



اثر تنش خشکی و محلول پاشی آهن و روی بر ویژگی‌های کمی و کیفی دو گونه یونجه یک‌ساله

* میرزا حسین رشنو^۱، زین‌العابدین طهماسبی سروستانی^۲، حسین حیدری شریف‌آباد^۳،

سیدعلی محمد مدرس ثانوی^۴ و رضا توکل افشاری^۵

^۱ دانشجوی دکتری گروه زراعت، دانشگاه تربیت مدرس، آدانشیار گروه زراعت، دانشگاه تربیت مدرس،

^۳ استاد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، ^۴ استاد گروه زراعت، دانشگاه تربیت مدرس،

^۵ دانشیار گروه زراعت، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۹۱/۳/۴؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۰/۲

چکیده

برای بررسی اثر تنش خشکی و محلول پاشی آهن و روی بر دو گونه یونجه یک‌ساله، آزمایشی مزرعه‌ای به صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار با اعمال تیمارهای محلول پاشی (آب مقطر، آهن، روی و آهن+ روی) با غلظت ۵ گرم در لیتر در مرحله رشد رویشی و تیمارهای قطع آبیاری از (۵۰ درصد گل دهی، رسیدگی اولین غلاف از پایین، ۱۰ روز قبل از گل دهی و تیمار شاهد) اجرا گردید. تنش خشکی به عنوان فاکتور اصلی و ترکیب تیماری ۴ سطح محلول پاشی و دو گونه یونجه یک‌ساله به صورت فاکتوریل در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که نسبت برگ به ساقه در گونه *scutellata* (۱/۸۲) بیش تر از گونه *polymorpha* (۱/۴۳) بود. تنش خشکی سبب کاهش عملکرد علوفه تر و عملکرد غلاف به میزان ۲۷ و ۳۳ درصد نسبت به تیمار شاهد گردید. تعداد غلاف در بوته در تیمارهای محلول پاشی آهن و آهن + روی به ترتیب ۱۷/۶ و ۲۷/۶ درصد در مقایسه با تیمار شاهد افزایش یافت. تیمار محلول پاشی روی در تیمار شاهد خشکی، سبب افزایش تعداد غلاف در بوته در گونه *scutellata* به میزان ۱۸۱ درصد و در گونه *polymorpha* به میزان ۲۷۷ درصد نسبت به تیمار شاهد شد. تغییرات دانه در غلاف در شرایط آبیاری کامل نشان داد که تعداد دانه در غلاف در گونه *polymorpha* و محلول پاشی آهن + روی به میزان ۵۸ درصد و در گونه *scutellata* و همه تیمارهای محلول پاشی حدود

* مسئول مکاتبه: mirzarashnoo@yahoo.com

۷۰-۴۰ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت. نیتروژن تثبیت شده در سومین سطح تنش خشکی و محلول‌پاشی آهن + روی در گونه‌های *scutellata* و *polymorpha* به ترتیب ۵۱ و ۲۲ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش داشت. میزان پروتئین علوفه در چهارمین سطح تنش خشکی و تیمار محلول‌پاشی آهن + روی در گونه‌های *scutellata* و *polymorpha* به ترتیب ۲۳/۳ و ۲۱/۷ درصد برآورد گردید.

واژه‌های کلیدی: اجزای عملکرد، تنش خشکی، عملکرد، محلول‌پاشی، یونجه‌های یک‌ساله

مقدمه

خشکی از عوامل تنش‌زاست که تولید زراعی در کشور را محدود می‌کند. الگوهای بارش نامنظم در نواحی مختلف کشور محصولات را در معرض شدت‌های مختلف تنش خشکی قرار می‌دهد. بیش‌تر اوقات دمای بالا و وضعیت تغذیه‌ای نامناسب نیز اثرات خشکی را پیچیده‌تر می‌کند. گیاهی که خوب تغذیه شده و به مقدار کافی عناصر کم‌مصرف و پرمصرف را دریافت کرده باشد، مقاومت بهتری به خشکی خواهد داشت. یونجه‌های یک‌ساله (*Medicago sp L.*) از مهم‌ترین گیاهان علوفه‌ای جهان در کشورهای ایران، آمریکا، کانادا، استرالیا و سایر کشورها به‌شمار می‌روند و به دلیل قابلیت سازگاری به‌صورت زراعی، منبع تثبیت زیستی نیتروژن هوا (حیدری‌شریف‌آباد و ایرانمنش، ۱۹۹۶)، دارا بودن شهد مناسب برای پرورش زنبورعسل، سرشاربودن از انواع ویتامین‌های A، C، K و E (زرگری، ۱۹۹۱)، مناسب بودن برای جلوگیری از فرسایش خاک و سازگاری به شرایط نامساعد محیطی ارزش اقتصادی بالایی دارند (یوسفی و همکاران، ۲۰۱۰؛ اریک و همکاران، ۲۰۱۰). گونه *Medicago scutellata cv Comertial* با امکان تولید ۹-۶ تن در هکتار علوفه تر در شرایط دیم در یک دوره ۷۰-۶۰ روزه بعد از کاشت در تأمین علوفه نقش مهمی دارد (باوچان، ۱۹۹۹). یکی دیگر از گونه‌های سازگار به شرایط دیم در ایران گونه (*Medicago polymorpha cv Serena*) با تولید ۷-۵ تن در هکتار علوفه تر می‌باشد (میرنژاد، ۱۹۹۷). گونه *Medicago scutellata* از گونه‌های مقاوم به خشکی و گونه *Medicago polymorpha* از گونه‌های نیمه‌مقاوم به خشکی در ایران تشخیص داده شده‌اند (پهلوان‌پور فرد جهرمی، ۱۹۹۷). تولید دانه، تأمین بانک بذر، دانه سختی بذر، زادآوری طبیعی، استقرار گیاهچه‌ها، بنیه بذور، مدیریت چرا در سال اول، تأمین عناصر غذایی ریزمغذی و تثبیت نیتروژن در

شرایط خاک‌های آهکی از نکات کلیدی مهمی می‌باشند که برای نظام موفقیت‌آمیز لی‌فارمینگ^۱ باید مورد پژوهش قرار گیرند (بارنارد، ۱۹۷۷). زادآوری بذر یونجه‌های یک‌ساله برای تولید علوفه در شرایط کشور اهمیت زیادی دارد. به بذر نشستن بوته در سال اول با کاهش رقابت علف‌های هرز، مدیریت عناصر غذایی به‌ویژه فسفر و عناصر کم‌مصرف روی، آهن، مس، بور و مولیبدن تولید بذر فراوان برای تأمین بانک بذر برای سال‌های بعد را فراهم می‌کند که به‌دلیل متفاوت بودن دانه سختی در گونه‌های مختلف یونجه‌های یک‌ساله، تولید یک سال بذر برای ۴ سال جوانه‌زنی کافی می‌باشد (راماک‌ریشان و هوی، ۲۰۰۶).

روش‌های کاربرد کودهای ریزمغذی برای به‌دست آوردن بهترین نتیجه بسیار مهم هستند. برخی از پژوهش‌گران گزارش نموده‌اند که محلول‌پاشی برگی عناصر، روش مناسبی برای افزایش غلظت روی در دانه است (کاکمک، ۲۰۰۹). تأمین عناصر کم‌مصرف به‌ویژه آهن و روی در شرایط تنش خشکی نقش ویژه‌ای در حفاظت گیاه در برابر تنش خشکی ایجاد می‌کند. بنابراین، محلول‌پاشی این عناصر در این چنین شرایط، یک روش مناسب برای ارتقاء عملکرد کمی و کیفی محسوب می‌شود. در گزارشی دیگر بیان شده است که افزایش غلظت روی در دانه می‌تواند موجب افزایش قوه نامیه بذر و استقرار بذر به‌خصوص در نواحی با کمبود روی شود (کاکمک، ۲۰۰۸). از منظر دیگر، بذوری که توانایی جوانه‌زنی و رویش بالاتری دارند از کیفیت مطلوب‌تری برخوردارند.

روی در ساختار اسیدهای آمینه هیستیدین، گلوتامین و آسپاراژین وجود دارد و به‌دلیل تشکیل کمپلکس با عناصر نیتروژن، اکسیژن و گوگرد واکنش آنزیم‌هایی مانند الکل دهیدروژناز و کربنیک آنهیدراز در فرایند فتوسنتز نقش اساسی ایفا می‌نماید (والاس و اولد، ۱۹۹۰؛ کلمن، ۱۹۹۲). روی در ساختار اسید آمینه تریپتوفان (پیش‌ماده هورمون اکسین) و در ساختار پروتئین‌های وابسته به روی^۲ در همانندسازی DNA و بیان ژن‌ها نقش مهمی ایفا می‌کند (والاس و فالچوک، ۱۹۹۳؛ کلمن، ۱۹۹۲؛ استمپر و همکاران، ۱۹۹۸). آهن در ساختار دو گروه عمده پروتئین‌ها (هم‌پروتئین و پروتئین‌های آهن-گوگرد، به‌عنوان گروه دهنده-گیرنده الکترون در واکنش تنفس، در ساختار پروتئین‌های کاتالاز، پراکسیداز و لگ‌هموگلوبین و در فرآیند وابسته به نور فتوسنتز نقش اساسی دارد (والاس و فالچوک، ۱۹۹۳).

