



اثر محلول پاشی عناصر ریزمغذی بر صفات کیفی و عملکرد یونجه (*Medicago sativa* L.) توده بمی در کرمان

حجت صفری کمال آباد^{۱*}، علیرضا ولدآبادی^۲، جهانفر دانشیان^۳، حسین حیدری شریف آباد^۴، و امین باقی زاده^۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۵/۲۲

تاریخ بازنگری: ۱۳۹۶/۵/۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۹/۱۳

چکیده

به منظور بررسی اثر محلول پاشی عناصر ریزمغذی بر محتوای کلروفیل، درصد پروتئین و عملکرد یونجه جهت به دست آوردن محصولی با صرفه اقتصادی، آزمایشی در مرکز آموزش کشاورزی شهید زنده روح کرمان به صورت اسپلیت اسپلیت پلات در زمان بر پایه طرح بلوک های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. عوامل آزمایشی شامل محلول پاشی عناصر ریزمغذی در ۵ سطح (آهن، روی، منگنز، آهن+ روی+ منگنز و شاهد) و تلقیح باکتری در ۳ سطح (ریزوبیوم ملیوتی، ریزوبیوم لگومیناساروم و عدم تلقیح به عنوان شاهد) بودند. محلول پاشی بر تمامی صفات مورد بررسی تاثیر معنی داری داشت و سبب افزایش صفات در میزان کلروفیل، عملکرد و درصد پروتئین در یونجه گردید. چین دوم در شرایط محلول پاشی توام عناصر ریزمغذی (حدود ۷۱ تن در هکتار) و کاربرد ریزوبیوم لگومیناساروم در چین سوم (حدود ۶۸ تن در هکتار) بالاترین مقدار عملکرد علوفه تر را داشتند. بیشترین درصد پروتئین مربوط به محلول پاشی منگنز و تلقیح ریزوبیوم ملیوتی در چین دوم به میزان ۵۰ درصد مشاهده شد. بر اساس نتایج این تحقیق محلول پاشی توام با عناصر ریزمغذی و تلقیح باکتری ریزوبیوم سبب بهبود ویژگی های یونجه رقم بمی در منطقه کرمان گردید.

واژگان کلیدی: درصد پروتئین، ریزوبیوم، رنگدانه فتوسنتزی، عناصر کم مصرف.

۱- دانشجوی دکتری زراعت، واحد تاکستان، دانشگاه آزاد اسلامی، تاکستان، ایران. * نگارنده ی مسئول
 ۲- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد تاکستان، دانشگاه آزاد اسلامی، تاکستان، ایران.
 ۳- استاد مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، تهران، ایران.
 ۴- استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
 ۵- دانشیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.

مقدمه

یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده تولید گیاهان زراعی در مناطق خشک و نیمه خشک، در صورتی که خاک به صورت آهکی و pH بالا باشد کمبود عناصر غذایی از جمله آهن، روی و منگنز است (Gunes *et al.*, 2008). با توجه به نیاز روزافزون به غذا و تولید پروتئین از طریق گیاهان پرسود، گیاهان علوفه‌ای اهمیت ویژه‌ای پیدا می‌کنند و باید در بخش تأمین غذای دام و دامپروری توجه بیشتری صورت گیرد که جز با تأمین نهاده این بخش یعنی علوفه میسر نمی‌باشد، لذا با شناخت و معرفی علوفه مناسب هر منطقه می‌توان از واردات تولیدات کشاورزی و دامی جلوگیری کرد (Taherkhani *et al.*, 2009). کمبود ریزمغذی‌ها روند رشد و عملکرد گیاهان زراعی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. کاهش عملکرد در گیاهان در شرایط کمبود عناصر غذایی بستگی به عوامل متعددی مانند مرحله نمو گیاه، شدت و طول مدت کمبود عنصر ریزمغذی و حساسیت گیاه دارد (Karami, 2012). کمبود عناصر ریزمغذی نه تنها باعث کاهش رشد و کم شدن وزن گیاه می‌گردد بلکه رشد قسمت‌های مختلف گیاه و نسبت بین ریشه و اندام هوایی گیاه را نیز تغییر می‌دهد. همچنین، تنش غذایی برگ‌ها را کوچک‌تر و توازن بین مواد تنظیم کننده رشد گیاه را بر هم می‌زند (Aslani, 2011). کمبود عناصر ریزمغذی بر روند جذب و مصرف عناصر غذایی از جمله نیتروژن و فسفر تاثیر می‌گذارد (Ardakani, 2013). کمبود عناصر ریزمغذی مهم‌ترین عامل کاهش عملکرد یونجه است که این کاهش از ریزش برگ ناشی می‌شود. در این مورد ریزش زمانی آغاز می‌شود که ضعف برگ‌ها بر اثر کمبود عناصر غذایی آغاز شده باشد (Ardakani,

2012). یونجه در مرحله گلدهی نسبت به کمبود عناصر غذایی بسیار حساس است و هر گونه کمبود در این مرحله باعث عقیم شدن گل‌ها و عدم تکامل بذر می‌شود و نهایتاً وزن صد دانه را تحت تاثیر قرار داده و در نتیجه عملکرد دانه کاهش می‌یابد (Yarnia *et al.*, 2011). عناصر غذایی ارزش اکثر صفات در یونجه را افزایش می‌دهد به طوری که بین وجود عناصر غذایی و عملکرد یک رابطه خطی وجود دارد (Ardakani, 2012). در چند دهه اخیر مصرف نهاده‌های شیمیایی در اراضی کشاورزی موجب معضلات زیست محیطی از جمله آلودگی منابع آب و افت کیفیت محصولات کشاورزی و کاهش میزان حاصلخیزی خاک گردیده است (Amri *et al.*, 2010). مصرف کودهای شیمیایی نیتروژنه برای افزایش تولید محصول تا آینده‌ای قابل پیش‌بینی ادامه خواهد داشت اما جهت کاهش مصرف این کودها باید به پدیده تثبیت بیولوژیکی نیتروژن توسط میکروارگانیسم‌ها توجه بیشتری معطوف شود. باکتری ریزوبیوم در داخل غده یا گرهک تولید شده روی ریشه گیاه، نیتروژن هوا را دریافت و آن را تثبیت و به NH_3 تبدیل می‌کند. NH_3 تولیدی هم مورد استفاده خود باکتری و هم مورد استفاده گیاه میزبان قرار می‌گیرد. تکثیر باکتری‌های ریزوبیوم در اطراف ریشه لگومینوز می‌تواند موجب افزایش قابلیت جذب عناصری مانند فسفر، پتاسیم، کلسیم و آهن شود (Yarnia *et al.*, 2011). تلقیح ریزوبیوم نه تنها موجب افزایش غده‌های مؤثر ریشه می‌گردد بلکه عملکرد دانه را افزایش داده و اثر مثبتی در افزایش تثبیت بیولوژیکی نیتروژن و عملکرد یونجه دارد (Karami, 2012). طی مطالعه‌ای که روی باقلا انجام شد ملاحظه گردید که تلقیح با ازتوباکتر و

هدف از انجام این تحقیق بررسی تاثیر کاربرد محلول پاشی عناصر ریزمغذی بر محتوای کلروفیل، درصد پروتئین و عملکرد یونجه بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر کاربرد عناصر ریزمغذی بر محتوای کلروفیل، درصد پروتئین و عملکرد یونجه، آزمایشی در مرکز آموزش کشاورزی شهید زنده‌روح کرمان (کیلومتر ۱۰ جاده جویبار) به صورت اسپلیت اسپلیت پلات در زمان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در محدوده با عرض جغرافیایی ۲۵ و ۳۲ درجه شمالی و طول جغرافیایی ۵۳ و ۲۹ درجه شرقی و ارتفاع از سطح دریا ۱۷۵۵ متر در سال زراعی ۱۳۹۲ انجام شد. با توجه به نتایج آزمایش خاک، زمین مورد نظر که قبلاً کشتی در آن صورت نگرفته بود با توجه به جدول کمبود عناصر غذایی وجود داشت و محلول پاشی جهت تامین عناصر غذایی لازم و اجرا گردید (جدول ۱).

