

## بررسی پاسخ عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه گوار در کشت مخلوط با چای ترش تحت سطوح مختلف نیتروژن

محمد ناصر مودودی<sup>۱\*</sup>، ابراهیم جهانگیر دهبزویی<sup>۲</sup>، وحید شمس آبادی<sup>۳</sup>، زهرا شیرمحمدی علی اکبرخانی<sup>۳</sup>، حسین نستری نصرآبادی<sup>۱</sup>، بهزاد فهمیده<sup>۱</sup>

۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، مجتمع آموزش عالی تربت جام، تربت جام، ایران

۲- گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۳- گروه علوم و مهندسی آب، مجتمع آموزش عالی تربت جام، تربت جام، ایران

\* مسئول مکاتبه: [mnmodoodi@tjamcaas.ac.ir](mailto:mnmodoodi@tjamcaas.ac.ir)

DOI: 10.22034/CSRAR.2024.429834.1385

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۴/۲۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۹/۲۰

### چکیده

این پژوهش با هدف مقایسه الگوهای مختلف کشت مخلوط گوار و چای ترش، در سطوح مختلف نیتروژن در شهرستان تایباد، اجرا گردید. آزمایش بصورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو عامل و سه تکرار اجرا شد. عامل اول شامل هشت نسبت کشت مخلوط (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 (شاهد)) بود. عامل دوم شامل کود نیتروژن بود که در سه سطح بدون مصرف کود و ۵۰ و ۱۰۰ درصد نیاز گوار به نیتروژن، اعمال گردید. نتایج حاصل، حکایت از برتری معنی‌دار تیمار کشت خالص گوار در شرایط تامین ۱۰۰ درصد نیاز نیتروژن در صفات تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف داشت. اما در صفات طول غلاف و وزن صد دانه، برتری معنی‌دار، به نفع تیمار سه ردیف کشت گوار+یک ردیف کشت چای ترش در شرایط تامین ۱۰۰ درصد نیاز نیتروژن تغییر کرد. در دو صفت وزن خشک اندام هوایی و عملکرد دانه، دو تیمار کشت خالص گوار و کشت سه ردیف گوار+کشت یک ردیف چای ترش در شرایط تامین ۱۰۰ درصد نیاز نیتروژن، برتری معنی‌دار را به خود اختصاص دادند. در مجموع به نظر می‌رسد که ترکیب کشت مخلوط سه ردیف گوار+ یک ردیف چای ترش، در کنار مصرف کامل نیتروژن قابل توصیه باشد.

**واژه‌های کلیدی:** آرایش کشت مخلوط، نیاز کودی، وزن صد دانه

### مقدمه

را داشته و می‌تواند نیتروژن آزاد جو را به شکل قابل جذب برای خود در آورد. حدود ۸۰ درصد سطح زیر کشت گوار در دنیا به کشور هندوستان اختصاص داشته و پس از آن، پاکستان در رده دوم تولید جهانی این گیاه قرار دارد (Hema and Shalendra, 2014). امروزه استفاده از گوار در راستای تغلیف دام، یکی از اهداف مهم کشت و کار این گیاه به شمار می‌رود (Shahbazi et al., 2021). 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 (Pathak and roy, 2015). 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

گوار با نام علمی (*Cyamopsis tetragonoloba*) گیاهی یکساله و متحمل به شوری و خشکی است که از خانواده بقولات بوده و می‌توان از آن به عنوان یک محصول جایگزین در دشت‌های کم آب استفاده کرد (Singla et al., 2016). گوار در اراضی دارای بافت سبک، خاک‌های شنی-شنی لومی و همچنین در مناطقی که دارای بارندگی سالانه ۳۰۰ تا ۵۰۰ میلی‌متر هستند، به خوبی رشد می‌کند. همچنین در شرایط دماهای بالا (حدود ۵۰ درجه سانتی‌گراد) و در خاک‌های ضعیف، رشد قابل قبولی داشته و از این نظر، مناسب برای کشت و کار در مناطقی با اقلیم خشک و نیمه خشک، همچون ایران است (Shahghasi et al., 2023). ریشه‌های آن قابلیت همزیستی با باکتری‌های ریزوبیوم و تثبیت بیولوژیکی نیتروژن

بالا به خشکی و خاک‌های فقیر، توان رقابتی بالا و مرفولوژی مطلوب، به نظر می‌رسد که قرار دادن آن در کشت مخلوط، می‌تواند باعث افزایش بازدهی عملکرد نهایی کشت مخلوط شود (Shahbazi et al., 2021).

در همین ارتباط، محققین در پژوهشی، 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، به همراه 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 (Momen-Keykha et al., 2018). در تحقیقی دیگر، کشت مخلوط گوار با گیاه کینوا، در سه نسبت کشت مخلوط ۱:۱، ۱:۲ و ۲:۱، به همراه کشت خالص آن، در کنار سه سطح تراکم بوته مورد بررسی قرار گرفت. در این پژوهش، محققین گزارش کردند که 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 بدست آمد (Araghian et al., 2022).

مطالعات نشان داده‌اند که موفقیت کشت مخلوط، در گرو توجه به چند نکته مهم در انتخاب گیاهان است. به طوری که گیاهان انتخاب شده برای کشت مخلوط، می‌بایست از یک خانواده نبوده، از نظر آناتومی برگ‌ها با هم تفاوت داشته، عمق توسعه ریشه آن‌ها با هم متفاوت بوده، آفات و بیماری‌های مشترکی نداشته و اثر آللوپاتیک بر روی هم نداشته باشند (Eskandari et al., 2020).

چای ترش (*Hibiscus sabdariffa*) گیاهی است از خانواده مالواسه (Malvaceae) که از قدیم‌الایام به عنوان دارو مورد استفاده بوده و هم‌اکنون نیز به عنوان گیاه دارویی مورد توجه است (Yazdan panah, 2016). برگ‌های آن متناوب، با حاشیه دندانه‌ای و رگبرگ‌های پنجه‌ای و بدون کرک هستند. ریشه آن کاملاً به عمق خاک نفوذ می‌کند. گل‌های آن بزرگ و دارای دمگل کوتاه بوده که میوه‌ای از نوع کپسول را تولید می‌کنند و

وزن، کاهش قند خون، برطرف کردن چاقی و کم‌اشتهایی بدست می‌آید که کاربردهای دارویی این گیاه ارزشمند را نشان می‌دهند (Hossieni Nezhad, 2021; Singh, 2014).

کشت مخلوط به کشت توام دو یا چند گونه گیاهی در زمان و مکان مشخص اتلاق شده و اقدامی در راستای رسیدن به ثبات و پایداری در سیستم‌های کشاورزی محسوب می‌شود (Fotohi-*et al.*, 2012). سیستم کشت مخلوط هنگامی سودمند است که منابع محیطی مورد نیاز دو گونه بطور مناسبی از یکدیگر جدا باشند، بطوری که این گونه‌ها در کنار یکدیگر قادر باشند از عوامل محیطی 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 بیشتر می‌باشد (Koocheki et al., 2009). کشت مخلوط یکی از مصداق‌های تداخل بین گونه‌ای است که می‌تواند مزایای بسیاری را برای کشاورزان در پی داشته باشد. افزایش عملکرد در واحد سطح، افزایش تنوع زیستی و ثبات بیولوژیکی، بهره‌برداری بهتر از عوامل رشد و همچنین تسهیل در کنترل آفات و بیماری‌های گیاهی و علف‌های هرز و کاهش ریسک تولیدات کشاورزی از جمله فواید کشت مخلوط هستند (Zare Feizabadi and Emamverdian, 2012).

