

# تغییرات رشد ریشه، اندام هوایی و گره ریزوبیومی گیاه شبلیله (*Trigonella foenum-gracum*) تحت تأثیر تیمار کودی و کشت مخلوط با اسفرزه (*Plantago ovata*)

سهیلا قاسمی مهام<sup>۱</sup>، سیف‌اله فلاح<sup>۲\*</sup> و محمودرضا تدین<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد آگروکولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

۲- نویسنده مسئول: دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد (falah1357@yahoo.com)

۳- دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۸/۲۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۳/۳۱

## چکیده

استفاده از کودهای آلی و گونه‌های لگوم می‌تواند علاوه بر کاهش مصرف کودهای شیمیایی سبب پایداری سیستم‌های زراعی گردد. بنابراین، به‌منظور ارزیابی اثر تیمارهای کودی و نسبت‌های کشت مخلوط اسفرزه- شبلیله بر گره‌های ریزوبیومی، رشد ریشه و اندام هوایی گیاه شبلیله، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد در سال ۱۳۹۲ اجرا گردید. چهار تیمار کشت مخلوط شامل کشت خالص شبلیله؛ سه نسبت کشت مخلوط شبلیله: اسفرزه (۲:۱، ۱:۱، ۱:۲) به عنوان فاکتور اول و سه نوع کود (کود شیمیایی، کود گاوی، کود شیمیایی: کود گاوی) به‌عنوان فاکتور دوم به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بیشترین تعداد و وزن گره‌های ریزوبیومی، وزن خشک اندام هوایی و تعداد شاخه جانبی از کشت شبلیله: اسفرزه (۲:۱) همراه با کاربرد کود تلفیقی (شیمیایی+گاوی) به‌دست آمده و بیشترین ارتفاع بوته و وزن نیام از کشت شبلیله با تیمار کود تلفیقی حاصل شد. هم‌چنین در بین تیمارهای کودی، کمترین تعداد و وزن گره‌های ریزوبیومی، سطح ویژه برگ، نسبت سطح برگ و نسبت وزن برگ مربوط به کود شیمیایی بود. بر اساس نتایج این آزمایش استفاده از کود تلفیقی در برهمکنش با کشت مخلوط شبلیله و اسفرزه می‌تواند در افزایش عملکرد گیاه شبلیله مؤثر باشد و به لحاظ کاهش مصرف کودهای شیمیایی می‌تواند در حفاظت از محیط‌زیست اهمیت داشته باشد.

**کلید واژه‌ها:** رشد شبلیله، شاخص سطح برگ، کود تلفیقی، نسبت کشت مخلوط.

## مقدمه

ترتیب شامل ۴/۶، ۶/۲ و ۰/۴ گرم پروتئین، کربوهیدرات و چربی است. جوانه‌های این گیاه سرشار از ویتامین A و فسفر هستند. برگ‌ها و بافت‌هایی که رشد سریع دارند حدوداً ۰/۸ درصد از کل ویتامین C موجود در گیاه را به خود اختصاص می‌دهند، در حالی که مقدار کمتری از این ویتامین در ساقه و ریشه وجود دارد (Riyasat and Nasirzadeh, 2005). تثبیت زیستی نیتروژن<sup>۱</sup> در

شبلیله با نام علمی *Trigonella foenum-graceum* L. گیاه علفی یک‌ساله از تیره لگومینوز و بومی شرق مدیترانه می‌باشد (Nasseri and Husseinian, 2012). برگ شبلیله از زمان‌های قدیم تا امروز همواره از نظر غذایی مهم بوده و مورد مصرف قرار گرفته است. مواد با اهمیت در برگ شبلیله شامل کلسیم، آهن، کاروتن، اسید آسکوربیک، پروتئین، ویتامین و ریبولوین می‌باشد و هر صد گرم برگ آن به

1- Biological nitrogen fixation

از طرفی، تولید محصولات کشاورزی در شرایط کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی قابلیت اعتماد مصرف کنندگان را افزایش می‌دهد (Rahimi et al., 2001)، همچنین، تولید کنندگان مواد خام دارویی، به دنبال افزایش کیفیت محصولات کشاورزی از طریق تولید مواد گیاهی مشابه در شرایط کنترل شده می‌باشد که در این شرایط بهبود کیفیت گیاهان دارویی ابعاد تازه‌ای را در تولید این محصولات در سراسر جهان ایجاد نموده است (Chatterjee, 2002). استفاده از کودهای آلی از جمله کودهای دامی همراه با مصرف کودهای شیمیایی می‌تواند ضمن کاهش مقدار مصرف کودهای شیمیایی، در بهبود عملکرد این گیاهان و پایداری تولید آن‌ها مؤثر باشد (Bigonah et al., 2011).