1- Lay-farming

2- Zince Metalloprolien

پراکنش نامناسب بارندگی در طول فصل رشد سبب ایجاد تنش خشکی در مراحل رویشی و زایشی یونجه‌های یک‌ساله می‌شود. گاتس و همکاران (۱۹۸۳) نشان دادند که تنش خشکی بر تعداد غلاف در بوته و تعداد بذر در غلاف اثر معنی‌داری دارد و با کاهش تعداد غلاف در بوته، تعداد بذر در غلاف افزایش می‌یابد و تعداد نهایی غلاف‌ها کم‌تر از ۵۰ درصد گل‌هایی هستند که بارور می‌شوند. بخش زیادی از گل‌های یونجه‌های یک‌ساله مانند سایر لگوم‌ها، در اثر تنش خشکی ریزش می‌کنند و از تعداد باقی‌مانده حدود نصف آن‌ها به غلاف تبدیل می‌شوند و از میان گل‌های تولید شده در بوته، گل‌هایی که زودتر تولید می‌شوند نسبت به گل‌هایی که با تأخیر تشکیل می‌شوند، برای تبدیل به غلاف مستعدترند (کوکس، ۱۹۸۷). مرحله رشد زایشی بیش از سایر مراحل رشد رویشی یونجه زراعی بر عملکرد نهایی دانه مؤثر می‌باشد (دجدیدی و همکاران، ۲۰۱۱). کمبود آب در طی فصل رشد موجب کاهش اندازه اندام‌های هوایی، سطح برگ و فتوسنتز، محدود شدن عرضه مواد فتوسنتزی و کاهش عملکرد دانه و علوفه می‌گردد (خواججه‌پور، ۱۹۹۱؛ کوچکی، ۱۹۹۷). تنش رطوبتی در اوایل فصل رشد موجب تولید بوته‌هایی با جثه ضعیف می‌شود که با وجود رطوبت در دوره زایشی قادر به تأمین عملکرد بالا نمی‌باشد (اشلی، ۱۹۸۳). پژوهش‌گران گزارش کردند که تنش خشکی بر کیفیت علوفه تولیدی تأثیر معنی‌داری داشت و با افزایش تنش خشکی، درصد پروتئین و قندهای محلول در وزن تر گیاه در گونه *Medicago polymorpha* افزایش یافت (ترک‌نژاد، ۱۹۹۹). مقدار تثبیت نیتروژن به وسیله لگوم‌ها به عوامل متعددی مانند نوع لگوم، رقم، گونه، نژاد باکتری، شرایط محیطی رشد، مقدار نیتروژن، اسیدیته و رطوبت خاک بستگی دارد (وینسنت، ۱۹۷۴). اثر بازدارندگی تنش خشکی روی فتوسنتز، تثبیت نیتروژن و کاهش فعالیت آنزیم نیتروژناز در شرایط آزمایشگاهی به صورت متعدد گزارش شده است (پارسیو و سانچز، ۱۹۸۲). به نظر می‌رسد پژوهش و بررسی در خصوص تأثیر عناصر ریزمغذی در شرایط تنش خشکی بتواند بخشی از چالش‌های موجود در زمینه تأمین علوفه و تولید بذر کافی در دیمزارها و مراتع را روشن‌تر نماید. هدف این پژوهش بررسی اثر تنش خشکی و محلول‌پاشی آهن و روی بر عملکرد و ویژگی‌های کیفی علوفه، عملکرد غلاف و مقدار نیتروژن تثبیت شده دو گونه یونجه یک‌ساله *Medicago scutellata cv* و *Medicago polymorpha cv* Serena و Comercial می‌باشد.

مواد و روش‌ها

(الف) آزمایش‌های مزرعه‌ای: آزمایش در بهار ۱۳۹۰ در مرکز تحقیقات البرز وابسته به سازمان مراتع و جنگل‌ها واقع در کرج به طول جغرافیایی 50° و 56° شرقی و عرض جغرافیایی 35° و 47° شمالی انجام شد. طبق طبقه‌بندی کوپن، منطقه آزمایش دارای اقلیم مدیترانه‌ای با متوسط بارندگی ۳۵۰ میلی‌متر در سال می‌باشد. در این آزمایش تأثیر ۴ تیمار تنش خشکی شامل: آبیاری کامل (بدون تنش)، قطع آبیاری از ۵۰ درصد گل‌دهی تا پایان فصل رشد، قطع آبیاری از رسیدگی اولین غلاف از پایین تا پایان دوره رسیدگی و قطع آبیاری ۱۰ روز قبل از شروع گل‌دهی تا پایان رسیدگی و ۴ تیمار محلول‌پاشی شامل آهن از منبع سولفات آهن با غلظت ۵ گرم در لیتر، روی از منبع سولفات روی با غلظت ۵ گرم در لیتر، آهن + روی و آب مقطر (شاهد) بر دو گونه یونجه یک‌ساله شامل: *Medicago scutellata cv Comercial* و *Medicago polymorpha cv Serena* مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش به صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. تیمارهای تنش خشکی در کرت‌های اصلی و ترکیب تیماری ۴ سطح محلول‌پاشی و دو گونه یونجه یک‌ساله به صورت فاکتوریل در کرت‌های فرعی قرار گرفت. هر کرت آزمایشی دارای ابعاد 4×3 متر شامل ۶ ردیف بود که دو ردیف به‌عنوان حاشیه، دو ردیف برای نمونه‌برداری برای اندازه‌گیری صفات مورفولوژی و دو ردیف میانی برای اندازه‌گیری عملکرد با فاصله ردیف ۲۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. قبل از انجام کاشت از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر خاک نمونه‌برداری و نتایج تجزیه خاک مشخص گردید و مقدار ۹۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل استفاده شد (جدول ۱ و ۲). کاشت بذرها به صورت هیرم‌کاری در دوم فروردین ۱۳۹۰ انجام شد. عملیات تهیه بستر شامل دیسک سبک و کرت‌بندی مزرعه آزمایشی و تسطیح کرت‌ها به‌منظور آبیاری انجام گرفت. بعد از استقرار کامل گیاهچه به‌منظور جلوگیری از رقابت علف‌های هرز، عملیات مبارزه با علف‌های هرز به صورت دستی انجام شد. میزان آبیاری مزرعه براساس اندازه‌گیری تبخیر و تعرق گیاه مرجع و اعمال ضریب گیاهی (K_{crop}) در ۴ مرحله رشدی (مرحله ابتدایی، مرحله توسعه، مرحله میانی و مرحله پایانی) صورت گرفت. مقدار ضریب گیاهی در مرحله ابتدایی $0/4$ در مرحله میانی $0/96$ و در مرحله پایانی $0/9$ بود (علیزاده و کمالی، ۲۰۱۰). مقدار ضرایب گیاهی در مرحله توسعه و مرحله پایانی نیز محاسبه و دور آبیاری ۵ روز در نظر گرفته شد (جدول ۳). میزان آبیاری توسط پمپ و اجرای لوله‌کشی مزرعه و محاسبه دبی آب خروجی لوله‌ها به وسیله کنتور انجام گرفت.

$$ET_0 = ET_{pan} \times K_{pan} \quad \text{رابطه (۱)}$$

$$ET_{crop} = ET_0 \times K_{crop} \quad \text{رابطه (۲)}$$

در رابطه ۱، ET_0 : تبخیر و تعرق گیاه مرجع و ET_{pan} : تبخیر و تعرق از سطح تشتک تبخیر و K_{pan} : ضریب تشتک کلاس A و در رابطه ۲، ET_{crop} : تبخیر و تعرق محاسبه شده از سطح گیاه زراعی و خاک و K_{crop} : ضریب گیاهی می‌باشند. در شروع گل‌دهی نمونه‌برداری در کوادرات $0/5 \times 0/5$ متر از دو گونه یونجه و رقم گندم به عمل آمد و اندازه‌گیری نیتروژن تثبیت شده در مزرعه از روش اختلاف نیتروژن کل (هاردارسون و دنسو، ۱۹۹۳) محاسبه گردید. گیاه غیرلگوم رقم گندم آذر ۲ به منظور برآورد میزان نیترات جذب شده از خاک از مرکز تحقیقات سرارود کرمانشاه تهیه و هم زمان با کاشت یونجه‌های یک‌ساله کشت گردید. صفات اندازه‌گیری شده شامل: عملکرد علوفه تر و خشک، وزن زیست‌توده، نسبت وزن خشک برگ به ساقه، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، عملکرد غلاف در هکتار، فاصله میان‌گره، نیتروژن تثبیت شده (کیلوگرم در هکتار) و صفات کیفی شامل: درصد پروتئین، ماده خشک قابل هضم، قندهای محلول در آب، خاکستر کل و درصد فیبر خام بود. برای اندازه‌گیری تعداد ساقه در بوته، غلاف در بوته، متوسط وزن زیست‌توده تک‌بوته و نسبت برگ به ساقه، تعداد ۲۰ نمونه انتخاب و متوسط صفات اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری میان‌گره، ۱۰ بوته انتخاب و طول سه میان‌گره متوالی اندازه‌گیری و متوسط فاصله میان‌گره محاسبه گردید.

جدول ۱- نتایج تجزیه فیزیکی شیمیایی خاک.

عمق نمونه‌برداری خاک (سانتی‌متر)	شن	لای	رس	کربن آلی	ماده آلی	بافت خاک	اسیدیته گل اشباع	هدایت الکتریکی	مواد خشتی‌شونده (درصد)
۰-۳۰	۳۸/۰۰	۴۲/۰۰	۲۰/۰۰	۰/۶۸	۱/۱۷	لومی	۷/۹۰	۱/۳۴	۱۱/۷۵

جدول ۲- عناصر غذایی موجود در خاک.

عمق نمونه‌برداری خاک (سانتی‌متر)	نیتروژن کل (درصد)	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	منیزیم	آهن (میلی‌گرم در کیلوگرم)	منگنز	روی	مس
۰-۳۰	۰/۰۷	۸/۵۰	۱۳۸/۰۰	۵۰۴/۰۰	۱/۳۲	۱۰/۰۴	۰/۶۲	۰/۴۸

میرزاحسین رشنو و همکاران

جدول ۳- محاسبه میزان آب مصرفی دو گونه یونجه یک ساله.

