Archive of SID

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

سهیلا قاسمی مهام[۱]، سیف‌اله فلاح[۲*] و محمودرضا تدین[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد آگرواکولوژی، 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 دریافت: ۱۳۹۳/۰۳/۳۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۸/۲۷

چکیده

استفاده از کودهای آلی و گونه‌های لگوم می‌تواند علاوه‌بر کاهش مصرف کودهای شیمیایی سبب پایداری سیستم‌های زراعی گردد. بنابراین، به‌منظور ارزیابی اثر تیمارهای کودی و نسبت‌های کشت مخلوط اسفرزه- شنبلیله بر گره‌های ریزوبیومی، رشد ریشه و اندام هوایی گیاه شنبلیله، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد در سال ۱۳۹۲ اجرا گردید. چهار تیمار کشت مخلوط شامل کشت خالص شنبلیله؛ سه نسبت کشت مخلوط شنبلیله: 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 شنبلیله: اسفرزه (۲:۱) همراه با کاربرد کود تلفیقی (شیمیایی+گاوی) به‌دست‌آمده و بیشترین ارتفاع بوته و وزن نیام از کشت شنبلیله 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 شنبلیله و اسفرزه می‌تواند در افزایش عملکرد گیاه شنبلیله مؤثر باشد و به لحاظ کاهش مصرف کودهای شیمیایی می‌تواند در حفاظت از محیط‌زیست اهمیت داشته باشد.

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

مقدمه

شنبلیله با نام علمی *Trigonella foenum-graceum* L. گیاه علفی یک‌ساله از تیره لگومینوز و بومی شرق مدیترانه می‌باشد (Nasseri and Husseinian, 2012). برگ شنبلیله از زمان‌های قدیم تا امروز همواره از نظر غذایی مهم بوده و مورد مصرف قرار گرفته است. مواد با اهمیت در برگ شنبلیله شامل کلسیم، آهن، کاروتن، اسید آسکوربیک، پروتئین، ویتامین و ریبوفلاوین می‌باشد و هر صد گرم برگ آن به ترتیب شامل ۴/۶، ۶/۲ و ۰/۴گرم 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[۱] در

1- Biological nitrogen fixation

www.SID.ir

Archive of SID

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 شنبلیله 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[1] ایجاد می‌شوند (Ramezanian, 2005). همزیستی بین ریشه لگوم و باکتری ریزوبیوم در گیاه شنبلیله می‌تواند ۱۲۲ تا ۱۴۲ کیلوگرم نیتروژن در هکتار را تثبیت نماید (Ramsieier, 2013) که بخشی از آن در اختیار گیاه شنبلیله 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 شنبلیله می‌تواند در دسترسی به نیتروژن کودی و یا دسترسی به نیتروژن تثبیت شده توسط گیاه شنبلیله ایفای نقش نموده و عملکرد مورد نظر را به دست آورد. در مطالعه موردی کشت مخلوط شنبلیله و زنیان مقدار تثبیت نیتروژن به عواملی از قبیل مورفولوژی، تراکم و توانایی رقابت شنبلیله بستگی داشت (Mirhashemi *et al.*, 2009).

Maffei and Mucciarelli (۲۰۰۳) نیز اظهار داشتند که در کشت مخلوط نواری نعناع و سویا تعداد برگ در هر گره، سطح برگ، شاخص سطح برگ و وزن خشک ساقه و برگ در کشت مخلوط برای گیاه نعناع بیشتر بود. Rajeswara Rao (۲۰۰۲) با بررسی کشت مخلوط نعناع 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 نیترات و نیتریت می‌شود (Eftekhari and Heidari, 2014).

از طرفی، تولید محصولات کشاورزی در شرایط کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی قابلیت اعتماد مصرف‌کنندگان را افزایش می‌دهد (Rahimi *et al.*, 2001)، هم‌چنین، تولیدکنندگان 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 می‌توانند 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 شنبلیله 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 شنبلیله 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 شنبلیله 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 به‌ترتیب ۰/۹۹۵ و ۰/۰۸۲ درصد، فسفر و پتاسیم قابل دسترس نیز به‌ترتیب ۰/۰۱۱ و ۰/۳۹۱ گرم در کیلوگرم بود. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل

1- Rhizobium

www.SID.ir

Archive of SID

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 شنبلیله (T)؛ دو ردیف شنبلیله و یک ردیف اسفرزه $TP_{(2:1)}$؛ یک ردیف شنبلیله و یک ردیف اسفرزه $TP_{(1:1)}$؛ یک ردیف شنبلیله و دو ردیف اسفرزه (۱:۲) مورد بررسی قرار گرفتند. در تیمارهای شیمیایی، مقادیر کودها بر اساس نیاز نیتروژن دو گیاه (برای شنبلیله 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 شنبلیله 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 شنبلیله و اسفرزه مصرف شد. در تیمارهای کود دامی مقدار ۱۵۶۲۵و ۱۹۵۳۱ کیلوگرم کود گاوی در هکتار به ترتیب برای کشت خالص شنبلیله و کشت خالص اسفرزه به‌کار 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 شیمایی به‌کار 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 شنبلیله و اسفرزه، به ترتیب ۸ و ۴ سانتی‌متر و تراکم گیاهی ۵۰ و ۱۰۰ بوته در متر مربع به ترتیب برای شنبلیله 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 وجین‌دستی کنترل شد.