کشت گیاهان همراه با محصول اصلی نوعی از مخلوط است که امکان بهره‌وری از منابع را فراهم می‌کند. کشت اسفرزه به‌عنوان محصول اصلی در شرایط برداشت شبلیله جهت مصارف سبزی می‌تواند تولید دانه‌های اسفرزه که سرشار از موسیلاژ هستند را برای کشاورز به همراه داشته باشد (Pouryousef et al., 2011).

با عنایت به ضرورت تولید گیاهان دارویی از جمله شبلیله برای مصارف سبزی در شرایط استفاده کمتر از کودهای شیمیایی، این آزمایش با هدف بررسی اثر تیمارهای کودی و نسبت‌های کشت مخلوط بر ویژگی گره‌های ریزوبیومی، شاخص‌های رشد ریشه و اندام هوایی شبلیله طراحی و اجرا گردید.

### مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد در سال ۱۳۹۲ اجرا شد. بافت خاک محل آزمایش لومی-رسی، pH: ۷/۸۹ و EC: ۰/۷۶ دسی زیمنس بر متر، کربن آلی و نیتروژن کل به ترتیب ۰/۹۹۵ و ۰/۰۸۲ درصد، فسفر و پتاسیم قابل دسترس نیز به ترتیب ۰/۰۱۱ و ۰/۳۹۱ گرم در کیلوگرم بود. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل

همزیستی ریزوبیوم و گیاهان لگومینوز به عنوان یکی از فرآیندهای زیستی کم هزینه و بدون آلودگی در تأمین نیاز نیتروژن گیاهان زراعی این خانواده اهمیت زیادی دارند (Bagheri Mofidi et al., 2005). گیاهان تیره لگوم از جمله شبلیله گره‌های تومور شکلی روی ریشه‌های خود دارند که در شرایط کمبود نیتروژن و در نتیجه آلودگی ریشه‌های موئین این گیاهان با دسته‌ای از باکتری‌های ریزوبیوم<sup>۱</sup> ایجاد می‌شوند (Ramezani, 2005). همزیستی بین ریشه لگوم و باکتری ریزوبیوم در گیاه شبلیله می‌تواند ۱۲۲ تا ۱۴۲ کیلوگرم نیتروژن در هکتار را تثبیت نماید (Ramsieier, 2013) که بخشی از آن در اختیار گیاه شبلیله قرار گرفته و مابقی آن می‌تواند در محیط ریزوسفر ریشه آزاد گردد (Javanmard et al., 2012). بنابراین، استفاده از گیاه دیگری به‌عنوان کشت مخلوط در مجاورت شبلیله می‌تواند در دسترسی به نیتروژن کودی و یا دسترسی به نیتروژن تثبیت شده توسط گیاه شبلیله ایفای نقش نموده و عملکرد مورد نظر را به دست آورد. در مطالعه موردی کشت مخلوط شبلیله و زنیان مقدار تثبیت نیتروژن به عواملی از قبیل مورفولوژی، تراکم و توانایی رقابت شبلیله بستگی داشت (Mirhashemi et al., 2009). Maffei and Mucciarelli (۲۰۰۳) نیز اظهار داشتند که در کشت مخلوط نواری نعنای و سویا تعداد برگ در هر گره، سطح برگ، شاخص سطح برگ و وزن خشک ساقه و برگ در کشت مخلوط برای گیاه نعنای بیشتر بود. Rajeswara Rao (۲۰۰۲) با بررسی کشت مخلوط نعنای و گوجه‌فرنگی اظهار داشت که این نوع کشت کارایی استفاده از زمین و بازده اقتصادی را بهبود بخشید. اگرچه نیاز گیاهان به نیتروژن بیشترین محدودیت غذایی آن‌ها محسوب می‌شود اما مصرف زیاد این عنصر سبب نگرانی قابل توجهی در مورد بروز بیماری‌های ناشی از مصرف سبزی‌های حاوی نترات و نیتريت می‌شود (Eftekhari and Heidari, 2014).