کشت مخلوط آب قابل دسترس 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 و بدین ترتیب برای انجام عمل تعرق، بهتر در دسترس گیاه قرار می‌گیرد. در کشت مخلوط، گیاهان، آبی را که در سیستم تک‌کشتی چندان قابل استفاده نیست و ممکن است از دسترس گیاه خارج شود را جذب می‌کنند و به نحو بهتری از آب موجود بهره می‌برند (Gao et al., 2009). بطور کلی بهره‌گیری از سیستم کشت مخلوط گیاهان، اقدامی مؤثر برای بهبود وضعیت حاصلخیزی خاک، افزایش جذب عناصر غذایی و ارتقای کارایی مصرف آب بوده و از مهم‌ترین شیوه‌های علمی برای کمک به حفظ پایداری و تعادل سیستم زنده خاک محسوب می‌شود (Ehsani Pour et al., 2019).

با توجه به خصوصیات گیاه گوار مانند داشتن توانایی تثبیت بیولوژیکی نیتروژن و سیستم ریشه‌ای نسبتاً عمیق، سازگاری

سطح برگ و سرعت رشد اندام هوایی ( Khoshouei *et al.*, 2022 b) بود.

### مواد و روش‌ها

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

به وسیله کاسبرگ‌های گوشتی ماندنی احاطه شده‌اند؛ از گل و میوه گوشتی چای ترش در صنعت داروسازی برای تسکین علائم برونشیت و سرفه استفاده می‌شود. همچنین برای درمان فشار خون بالا، اسهال و بیماری دهان از کاسبرگ‌های آن استفاده می‌گردد (Yazdan panah, 2016).

با توجه به آنچه گفته شد، به نظر می‌رسد که گیاه چای ترش می‌تواند به عنوان یک گیاه مناسب جهت کشت در کنار گوار در شرایط کشت مخلوط انتخاب گردد. در همین راستا، حیدری و همکاران (Heydari *et al.*, 2019) طی ارزیابی عملکرد، اجزای عملکرد و خصوصیات مورفولوژیک کشت مخلوط چای ترش با لوبیا چشم بلبلی بر پایه سری جایگزینی، سه الگوی کشت مخلوط ۷۵ درصد چای ترش+۲۵ درصد لوبیا چشم بلبلی، ۵۰ درصد چای ترش+۵۰ درصد لوبیا چشم بلبلی و ۲۵ درصد چای ترش+۷۵ درصد لوبیا چشم بلبلی را در کنار کشت خالص آن‌ها، مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها در نهایت کشت ۲۵ درصد چای ترش+۷۵ درصد لوبیا چشم بلبلی را به منظور دستیابی به درآمد اقتصادی بیشتر و بهره‌وری بهتر از زمین، توصیه کردند. هدف از انجام تحقیق حاضر، مقایسه الگوهای مختلف کشت مخلوط گوار در کنار گیاه چای ترش، با کشت خالص آن در سطوح مختلف کود نیتروژن (با توجه به اهمیت این عنصر در شکل‌گیری آنزیم‌ها و پروتئین‌ها و افزایش

جدول ۱- خصوصیات خاک محل انجام آزمایش

Table 1- Soil characteristics of experiment site

اسیدیته	وزن مخصوص ظاهری	هدایت الکتریکی	پتاسیم	فسفر	نیتروژن کل	کربن آلی
pH	BD (g/cm <sup>3</sup> )	EC (dS/m)	K (ppm)	P (ppm)	Total N (%)	OC (%)
7.38	1.05	1.45	210	8.00	0.046	0.300

سه مرتبه در طول فصل رشد در تاریخ‌های ۲۵ خرداد، ۱۰ و ۲۲ تیرماه (تا قبل از گلدهی گیاهان زراعی) انجام گردید. برداشت هر دو محصول نیز در هفته آخر مهرماه انجام شد. در انتهای فصل رشد، صفات مربوط به اجزاء عملکرد شامل وزن خشک اندام هوایی، وزن صد دانه، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و طول غلاف با انتخاب تصادفی پنج بوته در هر کرت اندازه‌گیری شدند. عملکرد دانه نیز از نیمه پایینی هر کرت، با حذف اثر حاشیه‌ای و برحسب گرم در مترمربع

کاشت هر دو گیاه در هفته اول خردادماه انجام شد. رقم استفاده شده برای چای ترش، رقم هیبیسکاس سابداریفا و رقم گوار استفاده شده در تحقیق حاضر، رقم وارداتی پاکستانی BR2017 بود که در شرایط فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر (بصورت ثابت برای هر دو گیاه) کشت شدند. فاصله روی ردیف نیز در دو گیاه گوار و چای ترش، به ترتیب ۱۰ و ۳۰ سانتی‌متر بود. در طول فصل رشد، آبیاری بصورت هر ده روز یک بار (مطابق با عرف منطقه) و حذف علف‌های هرز، بصورت وجینی و

اندازه‌گیری شد.

داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار آماری Minitab 17 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون LSD در سطح پنج درصد انجام شد.

## نتایج و بحث

### وزن خشک اندام هوایی

اثر متقابل آرایش کشت مخلوط و کود نیتروژن بر وزن خشک اندام هوایی گوار در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). بطوری که بیشترین وزن خشک اندام هوایی در دو تیمار کشت خالص گوار و کشت سه ردیف گوار + کشت یک ردیف چای ترش در شرایط تامین ۱۰۰ درصد نیاز کودی مشاهده شد و این دو تیمار، به ترتیب با وزن خشک اندام هوایی ۶۰/۵ و ۵۹/۷ گرم در بوته بیشترین وزن خشک اندام هوایی را تولید کردند (جدول ۳). پس از این دو تیمار، تیمار کشت خالص گوار در شرایط تامین 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 لندام هوایی، کمتر از ۵۶ گرم در بوته بود (جدول ۳). در تمامی سطوح تیمار آرایش کشت مخلوط، با افزایش مقدار نیتروژن از صفر به ۱۰۰ درصد نیاز کودی، وزن خشک اندام هوایی بطور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۳). بر اساس نتایج تحقیق 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، تیمار سه ردیف گوار + یک ردیف چای ترش در شرایط مشابه تامین ۱۰۰ درصد نیاز کودی بود. به نظر 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 به همراه داشته است. نتایج تحقیق حاضر با یافته‌های محققین دیگر مطابقت دارد. پژوهشگران در تحقیقی، طی 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 فلفلی بدست آمد (Shahghasi et al., 2023). علاوه بر این، بر اساس یافته‌های تحقیق حاضر، با افزایش کاربرد کود نیتروژن از صفر به ۱۰۰ درصد نیاز کودی، وزن خشک اندام هوایی بطور معنی‌داری افزایش یافت. هرچند گیاه گوار، دارای توانایی تثبیت بیولوژیکی نیتروژن است، اما به نظر می‌رسد که این توانایی، نمی‌تواند به اندازه کافی در تامین نیتروژن مورد نیاز اندام‌های هوایی گوار و رشد آن‌ها تأثیرگذار باشد. با توجه به اینکه نیتروژن ترکیب اصلی پروتئین‌ها را تشکیل داده و آنزیم‌ها نیز پروتئینی هستند، بنابراین وجود نیتروژن برای سنتز تمام آنزیم‌ها ضروری است و کمبود آن در هر واکنش آنزیمی تأثیرگذار است (Taiz and Zeiger, 2010). نیتروژن همچنین در سنتز مولکول کلروفیل، مورد نیاز بوده و بدون وجود نیتروژن حلقه‌های پورفیرینی سر مولکول کلروفیل تشکیل نخواهند شد (Taiz and Zeiger, 2010). لذا تأثیر آن در افزایش وزن خشک اندام هوایی گوار منطقی به نظر می‌رسد. محققین دیگر 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 بطور معنی‌داری افزایش یافت (Momen-Keykha et al., 2018).