تاریخ آبیاری	مرجع (ET ₀) میلی متر	ضریب گیاهی (K _{crop})	تبخیر و تعرق حداکثر (ET _{crop}) (میلی متر)	مقدار بارندگی تا تاریخ (میلی متر)	مقدار آب داده شده پس از کسر بارندگی (میلی متر)
۱۳۹۰/۱/۵	۳۱/۲۰	۰/۴۰	۱۲/۴۸	۱۶/۸	۰/۰
۱۳۹۰/۱/۱۰	۲۰/۵۰	۰/۴۰	۸/۲۰	۵/۰	۳/۲۰
۱۳۹۰/۱/۱۵	۳۳/۳۰	۰/۴۹	۱۶/۳۱	۱/۶	۱۵/۷۰
۱۳۹۰/۱/۲۰	۲۵/۵۵	۰/۵۸	۱۴/۹۰	۴/۴	۱۰/۵۰
۱۳۹۰/۱/۲۵	۲۸/۰۰	۰/۶۸	۱۸/۹۰	۲/۸	۱۶/۱۰
۱۳۹۰/۱/۳۰	۲۷/۱۶	۰/۷۶	۲۰/۸۲	۴/۷	۱۶/۱۲
۱۳۹۰/۲/۷	۳۴/۰۹	۰/۹۵	۳۲/۳۸	۹/۱	۲۳/۲۸
۱۳۹۰/۲/۱۲	۴۱/۵۸	۰/۹۵	۳۹/۵۰	۰/۰	۳۹/۵۰
۱۳۹۰/۲/۱۷	۴۰/۸۱	۰/۹۵	۳۸/۷۶	۰/۲	۳۸/۶۰
۱۳۹۰/۲/۲۲	۳۸/۵۷	۰/۹۵	۶۴/۳۶	۱/۴	۳۵/۲۴
۱۳۹۰/۲/۲۷	۴۸/۷۳	۰/۹۵	۴۶/۲۸	۰/۰	۴۶/۲۸
۱۳۹۰/۳/۲	۵۴/۸۸	۰/۹۳	۵۰/۷۶	۰/۰	۵۰/۷۶
۱۳۹۰/۳/۱۰	۵۴/۸۸	۰/۹۳	۵۰/۷۶	۰/۰	۵۰/۷۶
۱۳۹۰/۳/۱۵	۷۰/۷۰	۰/۹۰	۶۳/۶۳	۰/۰	۶۳/۶۳
			۳۹۹/۳۴	۴۳/۲	۳۵۸/۸۷

ب) اندازه گیری های آزمایشگاهی

تهیه محلول های کلات آهن و روی: در تیمارهای محلول پاشی، آهن از کلات آهن و روی از منبع کلات روی در آزمایشگاه تهیه شد و سپس جهت اعمال تیمارها استفاده گردید. برای تهیه ۴ لیتر محلول کلات آهن (Fe-EDTA)، مقدار ۲۳/۹۶ گرم EDTA را طی دو مرحله در ۲ لیتر آب حل شد. سپس مقدار ۱۹/۹۲ گرم سولفات آهن آبدار (FeSO₄.7H₂O) را نیز طی دو مرحله در ۲ لیتر آب حل نموده و محتوی دو ظرف، در ظرف تیره ای ریخته شد. در مخلوط محلول ها به مدت ۶ ساعت در تاریکی به وسیله پمپ اکواریم، هوا دمیده شد و محلول به دست آمده در یخچال نگهداری و در زمان لازم استفاده گردید (حیدری شریف آباد، ۱۹۹۴). برای ساختن کلات روی (Zn-EDTA) نیز از روش

بالا استفاده {سولفات روی آبدار} ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) و محلول به دست آمده در یخچال نگهداری گردید. محلول پاشی طی سه مرحله در دوره رویشی به فاصله ۴ روز انجام شد (حیدری شریف‌آباد، ۱۹۹۴).
تکثیر سوش ریزوبیوم اختصاصی گونه‌ها: برای تکثیر سوش ریزوبیوم اختصاصی ابتدا از خاک مزرعه یونجه چندساله از عمق توسعه ریشه تعداد ۱۴ گلدان پر از خاک گردید. بذور دو گونه یونجه یک‌ساله از غلاف جدا و ضدعفونی شدند. بذرها ابتدا به مدت ۱۰ ثانیه در الکل اتیلیک ۹۶ درصد قرار داده شده و در مرحله بعد به مدت ۳ دقیقه در محلول کلرورجیوه ۰/۲ درصد ضدعفونی شدند. در مرحله سوم ۵-۶ بار با آب مقطر شسته شده و در شرایط آزمایشگاه خشک و برای کشت آماده گردیدند. در تاریخ ۱۵ بهمن ۱۳۸۹ بذرها در گلدان‌هایی به حجم ۰/۴۷ مترمکعب کاشته شدند. سپس در تاریخ ۲۹ اسفند ۱۳۸۹ بعد از ۴۴ روز گیاهان از گلدان‌ها بیرون آورده و در طشت پر از آب قرار گرفتند و گیاهچه‌ها به آرامی شستشو و کنار گذاشته شدند. پس از جداسازی ۱۰ عدد گره از ریشه در هر گونه، آن‌ها را شستشو نموده و مانند بذر ضدعفونی شدند. سپس گره‌ها را له کرده و به وسیله لوپ در زیر هود به محیط کشت آگار (جدول ۴) انتقال داده و دو نمونه در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۰ دقیقه جوشانده شدند و به مدت ۴ روز در انکوباتور در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و مخلوط حاصل شیری رنگ گردید (سوماسگاری و هوبن، ۱۹۹۴) و سپس تلقیح بذر با باکتری در شرایط سابه انجام شد (بوانسواری و همکاران، ۱۹۸۰).

نتایج به دست آمده با استفاده از روش بای (By) در نرم‌افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و میانگین تیمارها با آزمون LSD در سطح ۵ درصد مقایسه شدند.

جدول ۴- محیط کشت با آگار (Yeast manitol agar).

منبع	مقدار
H_2PO_4	۰/۵ گرم
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	۰/۲ گرم
NaCl	۰/۱ گرم
Manitol	۱۰/۰ گرم
Yeast extract	۰/۴ گرم
آب مقطر	۹۰۰/۰ میلی‌لیتر
Agar	۱۵/۰ گرم

نتایج و بحث

اثر متقابل گونه و محلول پاشی در سطوح مختلف تنش خشکی

متوسط وزن زیست توده: اثر متقابل سه گانه گونه، محلول پاشی و تنش خشکی بر وزن زیست توده در سطح ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۵). مقایسه میانگین های محلول پاشی و گونه در اولین سطح تنش (آبیاری مطلوب) نشان می دهد که محلول پاشی روی در گونه *scutellata* سبب افزایش وزن زیست توده در مقایسه با سایر تیمارها و تیمار شاهد گردید (جدول ۶). میانگین تیمارهای محلول پاشی در گونه *polymorpha* در شرایط آبیاری کامل (تیمار شاهد) تفاوتی را نشان ندادند. محلول پاشی در گونه *scutellata* سبب افزایش وزن زیست توده بیش تری نسبت به گونه *polymorpha* شد (جدول ۶). مقایسه میانگین های محلول پاشی و گونه در دومین سطح تنش مشخص تر است. در گونه *scutellata* محلول پاشی آهن و آهن + روی سبب افزایش وزن زیست توده نسبت به تیمار شاهد (آب مقطر) شد و محلول پاشی آهن و روی بر وزن زیست توده، تفاوت آماری را نشان ندادند (جدول ۷). مقایسه دو گونه در دومین سطح تنش نیز برتری گونه اسکوتالاتا را بر گونه پلی مورفا نشان می دهد (جدول ۷). در سومین سطح تنش (قطع آبیاری از رسیدگی اولین غلاف از پایین) محلول پاشی تیمارهای آهن و روی نسبت به تیمار شاهد، وزن زیست توده گونه اسکوتالاتا را افزایش داد در صورتی وزن زیست توده در گونه پلی مورفا در پاسخ به تیمارهای محلول پاشی افزوده نشد (جدول ۸). مرحله رویشی یونجه های یک ساله به تنش خشکی و محلول پاشی در خصوص تغییرات وزن زیست توده حساسیت بیشتری دارد (کوچکی، ۱۹۹۷). مقایسه اثر متقابل گونه و محلول پاشی در چهارمین سطح تنش (قطع آبیاری ۱۰ روز قبل از گل دهی) نشان می دهد که در گونه اسکوتالاتا محلول پاشی آهن و آهن + روی سبب افزایش وزن زیست توده نسبت به تیمار شاهد شد در حالی که گونه پلی مورفا واکنشی به افزایش وزن زیست توده با تیمارهای محلول پاشی نشان نداد (جدول ۹). نتایج به دست آمده از اثر متقابل گونه و محلول پاشی نشان می دهد که گونه ها در واکنش به محلول پاشی متفاوت بودند به طوری که وزن زیست توده در گونه اسکوتالاتا در پاسخ به تیمارهای محلول پاشی افزایش یافت و تیمارهای محلول پاشی آهن و آهن + روی مؤثرتر از سایر تیمارها بودند. وزن زیست توده از صفات مهم در تعیین عملکرد تر یونجه محسوب شده و همبستگی مثبت و معنی دار بین وزن زیست توده و عملکرد تر بیانگر این موضوع می باشد ($r=0.57^{**}$). به نظر می رسد علت این تفاوت ها ناشی از متفاوت بودن مقاومت دو

گونه به خشکی می‌باشد. گونه اسکوتالاتا از گونه‌های مقاوم به خشکی و گونه پلی‌مورفا از گونه‌های نیمه‌مقاوم به خشکی در شرایط ایران تشخیص داده شدند (پهلوان‌پور فرد جهرمی، ۱۹۹۷). محدودیت رطوبت در دوره رویشی سبب ضعیف شدن جنه گیاه می‌شود و تأمین رطوبت در مراحل بعدی رشد اثر جبرانی بر وزن زیست‌توده ندارد (اشلی، ۱۹۸۳). آهن در ساختمان پیش‌ماده کلروفیل II وجود دارد و سبب حفظ کلروفیل و میزان سبزینه برگ (تری و ابدیا، ۱۹۸۶)، نقل و انتقال الکترون در فرایند تنفس و بخش وابسته به نور فتوسنتز (بین‌فایت و مارک، ۱۹۸۳) و فعال شدن آنتی‌اکسیدان‌ها و کاهش میزان پراکسید هیدروژن تجمع‌یافته در سطح سلولی در شرایط تنش خشکی می‌شود (مارشمن، ۱۹۹۵).