ارتفاع بوته، قسمت‌های هوایی و ریشه گیاه از هم جدا گردید، سطح برگ با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ اندازه‌گیری و محاسبه شد، پس از شستشوی ریشه‌ها از خاک، گره‌های ریزوبیومی از ریشه‌ها جدا شده و بعد از توزین آن‌ها، در زیر میکروسکوپ چشمی شمارش شدند سپس شاخساره و ریشه‌ها جداگانه به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و وزن خشک آن‌ها محاسبه گردید.

### شاخص سطح برگ<sup>۱</sup> (LAI)

شاخص سطح برگ نشان دهنده سطح دریافت کننده نور در واحد سطح زمین است و با رابطه زیر محاسبه می‌شود (Riyasat and Nasirzadeh, 2005).

$$LAI = \frac{L}{G}$$

که در آن L: سطح برگ و G: سطح زمین اشغال شده توسط گیاه است.

### سطح ویژه برگ<sup>۲</sup> (SLA)

سطح ویژه برگ نشان دهنده ضخامت برگ گیاه می‌باشد و واحد آن سانتی‌متر مربع بر گرم می‌باشد و با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید (Riyasat and Nasirzadeh, 2005).

$$SLA = \frac{L}{LDW}$$

که در آن L: سطح برگ و LDW: وزن خشک برگ است.

### نسبت سطح برگ<sup>۳</sup> (LAR)

نسبت سطح پهنک یا سطح فتوسنتزکننده به وزن بافت‌های تنفس‌کننده (LAR) که نشان‌دهنده پربریگی یک گیاه نیز می‌باشد و میزان سرمایه‌گذاری گیاه در تولید برگ‌ها را نشان می‌دهد (Seghatoleslami and Ahmadi Bonakdar, 2010) و واحد آن

تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. در این آزمایش سه تیمار کودی شامل کود دامی، تلفیقی (کود دامی+کود شیمیایی) و شیمیایی و چهار تیمار کشت مخلوط شامل: کشت خالص شبلیله (T)؛ دو ردیف شبلیله و یک ردیف اسفرزه TP<sub>(۲:۱)</sub>؛ یک ردیف شبلیله و یک ردیف اسفرزه TP<sub>(۱:۱)</sub>؛ یک ردیف شبلیله و دو ردیف اسفرزه (۱:۲) مورد بررسی قرار گرفتند. در تیمارهای شیمیایی، مقادیر کودها بر اساس نیاز نیتروژن دو گیاه (برای شبلیله و اسفرزه به ترتیب ۸۰ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) و ۴۵ و ۵۶ کیلوگرم اکسید فسفر در هکتار (از منبع سوپرفسفات تریپل) به ترتیب برای کشت شبلیله و اسفرزه، ۲۸ و ۳۶ کیلوگرم در هکتار و کود ریزمغذی (شامل سولفات روی، سولفات آهن، سولفات مس و سولفات منگنز) به ترتیب برای کشت شبلیله و اسفرزه مصرف شد. در تیمارهای کود دامی مقدار ۱۵۶۲۵ و ۱۹۵۳۱ کیلوگرم کود گاوی در هکتار به ترتیب برای کشت خالص شبلیله و کشت خالص اسفرزه به کار برده شد که میزان مصرف تمام کودها متناظر با نسبت کشت آن‌ها در نظر گرفته شد. در تیمارهای تلفیقی نیز ۵۰ درصد از کود دامی و ۵۰ درصد کودهای شیمیایی به کار برده شد.

کاشت هر دو گیاه در تاریخ ۲۶ اردیبهشت انجام شد. هر کرت آزمایشی شامل ۸ خط کاشت دو متری به فواصل ۲۵ سانتی‌متر بود. فواصل بوته روی ردیف برای شبلیله و اسفرزه، به ترتیب ۸ و ۴ سانتی‌متر و تراکم گیاهی ۵۰ و ۱۰۰ بوته در متر مربع به ترتیب برای شبلیله و اسفرزه در نظر گرفته شد. آبیاری بر اساس شرایط محیطی هر ۲ تا ۶ روز یکبار با روش بارانی انجام گرفت. علف‌های هرز در طی دوره رشد با وجین دستی کنترل شد.

