

تأثیر محلول پاشی عناصر ریزمغذی بر برخی صفات مورفولوژیکی شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.)

پیمان محمدزاده توتونچی^{۱*} و رضا امیرنیا^۲

۱- نویسنده مسئول، کارشناس ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ایران

پست الکترونیک: p_mohammadzadeh_t@yahoo.com

۲- استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ایران

تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹۳

تاریخ اصلاح نهایی: بهمن ۱۳۹۳

تاریخ دریافت: آبان ۱۳۹۳

چکیده

به منظور ارزیابی تأثیر محلول پاشی عناصر ریزمغذی بر برخی صفات مورفولوژیکی شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.) آزمایشی به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هشت تیمار و سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی انجام شد. تیمارها شامل شاهد (بدون محلول پاشی)، محلول پاشی آهن، محلول پاشی روی، محلول پاشی منگنز، محلول پاشی آهن+روی، محلول پاشی آهن+منگنز، محلول پاشی روی+منگنز و محلول پاشی آهن+روی+منگنز بودند. عناصر مذکور از منبع سولفات آهن، سولفات روی و سولفات منگنز تأمین شدند و با غلظت سه در هزار در مرحله قبل از گلدهی، محلول پاشی گردیدند. نتایج حکایت از آن داشت که بین محلول پاشی عناصر ریزمغذی و عدم محلول پاشی (شاهد) از لحاظ آماری اختلاف معنی داری وجود داشت. همچنین نتایج نشان داد که بین تیمارهای محلول پاشی از نظر ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های جانبی، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و عملکرد بیولوژیک تفاوت معنی داری وجود داشت. البته تیمار محلول پاشی آهن+روی+منگنز نسبت به سایر تیمارها از لحاظ صفات مورد مطالعه، برتری نشان داد. بنابراین نتایج نشان داد که استفاده از عناصر ریزمغذی سبب بهبود ویژگی‌های مورفولوژیک شنبلیله شد.

واژه‌های کلیدی: آهن، روی، ریزمغذی، شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.)، منگنز.

مقدمه

چشمگیری برای آن ذکر شده است. بذر و قسمت‌های هوایی این گیاه به عنوان منبع ارزشمندی از پروتئین در تغذیه انسان و دام و همچنین در طب سنتی مورد مصرف بوده است. برخی از خواص دارویی مهم این گیاه عبارتند از: اثرات ضدنفخ، ضدالتهاب، ضدآترواسکلروز، ضداسپاسم، ضدسرطان، پایین آورنده قند خون، افزایش دهنده میل جنسی، قابض، ملین و کاهنده چربی خون (Moradi et al., 2007; Nazar & Tinay, 2007).

شنبلیله یا شنبلیله با نام علمی (*Trigonella foenum-graecum* L.) گیاهی نهان‌دانه از دولپه‌ای‌های جداگلیبرگ است که جزو راسته گل‌سرخ (*Rosales*)، تیره نخود (*Fabaceae*)، تیره فرعی پروانه‌داران (*Papilionaceae*) و جنس *Trigonella* می‌باشد (Omidbeygi, 2005). این گیاه در طب سنتی ایران و کشورهای مختلف سابقه مصرف دیرینه داشته و خواص درمانی

