

تأثیر کودهای زیستی تیوباسیلوس و نیتروکارا و محلول پاشی عناصر روی و آهن بر برخی صفات کیفی و انتقال مجدد مواد در کلزا

رزیتا جشنی^۱، اسفندیار فاتح^{۲*} و امیر آینه بند^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد آگرواکولوژی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز
۲- نویسنده مسئول: دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز (e.fateh@scu.ac.ir)
۳- استاد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۸/۲۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۲/۰۸

چکیده

به منظور بررسی اثر کاربرد کودهای زیستی و محلول پاشی عناصر روی و آهن بر برخی خصوصیات کیفی و انتقال مجدد کلزا پژوهشی در سال زراعی ۱۳۹۲-۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهید چمران اهواز انجام گرفت. طرح آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی و در ۳ تکرار بود. فاکتورها شامل شش سطح کودهای ریزمغذی شاهد، سولفات روی (۲ و ۴ میلی لیتر در لیتر یا ۲ و ۴ در هزار)، کلات آهن (۲ و ۴ میلی لیتر در لیتر یا ۲ و ۴ در هزار) و مصرف توأم سولفات روی و کلات آهن (۲ میلی لیتر در لیتر یا ۲ در هزار) و کودهای زیستی در سه سطح شاهد، تلقیح تیوباسیلوس همراه گوگرد بنتونیت دار و تلقیح کودزیستی نیتروکارا به علاوه تیوباسیلوس همراه گوگرد بنتونیت دار بود. نتایج حکایت از نقش مؤثر کاربرد توأم کودهای زیستی و میکرو در افزایش محتوای عناصر کم مصرف در دانه و کاهش وابستگی گیاه به انتقال مجدد مواد بود. با توجه به اثر متقابل کودهای زیستی و عناصر ریزمغذی، بیشترین عملکرد تک بوته ۱۰/۶۲ گرم در مترمربع و کمترین کارایی انتقال مجدد ۱۳/۸۵ درصد با مصرف تیوباسیلوس همراه نیتروکارا و مصرف توأم روی و آهن ۲ در هزار و بیشترین محتوای روغن ۴۸/۴۷ درصد از تیمار تیوباسیلوس همراه مصرف توأم روی و آهن ۲ در هزار حاصل شد. در حالی که کمترین درصد روغن (۳۱ درصد) از تیمار شاهد به دست آمد. طبق نتایج کلی این پژوهش تلقیح بذور کلزا با کودهای زیستی و محلول پاشی عناصر ریزمغذی که با کاهش مصرف کودهای شیمیایی نیتروژنه همراه است می تواند در بهبود خصوصیات کمی و کیفی ارقام روغنی کلزا مفید باشد.

کلید واژه‌ها: پروتئین، تداوم فتوسنتز، تلقیح، روغن، عناصر کم مصرف، گوگرد.

مقدمه

میکرو در تغذیه محصولات زراعی انکارناپذیر است، بنابراین برای رسیدن به عملکرد بالاتر مهم هستند. Morshedi (۲۰۰۰) نقش روی و آهن را همانند سایر عناصر ریزمغذی بسیار مهم دانسته و گزارش دادند که محلول پاشی آهن و روی در کلزا به ترتیب با مصرف ۰/۹ و ۲/۴ کیلوگرم در هکتار آهن و روی، بیشترین تأثیر را در بالا بردن عملکرد دانه، درصد روغن و درصد پروتئین

گیاهان روغنی به عنوان منبع روغن های نباتی قادرند بخش بزرگی از نیاز روغن مصرفی انسان را تأمین کنند. کلزا یکی از مهم ترین دانه های روغنی در تأمین روغن خوراکی انسان بوده و از این نظر بعد از سویا و نخل زینتی مقام سوم را داراست (Ashori, 2002). Arif و همکاران (۲۰۰۶) اظهار داشتند که نقش عناصر ماکرو و

گوگرد، حضور باکتری‌های اکسید کننده این ماده در خاک است (Besharati, 2001). طیف وسیعی از میکروارگانیسم‌ها قادر به اکسایش گوگرد در محیط هستند که از بین آن‌ها باکتری‌های هتروتروف، به‌ویژه جنس تیوباسیلوس نقش مهمی در اکسایش گوگرد خاک‌های زراعی ایفا می‌کنند (Tate, 1995). بسیاری از محققین نیز گزارش کرده‌اند در جریان اکسیداسیون گوگرد و تولید اسید سولفوریک، pH خاک کاهش پیدا کرده و باعث افزایش دسترسی به فسفر و عناصر کم مصرف می‌شود و باکتری تیوباسیلوس باعث تسریع این فرایند می‌شود (Khawazi et al., 2001).

