وزن خشک ریشه را در پی داشته باشد. دادمند (۱۳۹۸)، اظهار داشت که تفاوت در مورفولوژی ریشه گیاهان مختلف سبب می‌شود تا ترکیب آن‌ها در زراعت مخلوط باعث بهره‌برداری بهتر از آب موجود در طبقات مختلف خاک شود. وی هم‌چنین اظهار داشت که ریشه‌های گونه‌های مختلف گیاهی ممکن است از یکدیگر گریزان بوده و در نتیجه این عمل، ریشه‌ها در حجم بیش‌تری از خاک توزیع شده و این امر سبب افزایش وزن ریشه‌ها در کشت مخلوط گردد (دادمند، ۱۳۹۸). علاوه بر این، در پژوهش حاضر، در سطوح مختلف آرایش کشت مخلوط، با افزایش مقدار نیتروژن مصرفی، وزن خشک ریشه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. به‌نظر می‌رسد که این موضوع ناشی از تأثیر مثبت نیتروژن بر بهبود ظرفیت فتوسنتزی گیاه گوار بوده باشد. احسانی‌پور و همکاران (۱۳۹۸) طی کاربرد کود زیستی میکوریزا در کشت مخلوط نیشکر با سویا و لوبیا چشم‌بلبلی، گزارش کردند که کاربرد کود زیستی سبب افزایش وزن خشک گیاه نیشکر گردید. آن‌ها اظهار داشتند که قارچ میکوریزا به‌واسطه تأمین بیش‌تر عناصر غذایی و بهبود فعالیت‌های فتوسنتزی گیاه، سبب افزایش انتقال مواد فتوسنتزی از اندام‌های هوایی به سمت ریشه‌ها شده و این امر نیز به‌واسطه تأثیر بر تولید بیش‌تر هورمون جبرلین، باعث افزایش تولید ریشه و درنهایت افزایش وزن خشک ریشه گیاه نیشکر در کشت مخلوط با گیاهان لگوم گردیده است.

گزارش شده است که گوار به‌طور عمده ریشه‌های بسیار ظریفی داشته و متوسط قطر ریشه آن ۰/۳۸ تا ۰/۴۴ میلی‌متر بوده که در محدوده ۱۳۰ سانتی‌متر عمق خاک متمرکز شده‌اند و گره‌های ریشه عموماً به سمت سطح خاک قرار دارند (مک‌میلان و همکاران^۳، ۲۰۲۱). با این وجود در پژوهش حاضر، تأثیر افزایش میزان کود نیتروژن مصرفی بر افزایش قطر ریشه کاملاً مشهود بود. به‌نظر می‌رسد که کاربرد نیتروژن در افزایش قطر ریشه گوار کاملاً تأثیرگذار است. ارشدی و همکاران (۱۳۹۹) نیز طی بررسی اثر کاربرد کودهای زیستی بر ریشه نخود، افزایش قابل‌توجه قطر ریشه نخود را طی کاربرد کودهای میکوریزا و ریزوبیوم اعلام کردند. آن‌ها این موضوع را به تجمع بخشی از عناصر غذایی در ریشه‌ها و

1. Hauggaard-Nielsen
2. Jensen
3. MacMillan

اختصاص بیش‌تر فراورده‌های فتوسنتزی به ریشه نسبت دادند. با این وجود، گلدانی و همکاران (۱۳۹۵) عدم تأثیرپذیری قطر ریشه گیاه سرخارگل را طی کاربرد مقادیر مختلف کود نیتروژن گزارش کردند. آن‌ها بیان نمودند که قطر ریشه گیاه سرخارگل تحت تأثیر مقادیر کود فسفر قرار گرفت، اما کود نیتروژن تأثیری بر قطر ریشه گیاه سرخارگل نداشت.