افزایش داد. Sangale و همکاران (۱۹۹۸) اظهار داشتند که محلول پاشی عناصر ریزمغذی آهن و روی سبب بهبود برخی ویژگی‌های رشدی گلرنگ (*Carthamus tinctorius L.*) گردید، به طوری که بیشترین ارتفاع بوته از تیمار آهن و بیشترین تعداد طبق بارور در بوته از تیمار روی و آهن بدست آمد. Silspour (۲۰۰۶) مشاهده کرد که در اثر کاربرد عناصر روی و منگنز، طول سنبله گندم نان (*Triticum aestivum L.*) تفاوت معنی داری با تیمار شاهد پیدا کرد. همچنین تعداد دانه در سنبله در اثر کاربرد منگنز افزایش یافت ولی در تیمار کودی روی و آهن، این صفت معنی دار نبود. Magid و همکاران (۲۰۰۰) با بررسی اثرات تغذیه برگی ریزمغذی‌ها بر عملکرد و کیفیت گندم نان در خاک‌های رسی مصر نتیجه گرفتند که تغذیه برگی عناصر آهن، روی و منگنز ارتفاع بوته را افزایش داد ولی مس اثر کمتری بر این صفت داشت. Chibba و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که محلول پاشی آهن سبب افزایش عملکرد بیولوژیک، ارتفاع بوته و تعداد شاخه‌های جانبی در سنبله شد. با توجه به اینکه استفاده از عناصر ریزمغذی یکی از راه‌های بهبود خصوصیات رشدی گیاهان می‌باشد، از این رو این تحقیق به منظور بررسی تأثیر محلول پاشی ریزمغذی‌ها بر برخی صفات مورفولوژیکی سنبله طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در بهار سال ۱۳۹۱ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی ساعتلوی ارومیه، وابسته به مؤسسه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی اجرا شد. آزمایش به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۸ تیمار بود و در سه تکرار اجرا شد. قبل از اجرای آزمایش، خاک محل آزمایش مورد آنالیز قرار گرفت (جدول ۱).

با مصرف بی‌رویه و نامتعادل کودهای شیمیایی به‌ویژه کودهای فسفره سبب شده توازن عناصر غذایی به‌ویژه عناصر کم‌مصرف در خاک بهم خورده و منجر به کاهش جذب عناصر آهن، روی، مس و منگنز توسط گیاه گردد. به‌علاوه، شرایط آهکی و قلیایی خاک‌های زراعی از دیگر عوامل محدودکننده جذب عناصر کم‌مصرف می‌باشد. با توجه به محدودیت‌های مصرف خاکی عناصر کم‌مصرف (از قبیل تثبیت شدن و اثرات باقی‌مانده)، محلول پاشی یا تغذیه برگی از راه‌های مؤثر موجب برطرف کردن نیاز غذایی گیاهان به عناصر کم‌مصرف می‌شود (Silspour, 2006). عناصر کم‌مصرف با وجود اینکه به مقدار بسیار کم مورد نیاز گیاهان هستند ولی نقش‌های برجسته‌ای در رشد و نمو گیاهان به عهده دارند که از آن جمله می‌توان به نقش آنها در فعالیت‌های آنزیمی، رشد، تمایز سلولی، تشکیل گل، میوه و بهبود کیفیت محصول اشاره کرد (Khalili, Mahalleh & Roshdi, 2008; Hassanzadeh et al., 2010). Wahab (۲۰۱۳) گزارش کرد که تحت تأثیر محلول پاشی ریزمغذی‌ها ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی و وزن تر بوته در گیاه همیشه‌بهار (*Calendula officinalis L.*) افزایش معنی داری یافت. Salamatbakhsh و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که محلول پاشی عناصر ریزمغذی آهن و منگنز سبب افزایش معنی دار ارتفاع بوته، تعداد کپسول بارور در بوته، تعداد دانه در هر کپسول و وزن هزاردانه گیاه کرچک (*Ricinus communis L.*) شد. Hendawy و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که محلول پاشی ریزمغذی‌هایی همانند آهن و روی سبب افزایش ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی، تعداد کپسول در بوته و وزن هزاردانه در گیاه زیره سیاه (*Carum carvi L.*) گردید. Bybordi (۲۰۰۷) گزارش کرد که مصرف عناصر کم‌مصرف به‌صورت محلول پاشی، عملکرد پیاز (*Allium cepa L.*) را

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در عمق ۳۰-۰ سانتی متری

نیترژن کل (%)	فسفر (%)	پتاسیم (mg/kg)	آهن (mg/kg)	روی (%)	منگنز (%)	ماده آلی (%)	pH	EC (dS/m)	شن (%)	سیلت (%)	رس (%)	بافت خاک
۰/۱۱	۶/۱	۳۱۳	۰/۳۹	۰/۱۸	۰/۶۷	۰/۲۳	۸/۱	۱/۳	۲۹	۲۸	۴۳	لومی رسی