عوامل آزمایش شامل محلول پاشی عناصر ریزمغذی با استفاده از کود کلاته با نام تجاری بیومین در ۵ سطح شامل محلول پاشی کلات آهن، کلات روی، کلات منگنز، محلول آهن + روی + منگنز و عدم محلول پاشی (به عنوان شاهد) با غلظت چهار در هزار به عنوان عامل اصلی، تلقیح باکتری در ۳ سطح (ریزوبیوم میلیوتی، ریزوبیوم لگومیناساروم و عدم تلقیح یا شاهد) به عنوان فاکتور فرعی و تعداد چین یونجه به عنوان فاکتور فرعی بودند.

بذر یونجه بمی از سازمان جهاد کشاورزی استان کرمان تهیه شد. بذرها توسط اتانول ۷۰٪ به مدت دو دقیقه و سپس هیپوکلریت سدیم ۱٪ به مدت ۵ دقیقه ضد عفونی سطحی و سپس سه بار با آب مقطر شستشو داده شدند. بذرها

ریزوبیوم موجب افزایش معنی دار وزن خشک کل اندام هوایی نسبت به تیمار شاهد گردید (Zhang *et al.*, 2008). از شانزده عنصر غذایی مورد نیاز گیاهان هفت عنصر آهن، روی، منگنز، بُر، مس، مولیبدن و کلر به مقدار ناچیزی مورد نیاز گیاهان هستند. این عناصر پس از متعادل سازی مصرف کودهای نیتروژنه، فسفات و پتاسیمی نقش خود را در افزایش تولید نشان می دهند. در ایران کمبود عناصر کم مصرف به ویژه روی، منگنز و بُر در مزارع و باغ‌ها به دلیل کاهش درصد مواد آلی خاک‌ها، وجود یون‌های کربنات و بی کربنات در آب آبیاری و مصرف زیاد فسفر عمومیت دارد (Ardakani, 2013).

در آزمایشی، اثر باکتری ریزوبیوم روی میزان عناصر جذب شده بررسی شد. کمبود عناصر غذایی موجب کاهش مقدار آن عنصر در برگ و ریشه گیاهان تلقیح نشده (شاهد) گردید اما کمبود میزان عنصر غذایی فقط در برگ گیاهانی که با ریزوبیوم تلقیح شده بودند مشاهده شد و میزان این عناصر در ریشه تغییری نداشت (Khalil *et al.*, 2010). در شرایط کمبود عناصر غذایی، جذب عناصر در یونجه‌هایی که توسط باکتری تلقیح شده بودند افزایش معنی داری یافته بود (Dlic *et al.*, 2016). استفاده از ریزمغذی‌ها در لوبیا موجب افزایش نیام‌های بارور به میزان ۵ درصد و افزایش عملکرد دانه به میزان ۳ درصد به ازای هر گیاه گردید (Herman *et al.*, 2008). در بررسی تغذیه سویا با عناصر ریزمغذی مشاهده شد که محلول پاشی، وزن خشک برگ و ساقه، سطح برگ و شاخص بنیه گیاهچه را نسبت به عدم محلول پاشی افزایش داد (Gunes *et al.*, 2008).

زراعی چهار چین تولید نمود و نمونه برداری‌ها برای ارزیابی صفات در هر چهار چین انجام پذیرفت.

به منظور اندازه‌گیری کلروفیل a و b و کل در مرحله شروع گلدهی از ۰/۵ گرم برگ توسعه یافته و حلال استن ۸۰٪ و دستگاه اسپکتروفتومتر استفاده شد. جهت محاسبه غلظت رنگیزه‌های فتوسنتزی (بر حسب میلی‌گرم بر گرم برگ تازه) از روابط زیر استفاده شد (Arnon, 1967):

$$\text{Chl.a} = (12.7(A_{663}) - 2.69(A_{645})) V/W \times 1000$$

$$\text{Chl.b} = (22.9(A_{645}) - 4.68(A_{663})) V/W \times 1000$$

$$\text{Chl.total} = \text{Chl.a} + \text{Chl.b}$$

در این روابط A_{663} : جذب در ۶۶۳ نانومتر، A_{645} : جذب در ۶۴۵ نانومتر، V: حجم محلول و W: وزن تر برگ به میلی‌گرم می‌باشند.

جهت سنجش پروتئین، پودر برگ‌ها در اسید سولفوریک غلیظ در حضور یون مس جوشانده تا نیتروژن به صورت آمونیاک درآید. به ازای هر یک مول اسید کلریدریک مصرفی ۱۴ گرم نیتروژن در بافت اولیه وجود داشت. با استفاده از ضریب ۶/۲۵ میزان پروتئین سنجش شد (Zhang et al., 2008).

غلظت عناصر ریزمغذی شامل آهن، روی و منگنز در اندام‌های هوایی تعیین گردید. بدین منظور گیاه در مرحله رشد رویشی از محل طوقه قطع و غلظت عناصر توسط دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد.

داده‌های حاصل از انجام آزمایش با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS تجزیه و تحلیل و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

استریل شده یونجه به مدت یک ساعت در حرارت محیط تحت خلأ به منظور تسهیل نفوذ سویه‌های باکتریایی به درون بذر از طریق منافذ قرار گرفتند. بذرهای شاهد نیز در شرایط مشابه قرار داده شدند. تلقیح باکتری با استفاده از باکتری‌های ریزوبیوم میلیوتی و ریزوبیوم لگومیناساروم صورت گرفت. عملیات تلقیح به صورت بذر مال انجام شد. بدین منظور محلول ۱۰٪ آب قند رقیق شده آماده و سپس بذور با آن آغشته گردید، غلظت بهینه جهت تحریک رشد یونجه ۱۱۰ ml/cfu در نظر گرفته شد (Zhang et al., 2008). باکتری‌ها از آزمایشگاه دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان تهیه و بذور مابه‌کوبی شده بلافاصله در تاریخ ۱۳۹۲/۰۲/۱۵ کشت شدند.