Ghorbani nasrabadi و همکاران (۲۰۰۱) طی آزمایشی بر روی سویا گزارش کردند در صورت کاربرد همزمان گوگرد و کود میکروبی تیوباسیلوس، میانگین وزن دانه، وزن غلاف و درصد روغن در تمام سطوح گوگرد نسبت به شاهد بدون گوگرد و یا تیمارهای گوگردی بدون تیوباسیلوس افزایش می‌یابد.

Besharati and Salehrastin (۲۰۰۱) مشاهده کردند که استفاده از ۰/۵ درصد گوگرد همراه با باکتری تیوباسیلوس، سبب افزایش جذب آهن از خاک توسط ذرت به مقدار ۷۶/۴ درصد نسبت به شاهد شد. Blooi (۲۰۰۸) گزارش کرد که استفاده از باکتری تیوباسیلوس به میزان قابل توجهی درصد روغن و پروتئین دانه سویا را در مقایسه با تیمار شاهد افزایش داد. کلزا برای رشد و نمو خود به مقادیر زیادی نیتروژن نیز نیاز دارد، هر تن بذر کلزا حدود دو برابر نیاز یک تن دانه گندم، نیتروژن از خاک برداشت می‌کند (Ashori, 2002). افزایش در مقدار نیتروژن خاک نه تنها بر رشد گیاه، بلکه بر الگوهای اصلی مورفولوژی گیاهی نیز تأثیر دارد (Khajepoor, 2009). باکتری‌های موجود در کودزیستی نیتروژن‌دار علاوه بر تثبیت نیتروژن هوا و متعادل کردن جذب عناصر پرمصرف و ریزمغذی مورد نیاز گیاه، ترشح اسیدهای آمینه و انواع آنتی‌بیوتیک،

داشته است. Thiruppathi و همکاران (۲۰۰۱) اعلام کردند که استفاده از روی و آهن سبب افزایش جذب نیتروژن، فسفر، پتاسیم، شاخص برداشت و عملکرد دانه در کتجد شد. استفاده از کودهای زیستی می‌تواند به‌عنوان گامی در جهت افزایش عملکرد به واسطه استفاده بهینه از برخی عناصر مطرح باشد. اصطلاح کودهای زیستی، منحصرأ به مواد آلی حاصل از کودهای دامی، بقایای گیاهی، کودسبز و غیره اطلاق نمی‌گردد بلکه ریزجانداران باکتریایی و قارچی مفید و مواد حاصل از فعالیت آن‌ها نیز از جمله کودهای زیستی محسوب می‌شوند که باکتری‌های افزایش‌دهنده رشد گیاه یا اصطلاحاً PGPR از مهم‌ترین انواع آن‌ها می‌باشند. این گروه از باکتری‌ها علاوه بر افزایش زیست‌فراهمی عناصر معدنی خاک، از طریق تثبیت زیستی نیتروژن، مهار عوامل بیماری‌زا و تولید مواد تنظیم‌کننده رشد گیاه، عملکرد گیاهان زراعی را تحت تأثیر قرار می‌دهند. گیاه روغنی کلزا نیاز بیشتری به گوگرد دارد، زیرا گوگرد باعث افزایش قابلیت استفاده عناصر کم مصرف می‌گردد (Nasri and Khalatbari, 2008).

آزمایش‌های مزرعه‌ای در سال ۹۹-۱۹۹۸ در کانادا نشان داد که مصرف گوگرد علائم کمبود را در کلزا برطرف نمود و باعث افزایش درصد روغن و پروتئین دانه شد (Malhi and Lich, 2000). بسیاری از محققین گزارش کردند که مصرف گوگرد و تولید اسید سولفوریک در نتیجه اکسایش آن، باعث کاهش pH، تأمین سولفات مورد نیاز گیاهان و افزایش قابلیت جذب عناصر کم مصرف در خاک‌ها می‌شود (Dawood et al., 1985). استفاده از مواد اسیدزا (گوگرد، اسید سولفوریک و ...) جهت کاهش pH خاک به‌عنوان یک روش مؤثر برای افزایش قابلیت دسترسی عناصر کم مصرف در خاک‌های با pH بالا نتایج سودمندی داشته است. به دلیل سرعت کند اکسایش گوگرد شرط بهره‌گیری از این توان بالقوه