۳۰ سانتی‌متر بود و فاصله بوته‌های روی هر ردیف ۱۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. برای حذف اثر تیمارهای مجاور روی یکدیگر، فاصله بین کرت‌ها ۰/۵ متر و فاصله بین بلوک‌ها ۲ متر در نظر گرفته شد. وجین علف‌های هرز به صورت دستی انجام شد، به طوری که مزرعه در طول دوره رشد، عاری از علف‌های هرز بود. اولین آبیاری بلافاصله بعد از کاشت و آبیاری‌های بعدی به فاصله هر ۷ روز انجام شد. صفاتی از قبیل ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های جانبی، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف با استفاده از ۱۰ نمونه از هر واحد آزمایشی مورد بررسی قرار گرفتند. به منظور تعیین عملکرد بیولوژیک، مساحتی برابر ۱ مترمربع از هر کرت آزمایشی در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی و با در نظر گرفتن اثر حاشیه برداشت گردید. داده‌های حاصل از اندازه‌گیری صفات مورد آزمایش با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS تجزیه واریانس گردید و رسم نمودارها با بهره‌گیری از نرم‌افزار Excel انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام گردید.

نتایج

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر ارتفاع بوته معنی‌دار بود (جدول ۲)، به طوری که بیشترین و کمترین ارتفاع بوته به ترتیب مربوط به تیمارهای محلول‌پاشی سولفات آهن+روی+منگنز (۴۰/۶۸ سانتی‌متر) و شاهد (۲۴/۴۰ سانتی‌متر) بود.

تیمارهای آزمایشی شامل شاهد (بدون محلول‌پاشی)، محلول‌پاشی سولفات آهن، محلول‌پاشی سولفات روی، محلول‌پاشی سولفات منگنز، محلول‌پاشی سولفات آهن+سولفات روی، محلول‌پاشی سولفات آهن+سولفات منگنز، محلول‌پاشی سولفات روی+سولفات منگنز و محلول‌پاشی سولفات آهن+سولفات روی+سولفات منگنز بود. محلول‌پاشی هریک از عناصر کم‌مصرف با غلظت سه در هزار از منبع سولفات آهن، سولفات روی و سولفات منگنز با استفاده از سم‌پاش پستی بعد از کالیبره کردن با فشار یک اتمسفر انجام شد. بذر مصرفی (توده محلی) از بخش گیاهان دارویی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی تهیه گردید. تحقیقات نشان داده‌اند که مؤثرترین مرحله محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف، مرحله قبل از گلدهی می‌باشد، از این رو عناصر مذکور در مرحله قبل از گلدهی محلول‌پاشی شدند. نیاز کودی شنبليله نسبت به عناصر اصلی به میزان ۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفر و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم می‌باشد، بنابراین مقادیر مورد نیاز از هریک از عناصر اصلی با توجه به آنالیز خاک به خاک افزوده شد. بعد از آماده شدن کرت‌ها و ایجاد جوی‌های آب و فواصل بین بلوک‌ها و کرت‌ها، در هر کرت شیارهایی به عمق ۳-۲ سانتی‌متر و به فاصله ۳۰ سانتی‌متر از هم ایجاد گردید. کاشت بذرها به صورت هیرم‌کاری انجام شد. برای ایجاد تراکم مورد نظر، گیاهان سبز شده در مرحله شش برگی تنک شدند. هر واحد آزمایشی به ابعاد ۳×۳ متر، شامل ۹ ردیف کاشت به فاصله

جدول ۲- میانگین مربعات مربوط به تأثیر محلول‌پاشی ریزمغذی‌ها بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی شنبليله