مطالعات نشان داده‌اند که در ابتدای فصل رشد، عموماً در اطراف ریشه‌ها، به اندازه کافی یون‌های محلول در آب وجود دارند و لذا بین ریشه‌های گیاهان مجاور، رقابتی برای جذب آب و مواد غذایی وجود ندارد؛ رقابت زمانی شروع می‌شود که ریشه‌های گیاهان، به‌خوبی رشد کرده و حجم زیادی از خاک را اشغال می‌نمایند و برای جذب آب و مواد غذایی بیش‌تر، تلاش می‌کنند. این ویژگی در سیستم کشت مخلوط، می‌تواند باعث افزایش طول ریشه گیاهان گردد (پاساری و همکاران، ۱۳۸۱). مرزبان و همکاران (۱۳۹۳) در بررسی ویژگی‌های مورفولوژیک لوبیا در شرایط کشت مخلوط با ذرت تحت سطوح مختلف کود زیستی، بیش‌ترین طول ریشه لوبیا را در شرایط کشت مخلوط با ذرت گزارش کردند. هم‌چنین در پژوهش حاضر، افزایش میزان کود نیتروژن مصرفی بر افزایش طول ریشه گوار کاملاً تأثیرگذار بود. ارشدی و همکاران (۱۳۹۹) طی بررسی اثر کاربرد کودهای زیستی بر خصوصیات ریشه نخود، اظهار داشتند که فراهمی عناصر غذایی، می‌تواند در برقراری تعادل هورمونی و به‌دنبال آن، افزایش طول ریشه گیاه، مؤثر باشد. البته گلدانی و همکاران (۱۳۹۵) عدم تأثیرپذیری طول ریشه گیاه سرخارگل را طی کاربرد مقادیر مختلف کود نیتروژن گزارش کردند.

نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهند که طول غلاف کم‌تر تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد. به‌طور کلی، غلاف اندامی است که تعداد دانه را در خود جای می‌دهد، لذا افزایش آن می‌تواند به افزایش تعداد دانه و در نهایت افزایش عملکرد محصول منجر شود (غربائی‌طغرکان و همکاران، ۱۴۰۰). هرچند افزایش طول غلاف ممکن است به‌خاطر رشد رویشی بیش از حد آن، ناشی از جذب زیاد مواد غذایی و فراورده‌های فتوسنتزی باشد (ساجید^۱ و همکاران، ۲۰۰۹)، اما در پژوهش حاضر، افزایش طول غلاف با افزایش عملکرد دانه همراه بود و به‌نظر می‌رسد که انجام کشت سه ردیف گوار+ کشت یک ردیف چای ترش در شرایط تأمین ۱۰۰ درصد نیاز کودی می‌تواند به افزایش عملکرد منجر شود.

براساس نتایج پژوهش حاضر، در بین سطوح مختلف آرایش کشت مخلوط، تنها تیماری که از نظر عملکرد دانه با تیمار کشت خالص گوار در یک گروه آماری قرار گرفت، تیمار کشت سه ردیف گوار+ کشت یک ردیف چای ترش در شرایط مشابه تأمین ۱۰۰ درصد نیاز کودی بود. با توجه به برتری این دو تیمار در صفات مورفولوژیک، هم‌چون وزن خشک اندام هوایی در مقایسه با سایر تیمارها، برتری آن‌ها نسبت به سایر تیمارها از نظر عملکرد دانه، منطقی به‌نظر می‌رسد. مومن‌کیخا و همکاران (۱۳۹۶) نیز در پژوهش‌های خود طی بررسی اثر کشت مخلوط گوار با آفتابگردان، گزارش کردند که بیش‌ترین عملکرد دانه گوار در شرایط ۷۵ درصد گوار+ ۲۵ درصد آفتابگردان و کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن حاصل شد. علاوه بر این، چنین به‌نظر می‌رسد که نیتروژن، تأثیر قابل‌توجهی در افزایش عملکرد دانه گوار داشته و با افزایش مصرف نیتروژن از صفر به ۱۰۰ درصد تأمین نیاز کودی، بخش بیش‌تری از ماده خشک تولیدشده، به دانه‌ها اختصاص یافته و این موضوع سبب برتری معنی‌دار عملکرد دانه در آرایش‌های مختلف کشت مخلوط شده است. بررسی‌های لک و همکاران (۱۳۹۴) روی گیاه لوبیا سبز نشان داد که مصرف ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع کود اوره شاخص سطح برگ، ماده خشک کل گیاه، عملکرد دانه، عملکرد زیست‌توده، شاخص برداشت و میزان پروتئین را در این گیاه افزایش داد. هم‌چنین نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های میرزاشاهی و همکاران (۱۳۹۵) که نشان دادند تأمین ۱۰۰ درصد کود نیتروژن موردنیاز ذرت موجب افزایش معنی‌دار اجزای عملکرد و عملکرد آن گردید، همسو بود.

۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

براساس نتایج این پژوهش، تقریباً در تمامی صفات موردبررسی، تیمار کشت سه ردیف گوار+ کشت یک ردیف چای ترش نسبت به سایر الگوهای کشت مخلوط در شرایط تأمین ۱۰۰ درصد نیاز کودی برتری داشت و فقط این تیمار بود که در صفات وزن خشک برگ، وزن خشک اندام هوایی و عملکرد دانه با تیمار کشت خالص گوار در شرایط تأمین ۱۰۰ درصد نیاز کودی اختلاف معنی‌داری نداشت. لذا به‌نظر می‌رسد که این ترکیب کشت مخلوط، برای زارعین علامند به این نوع سیستم کاشت، قابل‌توصیه باشد. چرا که انجام کشت مخلوط برای گونه‌هایی با فنولوژی متفاوت، می‌تواند ضمن ایجاد تنوع زیستی و تضمین تولید، بهره‌وری از اراضی زراعی نیز افزایش دهد. همچنین بنا بر یافته‌های پژوهش حاضر، کاهش کود مصرفی نیتروژن به کم‌تر از حد نیاز گیاه گوار، در کاهش عملکرد دانه و خصوصیات مورفولوژیک تأثیرگذار بود. از این‌رو، مصرف کامل کود نیتروژن براساس توصیه آزمایشگاه خاک، قابل‌توصیه است. علاوه بر این، پیشنهاد می‌شود که کشت مخلوط گوار با سایر گیاهان غیر هم‌خانواده این گیاه که از نظر جثه و ارتفاع بوته، مشابه گوار هستند، موردبررسی قرار گیرد.

۷. تشکر و قدردانی

این مقاله با مساعدت شرکت کشاورزی مدیر کشت توس (سهامی خاص) تهیه گردیده که بدین وسیله از مدیران این شرکت، تشکر و قدردانی می‌گردد.

۸. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان مقاله حاضر وجود ندارد.