پس از کاشت بذور بلافاصله اولین آبیاری به صورت نشستی انجام و بعد از جوانه‌زنی به‌طور منظم هر هفت روز یک مرتبه آبیاری ادامه یافت. عملیات وجین علف‌های هرز به صورت دستی انجام گردید. در طول دوره رشد بیماری و آفت خاصی در مزرعه مشاهده نشد. محلول پاشی هر کرت بر اساس تیمارهای آزمایشی زمانی که بوته‌ها ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متر طول داشتند و قبل از مرحله گلدهی و در ساعات اولیه صبح و در بعضی مواقع ساعات پایانی روز قبل از تاریکی کامل هوا به صورت جداگانه انجام شد. برداشت علوفه در مرحله‌ای که پنج تا ده درصد بوته‌ها در مزرعه به گل رفته بودند انجام شد. برای نمونه برداری در هر کرت آزمایشی ابتدا دو ردیف کناری و نیم متر از بالا و پایین ردیف‌ها به‌عنوان حاشیه در نظر گرفته شد. صفات محتوای کلروفیل، درصد پروتئین و عملکرد علوفه بر حسب تن در هکتار و محتوای عناصر آهن، روی و منگنز در اندام‌های هوایی گیاه ارزیابی شدند. یونجه تحت آزمایش در طول سال

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس اثرات عامل‌های آزمایش بر صفات بررسی شده در جدول ۲ ارائه گردیده است.

وزن تر ساقه: نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل ریزومغذی در ریزوبیوم نشان داد بیشترین مقدار وزن تر ساقه به محلول پاشی روی و تلقیح باکتری ریزوبیوم لگومیناساروم با مقدار ۸۹/۴۴ گرم و کمترین آن در محلول پاشی آهن و تلقیح باکتری ریزوبیوم میلیوتی با مقدار ۳۳/۲۵ گرم نعلق داشت (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل ریزومغذی در چین نشان داد بیشترین مقدار وزن تر ساقه مربوط به عدم محلول پاشی در چین اول و سوم با ۷۰/۵ گرم بر متر مربع و کمترین آن در حالت محلول پاشی منگنز با ۳۹/۹ گرم بر متر مربع در چین اول و سوم مشاهده شد (جدول ۴). در این تحقیق به نظر می‌رسد در چین چهارم بدلیل متعادل شدن بهتر عناصر غذایی و افزایش توسعه برگ‌ها و همچنین افزایش تورژسانس و فتوسنتز وزن گیاه افزایش یافته است. نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل باکتری در چین نیز نشان داد بیشترین وزن تر ساقه در شرایط تلقیح باکتری ریزوبیوم لگومیناساروم با مقدار ۷۸ گرم و در چین دوم و چهارم و کمترین آن در تلقیح باکتری ریزوبیوم میلیوتی با مقدار ۳۵ گرم مربوط به چین دوم و چهارم بود (جدول ۵). در این پژوهش مشاهده شد با جذب آب و در نتیجه جذب مواد غذایی بهتر و در شرایط کمبود جذب عناصر غذایی رشد و توسعه محدود می‌شود و در نتیجه رشد سلول‌ها کاهش می‌یابد و میزان وزن تر به دلیل کاهش فتوسنتز کمتر می‌شود. رشد و تمایز سلول‌ها به

جذب مواد غذایی و آب بستگی دارد. (Ardakani, 2013)

وزن تر برگ: نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل ریزومغذی در ریزوبیوم نشان داد بیشترین میزان وزن تر برگ مربوط به محلول پاشی روی و تلقیح باکتری ریزوبیوم لگومیناساروم با مقدار ۲۵/۷۷ گرم و کمترین آن در محلول پاشی آهن و باکتری ریزوبیوم میلیوتی با میزان ۸/۲۴ گرم مشاهده شد (جدول ۳). همچنین نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل باکتری در چین نشان داد بیشترین مقدار وزن تر برگ مربوط به تلقیح باکتری ریزوبیوم لگومیناساروم در چین دوم و چهارم و کمترین مقدار آن در حالت تلقیح باکتری ریزوبیوم میلیوتی در چین دوم و چهارم مشاهده گردید (جدول ۵). به نظر می‌رسد با انجام محلول پاشی، توان رقابتی گیاه کاهش می‌یابد. همچنین، تغییرات تغذیه‌ای بر غلظت دی اکسید کربن تأثیر گذاشته و کاهش دی اکسید کربن وزن برگ را به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌دهد.

به نظر می‌رسد دلیل افزایش وزن برگ افزایش طول و عرض آن بوده است. توجه این نتیجه را می‌توان تأثیر ماده غذایی روی بر تقسیم سلولی از طریق افزایش اکسین که باعث افزایش طول و عرض برگ می‌شود بیان کرد. در این آزمایش وزن برگ پس از سبز شدن تا گردافشانی به حداکثر مقدار رسید در نتیجه باعث افزایش فتوسنتز و وزن کل گیاه شد که در شرایط کمبود عناصر غذایی رشد، توسعه برگ‌ها محدود می‌شود.

وزن تر کل بوته: نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل سه جانبه ریزومغذی در ریزوبیوم و چین نشان داد بیشترین مقدار وزن تر بوته مربوط به محلول پاشی آهن در حالت تلقیح با باکتری ریزوبیوم میلیوتی در چین اول به مقدار ۷۹ گرم

یونجه انجام شد مشخص گردید که محدودیت عناصر غذایی باعث کاهش انتقال مواد فتوسنتزی و در نتیجه کاهش عملکرد شده است (Dellic *et al.*, 2016).

درصد پروتئین: نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل سه جانبه نشان داد، بیشترین درصد پروتئین مربوط به محلول پاشی منگنز و باکتری ریزوبیوم ملیوتی در چین دوم و چهارم معادل ۵۰ درصد و کمترین آن در حالت محلول پاشی روی و عدم تلقیح باکتری در چین اول و سوم به مقدار ۲۲ درصد مشاهده شد (جدول ۶). مشاهده گردید که در تمام سطوح کمبود، کاربرد ریزوبیوم و عناصر ریزمغذی بیشترین درصد پروتئین را به خود اختصاص می‌دهد. دلیل این امر احتمالاً وجود باکتری‌های ریزوبیوم است که با گذشت زمان می‌توانند در اثر افزایش جذب مواد غذایی و انحلال مواد معدنی و تجزیه آنها و سنتز فیتوهورمون‌های مفید نتیجه مطلوبی داشته باشند. با تثبیت انجام شده توسط ریزوبیوم عناصر غذایی بیشتری در اختیار گیاه قرار گرفته است. نتایج مشابهی توسط احمدی (Ahmadi, 2015) نیز گزارش شده است.

کلروفیل a: نتایج مقایسه اثر متقابل ریزمغذی در ریزوبیوم نشان داد بیشترین مقدار کلروفیل a مربوط به محلول پاشی منگنز و تلقیح ریزوبیوم لگومیناساروم با میزان ۴۱/۲۴ میلی‌گرم بر گرم و کمترین آن در تلقیح با ریزوبیوم ملیوتی و محلول پاشی منگنز به میزان ۲۵/۲۰ میلی‌گرم بر گرم حاصل شد (جدول ۳). نتایج به دست آمده از مقایسه میانگین اثرات متقابل ریزمغذی و چین نشان داد بیشترین مقدار کلروفیل a مربوط به عدم محلول پاشی در چین دوم با ۴۷/۱۷ میلی‌گرم بر گرم و کمترین آن با مقدار ۲۷/۹۴ میلی‌گرم بر

در هر بوته بود (جدول ۸). باکتری ریزوبیوم ملیوتی سبب افزایش وزن تر اندام هوایی در مقایسه با تیمار شاهد می‌گردد (Aslani *et al.*, 2011).