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد شاخه جانبی	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	عملکرد بیولوژیک
تکرار	۲	۷۲/۱۵۴	۰/۰۰۹۱	۴/۴۸۷	۰/۴۲	۳۹۹۷۰۶/۴۸
تیمار	۷	۶۵/۲۷۶ *	۰/۰۳۵۴ *	۱/۹۰۵ *	۸/۸۳۵ *	۳۱۵۲۶/۲۸ *
خطا	۱۴	۲۵/۷۲۵	۰/۰۰۵۴	۰/۷۴۲	۰/۷۶۵	۴۳۱۸۴۳/۹۸
CV (%)		۸/۴۷	۱۱/۵۷	۹/۸۸	۱۵/۱۴	۱۴/۷۳

*: معنی‌دار در سطح احتمال آماری ۵٪

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر محلول پاشی عناصر ریزمغذی بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی شنبلیله

محلول پاشی	ارتفاع بوته (cm)	تعداد شاخه جانبی	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	عملکرد بیولوژیک (kg/ha)
شاهد	۲۴/۴۰ c	۳/۴۰ c	۹/۹۳ c	۹/۴۶ d	۷۹۶۶/۶۷ c
آهن	۳۱/۹۰ b	۴/۳۶ b	۱۵/۳۶ b	۱۲/۰۱ b	۱۰۲۳۳/۳۳ b
روی	۳۳/۲۳ b	۴/۶۳ b	۱۸/۵۶ b	۱۱/۷۵ bc	۹۷۰۰ b
منگنز	۳۳/۲۱ b	۴/۷۰ b	۱۵/۸۳ b	۱۰/۱۱ cd	۸۱۳۳/۳۳ c
آهن + روی	۳۲/۱۲ b	۴/۵ b	۱۵/۲۳ b	۱۱/۳۴ bc	۱۱۶۰۰ b
آهن + منگنز	۳۲/۶۶ b	۴/۶ b	۱۶/۱۳ b	۱۱/۶۸ bc	۱۴۳۰۰ a
روی + منگنز	۳۳/۲۳ b	۴/۷۳ b	۱۵/۹۳ b	۱۲/۱۷ b	۱۰۰۰۰ b
آهن+روی+منگنز	۴۰/۶۸ a	۶/۷۶ a	۲۵/۷۳ a	۱۵/۳۶ a	۱۴۷۰۰ a

میانگین‌های دارای حرف مشترک از نظر آماری اختلاف معنی‌داری ندارند.

تعداد شاخه‌های جانبی

تأثیر محلول پاشی ریزمغذی‌ها بر تعداد شاخه‌های جانبی معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین تعداد شاخه در بوته از محلول پاشی آهن+روی+منگنز بدست آمد (۶/۷۶ عدد) و کمترین تعداد شاخه جانبی نیز مربوط به تیمار شاهد بود (۳/۴۰ عدد) (جدول ۳).

تعداد غلاف در بوته

محلول پاشی عناصر ریزمغذی، تعداد غلاف در بوته را به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار داد (جدول ۲)، به‌طوری که بیشترین تعداد غلاف در بوته به محلول پاشی آهن+روی+منگنز (۲۵/۷۳ عدد) و کمترین میزان آن به تیمار شاهد (۹/۹۳ عدد) تعلق داشت (جدول ۳)، اگرچه بین سایر تیمارهای محلول پاشی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

تعداد دانه در غلاف

نتایج نشان داد که تأثیر محلول پاشی ریزمغذی‌ها بر تعداد دانه در غلاف معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها بیانگر این مطلب بود که بیشترین تعداد دانه در غلاف (۱۵/۳۶ عدد) مربوط به محلول پاشی توأم آهن، روی و منگنز بود و کمترین مقدار آن (۹/۴۶ عدد) مربوط به

تیمار شاهد بود. تیمارهای محلول پاشی روی، محلول پاشی منگنز، محلول پاشی آهن+روی و محلول پاشی آهن+منگنز در یک گروه آماری قرار گرفتند.