تعداد غلاف در بوته، دانه در غلاف و عملکرد غلاف: اثر متقابل گونه، محلول‌پاشی و تنش خشکی بر تعداد غلاف در بوته در سطح ۱ درصد و بر تعداد دانه در غلاف و عملکرد غلاف در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۵). مقایسه میانگین‌ها در اولین سطح تنش خشکی (شرایط آبیاری کامل) نشان داد که محلول‌پاشی روی سبب افزایش تعداد غلاف در بوته در هر دو گونه یونجه یک‌ساله شد. با وجود تأثیر افزایشی محلول‌پاشی بر تعداد غلاف در بوته در هر دو گونه، تعداد غلاف‌ها در گونه پلی‌مورفا در همه سطوح تنش، بیش‌تر از گونه اسکوتالاتا بود (جدول ۶). گزارش شده است که افزایش روی سبب افزایش اسید آمینه تریپتوفان و هورمون اکسین می‌شود (والاس و فالچوک، ۱۹۹۳؛ کلمن، ۱۹۹۲؛ استمپر و همکاران، ۱۹۹۸). هورمون اکسین سبب تأخیر در ایجاد لایه ریزش در دمگل و دمبرگ می‌شود (والاس و ایولد، ۱۹۹۰) و بنابراین محلول‌پاشی سبب بقای غلاف‌ها می‌شود. تعداد دانه در غلاف در پاسخ به محلول‌پاشی در دو گونه یونجه یک‌ساله متفاوت بود. تعداد دانه در گونه اسکوتالاتا در همه سطوح تیمارهای محلول‌پاشی نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت (جدول ۶). به‌نظر می‌رسد تفاوت تعداد دانه در غلاف در دو گونه به‌دلیل ازدیاد تعداد غلاف‌ها و کوچک بودن اندازه آن‌ها باشد. در نتیجه محلول‌پاشی تعداد غلاف در بوته و دانه در غلاف را با هم افزایش نداد و بنابراین گونه *polymorpha* تعداد غلاف بیش‌تر با دانه در غلاف کم‌تری نسبت به *scutellata* داشت. عملکرد غلاف در هکتار در گونه اسکوتالاتا تحت تأثیر تیمار محلول‌پاشی (آهن + روی) قرار گرفت در حالی‌که در گونه پلی‌مورفا با وجود افزایش عملکرد غلاف در واکنش به محلول‌پاشی، بین تیمارهای محلول‌پاشی در شرایط آبیاری کامل تفاوتی وجود نداشت ولی با تیمار شاهد متفاوت بودند (جدول ۶). در دومین سطح تنش (قطع آبیاری از ۵۰ درصد گل‌دهی) محلول‌پاشی آهن + روی در گونه *scutellata* سبب

افزایش غلاف در بوته و عملکرد غلاف نسبت به تیمار شاهد شد اما در گونه *polymorpha* محلول‌پاشی روی سبب افزایش غلاف در بوته گردید (جدول ۷). بین تعداد غلاف در بوته و عملکرد غلاف در هکتار همبستگی مثبت و معنی‌داری در شرایط محلول‌پاشی و تنش خشکی به‌دست آمد ($r=0/45^{**}$). بنابراین محلول‌پاشی با افزایش تعداد غلاف در بوته بر عملکرد غلاف و تأمین بانک بذر مؤثر واقع شد. افزایش عملکرد غلاف در هکتار به‌دلیل حضور آهن در ساختار کلروفیل و نقش روی در افزایش هورمون اکسین و جلوگیری از ایجاد لایه ریزش در شرایط تنش خشکی گزارش شده است (والاس و ایولد، ۱۹۹۰؛ والاس و فالچوک، ۱۹۹۳؛ استمپر و همکاران، ۱۹۹۸). تعداد دانه در غلاف در محلول‌پاشی روی و آهن + روی در گونه *scutellata* نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت در صورتی‌که در گونه *polymorpha* محلول‌پاشی آهن نسبت به تیمار شاهد سبب افزایش دانه در غلاف گردید (جدول ۷). اثر متقابل گونه و محلول‌پاشی در سومین سطح تنش نشان داد که تیمار محلول‌پاشی آهن در گونه *scutellata* باعث افزایش غلاف در بوته نسبت به تیمار شاهد شد اما تفاوت آماری معنی‌داری در تعداد دانه در غلاف در سطح ۵ درصد گونه *scutellata* مشاهده نگردید (جدول ۸). عملکرد غلاف در دو گونه یونجه یک‌ساله با تیمارهای محلول‌پاشی در سومین سطح تنش نسبت به تیمار شاهد تفاوت آماری را نشان ندادند (جدول ۸). به‌نظر می‌رسد تأمین رطوبت تا مرحله غلاف‌بندی اهمیت زیادی در افزایش عملکرد غلاف در هکتار دارد و امکان هم‌افزایی بین تیمارهای محلول‌پاشی و تنش خشکی مبنی بر افزایش عملکرد غلاف در این مرحله از رشد وجود نداشت. در چهارمین سطح تنش، گونه *scutellata* دارای تعداد غلاف در بوته بیش‌تری در تیمارهای محلول‌پاشی آهن و آهن + روی نسبت به تیمار شاهد می‌باشد. محلول‌پاشی‌ها در چهارمین سطح تنش اثری بر تعداد غلاف در بوته در گونه *polymorpha* نداشت (جدول ۹). علت تفاوت دو گونه در شرایط تنش رطوبتی در مرحله رویشی به‌دلیل تفاوت مقاومت آن‌ها به تنش خشکی گزارش شده است (پهلوان‌پور فرد جهرمی، ۱۹۹۷). نیتروژن تثبیت شده و ویژگی‌های کیفی علوفه: اثر متقابل گونه و محلول‌پاشی در سطوح مختلف تنش خشکی بر نیتروژن تثبیت شده در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۵). در شرایط آبیاری کامل محلول‌پاشی آهن سبب تثبیت ۱۴۶ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص در گونه *scutellata* و ۸۹ کیلوگرم در هکتار در گونه *polymorpha* شد (جدول ۶) که به‌ترتیب معادل ۳۱۷ و ۱۹۳ کیلوگرم کود اوره و یا معادل ۷۹۳ و ۴۸۳ لیتر نفت صرفه‌جویی شده در هکتار (حیدری‌شریف‌آباد و ایرانمنش،

۱۹۹۶) می‌باشد. اثر متقابل گونه و محلول‌پاشی در شرایط تنش خشکی (قطع آبیاری ۱۰ روز قبل از گل‌دهی) نشان داد که مقدار نیتروژن تثبیت شده کم‌تر از شرایط آبیاری کامل بود و مقدار نیتروژن تثبیت شده در گونه *scutellata* ۷۲ کیلوگرم در هکتار و در گونه *polymorpha* ۶۳ کیلوگرم در هکتار برآورد گردید (جدول ۹). کاهش نیتروژن تثبیت شده در اثر تنش خشکی و کاهش عرضه مواد فتوسنتزی توسط تعدادی از پژوهش‌گران گزارش شده است (اپاریسیو و سانچز، ۱۹۸۲).

اثر متقابل گونه و محلول‌پاشی بر درصد پروتئین علوفه در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۵). در شرایط آبیاری کامل محلول‌پاشی آهن و آهن + روی و در شرایط تنش خشکی (قطع آبیاری ۱۰ روز قبل از گل‌دهی) محلول‌پاشی آهن + روی سبب افزایش درصد پروتئین علوفه شد (جدول ۹). محققان زیادی افزایش پروتئین علوفه با محلول‌پاشی آهن و روی را گزارش نموده‌اند (بین‌فایت و مارک، ۱۹۸۳؛ کلمن، ۱۹۹۲؛ استمپر و همکاران، ۱۹۹۸). همبستگی مثبت و معنی‌دار بین نیتروژن تثبیت شده و پروتئین علوفه ($r=0/42^*$) بیان‌گر این است که محلول‌پاشی، علاوه بر تأثیر مستقیم، به صورت غیرمستقیم با افزایش نیتروژن تثبیت شده، بر میزان پروتئین علوفه مؤثر است. به نظر می‌رسد نوعی اثرات هم‌افزایی بین محلول‌پاشی و تنش خشکی در افزایش پروتئین وجود دارد، زیرا با اعمال تنش خشکی و محلول‌پاشی، درصد پروتئین زیاد می‌شود (ترک‌نژاد، ۱۹۹۹). از منظر دیگر، آهن و روی سبب افزایش مقدار پروتئین گیاهی می‌شوند (کلمن، ۱۹۹۲؛ بین‌فایت و مارک، ۱۹۸۳). میانگین‌های اثر متقابل رقم و محلول‌پاشی در گونه *scutellata* بر ماده خشک قابل هضم تفاوتی با تیمار شاهد نداشتند ولی در گونه *polymorpha* کم‌ترین ماده خشک قابل هضم در محلول‌پاشی آهن + روی مشاهده شد (جدول ۶). ماده خشک قابل هضم در چهارمین سطح تنش در دو گونه، در همه تیمارهای محلول‌پاشی، با تیمار شاهد تفاوت آماری نداشتند (جدول ۹). با افزایش نیتروژن تثبیت شده در شرایط محلول‌پاشی، ماده خشک قابل هضم به صورت غیرمستقیم تحت تأثیر قرار گرفت. خاکستر کل با اعمال تیمار تنش خشکی در دوره رویشی نسبت به تیمار آبیاری کامل افزایش یافت (جدول ۶ و ۹). تنش خشکی بر درصد خاکستر کل در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۵). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که مقدار خاکستر کل در سطح چهارم تنش خشکی در تیمار محلول‌پاشی آهن + روی نسبت به تیمار شاهد (آب مقطر) بیش‌تر بود (جدول ۹) به نظر می‌رسد که محلول‌پاشی در شرایط تنش خشکی شدید، سبب جذب بیش‌تر عناصر غذایی از طریق برگ شده و بنابراین افزایش خاکستر کل را به دنبال داشت.