عملکرد علوفه: نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل ریزمغذی در چین نشان داد بیشترین عملکرد علوفه مربوط به چین دوم و محلول پاشی توام عناصر ریزمغذی با ۷۱/۲۵ تن در هکتار و کمترین آن با ۴۲/۱۷ تن در هکتار در شرایط بدون محلول پاشی و چین اول حاصل گردید (جدول ۴). همچنین، نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل ریزوبیوم در چین نشان داد بیشترین عملکرد علوفه با مقدار ۶۷/۷۵ تن در هکتار در کاربرد ریزوبیوم لگومیناساروم و چین سوم و کمترین آن در حالت تلقیح با باکتری ریزوبیوم ملیوتی مربوط به چین اول با مقدار ۴۵/۶۳ تن در هکتار بود (جدول ۵). مشخص گردید در همه حالات بین تیمار شاهد و سایر تیمارها از نظر محلول پاشی و کاربرد ریزوبیوم اختلاف معنی‌داری وجود داشت. عامل افزایش عملکرد علوفه را می‌توان نقش مثبت کودهای آلی و افزایش کارایی نیتروژن و فراهمی بیشتر عناصر غذایی نسبت داد. به نظر می‌رسد در طی زمان، تولید سیتوکینین با افزایش تقسیم سلولی باعث تحریک رشد گیاه می‌شود. تغییرات دما تأثیر مستقیمی بر مقدار علوفه تر در چین‌های مختلف دارد. بالاترین میزان تولید علوفه در چین سوم بوده است. به نظر می‌رسد چون گیاه در این چین دوره رشد رویشی بیشتری را سپری کرده و شرایط دمایی نیز در این دوره برای گیاه مساعد است، باعث تولید حداکثر علوفه گردیده است که متناسب با نتایج احمد و خان است (Ahemad and Khan, 2011). در آزمایشی که روی گیاه

گردید (جدول ۳). این نتیجه با نتایج به دست آمده از تحقیق اعتصامی و همکاران (Etesami and Alikhani, 2011) بر روی گندم مطابقت دارد. بررسی‌های انجام شده نشان‌دهنده نقش مهم باکتری‌ها در بهبود جذب و افزایش رشد در ریشه می‌باشد که خود باعث جذب بیشتر عناصری که در کلروفیل نقش دارند از جمله منیزیم، آهن، منگنز و روی می‌گردد (Karami, 2012).

محتوای آهن: نتایج مقایسه میانگین اثرات ریزمغذی و ریزوبیوم نشان داد بیشترین مقدار آهن با محلول‌پاشی آهن و باکتری ریزوبیوم میلی‌گرم به میزان ۲۲۲/۶ و کمترین مقدار آن در شرایط بدون محلول‌پاشی و عدم تلقیح باکتری به میزان ۵۷/۸۱ میلی‌گرم به دست آمد (جدول ۳). همچنین نتایج مقایسه میانگین اثرات ریزمغذی و چین نشان داد بیشترین مقدار آهن مربوط به محلول‌پاشی آهن در چین اول و دوم به ترتیب با ۱۸۷/۹ و ۱۹۴/۵ میلی‌گرم و کمترین آن با میزان ۳۷/۶۷ میلی‌گرم در شرایط بدون کاربرد عناصر ریزمغذی و چین اول مشاهده شد (جدول ۴). به همین ترتیب مقایسه میانگین اثر متقابل ریزوبیوم در چین نیز نشان داد که بیشترین مقدار آهن مربوط به کاربرد هر دو گونه ریزوبیوم و در چین‌های دوم و سوم و کمترین مقدار آن در شرایط عدم تلقیح با باکتری‌ها و چین اول با مقدار ۱۱۹/۴ میلی‌گرم مشاهده شد (جدول ۵). به نظر می‌رسد استفاده مستقیم آهن توانست بیشترین تأثیر را بر غلظت این عنصر در اندام هوایی یونجه بگذارد.

محتوای روی: نتایج مقایسه میانگین اثرات سه جانبه عوامل آزمایشی بر محتوای عنصر روی نشان داد بیشترین مقدار این عنصر در شرایط محلول‌پاشی روی و عدم تلقیح با باکتری‌ها و در

گرم با محلول‌پاشی آهن در چین اول مشاهده شد (جدول ۴). افزایش محتوای کلروفیل a در نتیجه استفاده از ریزمغذی‌ها مخصوصاً منگنز بالاتر بود. افزایش محتوای کلروفیل گیاه در نتیجه استفاده از انواع ریز مغذی‌ها توسط اصلانی و همکاران (Aslani et al., 2011) نیز گزارش شده است. به نظر می‌رسد که کاهش غلظت کلروفیل تحت کمبود عناصر غذایی به دلیل اثر کلروفیل‌از پراکسیداز و ترکیبات فنلی و در نتیجه تجزیه کلروفیل باشد (Aslani, 2011; Delic et al., 2016). کاربرد باکتری سودوموناس در لوبیا در شرایط کمبود عناصر غذایی میزان کلروفیل a را افزایش داد (Dordas, 2009).

کلروفیل b: نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل ریزمغذی در چین نشان داد که بیشترین مقدار کلروفیل b در محلول‌پاشی منگنز و روی در چین دوم با مقدار ۴۲ میلی‌گرم و کمترین آن مربوط به محلول‌پاشی منگنز در چین اول و چهارم با ۲۶ میلی‌گرم بود (جدول ۴). کاهش پروتئین‌های غشایی، افزایش فعالیت آنزیم کلروفیل‌از و پراکسیداز از عوامل مؤثر در کاهش کلروفیل در شرایط کمبود عناصر غذایی ذکر شده است. کاهش سبزی‌نگی برگ در شرایط طولانی مدت کمبود عنصر غذایی تا حدودی به علت کاهش جریان نیتروژن به بافت و تغییر در فعالیت آنزیم نیترات ریداکتاز می‌باشد (Zhang et al., 2013).

کلروفیل کل: مقایسه میانگین اثرات متقابل ریزمغذی و ریزوبیوم نشان داد بیشترین مقدار کلروفیل کل مربوط به محلول‌پاشی منگنز و عدم تلقیح با مقدار ۵۳/۹۸ میلی‌گرم و کمترین آن در محلول‌پاشی منگنز با تلقیح باکتری ریزوبیوم میلی‌گرم به مقدار ۳۶/۹۰ میلی‌گرم بر گرم حاصل

بدون تلقیح و در چین اول با ۳۸/۹۵ میلی گرم بر گرم مشاهده شد (جدول ۵). به نظر می رسد فعالیت باکتری ها باعث واکنش اکسیداسیون و احیا شده و pH عامل اصلی تعیین کننده قابلیت دسترسی منگنز گیاه می باشد (Sadras *et al.*, 2012). احتمال می رود در این آزمایش، منگنز و آهن برای جذب توسط ریشه با هم رقابت می کنند و به همین دلیل در محلول پاشی نیز امکان دارد این رقابت وجود داشته باشد.