عملکرد بیولوژیک

محلول پاشی عناصر ریزمغذی به‌طور معنی‌داری عملکرد بیولوژیک را نسبت به تیمار شاهد افزایش داد، به‌طوری که بیشترین عملکرد بیولوژیک مربوط به محلول پاشی آهن+روی+منگنز (۱۴۷۰۰ کیلوگرم در هکتار) و کمترین میزان آن مربوط به تیمار شاهد (۷۹۶۶/۶۷ کیلوگرم در هکتار) بود (جدول ۳).

بحث

ارتفاع بوته

به نظر می‌رسد عنصر آهن از طریق تأثیر بر فتوسنتز گیاه و شرکت در فرایند تثبیت نیتروژن توسط گیاه و نیز در ترکیب با آنزیم‌های نیترات و نیتريت ردوکتاز (به‌ترتیب در سیتوپلاسم و کلروپلاست) سبب افزایش ارتفاع بوته شده‌است. عنصر روی نیز با تأثیر بر بیوسنتز اکسین توانسته‌است در افزایش ارتفاع بوته نقش مؤثری داشته باشد. منگنز نیز با تأثیر بر آنزیم‌های دخیل در متابولیسم

هیدرات‌های کربن، اسیدهای آمینه و نیز تولید کلروفیل، سبب افزایش ارتفاع بوته شده‌است. Ramrudi و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که ارتفاع بوته گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovate L.*) تحت تأثیر محلول‌پاشی با عناصر ریزمغذی آهن، روی و منگنز به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. Shabanzadeh و همکاران (۲۰۱۲) بیان کردند که محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی آهن و روی در سیاهدانه (*Nigella sativa L.*) سبب افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته نسبت به شرایط عدم محلول‌پاشی شد. آنان چنین استنباط کردند که فراهمی آهن سبب تحریک تولید کلروفیل در سلول‌های برگ می‌شود که نتیجه آن افزایش فتوسنتز و رشد گیاه می‌باشد. Hendawy و همکاران (۲۰۱۲) دریافتند که ارتفاع بوته زیره سیاه تحت تأثیر محلول‌پاشی با عناصر ریزمغذی آهن، روی و منگنز به‌طور معنی‌داری افزایش یافت.

تعداد شاخه‌های جانبی

احتمال دارد با مصرف عناصر ریزمغذی آهن و روی، فعالیت فتوسنتزی گیاه افزایش یافته و این امر باعث توسعه پوشش گیاهی و افزایش شاخ و برگ گردد. Wahab (۲۰۱۳) آزمایشی به‌منظور بررسی تأثیر محلول‌پاشی آهن، روی و منگنز بر روی گیاه دارویی همیشه‌بهار انجام داد و گزارش کرد که تعداد شاخه‌های فرعی تحت تأثیر محلول‌پاشی با عناصر مذکور قرار گرفت و افزایش معنی‌داری نشان داد. او چنین استنباط کرد که افزایش ویژگی‌های رشدی گیاه همیشه‌بهار در اثر محلول‌پاشی با ریزمغذی‌ها می‌تواند به‌دلیل بهبود رشد سیستم ریشه‌ای گیاه و به تبع آن جذب بیشتر و بهتر آب و مواد غذایی باشد. به‌علاوه اینکه عناصر ریزمغذی، آنزیم‌های دخیل در سنتز کلروفیل (مانند کاتالاز، پراکسیداز، الکل دهیدروژناز، کربنیک دهیدروژناز، تریپتوفان سنتتاز و غیره) را فعال کرده و از این طریق سبب تحریک رشد رویشی گیاه می‌شوند. Pirzad و همکاران (۲۰۱۳) با بررسی اثر محلول‌پاشی عناصر آهن و روی بر صفات گیاهی و میزان اسانس آنیسون