به‌منظور تعیین شاخص‌های رشدی گیاه شبلیله، در مرحله گلدهی و ظهور نیام‌ها، با احتساب اثر حاشیه از هر کرت به صورت تصادفی ۵ بوته به همراه ریشه، از عمق ۴۰ سانتی‌متری خاک برداشت و بعد از اندازه‌گیری

1- Leaf area index  
2- Special leaf area  
3- Leaf area ratio

بیشترین وزن ریشه بوته شبلیله مربوط به نسبت کاشت شبلیله: اسفرزه (۱:۲) با کاربرد کود تلفیقی بود. بر اساس جدول (۵) وزن خشک ریشه گیاه شبلیله همبستگی مثبت و بالایی با تعداد (\*\*۰/۶۴) و وزن گره ریزویومی (\*\*۰/۶۵) موجود در ریشه گیاه نشان داد. تأثیر نسبت‌های کشت مخلوط، نوع کود و اثرات متقابل این عوامل بر وزن خشک برگ شبلیله در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). نسبت مخلوط شبلیله: اسفرزه ۲:۱ همراه با کود تلفیقی بیشترین و نسبت مخلوط شبلیله: اسفرزه ۲:۱ همراه با کود شیمیایی کمترین وزن اندام هوایی بوته شبلیله را دارا بودند (جدول ۵). از نسبت مخلوط شبلیله: اسفرزه ۲:۱ همراه با کود تلفیقی بیشترین وزن اندام هوایی حاصل شد ضریب همبستگی نشان داد که وزن خشک برگ بوته شبلیله با وزن ریشه رابطه مثبت و معنی‌داری دارد (جدول ۳). تأثیر نسبت‌های کشت مخلوط، نوع کود و اثرات متقابل این عوامل بر وزن خشک ساقه شبلیله در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱) و بیشترین وزن ساقه شبلیله در نسبت‌های مخلوط شبلیله: اسفرزه ۱:۲ همراه با کود گاوی و نسبت ۲:۱ همراه با کود تلفیقی حاصل شد. تجزیه همبستگی بین صفات بوته شبلیله نشان داد که وزن خشک ساقه شبلیله همبستگی معنی‌داری ( $r=0.39^*$ ) با سطح ویژه برگ دارد. نسبت‌های مختلف کشت مخلوط و نوع کود و اثرات متقابل دو عامل تأثیر معنی‌داری ( $P<0.01$ ) بر وزن نیام‌های بوته شبلیله داشتند (جدول ۱). در این آزمایش نسبت‌های مخلوط شبلیله: اسفرزه ۱:۲ و ۲:۱ همراه با کود تلفیقی بیشترین و نسبت مخلوط شبلیله: اسفرزه ۱:۱ همراه با کود گاوی کمترین وزن نیام شبلیله را به خود اختصاص داد (جدول ۲). برگ دارند (جدول ۳). تأثیر نوع کود و نسبت‌های کشت مخلوط و اثرات متقابل این عوامل بر تعداد شاخه جانبی گیاه شبلیله در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴).

سانتی‌متر مربع بر گرم می‌باشد که از طریق رابطه زیر محاسبه شد (Riyasat and Nasirzadeh, 2005).

$$LAR = \frac{LD}{Wt}$$

که در آن L: سطح برگ و Wt: وزن خشک کل اندام هوایی گیاه است.

### نسبت وزن برگ<sup>۱</sup> (LWR)

نسبت وزن خشک برگ به وزن خشک کل گیاه (LWR) که واحد آن گرم بر گرم می‌باشد، با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید (Riyasat and Nasirzadeh, 2005).

$$LWR = \frac{LDW}{Wt}$$

که در آن LDW: وزن خشک برگ و Wt: وزن خشک کل اندام هوایی گیاه است.

تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام گرفت و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

### نتایج و بحث

نتایج به‌دست‌آمده آمده از تجزیه واریانس داده‌ها حاکی است که تعداد و وزن تر گره ریزویومی در بوته شبلیله به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر نوع کود و نسبت‌های مختلف کشت مخلوط و اثرات متقابل این عوامل قرار گرفت (جدول ۱). جدول (۲) مقایسات میانگین‌ها نشان می‌دهد که بیشترین تعداد و وزن گره ریزویومی از تیمار کشت شبلیله: اسفرزه (۲:۱) با کاربرد کود تلفیقی (۵۰:۵۰) از دو نوع سیستم تغذیه‌ای حاصل شد. با کاربرد کود شیمیایی از تعداد گره ریزویومی ریشه شبلیله کاسته شده و همچنین بین تعداد گره ریزویومی و وزن آن همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت (جدول ۳).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس اثر نوع کود و نسبت کشت مخلوط بر تعداد گره ریزوبیومی (NN) و وزن گره ریزوبیومی در بوته (NW)، وزن خشک ریشه (RW)، وزن خشک ساقه (SW)، وزن خشک برگ (LW) و وزن خشک نیام (PW) گیاه شنبلیله