اثر متقابل تنش خشکی و گونه بر تعداد ساقه در بوته و عملکرد علوفه تر در آغاز گل‌دهی ساقه در بوته: اثر متقابل تنش خشکی و گونه در سطح ۵ درصد بر تعداد ساقه در بوته و عملکرد علوفه تر در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۵). بیش‌ترین مقدار علوفه‌تر در هکتار در گونه *scutellata* و آبیاری کامل به‌دست آمد (جدول ۱۰). افزایش سطح تنش خشکی به‌ویژه در مرحله رویشی سبب کاهش عملکرد علوفه تر و خشک در هکتار شد (جدول ۳). گونه *scutellata* در شرایط تنش خشکی و تأمین رطوبتی (۳۵۸ میلی‌متر آب مصرفی) (جدول ۴) نسبت به گونه *polymorpha* عملکرد بیش‌تری داشت. بیش‌ترین تعداد ساقه در بوته در گونه *scutellata* و سطح سوم تنش به‌دست آمد و کم‌ترین تعداد ساقه در بوته در سطح دوم تنش به‌دست آمد که با چهارمین و اولین سطح تنش تفاوت آماری نداشت (جدول ۱۰). بین تعداد ساقه در بوته و عملکرد علوفه تر همبستگی معنی‌داری در شرایط محلول‌پاشی و تنش خشکی به‌دست آمد ($r=0/40^*$). تعداد ساقه در بوته از اجزای مهم عملکرد یونجه‌های یک‌ساله به‌شمار می‌رود و کاهش تعداد ساقه در بوته سبب کاهش عملکرد علوفه تر و خشک می‌شود (کورت و همکاران، ۱۹۸۳). در بررسی رشد یونجه در برابر خشکی، مشخص شد که با افزایش تنش خشکی، طول ریشه و ساقه کاهش می‌یابد و کاهش در جوانه‌های قاعده‌ای و شاخه‌ها نیز دیده می‌شود. همچنین افزایش تنش آب، اندازه برگ، طول میان‌گره، و وزن ماده خشک یونجه را در طی ۱۴ روز بعد از ایجاد تنش خشکی کاهش می‌دهد (ایریگین و همکاران، ۱۹۹۲). پژوهش‌ها در مورد یونجه نشان داده است که با کاهش رطوبت خاک تعداد ساقه در گیاه، ارتفاع گیاه، وزن ریشه و قسمت هوایی گیاه کاهش می‌یابد. مشخص شده است که در شرایط تنش رطوبتی شدید، غالباً درصد وزن برگ‌ها افزایش می‌یابد و این خصوصیت می‌تواند با کم‌تر شدن فواصل بین‌گره‌ای و تعداد ساقه در بوته همراه باشد (آخوندی و صفرنژاد، ۲۰۰۴).

اثر متقابل تنش خشکی و محلول‌پاشی بر تعداد ساقه در بوته و عملکرد علوفه تر: اثر متقابل محلول‌پاشی و تنش خشکی بر تعداد ساقه در بوته و عملکرد علوفه تر در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۵). همه سطوح محلول‌پاشی در چهارمین سطح تنش، مانع کاهش تعداد ساقه در بوته نسبت به تیمار شاهد (آبیاری کامل) شدند (جدول ۱۱). میانگین‌ها نشان داد که محلول‌پاشی آهن + روی مانع کاهش عملکرد در چهارمین سطح تنش شد. بین تعداد ساقه در بوته و عملکرد علوفه‌تر همبستگی معنی‌داری در شرایط محلول‌پاشی و تنش خشکی به‌دست آمد ($r=0/40^*$). تعداد ساقه در بوته نیز از اجزای مهم عملکرد به‌شمار می‌آید و افزایش آن سبب افزایش عملکرد علوفه‌تر می‌شود (سانگوال، ۲۰۰۲).

اثر متقابل گونه و محلول‌پاشی بر تعداد ساقه در بوته و عملکرد علوفه تر: اثر متقابل گونه و محلول‌پاشی بر تعداد ساقه در بوته و عملکرد علوفه تر در آغاز گل‌دهی در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۵). تعداد ساقه در بوته در دو گونه یونجه یک‌ساله با محلول‌پاشی نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت (جدول ۱۲). تعداد ساقه در بوته از اجزای مهم عملکرد یونجه محسوب می‌شود و با افزایش تعداد ساقه در بوته عملکرد علوفه‌تر نیز افزایش می‌یابد. عملکرد علوفه‌تر حدود ۱۴-۱۳ تن در هکتار در گونه اسکوتالاتا و ۷-۶ تن در هکتار در گونه پلی‌مورفا به‌دست آمد (جدول ۱۲). افزایش عملکرد گیاهی با محلول‌پاشی آهن و روی توسط پژوهش‌گران گزارش شده است (والاس و ایولد، ۱۹۹۰؛ والاس و فالچوک، ۱۹۹۳؛ کلمن، ۱۹۹۲).

بررسی اثرهای اصلی بر کیفیت علوفه و کمیت بذر یونجه‌های یک‌ساله

تنش خشکی: تنش خشکی بر درصد قندهای محلول در آب در سطح ۵ درصد و بر درصد فیبر خام در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۵). قطع آبیاری در دوره رویشی ۱۰ روز قبل از شروع گل‌دهی سبب افزایش درصد قندهای محلول در آب شد. کم‌ترین درصد فیبر خام در چهارمین سطح تنش خشکی (قطع آبیاری ۱۰ روز قبل از گل‌دهی) مشاهده گردید (جدول ۱۳). یکی از دلایل مهم کاهش فیبر خام کاهش عرضه مواد فتوسنتزی در نتیجه تنش شدید خشکی (قطع آبیاری ۱۰ روز قبل از گل‌دهی) می‌باشد. پژوهش‌گران بیان داشته‌اند که تنش خشکی سبب کاهش عرضه مواد فتوسنتزی می‌گردد (پارسیو و سانچز، ۱۹۸۲). افزایش قندهای محلول در آب و کربوهیدرات‌های با وزن مولکولی کم، از سازوکارهای اساسی مقابله با تنش خشکی در گیاهان محسوب می‌شود (ترک‌نژاد، ۱۹۹۹).

مقایسه گونه‌ها: نسبت برگ به ساقه و درصد فیبر خام در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۵). گونه اسکوتالاتا دارای نسبت برگ به ساقه بیش‌تر و درصد فیبر خام کم‌تری نسبت به گونه پلی‌مورفا بود (جدول ۱۴).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که در شرایط تنش خشکی و محلول‌پاشی نسبت برگ به ساقه در گونه اسکوتالاتا (۱/۸۲) بیش‌تر از گونه پلی‌مورفا (۱/۴۳) بود. برهم‌کنش گونه و تنش خشکی نشان داد که در شرایط آبیاری کامل تعداد غلاف در بوته در گونه پلی‌مورفا (۲۰/۹۲) بیش‌تر از گونه اسکوتالاتا (۱۰/۵۵) بود.

تنش خشکی سبب کاهش عملکرد علوفه‌تر به مقدار ۲۷ درصد نسبت به تیمار شاهد گردید. برهم‌کنش گونه و محلول‌پاشی نشان داد که تیمار محلول‌پاشی روی سبب افزایش تعداد غلاف در بوته در گونه اسکوتلاتا به میزان ۸۱ درصد و در گونه پلی‌مورفا ۱۷۷ درصد نسبت به تیمار شاهد گردید. تغییرات دانه در غلاف در بین گونه‌ها در شرایط آبیاری کامل، نشان داد که تعداد دانه در غلاف در گونه پلی‌مورفا و محلول‌پاشی آهن + روی به میزان ۵۸ درصد و در گونه اسکوتلاتا و همه تیمارهای محلول‌پاشی حدود ۷۰-۴۰ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت. کم‌ترین تعداد غلاف در بوته و دانه در غلاف در تنش خشکی در ۵۰ درصد گل‌دهی به‌دست آمد. تنش خشکی سبب کاهش ۳۳ درصد در عملکرد غلاف نسبت به تیمار آبیاری کامل گردید. نیتروژن تثبیت شده در چهارمین سطح تنش خشکی و محلول‌پاشی آهن + روی در گونه‌های اسکوتلاتا و پلی‌مورفا به ترتیب ۷۲ و ۶۳ کیلوگرم در هکتار و در شرایط آبیاری کامل و محلول‌پاشی آهن به ترتیب ۱۴۶ و ۸۹ کیلوگرم در هکتار برآورد شد. محلول‌پاشی آهن + روی سبب افزایش درصد پروتئین علوفه در گونه‌های اسکوتلاتا و پلی‌مورفا به ترتیب ۲۳/۳ و ۲۱/۷ درصد شد. همبستگی مثبت و معنی‌دار بین نیتروژن تثبیت شده و پروتئین علوفه ($r=0/41^*$)، همبستگی بین نیتروژن تثبیت شده و ماده خشک قابل هضم ($r=0/39^*$) و همبستگی بین تعداد ساقه در بوته و عملکرد علوفه ($r=0/40^*$) بیان‌گر این است که محلول‌پاشی به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم بر صفات کمی و کیفی علوفه در شرایط تنش خشکی مؤثر واقع بود و می‌تواند در تولید صنعتی بذر یونجه‌های یک‌ساله و تأمین بانک بذر خاک، در راستای اجرای سیستم لی‌فارمینگ در دیم‌زارهای کشور به‌صورت مؤثری مورد استفاده قرار گیرد. نتیجه قابل توصیه آن است که در شرایط تنش خشکی، محلول‌پاشی سبب کاهش اثر تنش خشکی و افزایش تعداد غلاف در بوته و افزایش ذخیره بانک بذر گردید و بنابراین گونه‌های اسکوتلاتا و پلی‌مورفا می‌توانند نقش تعیین‌کننده‌ای در تولید علوفه در مناطق خشکی که دارای بارندگی‌های سالیانه به‌میزان ۲۰۰-۳۰۰ میلی‌متر هستند، سبب افزایش تولید پروتئین دامی و ارتقای سطح امنیت غذایی شوند.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله از مدیریت محترم سازمان مراتع و جنگل‌ها و ریاست محترم مرکز تحقیقات البرز کرج نهایت سپاسگزاری می‌نمایند.