تعداد غلاف در بوته

چنین استدلال می‌گردد که افزایش فعالیت‌های هورمونی در میوه‌های در حال رشد در اثر محلول‌پاشی آهن، روی و منگنز سبب می‌شود که مزوکارپ میوه نسبت به سایر اندام‌های گیاه به‌عنوان یک مقصد فیزیولوژیکی قوی‌تر عمل کرده و مواد فتوسنتزی را به‌طور کارآمدتر جذب کند. Movahhedy-dehnavy و همکاران (۲۰۰۹) بیان کردند که محلول‌پاشی گلرنگ با سولفات روی سبب افزایش معنی‌داری در تعداد طبق در بوته شد. آنان چنین استنباط کردند که محلول‌پاشی سولفات روی با افزایش تعداد شاخه‌های جانبی و افزایش تولید گل‌های بارور، شرایط مناسب را برای تشکیل تعداد طبق فراهم می‌کند. Shabanzadeh و همکاران (۲۰۱۲) دریافتند که محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی آهن، روی و بُر در گیاه سیاهدانه، تعداد کپسول در بوته را به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار داد، به‌طوری که بیشترین تعداد کپسول در بوته به محلول‌پاشی مخلوط عناصر ریزمغذی و کمترین میزان آن به تیمار شاهد تعلق داشت. Salamatbakhsh و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی تأثیر محلول‌پاشی ریزمغذی‌ها بر عملکرد و اجزای عملکرد کرچک نشان دادند که تعداد کپسول بارور در هر بوته تحت تأثیر محلول‌پاشی با ریزمغذی‌ها قرار گرفت و به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. Yousefi و Zandi (۲۰۱۲) دریافتند که محلول‌پاشی روی و منگنز در گیاه کدوی تخم کاغذی (*Cucurbita pepo L.*) سبب افزایش معنی‌دار عملکرد میوه شد.

تعداد دانه در غلاف

علت بالا بودن تعداد دانه در غلاف را می توان به عدم وجود محدودیت منبع در شرایط مصرف کودهای ریزمغذی نسبت داد. احتمالاً غلظت مناسب ریزمغذی ها در عصاره گیاهی از سقط بیش از حد دانه ها جلوگیری می کند. افزایش فتوسنتز، تسهیل رشد ریشه و یا تأثیر در تلقیح گلچه ها را نیز می توان از دلایل احتمالی افزایش تعداد دانه در غلاف در اثر محلول پاشی عناصر کم مصرف دانست. Sherbeny و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که محلول پاشی عناصر ریزمغذی (آهن، روی و منگنز) در گیاه کلزا (*Brassica napus* L.) تعداد دانه در خورجین را به طور معنی داری افزایش داد. آنان اینگونه استدلال کردند که تغذیه گیاه با عنصر روی به دلیل افزایش ذخیره هیدروکربن دانه گرده باعث افزایش طول عمر آن و در نتیجه موجب افزایش گرده افشانی و در نهایت تعداد بیشتر دانه در خورجین شد. همچنین با توجه به نقش عناصر آهن و منگنز در انتقال الکترون و تولید کلروفیل، با افزایش سطح منگنز و آهن بر میزان سطح سبز افزوده شده که این امر منجر به افزایش فتوسنتز و تشکیل بیشتر تعداد دانه در خورجین می شود. Banks (۲۰۰۴) با بررسی محلول پاشی در مراحل مختلف رشدی سویا (*Glycine max* L.) بیان داشت که استفاده از کودهای حاوی روی حدوداً ۴ تا ۶ هفته پس از کاشت باعث افزایش تعداد دانه در غلاف شد، در حالیکه مقادیر مختلف محلول پاشی تأثیر معنی داری از لحاظ آماری بر تعداد دانه در غلاف نداشته است. وی این چنین استدلال کرد که از آنجایی که رابطه بین تشعشع دریافتی با تولید ماده خشک خطی است، وزن خشک برگ نیز افزایش یافته و گیاه با پتانسیل بالقوه بالاتری وارد مرحله زایشی می شود، بنابراین گیاه پتانسیل بالاتری برای تولید دانه از خود بروز می دهد.