### تعداد غلاف در بوته

بررسی نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل آرایش کشت مخلوط و کود نیتروژن بر تعداد غلاف در بوته گوار در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). بدین صورت که بیشترین تعداد غلاف در بوته در تیمار کشت خالص گوار در شرایط تامین ۱۰۰ درصد نیاز کودی مشاهده شد و در این تیمار، تعداد غلاف در بوته به بیش از ۳۴/۴ غلاف در بوته رسید (جدول ۴). پس از این تیمار، تیمار کشت سه ردیف گوار + کشت یک ردیف چای ترش در شرایط تامین ۱۰۰ درصد نیاز کودی، با تعداد ۳۳/۵ غلاف در بوته در رتبه بعدی قرار گرفت. در سایر تیمارها تعداد غلاف در بوته، کمتر از ۳۳ عدد در بوته بود (جدول ۴). در تمامی سطوح تیمار آرایش کشت مخلوط، با افزایش مقدار نیتروژن از صفر به ۱۰۰ درصد نیاز کودی، تعداد غلاف در بوته بطور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۴). همچنین بر اساس نتایج تحقیق حاضر، در سطوح تیماری که

نیتروژن می‌تواند در افزایش اجزای عملکرد، از جمله تعداد غلاف در بوته گیاه گوار موثر باشد. در همین راستا، پژوهشگران طی بررسی پاسخ اجزای عملکرد گوار به سطوح کودهای نیتروژن (در سه سطح ۲۰، ۶۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) و فسفر (در دو سطح صفر و ۷۵ کیلوگرم در هکتار) در سه فاصله ردیف ۳۰، ۴۵ و ۶۰ سانتی‌متر، بیشترین تعداد غلاف در بوته را در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن و ۷۵ کیلوگرم در هکتار کود فسفر در فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر مشاهده کردند (Ghorabaei Toghrekan *et al.*, 2022). در تحقیقی دیگر، محققین افزایش معنی‌دار تعداد غلاف در بوته گیاه بادام‌زمینی را در بررسی کاربرد کود نیتروژنه برای این گیاه گزارش کردند (Mostafavi Rad *et al.*, 2016). به نظر می‌رسد که تولید غلاف در بوته به مقدار زیادی به فراهمی عناصر غذایی (خصوصاً نیتروژن) که برای رشد سریع گیاه ضروری هستند، وابسته است و احتمالاً افزایش تعداد غلاف در بوته تحت تیمار کود شیمیایی نیتروژن، می‌تواند در نتیجه بهبود رشد ریشه، جذب عناصر غذایی و به تبع آن افزایش فتوسنتز در گیاه باشد (Khoshouei *et al.*, 2022 a). به نظر می‌رسد که بین میزان فراهمی عنصر غذایی نیتروژن و توان تولید غلاف در بوته گوار ارتباط مستقیمی وجود دارد و افزایش میزان نیتروژن قابل دسترس گیاه از طریق کاربرد کود شیمیایی حاوی نیتروژن، سبب افزایش تعداد غلاف در بوته گوار می‌گردد.

تعداد ردیف‌های کاشت چای ترش نسبت به گوار برتری داشت، تعداد غلاف در بوته گوار بطور قابل توجهی کاهش پیدا کرد. با توجه به اینکه گوار یکی از گیاهان خانواده بقولات بوده و گیاهان زراعی عضو این خانواده دارای تیپ رشدی نامحدود هستند (Majnoon Hosseini, 2015) و با عنایت به اینکه هر برگ، نزدیک‌ترین واحد زایشی به خود را تغذیه می‌کند (Sarmad, 2013) و (Nia and Koocheki, 2013)، لذا نفوذ نور در گیاهان رشد نامحدود برای فتوسنتز برگ‌های پایینی و به دنبال آن، تغذیه واحدهای زایشی پایین کانونی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. اما احتمالاً سایه‌اندازی بیشتر بوته‌های چای ترش بر روی بوته‌های گوار در آرایش‌هایی از کشت مخلوط که در آن‌ها تعداد ردیف‌های کاشت چای ترش بر ردیف‌های کاشت گوار برتری داشته، سبب کاهش استفاده بهینه گوار از نور و کاهش تعداد غلاف در بوته در گیاه گوار شده است. علاوه بر این، با توجه به یافته‌های تحقیق حاضر، با افزایش مقدار کود نیتروژن در سطوح مختلف آرایش‌های کشت مخلوط، تعداد غلاف در بوته بطور معنی‌داری افزایش پیدا کرد. مطالعات نشان داده‌اند که نیتروژن جزء لاینفک مولکول‌های کلروفیل بوده و فراهمی آن به میزان کافی، می‌تواند در افزایش سنتز کلروفیل موثر باشد (Sarmad, 2013) و (Nia and Koocheki, 2013) و از آنجایی که گیاهان زراعی برای جذب نور و تولید ماده خشک، بایستی ذخیره کافی از نیتروژن را در برگ‌های خود داشته باشند (Salvagiotti *et al.*, 2008)، لذا به نظر می‌رسد که کاربرد به موقع و مکفی

جدول ۲- تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد گوار تحت شرایط کشت مخلوط و کود نیتروژن

Table 2- ANOVA for yield and yield components of guar under conditions intercropping and nitrogen fertilizer

منابع تغییر S.o.V	درجه آزادی df	وزن خشک اندام هوایی Shoot dry weight	تعداد غلاف در بوته No. of pods per plant	تعداد دانه در غلاف No. of seeds per pod	وزن صد دانه 100 Seeds weight	طول غلاف pod length	عملکرد دانه Seed yield
تکرار Replication	2	342	102	0.983	1.57	0.660	7721
آرایش کشت مخلوط Intercropping arrangement (I)	7	397 **	126 **	3.83 **	4.12 **	3.97 **	6868 **
خطای الف Error (a)	14	0.549	0.566	0.0007	0.0009	0.008	74.7
کود نیتروژن N fertilizer (N)	2	575 **	176 **	5.13 **	5.73 **	6.01 **	10479 **
آرایش کشت مخلوط × کود نیتروژن I × N	14	23.7 **	8.47 **	0.259 **	0.194 **	0.307 **	531 **
خطای ب Error (b)	32	0.530	0.143	0.001	0.003	0.104	39.5
ضریب تغییرات (CV %)	-	1.51	1.37	0.50	1.11	5.61	2.10

\*\* : معنی‌دار در سطح یک درصد

\*\* : significant in 1% level

جدول ۳- مقایسات میانگین اثر متقابل کشت مخلوط و کود نیتروژن بر وزن خشک اندام هوایی گوار

Table 3- Mean comparisons of interaction of intercropping and nitrogen fertilizer on shoot dry weight of guar (g/plant)