شدند. تیمارها شامل شش سطح کودی بدون مصرف (سطح صفر) کودهای ریزمغذی، مصرف ۲ میلی لیتر در لیتر کود سولفات روی، مصرف ۴ میلی لیتر در لیتر کود سولفات روی، مصرف ۲ میلی لیتر در لیتر کود کلات آهن، مصرف ۴ میلی لیتر در لیتر کود کلات آهن، مصرف ۲ میلی لیتر در لیتر کود سولفات روی + ۲ میلی لیتر در لیتر کود کلات آهن و سه سطح کودهای زیستی تلقیح کودزیستی نیتروکارا + باکتری تیوباسیلوس همراه گوگرد بنتونیت دار، تلقیح با تیوباسیلوس همراه گوگرد بنتونیت دار و عدم تلقیح (شاهد) بود. کودهای زیستی و عناصر ریزمغذی از شرکت فن آوری زیستی مهر آسیا خریداری شد. کودزیستی بیوسولفور شامل باکتری‌های جنس (*Thiobacillus spp*) با تعداد باکتری فعال 10^8 در هر گرم بود. بر طبق دستورالعمل شرکت تولیدکننده، میزان مصرف کود تیوباسیلوس پودری ۵ کیلوگرم در یک هکتار بود که با توجه به مساحت مزرعه آزمایشی، پس از محاسبه مقدار مورد نیاز این آزمایش تعیین شد. هم‌چنین لازم به ذکر است کودزیستی تیوباسیلوس به همراه گوگرد بنتونیت دار (مقدار کود گوگرد بنتونیت دار مصرفی معادل ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار بود که معادل ۱۰۲ گرم برای هر کرت بود) استفاده که کود گوگرد به خاک داده شد و باکتری تیوباسیلوس به صورت بذر مال مصرف شد. میزان توصیه شده کودزیستی نیتروکارا برای زمین‌های زراعی ۳۰۰-۲۰۰ میلی لیتر برای هر هکتار بود و به سوسپانسیون دارای کودزیستی مایع نیتروکارا (۲ تا ۳ قاشق غذاخوری به ازای هر لیتر آب) شکر اضافه شد. بذرها پس از تلقیح با کودهای زیستی در سایه قرار گرفتند و پس از خشک شدن بلافاصله کشت شدند. نام علمی باکتری تثبیت کننده ازت موجود در فرمولاسیون نیتروکارا (*Azorhizobium caulinodans*) می‌باشد که به میزان 10^9 CFU/g در بسته‌های کودزیستی تولید می‌شوند. کود آهن به صورت کلاته با ۶ درصد آهن قابل جذب و کود روی

سیانید هیدروژن و سیدروفور را نیز بر عهده دارد و موجب رشد و توسعه ریشه و قسمت‌های هوایی گیاهان شده و با محافظت از ریشه‌ها در برابر عوامل بیماری‌زای خاکری موجب افزایش محصول می‌گردد (Glick et al., 2001). Mahmoodi و همکاران (۲۰۰۱) مشاهده کردند که تیمار بذر با کود نیتروژنه سبب افزایش عملکرد دانه و درصد جذب نیتروژن، فسفر و درصد روی و پروتئین دانه، عملکرد اندام‌های هوایی و ریشه‌ی گندم می‌شود. Leng suo و همکاران (۱۹۹۷) به این نتیجه رسیدند که با افزایش کود نیتروژن، عملکرد بیولوژیک و ماده خشک ساقه در مرحله گلدهی کلزا افزایش یافت. با توجه به موارد ذکر شده هدف از این تحقیق استفاده از کودهای زیستی در راستای نیل به کشاورزی پایدار و کاهش مصرف کودهای شیمیایی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. هر تکرار شامل ۱۸ تیمار و طول و عرض هر کرت ۴ و ۱/۸ متر بود. فاصله بین خطوط ۳۰ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌ها ۴ سانتی‌متر بود و کاشت در ۵ خط انجام شد. کشت در تاریخ ۲۲ آبان‌ماه صورت گرفت. بلافاصله ساعاتی بعد از کاشت آبیاری به صورت سیفونی انجام شد. آبیاری کرت‌ها مطابق با عرف محل انجام و از آبیاری بیش از حد و هم‌چنین تنش‌های کم‌آبی پرهیز شد. مقدار کود مصرفی N، P، K بر اساس تجزیه نمونه خاک، ۶۰ کیلوگرم در هکتار فسفر خالص از منبع سوپر فسفات تریپل، ۵۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم خالص و ۷۰ کیلوگرم در هکتار اوره (۱/۳) اوره در هنگام کاشت و مابقی نیتروژن در مراحل ساقه‌دهی و گلدهی استفاده شد. به عنوان منابع فسفر و پتاسیم و نیتروژن به تمامی کرت‌ها داده