جدول ۵- تجزیه واریانس داده‌های صفات عملکرد و اجزای عملکرد در گونه بونجه یکساله تحت شرایط تنش خشکی و محلول‌پاشی.

فیبر خام (درصد)	خاکستر کل (درصد)	قللهای محلول در آب (درصد)	ماده خشک قابل هضم (درصد)	پروتئین (درصد)	عملکرد غلاف اتن (درصد)	عملکرد غلاف در بوتنه (درصد)	فاصله میان‌گروه (سانتی‌متر)	ساقه در بوتنه (گرم در بوتنه)	وزن زیست‌توده (گرم در بوتنه)	عملکرد خشک (تن در هکتار)	عملکرد تر (تن در هکتار)	درجه آزادی	منبع تغییرات
۶۷/۵	۵۷/۷	۴۰/۶	۵۶/۵	۸۷/۰	۵۹/۵	۲۱/۱	۰/۳۲	۲/۹۰	۳۳۳۳۳	۰/۱۳	۱۳/۱	۲	پلوک @
۱۵۹/۵	۵۱/۰	۶/۶	۱۰۸/۰	۵۳/۰	۴/۰	۳۷۰/۰	۰/۹۰	۰/۱۹	۳۴۱۱۱۰	۱/۶۴	۷۷/۳	۳	تنش خشکی (W)
۱/۵	۱۰۵/۰	۶/۵	۷/۴	۴۵/۰	۸/۰	۱۰/۳	۲/۸۰	۲/۸۰	۸۸۷	۰/۴۱	۷/۳	۶	خطای ۱
۴/۳	۲/۸	۳/۷	۴۰/۴	۸۰/۳	۳۷/۳	۲۴۷/۸	۵۰/۷	۶/۳	۵۴۵۵۵	۱۳۳/۴	۱۰۳۵/۳	۱	واریته (V)
۳/۸	۱۳/۰	۶/۵	۳/۸	۳۳/۴	۴/۷	۲۸۶/۰	۷/۸	۰/۳۵	۴۵۲۰۳	۰/۱۹	۳۳/۱	۳	محلول پاشی (F)
۶/۱	۱۷/۰	۶/۱۱	۱۱/۰	۳۸/۸	۱۷/۰	۲۸۶/۰	۱۱/۳	۳/۵	۱۶۹۹۲۵	۰/۳۸	۶۸/۰	۳	(W x V)
۱/۵	۳۰/۱	۲/۸	۳/۵	۵۰/۵	۸/۰	۸۰/۸	۰/۳۲	۳/۴	۱۱۳۳۰۳	۰/۳۵	۱۶/۱	۹	(W x F)
۳/۸	۱۲/۰	۶/۸	۷/۶	۷۰/۲	۲/۰	۵/۱	۰/۳۲	۲/۸	۵۰۹۷۰	۰/۵۰	۲۰/۵	۳	(F x V)
۱/۱	۱۰/۱	۸/۱	۳/۹	۵۴/۷	۱۷/۳	۴۴/۵	۳/۰	۱/۵	۱۰۲۲۶	۰/۱۷	۱۱/۷	۹	(F x V x W)
۵/۱	۶۰/۷	۰/۹	۰/۴	۵/۴	۲۵/۰	۲۱/۳	۲/۱	۲۵/۳	۲۶	۲۴/۰	۲۵/۴	-	(CV%)

* معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ** معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد.

میرزاحسین رشنو و همکاران

جدول ۶- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل گونه و محلول‌پاشی در اولین سطح تنش (تیمار شاهد یا آبیاری کامل).

گونه	محلول‌پاشی	زیست‌توده (گرم)	غللاف در بوته	دانه در غللاف	عملکرد غللاف (تن در هکتار)	نیتروژن تثبیت شده (کیلوگرم در هکتار)	پروتئین (درصد)	ماده خشک قابل هضم (درصد)	خاکستر کل (درصد)
<i>scutellata</i>	آب مقطر	۹۳۳/۱ ^{b*}	۷/۶ ^d	۳/۹ ^b	۵/۳ ^b	۸۷ ^d	۱۶/۵ ^c	۷۸/۳ ^{ab}	۸/۵ ^a
	روی	۱۲۸۸/۰ ^a	۱۳/۷ ^c	۶/۵ ^a	۶/۵ ^{ab}	۱۳۴ ^b	۲۰/۳ ^b	۷۸/۲ ^{ab}	۸/۳ ^a
	آهن	۶۷۲/۷ ^b	۷/۷ ^d	۵/۸ ^a	۴/۸ ^b	۱۴۶ ^a	۲۱/۷ ^a	۷۸/۱ ^{ab}	۸/۱ ^a
	آهن + روی	۷۲۸/۴ ^b	۶/۵ ^d	۵/۵۳ ^a	۸/۷ ^a	۱۰۸ ^c	۲۲/۶ ^a	۷۸/۸ ^a	۸/۱ ^a
<i>polymorpha</i>	آب مقطر	۳۱۶/۳ ^c	۱۳/۳ ^c	۳/۵ ^b	۳/۲ ^c	۲۸ ^f	۱۶/۵ ^c	۷۶/۷ ^{ab}	۸/۱ ^a
	روی	۱۸۸/۹ ^c	۳۶/۹ ^a	۳/۶ ^b	۶/۹ ^{ab}	۴۷ ^f	۱۷/۱ ^c	۷۶/۴ ^{ab}	۷/۹ ^a
	آهن	۳۶۷/۳ ^c	۲۰/۴ ^b	۳/۶ ^b	۶/۹ ^{ab}	۸۹ ^{cd}	۱۹/۱ ^b	۷۴/۸ ^{bc}	۷/۹ ^a
	آهن + روی	۲۶۱/۱ ^c	۱۳/۱ ^c	۳/۵ ^a	۳/۱ ^{ab}	۶۲ ^e	۱۹/۸ ^b	۷۱/۷ ^c	۷/۴ ^a

* در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول ۷- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل گونه و محلول‌پاشی در دومین سطح تنش (قطع آبیاری از ۵۰ درصد گل‌دهی).

گونه	محلول‌پاشی	زیست‌توده (گرم)	غللاف در بوته	دانه در غللاف	عملکرد غللاف (تن در هکتار)	نیتروژن تثبیت شده (کیلوگرم در هکتار)	پروتئین (درصد)	ماده خشک قابل هضم (درصد)	خاکستر کل (درصد)
<i>scutellata</i>	آب مقطر	۳۸۸/۰ ^{dc}	۵/۳ ^b	۲/۵ ^b	۲/۱ ^b	۴۳/۶ ^{cd}	۱۶/۰ ^c	۷۳/۴۹ ^{ab}	۸/۰ ^{ab}
	روی	۵۸۰/۰ ^{bc}	۴/۸ ^b	۴/۲ ^a	۳/۱ ^{ab}	۱۰۷/۷ ^{ab}	۱۶/۹ ^{bc}	۷۸/۵۴ ^{ab}	۷/۸ ^{ab}
	آهن	۷۵۰/۰ ^{ab}	۶/۴ ^{ab}	۳/۵ ^{ab}	۳/۴ ^{ab}	۱۳۴/۷ ^a	۲۱/۷ ^a	۷۸/۹۲ ^{ab}	۷/۷ ^{ab}
	آهن + روی	۸۷۷/۷ ^a	۷/۶ ^a	۴/۴ ^a	۴/۶ ^a	۱۱۱/۳ ^a	۲۱/۸ ^a	۷۸/۸۲ ^a	۷/۷ ^{ab}
<i>polymorpha</i>	آب مقطر	۱۹۷/۷ ^{cd}	۵/۷ ^b	۲/۳ ^b	۲/۱ ^b	۱۴/۷ ^d	۱۶/۸ ^c	۷۱/۵۵ ^b	۶/۷ ^b
	روی	۳۸۳/۱ ^{cd}	۷/۶ ^a	۳/۵ ^{ab}	۳/۱ ^{ab}	۶۳/۷ ^c	۱۶/۹ ^c	۷۴/۸۵ ^{ab}	۷/۵ ^{ab}
	آهن	۳۱۰/۸ ^{cd}	۵/۹ ^b	۴/۲ ^a	۲/۳ ^b	۶۲/۷ ^c	۱۸/۵ ^{bc}	۷۴/۲۳ ^{ab}	۸/۳ ^a
	آهن + روی	۳۸۳/۰ ^{cd}	۶/۲ ^{ab}	۳/۲ ^{ab}	۲/۸ ^b	۷۲/۳ ^{bc}	۲۱/۱ ^{ab}	۷۴/۲۲ ^{ab}	۶/۹ ^b

* در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول ۸- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل گونه و محلول پاشی در سومین سطح تنش (قطع آبیاری از رسیدگی اولین غلاف از پایین).