آرایش کشت مخلوط Intercropping arrangement	کود نیتروژن Nitrogen fertilizer		
	عدم مصرف نیتروژن Non-nitrogen fertilizer	۵۰ درصد نیاز کودی 50% of fertilizer requirement	۱۰۰ درصد نیاز کودی 100% of fertilizer requirement
	کشت خالص گوار Sole cultivation of guar	52.0 g	57.7 b
یک ردیف کشت گوار + یک ردیف کشت چای ترش One row of guar + one row of roselle	38.6 k	49.6 h	53.4 ef
دو ردیف کشت گوار + یک ردیف کشت چای ترش Two row of guar + one row of roselle	38.8 k	48.5 h	52.6 g
سه ردیف کشت گوار + یک ردیف کشت چای ترش Three row of guar + one row of roselle	51.7 g	55.5 c	59.7 a
یک ردیف کشت گوار + دو ردیف کشت چای ترش One row of guar + two row of roselle	37.1 lm	38.2 kl	40.5 j
یک ردیف کشت گوار + سه ردیف کشت چای ترش One row of guar + three row of roselle	36.7 m	38.6 k	46.7 i
دو ردیف کشت گوار + سه ردیف کشت چای ترش Two row of guar + three row of roselle	38.7 k	51.7 g	54.2 de
سه ردیف کشت گوار + دو ردیف کشت چای ترش Three row of guar + two row of roselle	51.4 g	54.5 c-e	55.0 cd

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

Means with the same letter, have not significantly different at 5% based on LSD test.

جدول ۴- مقایسات میانگین اثر متقابل کشت مخلوط و کود نیتروژن بر تعداد غلاف در بوته گوار

Table 4- Mean comparisons of interaction of intercropping and nitrogen fertilizer on no. of pods per plant of guar

آرایش کشت مخلوط Intercropping arrangement	کود نیتروژن Nitrogen fertilizer		
	عدم مصرف نیتروژن Non-nitrogen fertilizer	۵۰ درصد نیاز کودی 50% of fertilizer requirement	۱۰۰ درصد نیاز کودی 100% of fertilizer requirement
	کشت خالص گوار Sole cultivation of guar	30.1 f	32.8 c
یک ردیف کشت گوار + یک ردیف کشت چای ترش One row of guar + one row of roselle	21.7 l-n	27.9 i	30.0 fg
دو ردیف کشت گوار + یک ردیف کشت چای ترش Two row of guar + one row of roselle	22.2 l	27.7 i	30.2 ef
سه ردیف کشت گوار + یک ردیف کشت چای ترش Three row of guar + one row of roselle	29.3 h	31.8 d	33.5 b
یک ردیف کشت گوار + دو ردیف کشت چای ترش One row of guar + two row of roselle	21.5 mn	21.8 lm	23.0 k
یک ردیف کشت گوار + سه ردیف کشت چای ترش One row of guar + three row of roselle	21.1 n	22.1 lm	26.6 j
دو ردیف کشت گوار + سه ردیف کشت چای ترش Two row of guar + three row of roselle	22.0 lm	30.0 fg	30.8 ef
سه ردیف کشت گوار + دو ردیف کشت چای ترش Three row of guar + two row of roselle	29.4 gh	30.2 ef	31.8 d

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

Means with the same letter, have not significantly different at 5% based on LSD test.

## تعداد دانه در غلاف

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل آرایش کشت مخلوط و کود نیتروژن بر تعداد دانه در غلاف گوار در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). بطوری که بیشترین تعداد دانه در غلاف به میزان ۸/۴۰ دانه در غلاف در تیمار کشت خالص گوار در شرایط تامین ۱۰۰ درصد نیاز کودی مشاهده شد (جدول ۵). پس از این تیمار، سه تیمار کشت سه ردیف گوار + کشت یک ردیف چای ترش در شرایط تامین ۱۰۰ و ۵۰ درصد نیاز کودی و کشت خالص گوار در شرایط تامین ۵۰ درصد نیاز کودی با مقدار تقریبی ۸/۱۰ دانه در غلاف در رتبه بعدی قرار گرفتند. در سایر تیمارها تعداد دانه در غلاف، کمتر از ۷/۵ عدد در بوته بود. کمترین تعداد دانه در غلاف 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. بطوری که در این دو تیمار، تعداد دانه در غلاف حتی به شش دانه در غلاف هم نرسید (جدول ۵). برتری دو تیمار کشت سه ردیف گوار + کشت یک ردیف چای ترش در شرایط تامین ۱۰۰ و ۵۰ درصد نیاز کودی از نظر تعداد دانه در غلاف، می‌تواند ناشی از کاهش رقابت بین گونه‌ای (بین گوار و چای ترش) بر سر نور و نفوذ بهتر نور به داخل کانوپی گوار و تغذیه بهتر واحدهای زایشی در بوته‌های گوار این دو آرایش کشت مخلوط باشد که نهایتاً منجر به افزایش تعداد دانه در غلاف در این دو ترکیب تیماری شده است. علاوه بر این، در اکثر سطوح آرایش کشت مخلوط، با افزایش مقدار نیتروژن از صفر به ۱۰۰ درصد نیاز کودی، تعداد دانه در غلاف هم افزایش پیدا کرد (جدول ۵)؛ اما شیب این افزایش نسبت به خصوصیت تعداد غلاف در بوته کمتر بود. بطوری که در تیمارهایی مثل کشت دو ردیف گوار + کشت یک ردیف چای ترش و کشت سه ردیف گوار + کشت یک ردیف چای ترش، بین دو سطح ۵۰ و ۱۰۰ درصد نیاز کودی نیتروژن، اختلاف معنی‌داری از نظر تعداد دانه در غلاف وجود نداشت. همچنین در شرایط تامین ۱۰۰ درصد نیاز کودی، بین دو تیمار کشت یک ردیف گوار + کشت دو ردیف چای ترش و کشت یک ردیف گوار + کشت سه ردیف چای ترش اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. این نتایج نشان می‌دهند که صفت تعداد دانه در غلاف

نسبت به خصوصیت تعداد غلاف در بوته کمتر تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد. محققین دیگر نیز در مطالعه اثر آبیاری، کمپوست زباله شهری و کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد بادام‌زمینی گزارش کردند که صفت تعداد دانه در غلاف، بیشتر تحت کنترل ژنتیک گیاه بادام‌زمینی بوده و کمتر تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد (Khoshouei et al., 2022). در تحقیقی دیگر، پژوهشگران در گزارشات خود بیان نمودند که برخی از خصوصیات گیاهی، در زمره صفات کیفی قرار گرفته و کمتر تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرند (Arshadi et al., 2008).