**Table 2. Results of ANOVA (mean square) for effect of fertilizer type and intercropping ratio on weight (WN) and number (NN) of Rhizobium node per plant, dry weight root (RW), dry weight stem (SW), dry weight leaf (LW) and dry weight pod (PW) of *Trigonella foenum-gracum***

(Mean squares) میانگین مربعات							منبع تغییرات S.O.V
PW	LW	SW	RW	NW	NN	df	
0.009 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	0.2 <sup>ns</sup>	0.005 <sup>ns</sup>	0.00006 <sup>ns</sup>	003 <sup>ns</sup> .0	2	تکرار Replication
1.2 <sup>***</sup>	59.1 <sup>***</sup>	6.23 <sup>***</sup>	0.17 <sup>***</sup>	0.13 <sup>***</sup>	7.449 <sup>***</sup>	3	نسبت مخلوط (A) Intercropping ratio
0.48 <sup>***</sup>	0.93 <sup>***</sup>	10.62 <sup>***</sup>	0.04 <sup>***</sup>	0.001 <sup>***</sup>	5.58 <sup>***</sup>	2	نوع کود (B) Fertilizer type
0.18 <sup>***</sup>	0.61 <sup>***</sup>	3.89 <sup>***</sup>	0.05 <sup>***</sup>	0.0004 <sup>***</sup>	4.71 <sup>***</sup>	6	A×B
0.02	0.01	0.11	0.001	0.0001	0.22	22	خطای آزمایشی Error
29.6	3.6	8.2	6.8	10.3	5.3		ضریب تغییرات (درصد) CV (%)

ns, \*, \*\*, and \*\*\* are insignificant and significant at 5 and 1 and 0.1 percent, respectively.

ns, \*, \*\*, and \*\*\* are insignificant and significant at 5 and 1 and 0.1 percent, respectively.

جدول ۲- اثر نوع کود و نسبت کشت مخلوط بر تعداد گره ریزوبیومی (NN) و وزن گره ریزوبیومی در بوته (NW)، وزن خشک ریشه (WR)، وزن خشک ساقه (WS)، وزن خشک برگ (LW) و وزن خشک نیام (PW)

**Table 2. Effects of fertilizer type and intercropping ratio on weight (WN) and number (NN) of Rhizobium node per plant, dry weight root (WR), dry weight stem (SW), dry weight leaf (LW) and dry weight pod (PW)**