هم‌چنین ۲ خط کشت از طرفین هر کرت رها و بوته‌های میانی هر کرت برداشت شدند و از ابتدا و انتهای هر کرت نیز مساحت ۰/۵ مترمربع جهت حذف اثر حاشیه‌ای برداشت نگردید. صفات اندازه‌گیری شده شامل درصد روغن، میزان روی، میزان آهن دانه، عملکرد تک بوته، ماده خشک ساقه در زمان گلدهی کلزا، وزن خشک ساقه در زمان رسیدگی کلزا، انتقال مجدد، کارایی انتقال مجدد، سهم انتقال مجدد در عملکرد بود. برای محاسبه درصد روغن، از روش سوکسله استفاده شد (Motalebifar and Besharati, 2008). محتوای آهن و روی بذور کلزا با استفاده از دستگاه جذب اتمی مدل Savantaa GBC تعیین گردید (Malakooti, 2008).

به‌منظور تعیین سهم ذخایر ساقه با توجه به روش Ghaderi and Kamkar (۲۰۰۹) در دو مرحله گلدهی (۶۵ زادوکس) و رسیدگی از کلیه کرت‌های آزمایش نمونه‌برداری صورت گرفت. بدین صورت که از خطوط میانی هر کرت در هر دو مرحله (گلدهی و رسیدگی) تعداد ۱۰ بوته کف بر شده و سریعاً به آزمایشگاه انتقال داده شد و به ۳ قسمت خورجین‌ها، برگ و ساقه تقسیم و در آون به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سلیسیوس خشک و بلافاصله توزین گردید و با میانگین‌گیری کلیه خصوصیات مورد نظر برای یک بوته ثبت گردید. در انتها میزان انتقال مجدد، کارایی انتقال مجدد و سهم ذخایر قبل از گلدهی در عملکرد ارزیابی شدند (Kobata, 1992).

رابطه اول، میزان انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای از ساقه

$$A = B - C$$

رابطه دوم، کارایی انتقال مجدد ساقه به دانه

$$E = (A / B) \times 100$$

رابطه سوم، سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه

$$F = (A / D) \times 100$$

به‌صورت سولفات روی آبدار با ۲۴ درصد روی بود. محلول پاشی عناصر ریزمغذی در هر دو مرحله رشدی ساقه‌دهی و غنچه‌دهی با غلظت‌های ۲ و ۴ در هزار عناصر روی و آهن (مقدار مصرف با توجه به مساحت کرت‌ها) به‌صورت افشانه روی اندام هوایی با سمپاش پشتی صورت پذیرفت. زمان محلول پاشی اوایل صبح انتخاب گردید تا حد امکان از اثرات نامطلوب نور خورشید جلوگیری به عمل آید. مبارزه با علف‌های هرز به‌صورت دستی انجام شد و برای مبارزه با شته مومی کلم از سم متاسیستوکس^۱ به نسبت ۱/۵ در هزار استفاده گردید. برداشت نهایی محصول در تاریخ ۱۳۹۲/۰۲/۰۳ در زمان رسیدگی دانه‌ها و به‌صورت دستی انجام شد. نتایج آزمون خاک در جدول (۱) نمایش داده شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش
Table 1. Physical and chemical properties of experimental soil

مقدار Quantity	خصوصیات فیزیکی و شیمیایی Physical and chemical properties
لومی رسی Clay-Loam	بافت خاک Soil texture
0-30	عمق نمونه برداری (سانتی‌متر) Sampling depth (cm)
2.8	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) Electrical conductivity (dS/m ⁻¹)
7.7	اسیدیته pH
0.86	ماده آلی (درصد) Organic matter (%)
0.09	نیتروژن کل (درصد) Total N (%)
14.36	فسفر قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Available P (mg/kg ⁻¹)
240	پتاسیم قابل استفاده (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Available K (mg/kg ⁻¹)
3.1	آهن قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Available Fe (mg/kg ⁻¹)
0.8	روی قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Available Zn (mg/kg ⁻¹)

1- Metasystux

معادل ۲۸/۲۱ میلی گرم در کیلوگرم در هکتار از عدم مصرف روی و تیوباسیلوس کودزیستی و آهن ۴ در هزار به دست آمد (Motalebifar and khalatbari, 2009).