نتیجه گیری کلی

نتایج این تحقیق حاکی از این است که عناصر غذایی بر محتوای کلروفیل و عملکرد تأثیر معنی دار می گذارند و درصد پروتئین را تحت تأثیر قرار می دهند. در منطقه کرمان با توجه به نوع خاک، علایم کمبود عناصر غذایی به ویژه عناصر کم مصرف مثل آهن، روی و منگنز به وفور مشاهده می گردد. در این تحقیق می توان اشاره کرد که در اثر تأمین عناصر غذایی در زمان مناسب می توان به عملکرد بهتری دست یافت. به نظر می رسد در رقم یونجه بومی تلقیح با باکتری ریزوبیوم و محلول پاشی عناصر ریزمغذی می تواند تاثیر مثبتی بر افزایش عملکرد علوفه و محتوای این عناصر داشته باشد.

چین های دوم و سوم و کمترین مقدار آن در محلول پاشی آهن و تلقیح ریزوبیوم لگومیناساروم در چین اول با مقدار ۳۴/۷۵ میلی گرم بر گرم مشاهده شد (جدول ۷). در این تحقیق مشخص شد که محلول پاشی روی نیز باعث جذب بهتر این عنصر توسط گیاه می گردد و علت اصلی آن احتمالاً ارتباط جذب روی با pH خاک است. در این تحقیق مشاهده گردید اگر گیاه سطح برگ کافی داشته باشد به شکل موفقیت آمیزی کمبود روی را جبران می کند.

محتوای منگنز: نتایج مقایسات میانگین اثرات دو جانبه عوامل آزمایشی نشان داد بیشترین مقدار این عنصر مربوط به محلول پاشی منگنز و محلول پاشی توام آهن + روی + منگنز و تلقیح ریزوبیوم ملیوتی و کمترین آن در محلول پاشی روی با میزان ۳۶/۴۴ میلی گرم بر گرم مشاهده شد (جدول ۳). همچنین محلول پاشی منگنز و محلول پاشی توام آهن + روی + منگنز در چین چهارم بیشترین محتوای عنصر منگنز نشان داد، در این ترکیب تیماری کمترین مقدار منگنز آن در شرایط عدم محلول پاشی و چین اول مشاهده شد (جدول ۴). محتوای منگنز در چین چهارم و شرایط تلقیح ریزوبیوم ملیوتی بیشترین مقدار (۵۲/۹۰ میلی گرم بر گرم) و کمترین آن در حالت

جدول ۱- خصوصیات خاک مزرعه

Table 1- Field soil characteristics

بافت خاک Soil Textuer	اسیدیته pH	شوری EC (ds/m)	پتاسیم قابل جذب K (ppm)	فسفر قابل جذب P (ppm)	نیتروژن کل Total N %	آهن روی Zn Fe		کربن آلی % OC	عمق Depth (cm)
						mg.kg ⁻¹			
لومی - شنی (Sandy- Loam)	7.5	1.64	100	6.5	0.31	0.65	2.6	0.48	0-30
لومی - شنی (Sandy- Loam)	7.6	2.01	175	4.2	0.39	0.92	4.2	0.8	30-60

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در یونجه
Table 2- Analysis of variance of studied traits in alfaalfa

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی d.f.	وزن تر ساقه Stem fresh Weight	وزن تر برگ Leaf Fresh Weight	وزن تر کل بوته Total fresh weight	عملکرد علوفه Forage yield	پروتئین Protein
تکرار Replication	3	296.636 ns	174.745 ns	613.67 ns	1267.53**	34.075 ns
ریزمغذی (A) Nutritious	4	1860.876 *	92.946 ns	1973.64**	922.42**	3566.08**
خطای A Error A	12	520.992	177.857	2008.16	159	11.620
ریزوبیوم (B) Bacteria (B)	2	22607.298**	2341.662**	1240.41**	665.1**	1350295**
AB Nutritious × Bacteria	8	2070.657**	312.371*	570.10*	89.3 ns	28.915**
خطای B Error B	30	428.968	132.136	115.92	1046.697	0.573
چین (C) Cutting	3	810.689**	114.162*	226.5 ns	2755.1**	91.0592**
AC Nutritious × Cutting	12	894.872**	65.617 ns	360.59 ns	177.31**	34.804**
BC Bacteria × Cutting	6	1350.692**	196.474**	278.27 ns	205.55*	2.680**
A×B×C Nutritious × Bacteria × Cutting	24	209.578 ns	33.720 ns	1245.71**	48 ns	1.916**
خطای C Error C	135	139.226	41.185	249.079	81.306	0.981
ضریب تغییرات (%C.V.)		26.80	12.34	5.53	16.76	2.81

ns, **, * به ترتیب عدم اختلاف معنی دار، معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد.
ns, * and ** not significant, signify cant at the 1 and 5% probability levels, respectively.

ادامه جدول ۲
Table 2- Continued

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی d.f.	کلروفیل a Chlorophyl a	کلروفیل b Chlorophyl b	کلروفیل کل Total Chlorophyl	آهن Fe	روی Zn	منگنز Mn
تکرار Replication	3	5.11 ns	1577.93**	25.766 ns	73.799 ns	58.630 ns	13.487 ns
ریزمغذی (A) Nutritious	4	1009**	456 ns	373.09**	102136.90 **	84.759 *	540.3 **
خطای A Error A	12	2.220	163.266	13.922	1522.93	23.402	5.247
ریزوبیوم (B) Bacteria (B)	2	131.77**	1077.75 ns	531.43**	42860.051 **	273.714**	972.166**
AB Nutritious × Bacteria	8	38**	732.97 ns	230.83**	6104.056 **	36.34 **	196.14 **
خطای B Error B	30	9.168	405.008	7.350	679.707	7.131	7.805
چین (C) Cutting	3	188.8**	928.15 ns	2.5 ns	436.992 ns	175.30 **	424.49 **
AC Nutritious × Cutting	12	41.5**	4864.5**	0.84 ns	9092.730 **	29.86 **	48.37 **
BC Bacteria × Picking	6	6.81ns	276.18 ns	0.08 ns	3324.873 **	12.34 ns	26.81 **
A×B×C Nutritious × Bacteria × Cutting	24	4.1 ns	450.8 ns	0.91 ns	446.425 ns	53.55 **	8.17 ns
خطای C Error C	135	3.658	409.315	3.164	837.304	9.594	8.180
ضریب تغییرات (%C.V.)		6.54	24.74	4.83	18.17	7.09	6.14

ns, **, * به ترتیب عدم اختلاف معنی دار، معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد.
ns, * and ** not significant, signify cant at the 1 and 5% probability levels, respectively.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل ریز مغذی و ریزوبیوم بر برخی صفات مورد مطالعه یونجه

Table 3- Mean comparison the effect of a micro nutrines foliar application and rhizobium for some measured traits of alfaalfa