۹. منابع

- احسانی‌پور، علی؛ عباسدخت، حمید؛ قلی‌پور، منوچهر و ابدالی‌مشهدی، علیرضا (۱۳۹۸). ارزیابی بهره‌وری آب و برخی صفات کمی و کیفی نیشکر در کشت مخلوط با لگوم. *به‌زراعی کشاورزی*، ۲۱(۳)، ۲۲۳-۲۴۶.
- ارشدی، محمدجواد؛ پارسا، مهدی؛ لکزیان، امیر و کافی، محمد (۱۳۹۹). بررسی خصوصیات ریشه نخود (*Cicer arietinum* L.) تحت تیمارهای ریزوبیوم، میکوریزای آرباسکولار و شبه‌میکوریزای داخلی در شرایط خاک استریل و غیراستریل. *مجله تحقیقات علوم زراعی در مناطق خشک*، ۲(۲)، ۲۴۱-۲۵۴.
- ارشدی، محمدجواد؛ خزاعی، حمیدرضا؛ نصیری محلاتی، مهدی و عاقلی، امید (۱۳۸۹). بررسی اثرات برخی صفات مهم زراعی بر عملکرد سیب‌زمینی و امکان تعیین زمان نیاز گیاه سیب‌زمینی به کود نیتروژن با استفاده از دستگاه کلروفیل‌متر. *نشریه بوم‌شناسی کشاورزی*، ۲(۱)، ۱۳۲-۱۴۲.
- پاساری، بابک؛ مظاهری، داریوش و پیغمبری، سیدعلی (۱۳۸۱). مطالعه و بررسی آنالیزهای رشد در زراعت تک‌کشتی و مخلوط ارقام سویا. *نشریه پژوهش و سازندگی*، ۱(۵۴)، ۳۷-۵۴.
- حسینی‌نژاد، نادر (۱۴۰۰). اثر سطوح مختلف خشکی، آسکوربیک اسید و کلسیم بر خصوصیات مورفو-فیزیولوژی و بیوشیمیایی گوار. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده زیست‌شناسی، دانشگاه سیستان و بلوچستان.
- خسوعی، زینب؛ عاشوری، مجید؛ دورودیان، حمیدرضا؛ امیری، ابراهیم و محمدیان روشن، ناصر (۱۴۰۰). تأثیر مدیریت آبیاری، کمپوست زیاله شهری و کود نیتروژن بر عملکرد و برخی صفات مورفو-فیزیولوژیک بادام‌زمینی (*Arachis hypogaea* L.). *مجله تحقیقات علوم زراعی در مناطق خشک*، ۳(۲)، ۳۳۹-۳۵۷.

دامند، محمد (۱۳۹۸). ارزیابی بهره‌وری نهاده‌ها در کشت مخلوط پنبه و ذرت. رساله دکتری. دانشکده زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه فردوسی مشهد.

زارع فیض‌آبادی، احمد و امام‌وردیان، ابوالقاسم (۱۳۹۱). ارزیابی تأثیر کشت مخلوط ارقام بر خصوصیات زراعی و عملکرد گندم (*Triticum aestivum* L.). نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، ۴(۲)، ۱۴۴-۱۵۰.

شاه‌قاسی، محسن؛ ثقه‌الاسلامی، محمدجواد؛ موسوی، سیدغلامرضا و نخعی، فاطمه (۱۴۰۱). بررسی اثر سطوح آبیاری، تراکم بوته و محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه گوار (*Cyamopsis tetragonoloba* L.). مجله تحقیقات علوم زراعی در مناطق خشک، ۴(۲)، ۴۸۷-۵۰۲.

شهبازی، معصومه؛ خدایی جوقان، آیدین؛ مرادی تلاوت، محمدرضا و مشتقی، علی (۱۴۰۰). اثر نسبت‌های کشت مخلوط همزمان و همپوشان بر عملکرد اسانس نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.) و کیفیت علوفه گوار (*Cyamopsis tetragonoloba* L.). نشریه علوم زراعی/ایران، ۲۳(۲)، ۱۲۷-۱۴۱.

عراقیان، سحر؛ صدرآبادی حقیقی، رضا؛ قاسمی، محسن و سوهانی دربان، علیرضا (۱۴۰۰). واکنش عملکرد و شاخص‌های کشت مخلوط گیاهان دارویی کینوا و گوار به نسبت‌های مختلف کشت مخلوط در شرایط اقلیمی مشهد. تولید گیاهان زراعی، ۱۴(۴)، ۸۵-۱۰۴.

غربائی طغرکان، زهرا؛ آئین، احمد؛ افشارمنش، غلامرضا؛ علوی سینی، سیدمحمد و شیرزادی، محمدحسن (۱۴۰۰). تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و فسفر بر رشد و عملکرد گیاه گوار (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) به تغییر فواصل بین ردیف کاشت در شرایط آب‌وهوایی جیرفت. نشریه پژوهش‌های کاربردی زراعی، ۳۴(۴)، ۱۱۹-۱۴۳.