Motalebifar and Besharati (۲۰۰۷) گزارش کردند که کاربرد تیوباسیلوس همراه گوگرد تأثیر معنی داری در جذب عناصر آهن، روی و مس در کلزا داشت به طوری که غلظت این عناصر را به ترتیب از ۷۵۴/۵، ۲۳ و ۲۲/۲۳ میلی گرم در کیلوگرم به ۹۱۸/۴، ۳۱/۸ و ۲۹ میلی گرم در کیلوگرم رساند. این نتیجه بدین علت می تواند باشد که وقتی گوگرد تلقیح شده با تیوباسیلوس به خاک اضافه می شود، میکروارگانیزم های اکسیدکننده گوگرد با اکسایش آن و تولید اسید سولفوریک، pH خاک را حتی به طور موضعی کاهش داده و حلالیت ترکیبات حاوی آهن و روی را افزایش می دهند و در نهایت جذب بیشتر آن را توسط گیاه سبب می شود (Malakooti, 2008). Deluca و همکاران (۱۹۸۹) طی آزمایشی روی ذرت به نتایج مشابه دست یافتند. Nasri and Khalatbari (۲۰۰۸) گزارش کردند که محلول پاشی عناصر کم مصرف روی، آهن و منگنز تأثیر معنی داری بر غلظت عناصر روی، آهن و منگنز در دانه داشته است.

میزان آهن دانه

بیشترین میزان آهن دانه (۶۵ میلی گرم بر کیلوگرم) در تیمار مصرف تیوباسیلوس به دست آمده، در صورتی که عدم کاربرد کودزیستی (شاهد) کمترین (۵۵/۸۶ میلی گرم بر کیلوگرم) میزان آهن دانه را دارا بود. در سطوح مختلف ریزمغذی ها، بیشترین میزان آهن معادل ۹۰/۳۱ میلی گرم بر کیلوگرم از تیمار مصرف آهن ۴ در هزار و کمترین آن معادل ۴۴/۲۹ میلی گرم بر کیلوگرم از مصرف روی ۲ در هزار به دست آمد (جدول ۲).

A= انتقال مجدد مواد ذخیره ای از ساقه

B= میزان ماده خشک ساقه در گلدهی

C= میزان ماده خشک ساقه در رسیدگی

E= کارایی انتقال مجدد ساقه به دانه (درصد)

D= عملکرد دانه

F= سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه (درصد)

برای تجزیه و تحلیل داده ها از نرم افزار آماری SAS و برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون دانکن استفاده شد.

نتایج و بحث

الف) اجزای عملکرد کیفی

میزان روی دانه

با توجه به مقایسه میانگین اثرات اصلی کودزیستی، در تیمار تیوباسیلوس بیشترین مقدار روی دانه معادل ۳۴/۳۰ میلی گرم بر کیلوگرم در دانه به دست آمد که نسبت به تیمار شاهد (۳۲/۴۸ میلی گرم بر کیلوگرم)، بیشترین تأثیر را داشته است (جدول ۲). هم چنین در مورد سطوح مختلف کاربرد ریزمغذی ها نیز بیشترین مقدار روی در دانه مربوط به تیمار روی ۴ در هزار معادل ۴۴/۳۸ و کمترین آن متعلق به تیمار آهن ۴ در هزار معادل ۲۸/۷۰ میلی گرم بر کیلوگرم بود (جدول ۲).

همچنان که در تحقیقات پیشین به تأیید رسیده است کاربرد کود آهن نقش بازدارنده در جذب عنصر روی دارد در پژوهش حاضر نیز نتایج حاکی از اثر آنتاگونیستی این دو عنصر ضروری را داشت اما نکته قابل تأمل جذب مقدار قابل توجه روی و آهن در تیمار کاربرد توأم روی و آهن ۲ در هزار بود به نحوی که کمترین اثرات آنتاگونیستی دیده شد. در بین اثرات متقابل کودزیستی و ریزمغذی، بیشترین مقدار روی در دانه از مصرف تیوباسیلوس همراه روی ۴ در هزار معادل ۴۱/۸۶ میلی گرم در کیلوگرم و کمترین میزان روی

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات ساده تیمارهای آزمایش بر صفات کیفی کلزا

Table2. Mean comparison of the simple effects of experimental treatments on canola quality traits