ریز مغذی Nutritious	Backteria	وزن تر ساقه Stem fresh Weight	وزن تر برگ Leaf Fresh Weight	کلروفیل a Chlorophyll a mg/g	کلروفیل کل Total Chlorophyll mg/g	محتوای آهن Fe (mg/g)	محتوای منگنز Mn (mg/g)
آهن Fe	ریزوبیوم ۱ Rhizobium 1	33.25e	8.243d	30.47c	49.14bc	222.6a	38.56e
	ریزوبیوم ۲ Rhizobium 2	80.68ab	24.75 ab	31.07c	50.27b	142.5bcd	50.94ab
	بدون ریزوبیوم Without Rhizobium	47.90ce	12.51 cd	34.30b	45.50de	150.4bc	41.97d
روی Zn	ریزوبیوم ۱ Rhizobium 1	55.49c	12.65 cd	30.47c	51.72b	147.4 bc	51.75a
	ریزوبیوم ۲ Rhizobium 2	89.44a	25.77 a	40.92a	41.93f	127.4cd	43.88cd
	بدون ریزوبیوم Without Rhizobium	37.39de	10.40 d	32.11c	42.74f	67.25e	48.51b
منگنز Mn	ریزوبیوم ۱ Rhizobium 1	41.50ce	17.87abcd	25.20d	36.90g	159.8b	52.25a
	ریزوبیوم ۲ Rhizobium 2	45.25ce	12.97 cd	41.24a	41.62f	64.88e	50.81ab
	بدون ریزوبیوم Without Rhizobium	54.50ce	11.68 cd	31.77c	53.98a	163.4b	43.69cd
آهن+روی+منگنز Fe+Zn+Mn	ریزوبیوم ۱ Rhizobium 1	43.63ce	9.422 d	30.90c	50.97b	141.40cd	52.44a
	ریزوبیوم ۲ Rhizobium 2	71.81b	20.50 abc	39.05a	47.67f	139.4bcd	43.13cd
	بدون ریزوبیوم Without Rhizobium	43.75ce	10.74 d	28.80c	45.11e	204.9a	44.25cd
بدون محلول پاشی Without Spraying	ریزوبیوم ۱ Rhizobium 1	47.30ce	11.61 cd	29.88c	46.54de	200.6a	44.31cd
	ریزوبیوم ۲ Rhizobium 2	76.72ab	23.43 ab	35.84b	47.36cd	116.2d	45.18c
	بدون ریزوبیوم Without Rhizobium	51.55cd	15.61 bcd	29.85c	46.07e	57.81e	36.44e

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌داری از نظر آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

Means in each column, followed by similar letter(s) are not significantly different, using Duncan's multiple Range Test.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل محلول پاشی ریزمغذی و چین بر عملکرد و برخی صفات مورد مطالعه یونجه

Table 4- Mean comparison the effect of micro nutrines foliar application and cutting on performance for some measured traits of alfaalfa

ریز مغذی Nutritious	Cutting	وزن تر ساقه Stem fresh Weight g.m ⁻²	عملکرد علوفه Forage yield t.ha ⁻¹	کلروفیل a Chlorophyll a mg.g ⁻¹	کلروفیل b Chlorophyll b mg.g ⁻¹	آهن Fe mg.g ⁻¹	منگنز Mn mg.g ⁻¹
آهن Fe	چین ۱ Cutting 1	62.49 ab	47.17 efg	27.94 j	32.48 c	187.9 a	42.33 fg
	چین ۲ Cutting 2	45.39 de	53.42 c-f	31.92 fh	32.08 c	194.5 a	49.58abc
	چین ۳ Cutting 3	45.39 de	53.92c-e	37.83 c	35.32 b	43.75 d	40.25 g
	چین ۴ Cutting 4	62.49 ab	66.33 ab	36.10 d	35.30 b	122.1 c	44.59 ef
روی Zn	چین ۱ Cutting 1	58.30 bc	56 b-e	30.38 ghi	32.48 c	174 a	46.75b-e
	چین ۲ Cutting 2	63.24 ab	61.75 abc	32.42 ef	41.94 a	170.7ab	46.58b-e
	چین ۳ Cutting 3	58.30 bc	59.50 bcd	41.50 b	33.12 c	130 c	45.50def
	چین ۴ Cutting 4	63.24 ab	59.83 bcd	28.97 ij	42.01 a	167 ab	49.58abc
منگنز Mn	چین ۱ Cutting 1	39.92 e	53.67 c-f	30.65 gh	26.24 d	185.1 a	47.33b-e
	چین ۲ Cutting 2	48.25 cde	66.42 ab	33.88 e	42.25 a	130.8 c	46.58b-e
	چین ۳ Cutting 3	39.92 e	44.75 fg	32.71 ef	32.78 c	132.1 c	45.50def
	چین ۴ Cutting 4	48.25 cde	53.67 cdef	31.44 fg	26.17 d	169.9ab	53.08 a
آهن + روی + منگنز Fe+Zn+Mn	چین ۱ Cutting 1	53.75 bcd	55.50 b-f	32.63 ef	32.91 c	138.8bc	45.42def
	چین ۲ Cutting 2	52.38 bcd	71.25 a	40.50 b	41.06 a	170.7ab	40.17 g
	چین ۳ Cutting 3	52.75 bcd	52.92 c-f	36.54 cd	30.82 c	137.9bc	48.72bcd
	چین ۴ Cutting 4	52.38 bcd	66.25 ab	31.72 fg	42.01 a	171.8ab	50.33 ab
بدون محلول پاشی Without Spraying	چین ۱ Cutting 1	70.51 a	42.17 efg	29.63 hi	30.90 c	37.67 d	38.67 g
	چین ۲ Cutting 2	43.88 de	50.25 d-g	47.17 a	35.85 b	44.50 d	45.75 c-f
	چین ۳ Cutting 3	70.51 a	62.92 abc	33.70 e	30.85 c	133.2 c	42.13 fg
	چین ۴ Cutting 4	43.88 de	47.17 g	33.80 e	34.84	168.4ab	46.17cde

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌داری از نظر آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

Means in each column, followed by similar letter(s) are not significantly different, using Duncan's multiple Range Test.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل باکتری و چین بر برخی صفات مورد مطالعه یونجه

Table 5- Comparison of mean interactions rhizobium and cutting for some measured traits of alfaalfa

باکتری Bacteria	Cutting	وزن تر ساقه Stem Wel Weight g/m ²	وزن تر برگ Leaf Fresh Weight g/m ²	عملکرد علوفه Forage yield t/ha	آهن Fe (mg/g)	منگنز Mn (mg/g)
ریزوبیوم ۱ Rhizobium 1	چین ۱ Cutting 1	50.96 c	15.59 bc	45.63 e	121.9 b	45.65 cd
	چین ۲ Cutting 2	35.10 d	8.330 e	58.15 bc	144.4 b	46.65 c
	چین ۳ Cutting 3	50.96 c	15.59 bc	64.55 ab	173.6 a	43.40 de
	چین ۴ Cutting 4	35.10 d	8.330 e	48.90 de	129.6 b	52.90 a
ریزوبیوم ۲ Rhizobium 2	چین ۱ Cutting 1	68.18 b	19.75 ab	58.25 cd	124.4 b	50.22 b
	چین ۲ Cutting 2	78.18 a	23.22 a	49.90 de	171.5 a	41.05 ef
	چین ۳ Cutting 3	68.18 b	19.75 ab	67.75 a	145.6 b	43.35 de
	چین ۴ Cutting 4	78.76 a	23.22 a	58.40 bc	127.2 b	46.63 c
عدم تلقیح Whitout Inculation	چین ۱ Cutting 1	51.84 c	13.89 de	56.15 cd	119.4 b	38.95 f
	چین ۲ Cutting 2	38.60 d	10.50 de	55.60 cd	178.5 a	45.18 cd
	چین ۳ Cutting 3	51.84 c	13.88 cd	49.10 de	126.3 b	49.63 b
	چین ۴ Cutting 4	38.60 d	10.50 de	65.50 ab	124.1 b	46.96 c

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌داری از نظر آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

Means in each column, followed by similar letter(s) are not significantly different, using Duncan's multiple Range Test.