گونه	محلول پاشی گونه	وزن زیست‌توده (گرم)	غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	عملکرد غلاف (تن در هکتار)
<i>scutellata</i>	آب مقطر	۸۶۶/۳ ^{bc}	۵/۳ ^{bc}	۴/۳ ^a	۵/۵ ^{abc}
	روی	۱۳۸۳/۰ ^a	۱۱/۱ ^{ab}	۴/۹ ^a	۵/۸ ^{ab}
	آهن	۱۰۹۹/۰ ^{ab}	۱۳/۴ ^a	۵/۳ ^a	۶/۸ ^a
	آهن + روی	۸۹۴/۳ ^{bc}	۱۰/۷ ^{ab}	۴/۷ ^a	۶/۴ ^a
<i>polymorpha</i>	آب مقطر	۳۷۷/۷ ^d	۳/۳ ^c	۲/۳ ^b	۲/۳ ^d
	روی	۶۰۵/۳ ^{cd}	۸/۵ ^{abc}	۴/۵ ^a	۲/۷ ^d
	آهن	۵۲۱/۷ ^{cd}	۸/۳ ^{abc}	۴/۶ ^a	۴/۲ ^{bdc}
	آهن + روی	۳۹۴/۰ ^d	۷/۰ ^{abc}	۵/۱ ^a	۳/۷ ^{dc}

* در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول ۹- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل گونه و محلول پاشی در چهارمین سطح تنش (قطع آبیاری ۱۵-۱۰ روز قبل از شروع گل‌دهی).

گونه	محلول پاشی	وزن زیست‌توده (گرم)	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	عملکرد غلاف (تن در هکتار)	نیتروژن تثبیت شده (کیلوگرم در هکتار)	پروتئین (درصد)	ماده خشک قابل هضم (درصد)	خاکستر کل (درصد)
<i>scutellata</i>	آب مقطر	۵۱۵/۷ ^{bc}	۳/۸ ^c	۳/۸ ^{ab}	۳/۴ ^a	۱۸/۳ ^c	۱۷/۴۰ ^e	۷۵/۶۷۰ ^a	۸/۳۲ ^{bc}
	روی	۷۳۳/۰ ^{ab}	۷/۳ ^{abc}	۴/۸ ^a	۳/۴ ^a	۲۰/۳ ^c	۱۸/۸۶ ^{bc}	۷۶/۳۶۰ ^a	۸/۷۶ ^{ab}
	آهن	۸۲۷/۰ ^a	۱۰/۷ ^{ab}	۴/۴ ^a	۳/۶ ^a	۴۷/۰ ^b	۲۱/۱۰ ^{bc}	۷۶/۷۴۰ ^a	۸/۳۲ ^{bc}
	آهن+روی	۹۰۵/۰ ^a	۱۱/۷ ^a	۴/۶ ^a	۳/۸ ^a	۷۲/۰ ^a	۲۳/۳۰ ^a	۷۷/۱۶۰ ^a	۸/۷۴ ^{abc}
<i>polymorpha</i>	آب مقطر	۲۶۶/۰ ^d	۸/۱ ^{abc}	۲/۱ ^c	۱/۹ ^b	۳۳/۳ ^{bc}	۱۷/۷۳ ^e	۷۲/۴۹۰ ^a	۸/۱۵ ^c
	روی	۴۷۱/۷ ^{cd}	۵/۳ ^{bc}	۲/۲ ^c	۱/۳ ^{ab}	۳۶/۶ ^b	۱۸/۴۵ ^{de}	۷۷/۰۳۰ ^a	۸/۶۴ ^{abc}
	آهن	۲۸۳/۰ ^{cd}	۴/۱ ^{bc}	۲/۷ ^{bc}	۲/۸ ^{ab}	۴۲/۰ ^b	۱۹/۷۶ ^{cd}	۷۷/۰۰۷ ^a	۸/۳۹ ^{abc}
	آهن+روی	۴۷۷/۷ ^{cd}	۵/۹ ^{bc}	۲/۹ ^{bc}	۳/۱ ^{ab}	۶۳/۶ ^a	۲۱/۷۰ ^b	۷۶/۱۵۰ ^a	۸/۹۸ ^a

* در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

میرزاحسین رشنو و همکاران

جدول ۱۰- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل تنش خشکی و گونه بر صفات کمی دو گونه یونجه یک‌ساله.

تعداد ساقه در بوته	عملکرد علوفه (تن در هکتار)	عملکرد علوفه تر آغاز گل‌دهی (تن در هکتار)	تنش خشکی	گونه
۳/۳۰ ^{ab}	۳/۴۰ ^a	۱۶/۷۶ ^a	آبیاری کامل	<i>scutellata</i>
۳/۳۰ ^{bc}	۲/۹۷ ^{ab}	۱۳/۹۳ ^b	قطع آبیاری از ۵۰ درصد گل‌دهی تا آخر دوره رسیدگی	
۴/۳۰ ^a	۲/۵۶ ^b	۱۳/۳۳ ^b	قطع آبیاری از رسیدگی اولین غلاف تا زمان برداشت	
۳/۳۰ ^{bc}	۲/۴۹ ^b	۹/۴۲ ^c	قطع آبیاری ۱۰ روز قبل از گل‌دهی	
۳/۶۰ ^{bc}	۱/۶۰ ^c	۶/۷۱ ^{de}	آبیاری کامل	<i>polymorpha</i>
۳/۳۰ ^{bc}	۱/۹۰ ^c	۸/۹۷ ^{cd}	قطع آبیاری از ۵۰ درصد گل‌دهی تا آخر دوره رسیدگی	
۲/۷۰ ^c	۱/۵۱ ^c	۴/۷۳ ^e	قطع آبیاری از رسیدگی اولین غلاف تا زمان برداشت	
۳/۳۰ ^{bc}	۱/۶۰ ^c	۶/۷۶ ^{de}	قطع آبیاری ۱۰ روز قبل از گل‌دهی	

* در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول ۱۱- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل تنش خشکی و محلول پاشی بر صفات کمی دو گونه یونجه یک‌ساله.

تعداد ساقه در بوته	عملکرد علوفه تر آغاز گل‌دهی (تن در هکتار)	محلول پاشی	قطع آبیاری از
۴/۳۰ ^{ab}	۱۰/۷۵ ^{abc}	آب مقطر	آبیاری کامل
۳/۶۰ ^{abcd}	۱۲/۸۴ ^{ab}	روی	
۳/۱۰ ^{cd}	۱۲/۴۱ ^{ab}	آهن	
۲/۷۰ ^{cd}	۱۰/۹۶ ^{abc}	آهن + روی	
۳/۶۰ ^{abcd}	۱۱/۵۰ ^{abc}	آب مقطر	۵۰ درصد گل‌دهی
۳/۶۰ ^{abcd}	۱۴/۲۰ ^a	روی	
۳/۷۰ ^{abc}	۹/۲۰ ^{bcd}	آهن	
۴/۲۰ ^a	۱۲/۹۸ ^{ab}	آهن + روی	
۳/۰۰ ^{abcd}	۴/۹۳ ^{de}	آب مقطر	رسیدگی اولین غلاف
۲/۳۰ ^d	۴/۵۷ ^e	روی	
۲/۸۰ ^{bcd}	۵/۱۹ ^{de}	آهن	
۲/۷۰ ^{bcd}	۴/۲۶ ^e	آهن + روی	
۲/۷۰ ^{cd}	۹/۲۱ ^{bcd}	آب مقطر	۱۰ روز قبل از گل‌دهی
۳/۳۰ ^{abcd}	۷/۰۳ ^{cde}	روی	
۳/۵۰ ^{abcd}	۶/۲۸ ^{cde}	آهن	
۳/۶۰ ^{abc}	۹/۸۵ ^{abcd}	آهن + روی	

* در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول ۱۲- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل گونه و محلول‌پاشی بر صفات کمی دو گونه یونجه یک‌ساله.

گونه	محلول پاشی	عملکرد علوفه تر در آغاز گل‌دهی (تن در هکتار)	تعداد ساقه در بوته
<i>scutellata</i>	آب مقطر	۱۰/۷۰ ^b	۳/۱۰ ^{bc}
	روی	۱۴/۶۳ ^a	۴/۰۰ ^a
	آهن	۱۳/۵۲ ^{ab}	۳/۵۰ ^{ab}
	آهن + روی	۱۴/۶۱ ^a	۳/۸۰ ^{ab}
<i>polymorpha</i>	آب مقطر	۶/۳۲ ^c	۲/۷۰ ^c
	روی	۷/۴۲ ^c	۳/۴۰ ^{abc}
	آهن	۶/۸۵ ^c	۳/۳۰ ^{abc}
	آهن + روی	۶/۶۰ ^c	۳/۱۰ ^{bc}

* در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول ۱۳- مقایسه میانگین اثر تنش خشکی بر درصد فیبر خام و قندهای محلول در آب در دو گونه یونجه یک‌ساله.

(قطع آبیاری)	قندهای محلول در آب (درصد)	فیبر خام (درصد)
آبیاری کامل	۹/۶۶ ^b	۲۹/۴۰ ^b
قطع آبیاری از ۵۰ درصد گل‌دهی تا آخر دوره رسیدگی	۱۱/۵۵ ^a	۲۸/۳۸ ^b
قطع آبیاری از رسیدگی اولین غلاف تا زمان برداشت	۱۱/۴۹ ^a	۳۲/۴۶ ^a
قطع آبیاری ۱۰ روز قبل از گل‌دهی	۱۲/۵۶ ^a	۲۶/۲۶ ^c

* در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول ۱۴- مقایسه میانگین‌های صفات درصد فیبر خام و نسبت برگ به ساقه دو گونه یونجه یک‌ساله.