میزان آهن دانه (میلی گرم بر کیلوگرم) Seed Fe content(mg/kg)	میزان روی دانه (میلی گرم بر کیلوگرم) Seed Zn content(mg/kg)	درصد روغن Oil percent	تیمارها Treatments	
55.86 ^b	32.48 ^b	38.35 ^c	شاهد No biological fertilizer	کود زیستی Biological fertilizer
65 ^a	34.30 ^a	44.51 ^a	تیوباسیلوس Thiobacillus	
61.28 ^{ab}	33.60 ^b	40.93 ^b	تیوباسیلوس + نیتروکارا Thiobacillus + Nitrocara	
**	**	**	سطح معنی داری Significant level	
44.88 ^c	30.09 ^c	34.18 ^c	شاهد Control	عناصر ریز مغذی Micronutrients
43.37 ^c	34.41 ^{bc}	40.64 ^{ab}	روی ۲ در هزار Zn 2/1000	
67.07 ^b	29.01 ^c	39.66 ^b	آهن ۲ در هزار Fe 2/1000	
44.64 ^c	44.38 ^a	43.96 ^a	روی ۴ در هزار Zn 4/1000	
90.31 ^a	28.70 ^c	42.81 ^{ab}	آهن ۴ در هزار Fe 4/1000	
62.10 ^b	33.22 ^{bc}	45 ^a	روی ۲+۲ در هزار Zn + Fe 2/1000	
**	**	**	سطح معنی داری Significant level	

Means followed by the same letters in each column are not significantly different by Duncan's test.

اعداد با یک حرف مشترک در هر ستون اختلاف معنی داری بر اساس آزمون دانکن ندارند.

** : significant in 0.01 level.

** معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد.

... تغییرات عملکرد و راکت و کیفیت و سایر خصوصیات تیمارها نسبت به تیمار شاهد

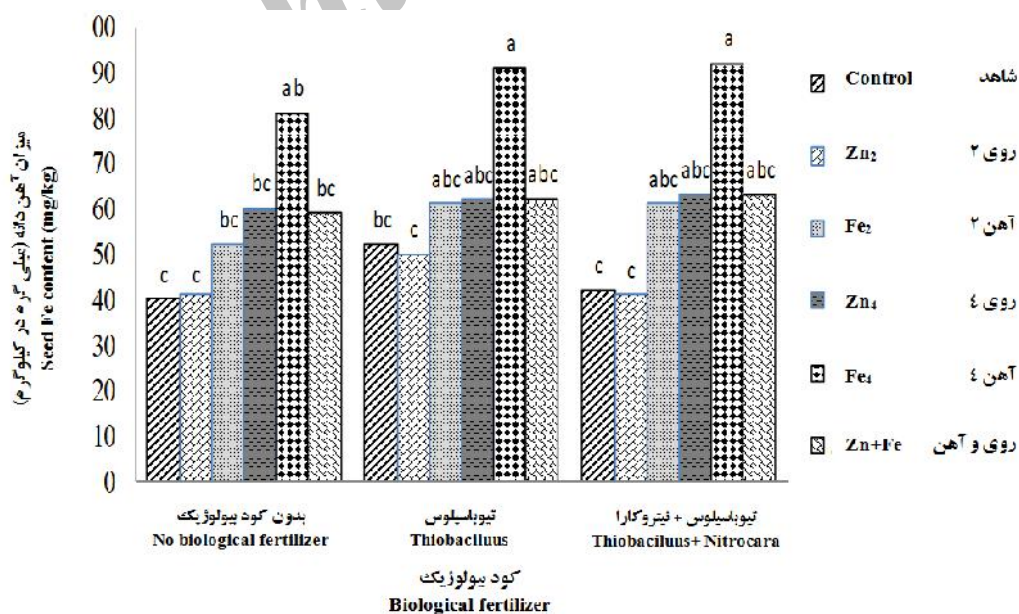
بین سطوح کاربرد کود ریزمغذی نیز مصرف توأم روی و آهن ۲ در هزار با حصول ۴۵ درصد روغن نسبت به تیمار شاهد ۱۶ درصد افزایش در محتوای روغن را نشان داد (جدول ۲). Jalilian و همکاران (۲۰۰۷) نیز گزارش کردند مایه‌زنی بذر آفتابگردان با تلقیح کننده‌های میکروبی مانند ازتوباکتر و آزوسپریلیوم همراه با مصرف اوره به‌طور معنی‌داری درصد اسیدهای چرب اشباع و اسید اولئیک را افزایش داد.

Grewal and Geraham (۱۹۹۹) نتایج به‌دست آمده را تأیید نموده و اظهار داشتند که استفاده از عناصر ریزمغذی آهن و روی هر چند اثر پوشاننده دارند، اما مصرف این عناصر سبب افزایش وزن توده گیاهی گشته و در نتیجه موجب افزایش تولید هیدروکربن‌ها و در نهایت افزایش درصد روغن در دانه می‌گردد. نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد، بیشترین درصد روغن معادل ۴۸/۴۷ از تیمار تیوباسیلوس و مصرف توأم روی و آهن ۲ در هزار و کمترین آن معادل ۳۱/۵۶ درصد از تیمار عدم مصرف کود بیولوژیک و ریزمغذی‌ها به‌دست آمد (شکل ۲).