به‌منظور تعیین شاخص‌های رشدی گیاه شنبلیله، 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 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[1] (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[2] (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[3] (LAR)

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

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

www.SID.ir

Archive of SID

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[1] (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 ریزوبیومی در بوته شنبلیله 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 ریزوبیومی از تیمار کشت شنبلیله: اسفرزه (۲:۱) با کاربرد کود تلفیقی (۵۰:۵۰ از دو نوع سیستم تغذیه‌ای) حاصل شد. با کاربرد کود شیمیایی از تعداد گره ریزوبیومی ریشه شنبلیله کاسته شده و هم‌چنین بین تعداد گره ریزوبیومی و وزن آن همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت (جدول ۳).

بیشترین وزن ریشه بوته شنبلیله مربوط به نسبت کاشت شنبلیله: اسفرزه (۱:۲) با کاربرد کود تلفیقی بود. بر اساس جدول (۵) وزن خشک ریشه گیاه شنبلیله همبستگی مثبت و بالایی با تعداد (۰/۶۴***) و وزن گره ریزوبیومی (۰/۶۵***) موجود در ریشه گیاه نشان داد. تأثیر نسبت‌های کشت مخلوط، نوع کود و اثرات متقابل این عوامل بر وزن خشک برگ شنبلیله در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). نسبت مخلوط شنبلیله: اسفرزه ۲:۱ همراه با کود تلفیقی بیشترین و نسبت مخلوط شنبلیله: اسفرزه ۲:۱ همراه با کود شیمیایی کمترین وزن اندام هوایی بوته شنبلیله را دارا بودند (جدول ۵). از نسبت مخلوط شنبلیله: اسفرزه ۲:۱ همراه با کود تلفیقی بیشترین وزن اندام هوایی حاصل شد ضریب همبستگی نشان داد که وزن خشک برگ بوته شنبلیله 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 شنبلیله در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱) و بیشترین وزن ساقه شنبلیله در نسبت‌های مخلوط شنبلیله: اسفرزه ۱:۲ همراه کود گاوی و نسبت ۲:۱ همراه با کود تلفیقی حاصل شد. تجزیه همبستگی بین صفات بوته شنبلیله نشان داد که وزن خشک ساقه شنبلیله همبستگی معنی‌داری (r=۰/۳۹*) با سطح ویژه برگ دارد. نسبت‌های مختلف کشت مخلوط و نوع کود و اثرات متقابل دو عامل تأثیر معنی‌داری (P<۰/۰۱) بر وزن نیام‌های بوته شنبلیله داشتند (جدول ۱). در این آزمایش نسبت‌های مخلوط شنبلیله: اسفرزه ۱:۲ و ۲:۱ همراه با کود تلفیقی بیشترین و نسبت مخلوط شنبلیله: اسفرزه ۱:۱ همراه با کود گاوی کمترین وزن نیام شنبلیله 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 شنبلیله در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴).

1- Leaf weight ratio

www.SID.ir

Archive of SID

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*

میانگین مربعات (Mean squares)							
PW	LW	SW	RW	NW	NN	df	منبع تغییرات S.O.V
0.009^{ns}	0.01^{ns}	0.2^{ns}	0.005^{ns}	0.00006^{ns}	$003^{ns}.0$	2	تکرار Replication
1.2^{***}	59.1^{***}	6.23^{***}	0.17^{***}	0.13^{***}	7.449^{***}	3	نسبت مخلوط (A) Intercropping ratio
0.48^{***}	0.93^{***}	10.62^{***}	0.04^{***}	0.001^{***}	5.58^{***}	2	نوع کود (B) Fertilizer type
0.18^{***}	0.61^{***}	3.89^{***}	0.05^{***}	0.0004^{***}	4.71^{***}	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، *، ** و *** به ترتیب بیانگر عدم معنی‌داری و معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۵، ۱ و ۰/۱ درصد است