PW (gr)	WL (gr)	WS (gr)	WR (gr)	NW (gr)	NN	نوع کود Fertilizer type	نسبت کشت مخلوط Intercropping ratio
0.29 <sup>cd</sup>	4.7 <sup>d</sup>	3.29 <sup>ef</sup>	0.55 <sup>c</sup>	0.1 <sup>e</sup>	10.66 <sup>e</sup>		T
0.92 <sup>b</sup>	4.23 <sup>e</sup>	5.28 <sup>b</sup>	0.37 <sup>f</sup>	0.12 <sup>d</sup>	10.60 <sup>e</sup>		TP <sub>(2:1)</sub>
0.14 <sup>d</sup>	3.88 <sup>g</sup>	3.91 <sup>c</sup>	0.54 <sup>c</sup>	0.1 <sup>e</sup>	7.93 <sup>f</sup>	M	TP <sub>(1:1)</sub>
0.78 <sup>b</sup>	4.06 <sup>f</sup>	6.46 <sup>a</sup>	0.53 <sup>c</sup>	0.12 <sup>d</sup>	10.66 <sup>e</sup>		TP <sub>(1:2)</sub>
0.39 <sup>c</sup>	5.04 <sup>c</sup>	3 <sup>f</sup>	0.54 <sup>c</sup>	0.23 <sup>c</sup>	2.12 <sup>d</sup>		T
1.16 <sup>a</sup>	6.08 <sup>a</sup>	6.82 <sup>a</sup>	0.87 <sup>a</sup>	0.28 <sup>a</sup>	4.16 <sup>a</sup>		TP <sub>(2:1)</sub>
0.87 <sup>b</sup>	4.21 <sup>ef</sup>	3.85 <sup>cde</sup>	0.63 <sup>b</sup>	0.23 <sup>c</sup>	14.2 <sup>c</sup>	I	TP <sub>(1:1)</sub>
1.20 <sup>a</sup>	5.34 <sup>b</sup>	3.89 <sup>cd</sup>	0.52 <sup>cd</sup>	0.25 <sup>b</sup>	15.20 <sup>b</sup>		TP <sub>(1:2)</sub>
0.30 <sup>cd</sup>	0.91 <sup>h</sup>	3.08 <sup>f</sup>	0.5 <sup>cde</sup>	0.04 <sup>f</sup>	2.33 <sup>g</sup>		T
0.29 <sup>cd</sup>	1.02 <sup>h</sup>	4.88 <sup>b</sup>	0.47 <sup>de</sup>	0.04 <sup>f</sup>	2.46 <sup>g</sup>		TP <sub>(2:1)</sub>
0.25 <sup>cd</sup>	0.93 <sup>h</sup>	3.33 <sup>def</sup>	0.46 <sup>e</sup>	0.04 <sup>f</sup>	2.4 <sup>g</sup>	C	TP <sub>(1:1)</sub>
0.27 <sup>cd</sup>	0.88 <sup>h</sup>	2.10 <sup>g</sup>	0.19 <sup>g</sup>	0.04 <sup>f</sup>	2.33 <sup>g</sup>		TP <sub>(1:2)</sub>

M نشانگر کود دامی، I کود تلفیقی، C کود شیمیایی، T کشت خالص شنبلیله، TP<sub>(2:1)</sub> کشت مخلوط دو ردیف شنبلیله و یک ردیف اسفرزه، TP<sub>(1:1)</sub> یک ردیف شنبلیله و یک ردیف اسفرزه، TP<sub>(1:2)</sub> یک ردیف شنبلیله و دو ردیف اسفرزه است. در هر ستون، مقادیر میانگین (n=3) دارای حروف مشابه، فاقد اختلاف معنی دار هستند (P>0.05).

M, indicant manure fertilizer; I, intergerated fertilizer; C, chemical fertilizer; T, monoculture *Trigonella*; TP<sub>(2:1)</sub>, Intercropping of two line *Trigonella* and one line *Plantago*; TP<sub>(1:1)</sub>, Intercropping of one line *Trigonella* and one line *Plantago*; TP<sub>(1:2)</sub>, Intercropping of one line *Trigonella* and two line *Plantago*. In each column, mean values (n=3) with the same letters have not significant differences (P>0.05).

جدول ۳- ضرایب همبستگی پیرسون (r) بین وزن (WN) و تعداد گره (NN) ریزوبیومی در بوته، وزن خشک ریشه (WR)، ساقه (WS)، برگ (WL) و نیام (WP)، تعداد شاخه‌ی جانبی (NLB)، تعداد برگ (NL)، شاخص سطح برگ (LAI)، ارتفاع بوته (H)، سطح ویژه برگ (SLA)، نسبت سطح برگ (LAR)، نسبت وزن برگ (LWR) و وزن اندام هوایی (TW) (n=۳۶).

**Table 3. Pearson Correlation Coefficients (r) between weight (WN) and number (NN) of Rhizobium node per plant, dry weight root (WR), stem (WS), leaf (WL) and pod (WP), number of lateral branches (NLB), leaf number (NL), leaf area index (LAI), plant height (H), special leaf area (SLA), leaf area ratio (LAR), leaf weight ratio (LWR) and total weight of shoot (TW) (n=36).**