افزایش غلظت آهن دانه می‌تواند در نتیجه بهبود تولید آسیمیلات ناشی از فتوسنتز جاری و هم‌چنین انتقال مجدد و مطلوب مواد به دانه‌ها باشد. این فرض از آن‌جا قابل توجیه است که چنانچه افزایش غلظت آهن با عدم بهبود عملکرد دانه همراه می‌شد، در آن صورت فرض تجمع بیش از حد آهن در دانه مطرح می‌گردد. مطالعه مقایسه میانگین اثرات متقابل کودزیستی و ریزمغذی‌ها بر میزان آهن نشان داد که بیشترین میزان آهن (۹۵/۷ میلی‌گرم در کیلوگرم) از مصرف تیوباسیلوس همراه نیتروکارا و آهن ۴ در هزار حاصل شد که ۵۸ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش درصد آهن دانه را نشان داد (شکل ۱). Nasri and Malakooti (۲۰۰۸) گزارش کرد هنگامی که مقدار آهن قابل جذب خاک کم است این امکان وجود دارد که کاربرد روی، کمبود آهن را تشدید کند.

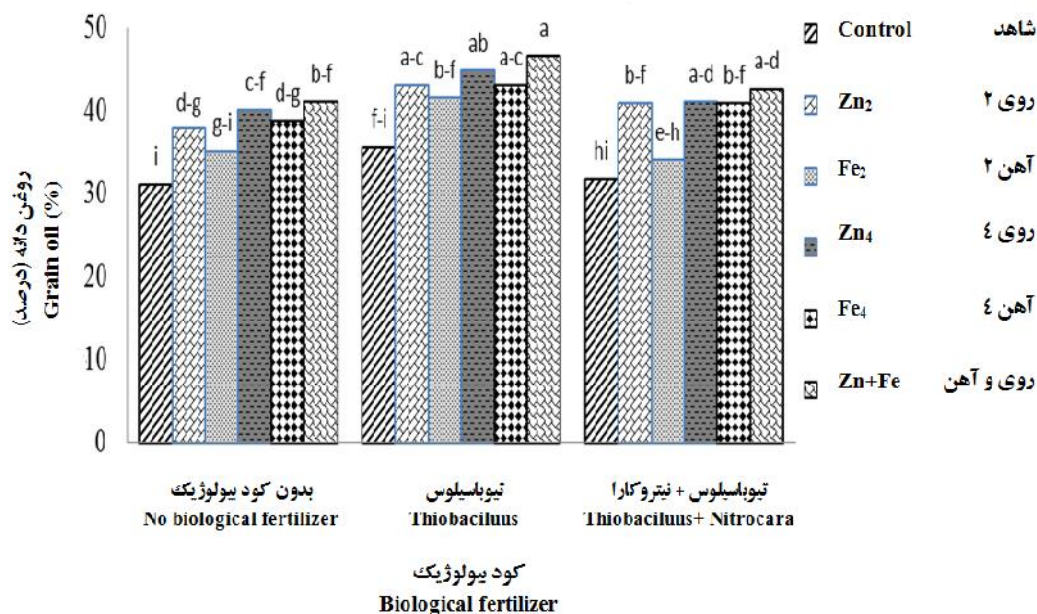
درصد روغن دانه

تیمار تلقیح بذور کلزا با تیوباسیلوس با مقدار ۴۴/۵۱ درصد بیشترین درصد روغن، و تیمار شاهد با ۳۸/۳۵ درصد روغن، کمترین مقدار را نشان دادند. هم‌چنین در



شکل ۱- اثر متقابل محلول پاشی کود میکرو و کود زیستی بر آهن دانه کلزا

Figure 1. The interaction of micronutrient and biological fertilizer foliar application on canola seed Fe content (Control: No micronutrient application, Zn₂ & Zn₄: Zn 2/1000 and 4/1000 respectively and Fe₂ & Fe₄: Fe2/1000 and 4/1000 respectively)



شکل ۲- اثر متقابل کود میکرو و کود زیستی بر درصد روغن دانه کلزا

Figure 2. The interaction of micronutrient and biological fertilizer foliar application on canola oil percent

بوته مربوط به تیمار مصرف توأم روی و آهن ۲ در هزار معادل ۹/۱۱ گرم بود که نسبت به تیمار شاهد افزایش ۴۸ درصدی را سبب شده است (جدول ۳).