## وزن صد دانه

اثر متقابل تیمارهای آرایش کشت مخلوط و کود نیتروژن بر وزن صد دانه گوار در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). بدین صورت که بیشترین وزن صد دانه در تیمار کشت سه ردیف گوار + کشت یک ردیف چای ترش در شرایط تامین ۱۰۰ درصد نیاز کودی مشاهده شد و در این تیمار، وزن صد دانه به بیش از ۶/۳ گرم رسید (جدول ۶). پس از این تیمار، تیمار کشت خالص گوار در شرایط تامین ۱۰۰ درصد نیاز کودی، با وزن صد دلنه ۶/۱۶ گرم در رتبه بعدی قرار گرفت. در سایر تیمارها وزن صد دانه، کمتر از شش گرم بود (جدول ۶). در تمامی سطوح آرایش کشت مخلوط، با افزایش مقدار نیتروژن از صفر به ۱۰۰ درصد نیاز کودی، وزن صد دانه بطور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۶). همچنین مشابه تیمار تعداد غلاف در بوته، در سطوح تیماری که تعداد ردیف‌های کاشت چای ترش نسبت به گوار برتری داشت، وزن صد دانه گوار بطور قابل توجهی کاهش پیدا کرد. کمترین وزن صد دانه نیز در تیمار کشت یک ردیف گوار + کشت سه ردیف چای ترش در شرایط عدم مصرف کود نیتروژن ملاحظه گردید، بطوری که در این تیمار، وزن صد دانه حتی به ۳/۸ گرم هم نرسید (جدول ۶). از آنجایی که واحدهای زایشی در پیکره کانوپی گیاه، توسط نزدیک‌ترین برگ‌ها تغذیه می‌شوند (Sarmad Nia and Koocheki, 2013)، لذا در گیاهان رشد نامحدودی همچون گوار، نفوذ نور برای فتوسنتز برگ‌های پایینی و به دنبال آن، تغذیه واحدهای زایشی پایین کانوپی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و عدم فراهمی کافی نور برای برگ‌های میانی و پایینی

از ایجاد یک رقابت اندک و البته سازنده به نفع گوار، در راستای افزایش جذب آب و مواد غذایی توسط گوار باشد. پژوهشگران در مطالعات خود طی بررسی اثر 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، به همراه کشت خالص آن، مورد ارزیابی قرار دادند. آن‌ها گزارش کردند که وزن هزار دانه گوار در نسبت‌های کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص آن، بیشتر بود ( Momen-Keykha *et al.*, 2018).

کانوپی، می‌تواند بواسطه کاهش پتانسیل فتوسنتزی کانوپی، گیاه را با محدودیت منبع (Source) مواجه کرده و این امر تغذیه نامطلوب دانه‌ها و کوچک ماندن بذرها را به همراه داشته باشد. در تحقیق حاضر، احتمالاً سایه‌اندازی بیشتر بوته‌های چای ترش بر روی بوته‌های گوار در آرایش‌هایی از کشت مخلوط که در آن‌ها تعداد ردیف‌های کاشت چای ترش بر ردیف‌های کاشت گوار برتری داشته، سبب کاهش استفاده مطلوب گوار از نور و کاهش وزن دانه گوار شده است. از طرف دیگر، برتری تیمار کشت سه ردیف گوار + کشت یک ردیف چای ترش نسبت به تیمار کشت خالص گوار از نظر وزن صد دانه، می‌تواند ناشی

جدول ۵- مقایسات میانگین اثر متقابل کشت مخلوط و کود نیتروژن بر تعداد دانه در غلاف گوار

Table 5- Mean comparisons of interaction of intercropping and nitrogen fertilizer on no. of seeds per pods of guar

آرایش کشت مخلوط Intercropping arrangement	کود نیتروژن Nitrogen fertilizer		
	عدم مصرف نیتروژن Non-nitrogen fertilizer	۵۰ درصد نیاز کودی 50% of fertilizer requirement	۱۰۰ درصد نیاز کودی 100% of fertilizer requirement
	کشت خالص گوار Sole cultivation of guar	7.36 c	8.10 b
یک ردیف کشت گوار + یک ردیف کشت چای ترش One row of guar + one row of roselle	6.06 e	7.10 d	7.36 c
دو ردیف کشت گوار + یک ردیف کشت چای ترش Two row of guar + one row of roselle	6.06 e	7.06 d	7.06 d
سه ردیف کشت گوار + یک ردیف کشت چای ترش Three row of guar + one row of roselle	7.06 d	8.06 b	8.06 b
یک ردیف کشت گوار + دو ردیف کشت چای ترش One row of guar + two row of roselle	5.93 g	6.00 f	6.06 e
یک ردیف کشت گوار + سه ردیف کشت چای ترش One row of guar + three row of roselle	5.96 fg	6.06 e	7.10 e
دو ردیف کشت گوار + سه ردیف کشت چای ترش Two row of guar + three row of roselle	6.06 e	7.06 d	7.36 c
سه ردیف کشت گوار + دو ردیف کشت چای ترش Three row of guar + two row of roselle	7.06 d	7.10 d	7.40 c

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

Means with the same letter, have not significantly different at 5% based on LSD test.

گوار به سطوح کودهای نیتروژن (در سه سطح ۲۰، ۶۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) و فسفر (در دو سطح صفر و ۷۵ کیلوگرم در هکتار) در سه فاصله ردیف ۳۰، ۴۵ و ۶۰ سانتی‌متر، بیشترین وزن هزار دانه را به میزان ۸۳/۵ گرم در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن و ۷۵ کیلوگرم در هکتار کود فسفر در فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر مشاهده کردند ( Ghorabaei Toghrekan *et al.*, 2022). در دو پژوهش دیگر نیز، محققین در تحقیقات

بطور کلی، وزن دانه از مهمترین اجزای عملکرد بوده و وجود دانه‌هایی که به خوبی پر شده باشند، نقش بسزایی در افزایش عملکرد دانه خواهند داشت (Arshadi, 2016). به نظر می‌رسد که فراهمی بیشتر نیتروژن، تخصیص بیشتر فرآورده‌های فتوسنتزی به سمت دانه‌های در حال رشد در غلاف‌ها را به دنبال داشته و این موضوع سبب افزایش وزن صد دانه گوار شده است. در پژوهشی، محققین طی بررسی پاسخ اجزای عملکرد

کاملاً متاثر از کود نیتروژن بود. به گونه‌ای که در تحقیق آن‌ها، با افزایش مصرف کود نیتروژن از صفر به ۲۲۰ کیلوگرم در هکتار، وزن هزار دانه گندم نیز از ۳۷ به بیش از ۴۸ گرم افزایش یافت (Sepideh Dam and Ramroudi, 2015).

خود، افزایش وزن صد دانه بادام‌زمینی و وزن هزار دانه گندم را طی افزایش مقادیر کود نیتروژن گزارش کردند (Abdzad Gohari *et al.*, 2011; Sepideh Dam and Ramroudi, 2015). خصوصاً در تحقیق انجام شده بر روی گندم، وزن دانه

جدول ۶- مقایسات میانگین اثر متقابل کشت مخلوط و کود نیتروژن بر وزن صد دانه گوار

Table 6- Mean comparisons of interaction of intercropping and nitrogen fertilizer on 100 seeds weight of guar (g)

آرایش کشت مخلوط Intercropping arrangement	کود نیتروژن Nitrogen fertilizer		
	عدم مصرف نیتروژن Non-nitrogen fertilizer	۵۰ درصد نیاز کودی 50% of fertilizer requirement	۱۰۰ درصد نیاز کودی 100% of fertilizer requirement
	کشت خالص گوار Sole cultivation of guar	5.46 d	5.97 c
یک ردیف کشت گوار + یک ردیف کشت چای ترش One row of guar + one row of roselle	3.97 m	5.06 h	5.46 d
دو ردیف کشت گوار + یک ردیف کشت چای ترش Two row of guar + one row of roselle	4.06 l	4.90 i	5.16 g
سه ردیف کشت گوار + یک ردیف کشت چای ترش Three row of guar + one row of roselle	5.16 g	5.97 c	6.33 a
یک ردیف کشت گوار + دو ردیف کشت چای ترش One row of guar + two row of roselle	3.86 n	3.97 m	4.26 k
یک ردیف کشت گوار + سه ردیف کشت چای ترش One row of guar + three row of roselle	3.76 o	3.97 m	4.76 j
دو ردیف کشت گوار + سه ردیف کشت چای ترش Two row of guar + three row of roselle	3.97 m	5.16 g	5.36 e
سه ردیف کشت گوار + دو ردیف کشت چای ترش Three row of guar + two row of roselle	4.96 i	5.26 f	5.40 de

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

Means with the same letter, have not significantly different at 5% based on LSD test.