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر متقابل محلول پاشی ریز مغذی، باکتری و چین بر درصد پروتئین یونجه

Table 6- Mean comparison the effect of micro nutrines foliar application and rhizobium and cutting on alfaalfa protein percentage

ریز مغذی Nutritious	باکتری Bacteria	چین ۱ cutting 1	چین ۲ cutting 2	چین ۳ cutting 3	چین ۴ cutting 4
آهن Fe	Rhizobium 1 ریزوبیوم ۱	24.08 i-n	24.60 i-m	24.08 i-n	24.60 i-m
	Rhizobium 2 ریزوبیوم ۲	25.02 i-l	25.60 i	25.02 i-l	25.60 i
	بدون ریزوبیوم Without Rhizobium	22.92 mn	23.58 k-n	22.92 mn	23.58 k-n
روی Zn	Rhizobium 1 ریزوبیوم ۱	24.23 i-n	24.90 i-l	24.23 i-n	24.90 i-l
	Rhizobium 2 ریزوبیوم ۲	25.27 i-n	25.35 ij	25.27 ijk	25.35 i-l
	بدون ریزوبیوم Without Rhizobium	22.60 n	23.70 j-n	22.60 n	23.70 j-n
منگنز Mn	Rhizobium 1 ریزوبیوم ۱	45.50 c	50 a	45.50 c	50 a
	Rhizobium 2 ریزوبیوم ۲	38 d	47.75 b	38 d	47.75 b
	بدون ریزوبیوم Without Rhizobium	38.50 d	45.25 c	38.50 d	45.25 c
آهن + روی + منگنز Fe+Zn+Mn	Rhizobium 1 ریزوبیوم ۱	31.20 f	33.25 e	31.20 f	33.25 e
	Rhizobium 2 ریزوبیوم ۲	29.38 g	32.88 e	29.38 g	32.88 e
	بدون ریزوبیوم Without Rhizobium	27.75 h	30.63 fg	27.75 h	30.63 fg
شاهد Control	Rhizobium 1 ریزوبیوم ۱	24.58 i-m	24.13 i-n	24.58 i-m	24.13 i-n
	Rhizobium 2 ریزوبیوم ۲	25.58 i	25.25 ijk	25.58 i	25.25 ijk
	بدون ریزوبیوم Without Rhizobium	23.33 lmn	23.17 mn	23.33 lmn	23.17 mn

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌داری از نظر آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

Means in each column, followed by similar letter(s) are not significantly different, using Duncan's multiple Range Test.

جدول ۷- اثر متقابل ریزمغذی سه جانبه چین، محلول پاشی و باکتری بر محتوای عنصر روی

Table 7- Comparison of mean interactions micro nutrients, cutting and rhizobium on zinc content (mg.g⁻¹)

ریزمغذی Nutritious	باکتری Backteria	چین ۱ Cutting 1	چین ۲ Cutting 2	چین ۳ Cutting 3	چین ۴ Cutting 4
آهن Fe	Rhizobium 1 ریزوبیوم ۱	47.75 fo	39.50 ip	38.75 kp	42.25 em
	Rhizobium 2 ریزوبیوم ۲	34.75 p	40.50 fo	38.50 kp	40.25 go
	Without Rhizobium بدون ریزوبیوم	43.00 dm	43.25 dm	42.50 em	44.50 ci
روی Zn	Rhizobium 1 ریزوبیوم ۱	44.75 ci	45.25 ch	38.50 kp	42.25 em
	Rhizobium 2 ریزوبیوم ۲	39.00 jp	40.75 fo	44.00 ck	44.25 cj
	Without Rhizobium بدون ریزوبیوم	41.75 en	53.75 a	54.00 a	44.75 ci
منگنز Mn	Rhizobium 1 ریزوبیوم ۱	42.50 em	49.00 bc	37.75 mp	38.75 kp
	Rhizobium 2 ریزوبیوم ۲	41.75 en	44.75 ci	40.50 go	43.75 cl
	Without Rhizobium بدون ریزوبیوم	40.00 gp	46.00 bf	38.25 lp	46.25 be
آهن + روی + منگنز Fe+Zn+Mn	Rhizobium 1 ریزوبیوم ۱	42.50 em	45.50 bg	38.50 lp	41.65 en
	Rhizobium 2 ریزوبیوم ۲	40.00 gp	42.25 em	39.75 hp	45.50 bg
	Without Rhizobium بدون ریزوبیوم	46.00 bf	48.00 bcd	41.00 eo	41.25 en
شاهد Control	Rhizobium 1 ریزوبیوم ۱	36.75 nop	39.00 jp	42.50 em	40.50 go
	Rhizobium 2 ریزوبیوم ۲	46.25 be	44.75 ci	35.75 op	42.00 en
	Without Rhizobium بدون ریزوبیوم	40.25 go	42.00 en	50.50 ab	45.00 ci

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌داری از نظر آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

Means in each column, followed by similar letter(s) are not significantly different, using Duncan's multiple Range Test.

جدول ۸- مقایسه میانگین اثر متقابل ریزمغذی چین و باکتری بر وزن تر کل بوته (گرم بر مترمربع) در یونجه

Table 8- Comparison of mean interactions micro nutrient and cutting and rhizobium on total fresh weight (g.m⁻²)

ریزمغذی Nutritious	باکتری Backteria	چین ۱ Cutting 1	چین ۲ Cutting 2	چین ۳ Cutting 3	چین ۴ Cutting 4
آهن Fe	Rhizobium 1 ریزوبیوم ۱	76.07 abc	77.22 abc	76.38 ab	79.26 a
	Rhizobium 2 ریزوبیوم ۲	67.39 j-m	62.55 nop	69.53 h-m	71.56 d-j
	Without Rhizobium بدون ریزوبیوم	74.46 b-f	73.85 c-g	75.97 abc	75.45 a-d
روی Zn	Rhizobium 1 ریزوبیوم ۱	68.32 i-m	69.38 h-m	70.47 f-k	71.18 e-k
	Rhizobium 2 ریزوبیوم ۲	70.51 f-k	71.31 e-j	73.05 c-h	75.88 abc
	Without Rhizobium بدون ریزوبیوم	55.38 s	56.97 rs	57.42 rs	60.17 o-r
منگنز Mn	Rhizobium 1 ریزوبیوم ۱	37 y	39.25 wxy	40.75 v-y	46 u
	Rhizobium 2 ریزوبیوم ۲	37.5 xy	40 wxy	44.50 uv	50.75 t
	Without Rhizobium بدون ریزوبیوم	38 xy	45.75 u	41.25 vwx	42.25 uvw
آهن + روی + منگنز Fe+Zn+Mn	Rhizobium 1 ریزوبیوم ۱	60.70 o-r	62.13 n-q	63.25 no	65.63 mn
	Rhizobium 2 ریزوبیوم ۲	58.75 p-s	57.97 rs	62.75 nop	66 lmn
	Without Rhizobium بدون ریزوبیوم	55.95 s	58.80 p-s	58.50 qrs	59.25 p-s
شاهد Control	Rhizobium 1 ریزوبیوم ۱	73.69 c-g	69.43 h-m	75.68 a-d	77.25 abc
	Rhizobium 2 ریزوبیوم ۲	65 d-r	75.63 a-d	73.13 c-h	75.13 a-e
	Without Rhizobium بدون ریزوبیوم	67.06 klm	67.85 i-m	67.83 i-m	70.10 g-l