WT	LWR	LAR	SLA	H	LAI	NL	NLB	WP	WL	WS	WR	NN	WN	
1	-0.02 <sup>ns</sup>	-0.03 <sup>ns</sup>	-0.04 <sup>ns</sup>	-0.08 <sup>ns</sup>	0.32 <sup>ns</sup>	-0.22 <sup>ns</sup>	0.06 <sup>ns</sup>	0.71 <sup>***</sup>	0.71 <sup>***</sup>	-0.01 <sup>ns</sup>	0.07 <sup>ns</sup>	0.003 <sup>ns</sup>	-0.01 <sup>ns</sup>	WT
	1	0.94 <sup>***</sup>	0.006 <sup>ns</sup>	-0.07 <sup>ns</sup>	0.09 <sup>ns</sup>	0.63 <sup>***</sup>	0.5 <sup>**</sup>	-0.02 <sup>ns</sup>	0.86 <sup>***</sup>	-0.01 <sup>ns</sup>	0.37 <sup>*</sup>	0.79 <sup>***</sup>	0.69 <sup>***</sup>	LWR
		1	0.33 <sup>*</sup>	-0.06 <sup>ns</sup>	0.10 <sup>ns</sup>	0.60 <sup>***</sup>	0.56 <sup>***</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	0.8 <sup>***</sup>	0.09 <sup>ns</sup>	0.38 <sup>**</sup>	0.74 <sup>***</sup>	0.60 <sup>***</sup>	LAR
			1	0.06 <sup>ns</sup>	0.03 <sup>ns</sup>	0.07 <sup>ns</sup>	0.23 <sup>ns</sup>	0.04 <sup>ns</sup>	0.08 <sup>ns</sup>	0.39 <sup>*</sup>	0.08 <sup>ns</sup>	0.02 <sup>ns</sup>	-0.09 <sup>ns</sup>	SLA
				1	-0.15 <sup>ns</sup>	0.08 <sup>ns</sup>	-0.37 <sup>*</sup>	-0.006 <sup>ns</sup>	0.05 <sup>ns</sup>	-0.30 <sup>*</sup>	0.02 <sup>ns</sup>	-0.30 <sup>ns</sup>	-0.80 <sup>ns</sup>	H
					1	-0.52 <sup>***</sup>	-0.15 <sup>ns</sup>	0.22 <sup>ns</sup>	0.16 <sup>ns</sup>	0.18 <sup>ns</sup>	-0.08 <sup>ns</sup>	0.11 <sup>ns</sup>	0.06 <sup>ns</sup>	LAI
						1	0.49 <sup>**</sup>	-0.23 <sup>ns</sup>	0.74 <sup>***</sup>	0.33 <sup>*</sup>	0.63 <sup>***</sup>	0.75 <sup>***</sup>	0.69 <sup>***</sup>	NL
							1	-0.16 <sup>ns</sup>	0.46 <sup>**</sup>	0.16 <sup>ns</sup>	0.49 <sup>**</sup>	0.37 <sup>*</sup>	0.41 <sup>*</sup>	NLB
								1	-0.16 <sup>ns</sup>	-0.22 <sup>ns</sup>	-0.18 <sup>ns</sup>	-0.16 <sup>ns</sup>	-0.17 <sup>ns</sup>	WP
									1	0.44 <sup>**</sup>	0.63 <sup>***</sup>	0.69 <sup>***</sup>	0.85 <sup>***</sup>	WL
										1	0.54 <sup>***</sup>	0.45 <sup>***</sup>	0.35 <sup>*</sup>	WS
											1	0.64 <sup>***</sup>	0.65 <sup>***</sup>	WR
												1	0.93 <sup>***</sup>	NN
													1	WN

ns, \*, \*\*, and \*\*\* are insignificant and significant at 5 and 1 and 0.1 percent, respectively.

ns, \*, \*\*, and \*\*\* به ترتیب بیانگر عدم معنی‌داری و معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۵، ۱ و ۰/۱ درصد است.

احتمال یک درصد معنی دار بود جدول (۴) و هرچه به سمت استفاده از کودهای شیمیایی پیش می‌رویم از وزن اندام هوایی بوته سنبليله کاسته می‌شود (جدول ۵).