گونه یونجه	فیبر خام (درصد)	نسبت برگ به ساقه
<i>scutellata</i>	۲۸/۴۳ ^b	۱/۸۲ ^a
<i>polymorpha</i>	۲۹/۸۳ ^a	۱/۴۳ ^b

* در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

منابع

1. Akhondi, M., and Safaarnjad, A. 2004. Evaluation morphological index and resistance genotype of medicago sativa in front of osmotic stress (PEG). Mag. Pej. Saz. 62: 50-57. (In Persian)
2. Alizadeh, A., and Kamali, G. 2010. The Water Requirement of Plants in Iran. Publication of Astan Quds Razavi, 227p. (In Persian)
3. Apracio-Tejo, P., and Saches-Diase, M. 1982. Nodule and leaf nitrate reductase and nitrogen fixation in *Medicago sativa* L. under water stress. Plant Physiol. 59: 479-482.
4. Ashly, A. 1983. Soybean. In crop-water stress relations, eds. Teares, I.D. and Peet, M.M.PP: 389-422. Wiley interscience New York.
5. Barnard, C. 1977. Register of Australia herbage plant cultivars. J. Aust. Inst. Agric. Sci. 143: 1-2.
6. Bauchan, G.R. 1999. Use of annual medics in sustainable agriculture system. Lucerns and medics for the XXI century. Proceeding xiii Eucarpia Medicago. sp L. Grorup meeting Perugia, Italy, 13-16 septamber. Perugia: Universita diprugia 2000. Pp: 146-153.
7. Bhuvaneswri, T.V., Goodman, R.N., and Bauer, W.D. 1980. Early events in the infection of soybean (*Glycine max* L. Merr.) by *Rhizobium japonicum*. I. Localization of infectible root cells. Plant Physiol. 66: 1027-1031.
8. Bienfait, H.F., and Mark, V.D. 1983. Phitopheritine and its roles in iron metabolism. In: D.A. Robb, W.S. Pierpoint, eds. Metales and Micronutrients Uptake and Utilizataion by Plants. London: Academic press, London, Pp: 111-123.
9. Cakmak, I. 2008. Enrichment of cereal grains with zinc: Agronomic or genetic bio fortification? Plant Soil. 302: 1-17.
10. Cakmak, I. 2009. Enrichment of fertilizers with zinc: An excellent investment for humanity and crop production in India. J. Trace Elem. Med. Biol. 23: 281-298.
11. Cocks, P.S. 1987. The effect of geographic origin on frost tolerance of pasture legume in Syria. J. Appl. Ecol. 24: 673-683.
12. Colman, J.E. 1992. Zinc proteins, enzymes, storage protein, transcription factors and replication proteins. Anu. Rev. Biochem. 61: 897-946.
13. Djedidi, S., Yokoyama, T., Ohkama-Ohtsu, N., Risal, C.P., Abdelly, C., and Sekimoto, H. 2011. Stress tolerance and symbiotic and phylogenic features of root nodule bacteria associated with Medicago species in different bioclimatic regions of tunisia. Microb. Environ. 26: 36-45.
14. Erice, G., Louahlia, S., Irigoyen, J.J., Sanchez-Diaz, M., and Avice, J.C. 2010. Biomass partitioning, morphology and water status of four alfalfa genotypes submitted to progressive drought and subsequent recovery. J. Plant Physiol. 167: 114-120.

15. Gates, P., Smith, M.L., White, G., and Boulter, D. 1983. Reproductive physiology and yield stability in *Vicia faba* L. In: temperate legumes: Physiology, Genetics and Nodulation (eds. D.G. Jone and D.R. Daviese). P 43-45, Boston: pitman advanced publishing programs.
16. Hardarson, G., and Denso, S.K.A. 1993. Method for measuring biological nitrogen fixation in grain legumes. *Plant and Soil*. 152: 19-23.
17. Heidari Sharifabad, H. 1994. Variation in the Sensivity of Nodulation and Nitrogen Fixation to Nitrate in Annual Medicago Species. Ph.D. Thesis. Adelaide University, Australia. 179p.
18. Hydari Sharifabad, H., and Iranmanesh, A. 1996. Effects rhizobium strain on growth and nitrogen fixation of alfalfa cultivars. *Pej. Saz.* 2: 30-39. (In Persian)
19. Irigoyen, J.J., Emerich, D.W., and Sanchez-Diaz, M. 1992. Alfalfa leaf senescence induced by drought stress: photosynthesis, hydrogen peroxide metabolism, lipid per oxidation and ethylene evolution. *Physiol Plant*. 84: 67-72.
20. Khajehpoor, M. 1991. Production of industrial crops. First printing. Publishing Jihad University of Esfahan. 251p. (In Persian)
21. Kochaki, A. 1997. Agriculture in Arid Areas. Mashhad. Publications Astan qudse-Rasavi, 202p. (In Persian)
22. Korte, L.L., Pecht, J.E., Williams, J.H., and Sorensen, R.C. 1983. Irrigation of soybean genotypes during reproductive ontogeny, yield component responses. *Crop Sci*. 23: 523-528.
23. Marchner, H.F. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plant. London Academic Press.
24. Mirnejad, M. 1997. Effect of plant density on seed yield of annual medics. Master's thesis of Agriculture. Tarbiat Modares University. 135p. (In Persian)
25. Pahlevan Poorfard Jahromi, A. 1997. Effects of physiological drought stress on annual medics. Master's thesis of Agriculture. Shiraz University. 126p. (In Persian)
26. Ramarkrishanan, M.N., and Howie, J.H. 2006. Medicago Truncatula Handbook, I.N.R.A. center de Montpellier, France. Pp: 1-4.
27. Sengual, G. 2002. Yield components, morphology and forage quality of native alfalfa ecotypes. *J. Biol. Sci.* 2: 494-498.
28. Somasegaren, P., and Hoben, H.J. 1994. Handbook for Rhizobia (Method in Legume-Rhizobium Technology). Springer Verlag NewYork Inc. 453p.
29. Stampar, F., Hudina, M., Dolenc, K., and Usenik, V. 1998. Influence of foliar fertilization on yield quantity and quality of apple (*Malus domestica* borkh.). In: Anac, D., and P. Martin-Prével. Improved Crop Quality by Nutrient Management. University of Ljubljana Biotechnical Faculty. Pp: 91-94.
30. Terry, N., and Abadia, J. 1986. Function of Iron in Chloroplast. *J. Plant. Nutr.* 9: 609-646.
31. Torknejad, A. 1999. Evaluation of annual medics ecological in Iran. Ph.D. Thesis Tarbiat Modares University, 212p. (In Persian)

32. Wallace, B.L., and Aulld, D.S. 1990. Zinc coordination, function and structure of zinc enzyme and other protein. *Biochem.* 29: 5647-5659.
33. Wallace, B.L., and Falchuc, K.H. 1993. The biochemical basis of zinc physiology, *Physiol. Rev.* 73: 79-118.
34. Vincent, J.M. 1974. In the biology of nitrogen fixation, ed. A. Quispel. Amsterdam. Oxford: North Holland. 1: 90-111.
35. Yosfi, N., Slama, I., Ghnaya, T., Savouré, A., and Abdelly, C. 2010. Effects of water deficit stress on growth, water relations and osmolytes accumulation in *Medicago truncatula* and *M. Laciniata* populations. *C.R. Biol.* 333: 205-213.
36. Zargari, A. 1991. *Pharmaceutical Herbs*. Tehran. Tehran University Press, 900p. (In Persian)



Effects of Drought Stress and Foliar Application of Iron and Zinc on Quantitative and Qualitative Characteristics of Two Species of Annual Medics

*M.H. Rashnoo¹, Z. Tahmasbi Sarvestani², H. Heydari Sharifabad³,
S.A.M. Modares Sanavi⁴ and R. Tavakkol Afshari⁵

¹Ph.D. Student, Dept. of Agronomy, Tarbiat Modares University, ²Associate Prof., Dept. of Agronomy, Tarbiat Modares University, ³Professor, Islamic Azad University, Science and Researches Branch of Tehran, ⁴Professor, Dept. of Agronomy, Tarbiat Modares University, ⁵Associate Prof., Dept. of Agronomy, Tehran University

Received: 05/24/2012; Accepted: 12/22/2012

Abstract

In order to evaluate of drought stress and foliar application of zinc and iron on two annual medics species, a field experiment was carried out with split factorial based on randomized complete block design in three replications with treatments of foliar application (Controlled, Fe, Zn and Fe + Zn) with 5 gr/liter concentration in vegetative stage and cut off irrigation from (50% flowering, lower pod maturity, 10 days before starting of flowering and control treatment). Drought stress was considered as a main plot and combination of factorial between foliar application and two annual medics species as a subplot. The results showed that leaf to stem ratio in scutellata (1.82) was more than polymorpha (1.43). Drought stress reduced 27% and 33% forage fresh weight and pod yield in comparison with control, respectively. The number of pods per plant increased 17.6 and 27.6 percent incomparison with control in iron and iron + zinc treatments, respectively. Zinc application treatment in drought stress control increased the number of pod per plant in scutellata and polymorpha species 181% and 277%, respectively in copmarison with control treatment. The results showed that seed per pod increased 58% in Fe + Zn treatment in polymorpha species but those increased 40-70% in total foliar application to control in drought stress control. The nitrogen fixation in the thirth level of drought stress was reduced 51% in scutellata and polymorpha, respectively compared to control. Iron+Zinc application increased protein forage 23.3% and 21.7% in scutellata and polymorpha in fourth level of drought stress, respectively.

Keywords: Annual medic, Drought stress, Foliar application, Yield; Yield component

* Corresponding author; Email: mirzarashnoo@yahoo.com