فتوحی‌چپانه، ستار؛ جوانشیر، عزیز؛ دباغ محمدی‌نسب، عادل؛ زند، اسکندر؛ رضوی، فرهنگ و رضائی‌چپانه، اسماعیل (۱۳۹۱). اثر تراکم‌های مختلف کشت مخلوط ذرت (*Zea mays* L.) و لوبیا قرمز (*Phaseolus vulgaris* L.) بر عملکرد دو گونه زراعی و زیست‌توده علف‌های هرز. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، ۴(۲)، ۱۳۱-۱۴۳.

کوچکی، علیرضا؛ نصیری محلاتی، مهدی؛ مندانی، فرزاد؛ فیضی، حسن و امیرمرادی، شهرام (۱۳۸۸). ارزیابی جذب و کارایی مصرف نور توسط کانوبی کشت مخلوط ذرت و لوبیا. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، ۱۱(۱)، ۱۳-۲۳.

گلدانی، مرتضی؛ زارع، حسین و کمالی، مریم (۱۳۹۵). تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و فسفر بر شاخص‌های رشد اندام هوایی و زیرزمینی گیاه دارویی سرخارگل (*Echinacea purpurea*). نشریه علوم باغبانی، ۳۰(۳)، ۳۶۶-۳۷۵.

لک، شهرام؛ کرمانشاهی، مهرنوش و نوریانی، حسن (۱۳۹۴). روند تغییرات شاخص سطح برگ، عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا سبز (*Phaseolus vulgaris* L.) با کاربرد سولفات روی و نیتروژن. نشریه اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، ۴، ۵۹۹-۶۱۰.

مرزبان، زهرا؛ عامریان، محمدرضا و ممرآبادی، مجتبی (۱۳۹۳). بررسی خصوصیات ریشه و شاخص کلونی‌زایی لوبیا چشم‌بلبلی و ذرت تحت مصرف باکتری مزوریزوبیوم و قارچ آریسکولار میکوریزا در کشت مخلوط. نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار، ۴(۲)، ۱۶۹-۱۸۵.

مؤمن کیخا، مهدی؛ خمیری، عیسی؛ دهمرده، مهدی و فروزنده، محمد (۱۳۹۶). ارزیابی عملکرد و جنبه‌های اکوفیزیولوژیک کشت مخلوط گوار (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) و آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) تحت تأثیر سطوح مختلف نیتروژن. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، ۹(۴)، ۱۰۵۰-۱۰۶۹.

میرزاشاهی، کامران؛ پاک‌نژاد، علیرضا و امیدواری، شهرام (۱۳۹۵). تأثیر تناوب زراعی و مدیریت مصرف نیتروژن و پسماند گیاهی بر عملکرد ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴ و برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک. نشریه پژوهش‌های خاک، ۳۰(۲)، ۱۱۵-۱۲۴.

References

- Araghian, S., Sadrabadi Haghighi, R., Ghasemi, M., & Sohani Darban, A.R. (2022). Yield response and intercropping index of quinoa and guar medicinal plants to different ratios of intercropping in Mashhad condition. *Crop Production Journal*, 14(4), 85-104. (In Persian).
- Arshadi, J., & Asgharipour, M.R. (2011). The Effects of seed size on germination and early seedling growth of pelleted seeds of sugar beet. *Journal of Applied Sciences Research*, 7(8), 1257-1260.
- Arshadi, M.J., Khazaei, H.R., Nasiri Mahallati, M., & Agheli, O. (2010). Evaluation of effects of some important agronomic traits on potato yield and possibility determining of required time of potato crop to nitrogen fertilizer levels by chlorophyll meter. *Journal of Agroecology*, 2(1), 132-142. (In Persian).