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^{cd}	4.7^{d}	3.29^{ef}	0.55^{c}	0.1^{e}	10.66^{e}	M	T
0.92^{b}	4.23^{e}	5.28^{b}	0.37^{f}	0.12^{d}	10.60^{e}		$TP_{(2:1)}$
0.14^{d}	3.88^{g}	3.91^{c}	0.54^{c}	0.1^{e}	7.93^{f}		$TP_{(1:1)}$
0.78^{b}	4.06^{f}	6.46^{a}	0.53^{c}	0.12^{d}	10.66^{e}		$TP_{(1:2)}$
0.39^{c}	5.04^{c}	3^{f}	0.54^{c}	0.23^{c}	2.12^{d}	I	T
1.16^{a}	6.08^{a}	6.82^{a}	0.87^{a}	0.28^{a}	4.16^{a}		$TP_{(2:1)}$
0.87^{b}	4.21^{ef}	3.85^{cde}	0.63^{b}	0.23^{c}	14.2^{c}		$TP_{(1:1)}$
1.20^{a}	5.34^{b}	3.89^{cd}	0.52^{cd}	0.25^{b}	15.20^{b}		$TP_{(1:2)}$
0.30^{cd}	0.91^{h}	3.08^{f}	0.5^{cde}	0.04^{f}	2.33^{g}	C	T
0.29^{cd}	1.02^{h}	4.88^{b}	0.47^{de}	0.04^{f}	2.46^{g}		$TP_{(2:1)}$
0.25^{cd}	0.93^{h}	3.33^{def}	0.46^{e}	0.04^{f}	2.4^{g}		$TP_{(1:1)}$
0.27^{cd}	0.88^{h}	2.10^{g}	0.19^{g}	0.04^{f}	2.33^{g}		$TP_{(1:2)}$

M نشانگر کود دامی، I کود تلفیقی، C کود شیمیایی، T کشت خالص شنبلیله، $TP_{(2:1)}$ کشت مخلوط دو ردیف شنبلیله و یک ردیف اسفرزه، $TP_{(1:1)}$ یک ردیف شنبلیله و یک ردیف اسفرزه، $TP_{(1:2)}$ یک ردیف شنبلیله و دو ردیف اسفرزه است. در هر ستون، مقادیر میانگین (n=۳) دارای حروف مشابه، فاقد اختلاف معنی‌دار هستند (P>۰/۰۵).

M, indicant manure fertilizer; I, integerated fertilizer; C, chemical fertilizer; T, monoculture Trigonella; $TP_{(2:1)}$, Intercropping of two line Trigonella and one line Plantago; $TP_{(1:1)}$, Intercropping of one line Trigonella and one line Plant ago; $TP_{(1:2)}$, Intercropping of one line Trigonella and two line Plant ago. In each column, mean values (n=3) with the same letters have not significant differences (P>0.05).

www.SID.ir

Archive of SID

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=۳٦).

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

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

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

www.SID.ir

Archive of SID

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

نتایج به‌دست‌آمده آمده از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد ارتفاع بوته شنبلیله در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر تیمار نسبت‌های کشت مخلوط قرار گرفت ولی تیمارهای کودی و اثرات متقابل دو عامل به ارتفاع بوته، معنی‌دار نبود (جدول ۴). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که ارتفاع شنبلیله در کشت خالص در مقایسه با نسبت‌های مختلف کشت مخلوط بیشتر بود (جدول ۵). نتایج نشان داد تعداد شاخه جانبی بوته شنبلیله با ارتفاع بوته همبستگی منفی و برابر با $r=-۰/۳۷^{*}$ داشت، که از نظر آماری در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار 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 شنبلیله معنی‌دار بود ولی در مورد سطح ویژه برگ (SLA) فقط نوع کود و اثرات متقابل دو عامل معنی‌دار بود (جدول ۳). در نسبت مخلوط شنبلیله: اسفرزه ۲:۱ همراه با کاربرد کود تلفیقی، بیشترین و در نسبت‌های مخلوط شنبلیله: اسفرزه ۱:۲ و ۱:۱ همراه با کاربرد کود شیمیایی کمترین شاخص سطح برگ گیاه شنبلیله به دست آمد (جدول ۵). بیشترین سطح ویژه برگ از نسبت های مخلوط شنبلیله: اسفرزه ۱:۲ همراه با کود گاوی حاصل شد. در مورد نسبت سطح برگ و نسبت وزن برگ بوته شنبلیله، 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 شنبلیله همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد نشان داد (جدول ۳). تأثیر نسبت‌های کشت مخلوط، نوع کود و اثرات متقابل این عوامل بر وزن اندام هوایی شنبلیله در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود جدول (۴) و هرچه به سمت استفاده از کودهای شیمیایی پیش می‌رویم از وزن اندام هوایی بوته شنبلیله کاسته می‌شود (جدول ۵).

ضریب همبستگی نشان داد که وزن اندام هوایی بوته شنبلیله با وزن برگ و وزن نیام‌ها رابطه مثبت و معنی‌داری ($r=۰/۷۱^{***}$) دارد. نتایج پژوهش حاضر جدول (۲) نشان داد کشت شنبلیله: 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 شنبلیله 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 شنبلیله 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 شنبلیله 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 درنتیجه کاهش تکثیر آن‌ها باشد، در همین راستا، به نظر می‌رسد حضور گیاه اسفرزه در کنار شنبلیله و استفاده از نیتروژن خاک جهت رشد، کمبود انرژی لازم برای رشد و تکثیر باکتری‌ها را در این مرحله تشدید کرده است.

www.SID.ir