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، بطوری که در این دو تیمار، طول غلاف کمتر از ۴/۷۴ سانتی‌متر بود (جدول ۷). علاوه بر این، در تحقیق 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 ۷)، اما شیب این افزایش نسبت به خصوصیات تعداد غلاف در بوته و وزن صد دانه کمتر بود. بطوری که 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. همچنین در تیمار کشت یک ردیف گوار + کشت دو ردیف چای ترش اختلاف معنی‌داری بین سطوح کود

## طول غلاف

بررسی نتایج تجزیه واریانس حکایت از اثر معنی‌داری متقابل آرایش کشت مخلوط و کود نیتروژن بر طول غلاف گوار در سطح یک درصد داشت (جدول ۲). بدین ترتیب که بیشترین طول غلاف در تیمار کشت سه ردیف گوار + کشت یک ردیف چای ترش در شرایط تامین ۱۰۰ درصد نیاز کودی مشاهده شد و در این تیمار، طول غلاف به بیش از ۷/۴ سانتی‌متر رسید (جدول ۷). 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 تامین ۵۰ درصد نیاز کودی و کشت خالص گوار در شرایط تامین ۱۰۰ درصد نیاز کودی، به ترتیب با طول غلاف ۶/۹۰ و ۶/۸۳ سانتی‌متر در رتبه بعدی قرار گرفتند (جدول ۷). کمترین طول غلاف نیز در دو تیمار کشت

با افزایش تعداد دانه در غلاف همراه بود و به نظر می‌رسد که انجام کشت سه ردیف گوار + کشت یک ردیف چای ترش در شرایط تامین ۱۰۰ درصد نیاز کودی می‌تواند به افزایش طول غلاف و نهایتاً افزایش عملکرد منجر شود. در پژوهشی محققین در گزارشات خود، افزایش معنی‌دار طول غلاف گوار را در بین سطوح تیماری کودهای نیتروژن (در سه سطح ۲۰، ۶۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) و فسفر (در دو سطح صفر و ۷۵ کیلوگرم در هکتار) در سه فاصله ردیف ۳۰، ۴۵ و ۶۰ سانتی‌متر، در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن و ۷۵ کیلوگرم در هکتار کود فسفر در فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر مشاهده کردند (Ghorabaei Toghrekan *et al.*, 2022).

نیتروژن وجود نداشت و هر سه سطح تیمار نیتروژن در این سطح از تیمار کشت مخلوط، در یک گروه آماری قرار گرفتند. این نتایج نشان می‌دهند که طول غلاف نسبت به خصوصیات تعداد غلاف در بوته و وزن صد دانه کمتر تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد. بطور 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 (Ghorabaei Toghrekan *et al.*, 2022). هرچند افزایش طول غلاف، ممکن است به خاطر رشد رویشی بیش از حد آن، ناشی از جذب زیاد مواد غذایی و فراورده‌های فتوسنتزی باشد (Sajid *et al.*, 2009)، اما در تحقیق حاضر، افزایش طول غلاف

جدول ۷- مقایسات میانگین اثر متقابل کشت مخلوط و کود نیتروژن بر طول غلاف گوار

Table 7- Mean comparisons of interaction of intercropping and nitrogen fertilizer on pod length of guar (cm)

آرایش کشت مخلوط Intercropping arrangement	کود نیتروژن Nitrogen fertilizer		
	عدم مصرف نیتروژن Non-nitrogen fertilizer	۵۰ درصد نیاز کودی 50% of fertilizer requirement	۱۰۰ درصد نیاز کودی 100% of fertilizer requirement
	کشت خالص گوار Sole cultivation of guar	6.16 d	6.70 c
یک ردیف کشت گوار + یک ردیف کشت چای ترش One row of guar + one row of roselle	4.80 j	5.60 h	6.00 de
دو ردیف کشت گوار + یک ردیف کشت چای ترش Two row of guar + one row of roselle	5.10 i	5.90 ef	5.93 ef
سه ردیف کشت گوار + یک ردیف کشت چای ترش Three row of guar + one row of roselle	5.80 fg	6.90 b	7.40 a
یک ردیف کشت گوار + دو ردیف کشت چای ترش One row of guar + two row of roselle	4.73 jk	4.80 j	4.90 j
یک ردیف کشت گوار + سه ردیف کشت چای ترش One row of guar + three row of roselle	4.60 k	4.80 j	5.70 gh
دو ردیف کشت گوار + سه ردیف کشت چای ترش Two row of guar + three row of roselle	4.80 j	6.00 de	6.70 c
سه ردیف کشت گوار + دو ردیف کشت چای ترش Three row of guar + two row of roselle	5.70 gh	5.90 ef	6.16 d

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

Means with the same letter, have not significantly different at 5% based on LSD test.

کودی مشاهده شد و در این دو تیمار، عملکرد دانه گوار به بیش از ۳۵۵ گرم در مترمربع رسید (جدول ۸). پس از این دو تیمار، تیمارهای کشت خالص گوار و کشت سه ردیف گوار + کشت یک ردیف چای ترش در شرایط تامین ۵۰ درصد نیاز کودی، به ترتیب با عملکرد دانه از ۳۴۲ و ۳۳۳ گرم در مترمربع در رتبه بعدی قرار گرفتند. با این وجود، عملکرد دانه در این دو تیمار، با

## عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل آرایش کشت مخلوط و کود نیتروژن بر عملکرد دانه گوار در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). بطوری که بیشترین عملکرد دانه در دو تیمار کشت خالص گوار و کشت سه ردیف گوار + کشت یک ردیف چای ترش در شرایط تامین ۱۰۰ درصد نیاز

تمامی سطوح تیمار آرایش کشت مخلوط، با افزایش مقدار نیتروژن از صفر به ۱۰۰ درصد نیاز کودی، عملکرد دانه بطور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۸).

دو تیمار کشت خالص گوار و کشت سه ردیف گوار + کشت یک ردیف چای ترش در شرایط تامین ۱۰۰ درصد نیاز کودی، به ترتیب ۴/۲۰ و ۶/۲۰ درصد کمتر بود. در سایر تیمارها عملکرد دانه، کمتر از ۳۲۶ گرم در مترمربع بود (جدول ۸). تقریباً در

جدول ۸- مقایسات میانگین اثر متقابل کشت مخلوط و کود نیتروژن بر عملکرد دانه گوار

Table 8- Mean comparisons of interaction of intercropping and nitrogen fertilizer on seed yield of guar (g/m<sup>2</sup>)

آرایش کشت مخلوط Intercropping arrangement	کود نیتروژن Nitrogen fertilizer		
	عدم مصرف نیتروژن Non-nitrogen fertilizer	۵۰ درصد نیاز کودی 50% of fertilizer requirement	۱۰۰ درصد نیاز کودی 100% of fertilizer requirement
	کشت خالص گوار Sole cultivation of guar	315 d-f	342 b
یک ردیف کشت گوار + یک ردیف کشت چای ترش One row of guar + one row of roselle	248 k	296 g	320 de
دو ردیف کشت گوار + یک ردیف کشت چای ترش Two row of guar + one row of roselle	264 h-j	295 g	316 d-f
سه ردیف کشت گوار + یک ردیف کشت چای ترش Three row of guar + one row of roselle	311 ef	333 bc	355 a
یک ردیف کشت گوار + دو ردیف کشت چای ترش One row of guar + two row of roselle	261 h-j	264 h-j	265 h
یک ردیف کشت گوار + سه ردیف کشت چای ترش One row of guar + three row of roselle	255 i-k	265 hi	286 g
دو ردیف کشت گوار + سه ردیف کشت چای ترش Two row of guar + three row of roselle	254 jk	312 ef	325 cd
سه ردیف کشت گوار + دو ردیف کشت چای ترش Three row of guar + two row of roselle	309 f	314 d-f	323 cd

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

Means with the same letter, have not significantly different at 5% based on LSD test.