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌داری از نظر آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

Means in each column, followed by similar letter(s) are not significantly different, using Duncan's multiple Range Test.

References

منابع مورد استفاده

- Ahemad, M., and M.S. Khan. 2011. Functional aspects of plant growth promoting rhizobacteria. *Recent Advance. Insight Microbio.* 1(3): 39-54.
- Amri, S.R., M. Parsa, and A. Ganjali. 2010. The effect of drought stress on morphological traits and yield components of *Cicer arietinum* in different stages and phenology under greenhouse conditions. *Iranian Journal of Field Crops Research.* 8. 157-166. (In Persian).
- Ardakani, M. 2013. The effects of different fertility systems on biological yield and production of annual *Medicago scutellata* seed. *Agronomy, Research and Construction* .No. 98. (In Persian).
- Arnon, A.N. 1967. Method of extraction of chlorophyll in the plants. *Agronomy Journal.* 23: 112-121.
- Aslani, Z., A. Hassani, H. Rasouli- Sadaghiani, M. Barin, and F. Sefidkon. 2011. The effect of two fungi species of micorrizo on growth, chlorophyll contents and P absorption in *Ocimum basilicum* L. under drought stress conditions. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research.* 27(3): 486- 471. (In Persian).
- Delic D., O. Stajkovic Srbinovic, and J. Kenezevie vukcevic. 2016. Alfaalfa (*Medicago sativa* L.) and Rhizobium meliloti: prospects of using rhizobial inoculants in Serbia. *Botanica Serbica.* 40 (1): 13-19
- Dordas, C. 2009. Foliar application of manganese increase seed yield and improves seed quality of cotton grown on calcareous soils. *Journal of Plant Nutrition.* 32: 160-176.
- Etesmai, H., and H. Alikhani. 2011. Evaluation of plant growth hormones production (auxins) ability Iranian soils rhizobial strains and effect of superior strains application on wheat growth indexes and the loss of chemical fertilizers. *Agronomy Journal (Pajouhesh and Sazandegi).* 92: 53-62. (In Persian)
- Gunes, A., A. Inal, M.S. Adak, E.G. Bagci, N. Cicek, and F. Eraslan. 2008. Effect of drought stress implemented at pre-or-post anthesis stage on some physiological parameters as screening criteria in chickpea cultiuars. *Russian Journal of Plant Physiology.* 55: 59-67.
- Karami, A. 2012. Improvement of biological nitrogen fixation and yield of pre-treatment field crops *Medicago sativa* and *Coriandrum sativum* by growth hormone 2,4-D. bacteria s trains of azospirillum under salinity stress. Master's Degree Thesis of Agricultural College, Ilam University. P: 136. (In Persian).
- Khalil, S.E., G. Nahed, A. Azizi, and L.A.H. Bedour. 2010 Effect of water stress and ascorbic acid on some morphological and biochemical composition of *Ocimum basilium* plant. *Journal of American Science.* 72: 33-43.
- Sadras, V.O., C. Lawson, P. Hooper, and G.K. Mc Donald. 2012. Contribution of summer rain fall and nitrogen to the yield and water use efficieny of wheat in mediterranean type environments of South Australia. *European Journal of Agronomy.* 36: 41-54.

- Taherkhani, M., Gh. Noor Mohammadi, M.G. Mir Hadi, H. Heydari Sharif abad, and A. Shirany Rad. 2009. The effects of inoculating bacteria strains (*R. leguminosarum phasedi*) on nitrogen fixation in *Phaseolus vulgaris* cultivars. *Journal of Agricultural Novel Knowledge*. 14: 23-36. (In Persian).
- Yarnia, M., H. Heidari Sharif abad, F. Rahim Zadeh Khoei, and A. Hashemi Dezfuli, 2012. The effects of salinity on concentration minerals of *Medicago sativa*. Seventh Congress of Agronomy and Plant Breeding, Karaj. (In Persian).
- Zhang, H., H. Yang, Y. Wang, Y. Cao, and L. Zhong. 2013. The response of ginseng grown on farmland to foliar applied iron, zinc, manganese and copper. *Industrial Crops and Products*. 45: 388-394.

The Effect of Foliar Application of Micronutrients on Quality Traits and Yield of Bam Population of alfalfa (*Medicago sativa* L.)

Hojjat Safari Kamalabadi^{1*}, Seyed Alireza Valadabadi², Jahanfar Daneshian³, Hosein Heydari Sharifabad⁴, and Amin Baghizade⁵

Received: December 2016, Revised: 30 August 2017, Accepted: 13 September 2017

Abstract

To investigate the effect of foliar application of micronutrients on chlorophyll and protein content and yield of alfalfa populations and evaluate economics obtain cost-effect, an experiment was carried out in split split plot by time with four replications using a randomized complete blocks design at the Shahid Zنده-Ruh Agricultural Research Center of Kerman. Experimental treatments were micronutrients with five levels: Fe, Zn, Mn, Fe+Zn+Mn and control (without nutrient applications), bacterial inoculation, with three levels: *Rhizobium meliloti*, *Rhizobium leguminosarum* and without inoculation. Foliar application had a positive significant effect on all traits under study and increased chlorophyll and protein contents, and alfalfa forage yield. The highest fresh forage yield belonged to second cutting (71 t.ha⁻¹) by using combined micronutrient foliar application and to third cutting (68 t.ha⁻¹) by using *Rhizobium leguminosarum*. The highest protein rate was observed in Mn foliar application and *Rhizobium meliloti* inoculation at second cutting by 50%. Based on the results obtained it can be concluded that foliar application of micronutrients and inoculation with *Rhizobium* bacteria improves morphological characteristics of Bami population of alfalfa in Kerman region.

Key words: Foliar application, Microelements, Photosynthetic pigments, Protein rate, *Rhizobium*.

1- Ph.D. Student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Takestan Branch, Islamic Azad University, Takestan, Iran.

2- Associate Professor, Department of Agronomy and Plant breeding, Takestan Branch, Islamic Azad University, Takestan, Iran.

3- Professor, Seed and Plant Improvement Research Institute, Tehran, Iran.

4- Professor, Department of Agronomy, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

5- Associate Professor, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.

* Corresponding Author: h.safarikamalabadi@gmail.com