- Arshadi, M.J., Parsa, M., Lakzian, A., & Kafi, M. (2021). Evaluation of root traits of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under treatments of rhizobium, arbuscular mycorrhiza and pseudo-endomycorrhiza on conditions of sterilized and non-sterile soil. *Journal of Crop Science Research in Arid Regions*, 2(2), 241-254. (In Persian).
- Bargaz, A., Isaac, M.E., Jensen E.S., & Carlsson, G. (2015). Intercropping of faba bean with wheat under low water availability promotes faba bean nodulation and root growth in deeper soil layers. *Procedia Environmental Sciences*, 29, 111-112.
- Dadmand, M. (2019). Evaluation the productivity of input in intercropping of cotton and maize. Ph.D. thesis, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian).
- Ehsani Pour, A., Abbasdokht, H., Gholi Pour, M., & Mashhadi, A.R. (2019). Evaluation of water productivity and some quantitative and qualitative traits of sugarcane in intercropping with legumes. *Journal of Crops Improvement*, 21(3), 223-246. (In Persian).
- Fotohi-chianeh, S., Javanshir, A., Dabbagh Mohammadi Nassab, A., Zand, E., Razavi, F., & Fotohi-chianeh, E. (2012). Effect of various corn (*Zea mays* L.) and bean (*Phaseolus vulgaris* L.) intercropping densities on crop yield and weed biomass. *Journal of Agroecology*, 4(2), 131-143. (In Persian).
- Gao, Y., Duan, A., Sun, J., Li, F., Liu, Z., Liu, H., & Liu, Z. (2009). Crop coefficient and water - use efficiency of winter wheat/spring maize strip intercropping. *Field Crops Research*, 111, 65-73.
- Ghorabaei Toghrekan, Z., Aein, A., Afshar Manesh, Gh., Alavi siney, M., & Shirzadi, M.H. (2022). Effect of different levels of nitrogen and phosphorus on growth and yield of guar plant (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) under varied planting row spacing in Jiroft's Climate. *Applied Research in Field Crops*, 34(4), 119-143. (In Persian).
- Goldani, M., Zare, H., & Kamali, M. (2016). Evaluation of Different Levels of Nitrogen and Phosphorus Fertilizers on Shoot and Root Characteristics of *Echinacea purpurea*. *Journal of Horticultural Sciences*, 30(3), 366-375. (In Persian).
- Hauggaard-Nielson, H., & Jensen, E.S. (2001). Evaluating pea and barley cultivars for complementarily in intercropping at different levels of soil N availability. *Field Crops Research*, 72(3), 185-196.
- Hema, Y., & Shalendra, A. (2014). An Analysis of Performance of Guar Crop in India., Guar Cultivation Practices p:17-31 Prepared by CCS National Institute of Agricultural Marketing and Jaipur for United States Department of Agriculture (USDA), New Delhi.
- Hossieni Nezhad, N. (2021). Effect of different levels of drought, ascorbic acid and calcium on some morpho-physiological and biochemical traits of *Cyamopsis tetragonoloba*. M.Sc. thesis, Faculty of Biology, University of Sistan and Baluchestan. (In Persian).
- Khoshouei, Z., Ashouri, M., Doroudian, H.R., Amiri, E., & Mohammadian Rowshan, N. (2022). Effect of irrigation management, municipal waste compost and nitrogen fertilizer on seed yield and some morpho-physiological traits of peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Journal of Crop Science Research in Arid Regions*, 3(2), 339-357. (In Persian).
- Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., Mondani, F., Feizi, H., & Amirmoradi, S. (2009). Evaluation of radiation interception and use by maize and bean intercropping canopy. *Journal of Agroecology*, 1, 13-23. (In Persian).
- Lack, Sh., Kermanshahi, M., & Noryani, H. (2015). Changes in leaf area index, yield and yield components of green bean (*Phaseolus vulgaris*) with the application of zinc sulfate and nitrogen. *Journal of Crop Ecophysiology*, 4, 599-610. (In Persian).
- MacMillan, J., Shrestha, R., Adams, C., Hinson, P.O., & Trostle, C. (2021). The root system of guar: Spatial and temporal analysis of root and nodule development. *Annals of Applied Biology*, 179(3), 278-287.
- Marzban, Z., Ameriyan, M.R., & Mamarabadi, M. (2014). Investigating the root characteristics and colonization index in cowpea and maize using *mesorhizobium* bacteria and mycorrhiza in intercropping. *Journal of Soil Management and Sustainable Production*, 4(2), 169-185. (In Persian).
- Mirza Shahi K., Paknejad, A.R., & Omidvari, S. (2017). Effect of crop rotation and management of nitrogen and crop residue consumption on maize yield of single cross 704 cultivar and some soil chemical properties. *Iranian Journal of Soil Research*, 30(2), 115-124. (In Persian).
- Momen Keykha, M., Khammari, I., Damore, M., & Forouzandeh, M. (2018). Assessing yield and physiological aspects of guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) and sunflower (*Helianthus annuus* L.) intercropping under different levels of nitrogen. *Journal of Agroecology*, 9(4), 1050-1069. (In Persian).