ضریب همبستگی نشان داد که وزن اندام هوایی بوته سنبليله با وزن برگ و وزن نیام‌ها رابطه مثبت و معنی داری ( $r=0.71^{***}$ ) دارد. نتایج پژوهش حاضر جدول (۲) نشان داد کشت سنبليله: اسفرزه با نسبت (۲:۱) همراه با کاربرد کود تلفیقی احتمالاً به دلیل ایجاد تعادل در فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز دو گیاه اسفرزه و سنبليله از اوایل دوره رشد گره‌زایی تحریک و به دنبال آن تثبیت نیتروژن بیشتر شده است، هم‌چنین حضور گیاه اسفرزه در کشت مخلوط سبب استفاده از نیتروژن در دسترس خاک شده و از تأثیرات سوء نیتروژن معدنی در کود شیمیایی بر گره‌بندی ریزوبیومی ریشه سنبليله تا حدودی کاسته است و به این ترتیب تعداد گره در بوته و وزن تر گره ریزوبیومی در نسبت‌های مخلوط نسبت به تک کشتی افزایش یافته است. این در حالی است که، اضافه کردن کود شیمیایی به خاک سبب افزایش مقادیر نیتروژنی در خاک شده که بر روی فرآیندهای تشکیل گره و تثبیت نیتروژن اثر بازدارنده داشته است، بنابراین گره‌زایی ریزوبیومی در تیمارهای کودهای شیمیایی در گیاه سنبليله نسبت به کود تلفیقی کمتر اتفاق افتاده است، تأثیر منفی نیتروژن اضافی خاک توسط محققین دیگر گزارش شده است (Parsa et al., 2003). کاهش تعداد گره ریزوبیومی و وزن آن‌ها در تیمار با نسبت مخلوط مشابه (۲:۱) ولی مصرف کود گاوی ممکن است به دلیل رهاسازی آهسته نیتروژن از کود گاوی و عدم فراهم بودن نیتروژن و کمبود انرژی کافی برای باکتری‌ها در ابتدای شروع رشد و در نتیجه کاهش تکثیر آن‌ها باشد، در همین راستا، به نظر می‌رسد حضور گیاه اسفرزه در کنار سنبليله و استفاده از نیتروژن خاک جهت رشد، کمبود انرژی لازم برای رشد و تکثیر باکتری‌ها را در این مرحله تشدید کرده است.

بر اساس مقایسات میانگین جدول (۵) بیشترین تعداد شاخه جانبی سنبليله در تیمار کشت مخلوط سنبليله: اسفرزه (۲:۱)، همراه با کود تلفیقی مشاهده شد. هم‌چنین بر اساس ضریب همبستگی مشخص شد که تعداد شاخه جانبی همبستگی مثبت و معنی داری با وزن ریشه داشت (جدول ۲).

نتایج به دست آمده آمده از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد ارتفاع بوته سنبليله در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر تیمار نسبت‌های کشت مخلوط قرار گرفت ولی تیمارهای کودی و اثرات متقابل دو عامل به ارتفاع بوته، معنی دار نبود (جدول ۴). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که ارتفاع سنبليله در کشت خالص در مقایسه با نسبت‌های مختلف کشت مخلوط بیشتر بود (جدول ۵). نتایج نشان داد تعداد شاخه جانبی بوته سنبليله با ارتفاع بوته همبستگی منفی و برابر با  $r=-0.37^*$  داشت، که از نظر آماری در سطح احتمال پنج درصد معنی دار بود. اثر نوع کود، نسبت‌های مخلوط و اثرات متقابل این عوامل بر شاخص سطح برگ (LAI)، نسبت سطح برگ (LAR) و نسبت وزن برگ (LWR) بوته سنبليله معنی دار بود ولی در مورد سطح ویژه برگ (SLA) فقط نوع کود و اثرات متقابل دو عامل معنی دار بود (جدول ۳). در نسبت مخلوط سنبليله: اسفرزه ۲:۱ همراه با کاربرد کود تلفیقی، بیشترین و در نسبت‌های مخلوط سنبليله: اسفرزه ۱:۲ و ۱:۱ همراه با کاربرد کود شیمیایی کمترین شاخص سطح برگ گیاه سنبليله به دست آمد (جدول ۵). بیشترین سطح ویژه برگ از نسبت‌های مخلوط سنبليله: اسفرزه ۱:۲ همراه با کود گاوی حاصل شد. در مورد نسبت سطح برگ و نسبت وزن برگ بوته سنبليله، بیشترین مقدار در تیمار تک کشتی همراه با کود تلفیقی مشاهده شد. هم‌چنین نسبت وزن برگ و نسبت سطح برگ با تعداد شاخه جانبی بوته سنبليله همبستگی مثبت و معنی دار در سطح احتمال یک درصد نشان داد (جدول ۳). تأثیر نسبت‌های کشت مخلوط، نوع کود و اثرات متقابل این عوامل بر وزن اندام هوایی سنبليله در سطح