عملکرد بیولوژیک

افزایش عملکرد بیولوژیک در اثر مصرف کودهای ریزمغذی دلایل مختلفی می تواند داشته باشد که از آن جمله می توان به افزایش بیوسنتز اکسین در حضور عنصر روی، افزایش غلظت کلروفیل، افزایش فعالیت فسفوانول پیروات کربوکسیلاز و ریبولوز بی فسفات کربوکسیلاز، کاهش تجمع سدیم در بافت های گیاهی و افزایش کارایی جذب نیتروژن و فسفر در حضور عنصر روی اشاره کرد. Pirzad و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که مصرف آهن و روی و نیز اثر متقابل آهن × روی اثر معنی داری بر عملکرد زیستی گیاه آنیسون داشت. آنان چنین استنباط کردند که افزایش عملکرد زیستی با مصرف عناصر ریزمغذی علل مختلفی می تواند داشته باشد که از آن جمله می توان به افزایش فعالیت فتوسنتزی، افزایش تعداد شاخه فرعی، افزایش تعداد دانه در بوته و در کل افزایش ماده خشک در بوته اشاره کرد. Shabanzadeh و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی تأثیر محلول پاشی عناصر ریزمغذی بُر، آهن و روی بر گیاه سیاهدانه دریافتند که محلول پاشی ریزمغذی ها نسبت به تیمار شاهد سبب افزایش معنی دار عملکرد بیولوژیک شد. آنان چنین استنباط کردند که آهن و روی به علت افزایش هیدرات های کربن و ماده خشک گیاهی، عملکرد را افزایش می دهند. از طرف دیگر این عناصر با تأثیر بر متابولیسم نیتروژن و فعال کردن واکنش های اکسایش و کاهش و انتقال الکترون نقش کلیدی در افزایش عملکرد گیاه دارند. Khalili Mahalleh و Roshdi (۲۰۰۸) بیان کردند که محلول پاشی سه عنصر ریزمغذی آهن، روی و منگنز در دوران ساقه رفتن و ظهور گل تاجی باعث افزایش عملکرد بیولوژیک ذرت (*Zea mays* L.) هیبرید ۷۰۴ شد.