- Nasrollahzadeh, A. (2017). Effects of Nitrogen and Phosphate Biofertilizers on Morphological and Agronomic Characteristics of Sesame (*Sesamum indicum* L.). *Open Journal of Ecology*, 7, 101-111.
- Pasari, B., Mazaheri, D., & Peighambari, E. (2002). Study of growth analysis in monoculture and mixed cropping of soybean cultivars. *Journal of Pajouhesh and Sazandegi*, 1(54), 37-54. (In Persian).
- Pathak, R., & Roy, M.M. (2015). Climatic responses, environmental indices and interrelationships between qualitative and quantitative traits in cluster bean (*Cyamopsis tetragonoloba* L. Taub.) under arid conditions. *Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences*, 85(1), 147-154.
- Sajid, M., Ahmed, I., & Rab, A. (2009). Effect of nitrogen levels on the yield component of guar gum (*Cyamopsis tetragonoloba* L.). *Journal of American Eurasian of Sustain Agriculture*, 3(1), 29-32.
- Schlemmer, M.R., Francis, D.D., Shanahan, J.F., & Schepers, J.S. (2005). Remotely measuring chlorophyll content in corn leaves with differing nitrogen levels and relative water content. *Agronomy Journal*, 97, 106-112.
- Shahbazi, M., Khodaei-Joghan, A., Moradi-Telavat, M.R., & Moshatati, A. (2021). Effect of simultaneous and overlapped intercropping ratios on essential oil yield of peppermint (*Mentha piperita* L.) and forage quality of guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.). *Iranian Journal of Crop Sciences*, 23(2), 127-141. (In Persian).
- Shahghasi, M., Seghatoleslami, M.J., Moosavi, Gh.R., & Nakhaei, F. (2023). To study the effect of irrigation, plant density and salicylic acid on yield and yield components of Guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.). *Journal of Crop Science Research in Arid Regions*, 4(2), 487-502. (In Persian).
- Singh, S.K. (2014). An analysis of guar crop in India. (2014). Report prepared by NIAM, Jaipur for United States Department of Agriculture (USDA), New Delhi.
- Singla, S., Grover, K., Angadi, S., Begna, S., Schutte, B., & Leeuwen, D. (2016). Growth and yield of guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) genotypes under different planting dates in the semi-arid southern high plains. *American Journal of Plant Sciences*, 7(8), 1246-1258.
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2010). *Plant Physiology*. Sinauer Associates. Inc. Publishers.
- Tran, T.T., Kano-Nakata, M., Takeda, M., Menge, D., Mitsuya, S., Inukai, Y., & Yamauchi, A. (2014). Nitrogen application enhanced the expression of developmental plasticity of root systems triggered by mild drought stress in rice. *Plant and Soil*, 378, 139-152.
- Zare Feizabadi, A., & Emamverdian, A.G. (2012). Effect of mixed cropping on yield and agronomic characteristics of wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Agroecology*, 4(2), 144-150. (In Persian).