مقایسه با سایر تیمارها، برتری آن‌ها نسبت به سایر تیمارها از نظر عملکرد دانه، منطقی به نظر می‌رسد. محققین دیگر، نیز در 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 (Momen-Keykha et al., 2018). علاوه بر این، چنین به نظر می‌رسد که نیتروژن، تأثیر قابل توجهی در افزایش عملکرد دانه گوار داشته و با افزایش مصرف نیتروژن از صفر به ۱۰۰ درصد تامین نیاز کودی، بخش بیشتری از ماده خشک تولید شده، به دانه‌ها اختصاص یافته و این موضوع سبب برتری معنی‌دار عملکرد دانه در آرایش‌های مختلف کشت مخلوط شده است. بررسی‌های یک پژوهش بر روی گیاه لوبیا سبز نشان داد که مصرف ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع کود اوره

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 سه ردیف چای ترش، هر سه در شرایط عدم مصرف کود نیتروژن ملاحظه گردید، بطوری که در این سه تیمار، عملکرد دانه کمتر از ۲۵۶ گرم در مترمربع بود و در این سه تیمار، عملکرد دانه در مقایسه با شاهد به ترتیب با کاهش ۳۰/۵، ۲۸/۶ و ۲۸/۸ درصدی مواجه شد (جدول ۸). بر اساس نتایج تحقیق 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، کشت سه ردیف گوار + کشت یک ردیف چای ترش در شرایط مشابه تامین ۱۰۰ درصد نیاز کودی بود. با توجه به برتری این دو تیمار در صفات اجزای عملکرد و وزن خشک اندام هوایی در

کودی بود. این موضوع احتمالاً ناشی از رشد نامحدود بودن گیاه گوار و نیاز آن به نفوذ بیشتر نور برای فتوسنتز برگ‌های لایه‌های مختلف کانوپی و به دنبال آن، تغذیه واحدهای زایشی موجود در قسمت‌های مختلف کانوپی بوده و عدم سایه‌اندازی بوته‌های چای ترش را بر روی بوته‌های گوار می‌طلبد. لذا به نظر می‌رسد که این ترکیب کشت مخلوط، برای زارعین علاقمند به این نوع سیستم کاشت، قابل توصیه 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 تحقیق حاضر، کاهش کود مصرفی نیتروژن به کمتر از حد نیاز گیاه گوار، در کاهش عملکرد و اجزاء عملکرد آن تأثیرگذار بود. از این رو، مصرف کامل کود نیتروژن بر اساس توصیه آزمایشگاه خاک، قابل توصیه است.

شاخص سطح برگ، ماده خشک کل گیاه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و میزان پروتئین را در این گیاه افزایش داد (Lak et al., 2015). همچنین نتایج تحقیق حاضر با یافته‌های محققین دیگر که نشان دادند که تامین ۱۰۰ درصد کود نیتروژن مورد نیاز ذرت موجب افزایش معنی‌دار اجزاء عملکرد و عملکرد آن گردید، همسو بود (Mirza Shahi et al., 2017).

### نتیجه‌گیری کلی

بر اساس نتایج این پژوهش، تنها تیماری که از نظر خصوصیات وزن خشک اندام هوایی، اجزای عملکرد و عملکرد دانه با تیمار کشت خالص گوار در یک گروه آماری قرار گرفت و یا اختلاف آماری اندکی با آن داشت، تیمار کشت سه ردیف گوار + کشت یک ردیف چای ترش در شرایط تامین ۱۰۰ درصد نیاز

### References

- Abdzaad Gohari, A., Amiri, E. and Majd Salimi, K., 2011. Yield evaluation and water use efficiency in peanut (*Arachis hypogaea* L.) under different levels of irrigation and nitrogen fertilizer. *Journal of Water Soil*, 25(5), pp.994-1004. [In Persian].
- Araghian, S., Sadrabadi Haghghi, R., Ghasemi, M. and 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), pp.85-104. [In Persian]. doi: 10.22069/ejcp.2022.19011.2417
- Arshadi, M.J., 2016. Investigation of the effect of seeds inoculation of chickpea (*Cicer arietinum* L.) with arbuscular mycorrhiza and pseudo-endomycorrhiza in response to drought stress. Ph.D. thesis. Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. [In Persian].
- Arshadi, M.J., Khazaei, H.R. and Kafi, M., 2008. Investigating the effect of nitrogen fertilizer on the yield and yield components of *Agria* variety potato using chlorophyll meter. *Journal of Agricultural Research*, 8(1), pp.33-45. [In Persian].
- Ehsani Pour, A., Abbasdokht, H., Gholi Pour, M. and 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), pp.223-246. [In Persian].
- Eskandari, H., Kazemi, K. and Alizadeh, A., 2020. Intercropping. Publication of Pazhuhandegane Rahe Danesh. [In Persian].
- Fotohi-chianeh, S., Javanshir, A., Dabbagh Mohammadi Nassab, A., Zand, E., Razavi, F. and 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), pp.131-143. [In Persian].