منابع مورد استفاده

- Omidbeygi, R., 2005. Production and Processing of Medicinal Plants (Vol. 2). Astan Qods Razavi Publications, 438p.
- Pirzad, A.R., Tousi, P. and Darvishzadeh, R., 2013. Effect of Fe and Zn foliar application on plant characteristics and essential oil content of anise (*Pimpinella anisum* L.). Iranian Journal of Crop Sciences, 15(1): 12-23.
- Ramrudi, M., Kikhajhaleh, M., Galavi, M., Saghatoleslami, M. and Baradaran, R., 2011. Effect of foliar application of micronutrients and irrigation regimes on yield and quality of *Plantago ovate* L. Journal of Agroecology, 219: 45-52.
- Salamatbakhsh, M.R., Tobe, A. and Taherifard, E., 2012. Effects of foliar application of micronutrients on yield and yield components of castor bean (*Ricinus communis* L.) varieties. European Journal of Experimental Biology, 2(4): 975-979.
- Sangale, P.B., Palil, G.D. and Daftardar, S.Y., 1998. Effect of foliar application of zinc, iron and boron on yield of safflower. Journal of Maharashtra Agriculture University, 6(1): 65-66.
- Shabanzadeh, S.H., Ramroudi, M. and Galavi, M., 2012. Influence of micronutrients foliar application on seed yield and quality traits of black Cumin in different irrigation regimes. Journal of Crop Production and Processing, 1(2): 79-89.
- Sherbeny, S.A., Khalil, M., Hussein, M. and Ali, M., 2008. Effect of sowing date and application of foliar fertilizers on the yield and chemical composition of rapeseed (*Brassica napus* L.) herb. Herta Polonica, 54(1): 47-56.
- Silspour, M., 2006. The study of iron and zinc effects on quantitative and qualitative parameters of winter wheat and determination of critical levels of these elements in Varamin plain soils. Journal of Pajouhesh and Sazandegi, 76: 123-133.
- Wahab, M.A., 2013. Effect of some trace elements on growth, yield and chemical constituents of *Calendula officinalis* L. plants under Sinai conditions. Research Journal of Agriculture and Biological Science, 4(6): 717-724.
- Yousefi, M. and Zandi, P., 2012. Effects of foliar application of zinc and manganese on yield of pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) under two irrigation patterns. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, 15(4): 1505-1513.
- Banks, L.W., 2004. Effect of timing of foliar zinc fertilizer on yield component of soybeans. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, 22(116): 226-231.
- Bybordi, A., 2007. Effect of foliar application of iron and zinc on yield and quality of white Qom and red Ray onion varieties grown in Khosrowshahr regions. Journal of Pajouhesh and Sazandegi, 74: 153-160.
- Chibba, I.M., Nayyar, V. and Kanwar, J., 2007. Influence of mode and source of applied iron on fenugreek (*Trigonella corniculata* L.) in a typic ustochrept in Punjab, India. International Journal of Agriculture and Biology, 9(2): 254-256.
- Hassanzadeh, A., Rezazadeh, Sh., Shamsa, F., Dolatabadi, R. and Zarringhalam, J., 2010. A review of medical and phytochemical properties of Fenugreek. Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 4(12): 35-43.
- Hendawy, S.F., El-Sherbeny, S., Hossein, M., Khalid, Kh. and Ghazal, G., 2012. Response of two species of black cumin to foliar spray treatment. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 6(10): 636-642.
- Khalili Mahalleh, J. and Roshdi, M., 2008. Effect of foliar application of micronutrients on quantity and quality of silage corn in Khoy. Journal of Seed and Plant, 24: 281-292.
- Magid, A.A.A., Knany, R.E. and El-Fotoh, H.G.A., 2000. Effect of foliar application of some micronutrients on wheat yield and quality. Annals of Agricultural Science, 1: 301-313.
- Moradi, P., Hassandokht, M. and Kashi, A., 2010. Genetic variation in characteristics of Iranian fenugreek landraces. Journal of Crop and Weed Ecophysiology, 16: 55-70.
- Movahhedy-dehnavy, M., Modarres-Sanavy, S.A.M. and Mokhtassi-Bidgoli, A., 2009. Foliar application of zinc and manganese improves seed yield and quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) grown under water deficit stress. Industrial Crops and Products, 30: 82-92.
- Nazar, A. and Tinay, A., 2007. Functional properties of fenugreek (*Trigonella foenum-graceum* L.) protein concentration. Journal of Food Chemistry, 103: 582-589.

Effect of foliar application of micronutrients on some morphological traits of Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.)

P. Mohammadzadeh Toutouchi^{1*} and R. Amirnia²

1*- Corresponding author, MSc. of Agronomy, Agriculture Faculty, Urmia University, Urmia, Iran
E-mail: p_mohammadzadeh_t@yahoo.com

2- Department of Agronomy & Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran

Received: November 2014

Revised: February 2015

Accepted: February 2015

Abstract

This research was aimed to investigate the effects of foliar application of micronutrients on some morphological traits in fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). The study was conducted in a randomized complete block design with eight treatments and three replications in 2012 at the research farm of Agriculture and Natural Resources of West Azarbaijan Research Station. Treatments included: control (no spray), foliar application of iron, zinc, manganese, iron + zinc, iron + manganese, zinc + manganese, iron + zinc + manganese. These elements were provided from iron sulfate, zinc sulfate and manganese sulfate and were applied at pre-flowering stage. Results indicated that there was statistically significant difference between control and spraying of micronutrient elements. In addition, results showed that spraying of micronutrient elements significantly affected plant height, number of lateral branches, number of pods per plant, number of grain per pod and fresh forage yield. Iron + zinc+ manganese spraying was superior compared to the other spraying treatments. Thus, results showed that the use of micronutrients could improve the morphological characteristics of Fenugreek.

Keywords: Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.), iron, manganese, micronutrients, zinc.