- Gao, Y., Duan, A., Sun, J., Li, F., Liu, Z., Liu, H. and Liu, Z., 2009. Crop coefficient and water - use efficiency of winter wheat / spring maize strip intercropping. *Field Crops Research*, 111, pp.65-73. **doi: 10.1016/j.fcr.2008.10.007**
- Ghorabaei Toghrekan, Z., Aein, A., Afshar Manesh, Gh., Alavi siney, M. and 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), pp.119-143. [In Persian]. **doi: 10.22092/aj.2022.355437.1556**
- Hema, Y. and 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.
- Heydari, H., Dahmardeh, M. and Khammari, E., 2019. Evaluation of production in intercropping of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) with cowpea (*Vigna unguiculata* L.) in replacement series. *Iranian Journal of Field Crop Sciences*, 50(3), pp.157-167. [In Persian]. **doi: 10.22059/ijfcs.2018.230539.654299**
- Hossieni Nezhad, N., 2021. Effect of different levels of drought, ascorbic acid and calcium on some morpho-physiological and biochemical traits of *Cyamopsis tetragonoloba*. Faculty of Biology, University of Sistan and Baluchestan. [In Persian].
- Khoshouei, Z., Ashouri, M., Doroudian, H.R., Amiri, E. and Mohammadian Rowshan, N., 2022 a. Effect of municipal waste compost and nitrogen fertilizer on yield of peanut (*Arachis Hypogae* L.) under different management of irrigation. *Crop Production Journal*, 14(4), pp.63-84. [In Persian]. **doi: 10.22069/ejcp.2022.18960.2415**
- Khoshouei, Z., Ashouri, M., Doroudian, H.R., Amiri, E. and Mohammadian Rowshan, N., 2022 b. 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), pp.339-357. [In Persian]. **doi: 10.22034/csrar.2021.296728.1109**
- Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., Mondani, F., Feizi, H. and Amirmoradi, S., 2009. Evaluation of radiation interception and use by maize and bean intercropping canopy. *Journal of Agroecology*, 1, pp.13-23. [In Persian]. **doi: 10.22067/jag.v1i1.2650**
- Lak, Sh., Kermanshahi, M. and Nouriani, 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, pp.599-610. [In Persian].
- Majnoon Hosseini, N. 2015. Cultivation and Production of Legumes. Jahad University Publication of Tehran. [In Persian].
- Mirza Shahi K., Nejad, A.P. and 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. *Soil Research*, 30(2), pp.115-124. [In Persian]. **doi: 10.22092/ijsr.2016.106714**
- Momen Keykha, M., Khammari, I., Dahmardeh, M. and 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), pp.1050-1069. [In Persian]. **doi: 10.22067/jag.v9i4.51084**
- Mostafavi Rad, M., Nobahar, A., Gholami, M., Ajili Lahiji, A., Bonyadi, I., Adibi, Sh., Rahimian, M.R. and Akbarzadeh, E., 2016. Quantitative and qualitative response of peanut (*Arachis hypogaea* L.) to starter nitrogen application. *Journal of Oil Plants Production*, 2(2), pp.59-75. [In Persian].
- Pathak, R. and 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), pp.147-154.
- Sajid, M., Ahmed, I. and 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), pp.29-32.
- Salvagiotti, F., Cassman, K.G., Specht, J.E., Walters, D.T., Weiss, A. and Dobermann, A., 2008. Nitrogen uptake, fixation and response to fertilizer N in soybeans: A review. *Field Crops Research*, 108(1), pp.1-13.
- Sarmad Nia, Gh.H. and Koocheki, A.R., 2013. *Crop Physiology*. Tehran University Publication. [In Persian].
- Sepideh Dam, S. and Ramroudi, M., 2015. The effect of tillage and nitrogen fertilization systems on yield, yield components and grain protein of wheat. *Journal Plant Ecophysiology Applied Research*, 2(2), pp.33-47. [In Persian].
- Shahbazi, M., Khodaei- Joghan, A., Moradi-Telavat, M.R. and 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), pp.127-141. [In Persian]. **doi: 20.1001.1.15625540.1400.23.2.3.9**
- Shahghasi, M., Seghatoleslami, M.J., Moosavi, Gh.R. and 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), pp.487-502. [In Persian]. **doi: 10.22034/csrar.2023.326353.1184**
- 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. and 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, pp.1246-1258. **doi: 10.4236/ajps.2016.78120**
- Taiz, L. and Zeiger, E., 2010. *Plant Physiology*. Sinauer Associates. Inc. Publishers.
- Yazdan Panah, M., 2016. The effect of different levels of irrigation, sowing date and fertilizer management on yield and yield components of hibiscus (*Hibiscus sabdariffa* L.) under Minab conditions. Ph.D. thesis. Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. [In Persian].
- Zare Feizabadi, A. and Emamverdian, A.G., 2012. Effect of mixed cropping on yield and agronomic characteristics of wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Agroecology*, 4(2), pp.144-150. [In Persian].

## Investigating of yield and yield components response of guar to intercropping with roselle under different levels of nitrogen

Mohammad Nasser Modoodi<sup>1\*</sup>, Ebrahim Jahangir Dehborzoui<sup>2</sup>, Vahid Shamsabadi<sup>3</sup>, Zahra Shirmohammadi Aliakbarkhani<sup>3</sup>, Hossein Nastari Nasrabadi<sup>1</sup>, Behzad Fahmideh<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Horticulture Sciences and Engineering, University of Torbat-e Jam, Torbat-e Jam, Iran

<sup>2</sup> Department of Agricultural Economics, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

<sup>3</sup> Department of Water Sciences and Engineering, University of Torbat-e Jam, Torbat-e Jam, Iran

\*Corresponding Author: [mnmodoodi@tjamcaas.ac.ir](mailto:mnmodoodi@tjamcaas.ac.ir)

Received: 11 December 2023 Accepted: 11 July 2024

DOI: 10.22034/CSRAR.2024.429834.1385

### Abstract

**Introduction:** Guar is an annual plant that tolerates salinity and drought from the legume family, which can be used as an alternative product in low water plains. Considering the characteristics of the guar, such as having the ability to biologically nitrogen fixation and a relatively deep root system, high adaptability to drought and poor soils, high competitive power and favorable morphology, it seems that placing it in intercropping cultivation, it can increase the efficiency of final yield of intercropping crops. Utilizing the intercropping system for plants, is an effective measure to improve soil fertility, increase the absorption of nutrients and improve the efficiency of water consumption, and it is considered one of the most important scientific methods to help maintain the stability and balance of the living system of the soil. Therefore, this research was carried out with the aim of comparing different patterns of intercropping cultivation of guar next to the roselle with its pure cultivation at different levels of nitrogen fertilizer in field of Toos Planting Manager Company in Taybad city, located in Polband plain.

**Materials and Methods:** The experiment was performed as a split plot in the form of a randomized complete block design with two factors and in three replications. The first factor included eight ratios of mixed crops, which were implemented as follows: sole cultivation of guar, one row of guar + one row of roselle, two row of guar + one row of roselle, three row of guar + one row of roselle, one row of guar + two row of roselle, one row of guar + three row of roselle, two row of guar + three row of roselle and Three row of guar + two row of roselle. The second factor included nitrogen fertilizer, based on recommendation of the soil laboratory, at three levels: without giving nitrogen fertilizer (zero kg per hectare) and 50 and 100 percent of guar's requirement for nitrogen, one half at the time of planting and the other at the time of pod formation.

**Results and Discussion:** The results indicated a significant superiority of sole cultivation of guar treatment in 100 percent of guar's requirement for nitrogen fertilizer in terms of the number of pods per plant and the number of seeds per pod. Nevertheless, in attributes of pod length and weight of 100 seeds, significant superiority changed in favor of treatment of three row of guar + one row of roselle under conditions of 100 percent of guar's requirement for nitrogen fertilizer. In attributes of shoot dry weight and seed yield, the two treatments of sole cultivation of guar and three row of guar + one row of roselle in condition of providing 100 percent of nitrogen fertilizer requirement have a significant advantage and were placed in a statistical group.

**Conclusion:** Based on the results of this research, in terms of shoot dry weight, yield components and seed yield, the only treatment that was in the same statistical group with sole cultivation of guar or had a small statistical difference with it, is the treatment of three row of guar + one row of roselle in the condition of supplying 100 percent of nitrogen fertilizer requirement. Therefore, it seems that this intercropping combination is recommendable for farmers who like this type of planting system. Because doing intercropping for species with different phenology can increase the productivity of agricultural lands while creating biodiversity and guaranteeing production. Also, according to the findings of present research, the reduction of nitrogen fertilizer consumption to less than requirement

of guar was effective in reducing the yield and its yield components. Therefore, it is recommended to use full nitrogen fertilizer based on recommendations of the soil laboratory.

**Keywords:** Fertilizer requirement, Intercropping arrangement, 100 seeds weight