به نظر می‌رسد وجود روی در هورمون اکسین که باعث رشد رویشی، شاخه‌بندی، فتوسنتز و نهایتاً تولید دانه‌های زیادتر می‌شود و وجود آهن در ترکیب کلروفیل و تأثیر آن بر میزان فتوسنتز باعث بهبود ویژگی‌هایی مثل عملکرد تک بوته گشته است. هم‌چنین بر اساس مقایسه میانگین اثرات متقابل کودزیستی و ریزمغذی، بیشترین عملکرد تک بوته با ۱۰/۹۳ گرم در بوته از مصرف تیوباسیلوس همراه نیتروکارا و مصرف توأم روی و آهن ۲ در هزار حاصل شد و کمترین عملکرد تک بوته نیز از تیمار عدم مصرف کودزیستی و ریزمغذی حاصل شد (جدول ۴).

Ebrahimian and Baibordi (۲۰۱۳) اظهار داشتند که با کاربرد آهن و روی وزن خشک برگ و ساقه آفتابگردان بهبود یافت که این بهبود در اندام‌های رویشی با بهبود در عملکرد دانه همراه بود.

همان‌طور که بیان شد کاربرد منبع بیولوژیک نیتروژن باعث افزایش محتوای روغن دانه کلزا شد. به نظر می‌رسد توأم شدن تثبیت تدریجی نیتروژن علاوه بر رفع نیاز تغذیه‌ای گیاه به گوگرد از طریق کاربرد باکتری تیوباسیلوس، باعث افزایش مواد قابل دسترس سنتز اسیدهای چرب شده و محتوای روغن را افزایش داده است (Ghorbani nasrabadi *et al.*, 2001). از طرفی عنصر روی می‌تواند متابولیسم چربی‌ها را افزایش دهد و از این طریق درصد روغن را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Nasri *et al.*, 2003).

ب) خصوصیات انتقال مجدد و عملکرد تک بوته عملکرد تک بوته

در مقایسه میانگین اثرات اصلی کود بیولوژیک بر عملکرد تک بوته، تیمار تیوباسیلوس همراه نیتروکارا بیشترین عملکرد تک بوته معادل ۸/۳۰ گرم در بوته را نشان داد که نسبت به تیمار شاهد معادل ۵/۷۵ گرم، بیشترین افزایش را داشته است. هم‌چنین در مورد سطوح مختلف کاربرد ریزمغذی‌ها نیز بیشترین عملکرد تک

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات ساده تیمارهای آزمایش بر خصوصیات انتقال مجدد کلزا

Table 3. Mean comparison of the simple effects of experimental treatments on canola remobilization characteristics

عملکرد تک بوته (گرم در بوته) Individual yield (gr/plant)	وزن خشک ساقه در گل‌دهی (گرم) Stem dry weight at flowering stage (gr)	وزن خشک ساقه در رسیدگی (گرم) Stem dry weight at ripening stage (gr)	انتقال مجدد (درصد) Remobilization (%)	کارایی انتقال مجدد ساقه به دانه (درصد) Remobilization efficiency to grain (%)	سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه (درصد) Remobilization ratio in grain yield (%)	تیمارها Treatments	
5.92 ^c	9.46 ^c	7.63 ^c	1.83 ^a	20.97 ^a	33.29 ^a	No biological fertilizer	شاهد
7.45 ^b	11.07 ^b	9.39 ^b	1.68 ^b	16.64 ^b	23.95 ^b	Thiobacillus	تیوباسیلوس
8.55 ^a	12.53 ^a	10.87 ^a	1.65 ^b	14.43 ^b	20.82 ^c	Thiobacillus + Nitrocar	تیوباسیلوس + نیتروکارا
**	**	**	**	**	**	Significant level	سطح معنی داری
4.93 ^e	7.21 ^e	5.19 ^e	2.015 ^a	28.34 ^a	42.05 ^a	Control	شاهد
7.40 ^c	9.29 ^d	7.59 ^d	1.70 ^c	18.72 ^c	24.02 ^c	Zn 2/1000	روی ۲ در هزار
6.01 ^d	9.04 ^d	7.26 ^d	1.78 ^b	19.99 ^b	30.78 ^b	Fe 2/1000	آهن ۲ در هزار
8.84 ^b	13.35 ^b	11.75 ^b	1.60 ^d	12.24 ^e	18.85 ^e	Zn 4/1000	روی ۴ در هزار
7.28 ^c	11.91 ^c	10.20 ^c	1.70 ^c	14.45 ^d	23.65 ^d	Fe 4/1000	آهن ۴ در هزار
9.39 ^a	15.34 ^a	13.8 ^a	1.53 ^d	10.34 ^f	16.76 ^f	Zn + Fe 2/1000	روی ۲ + آهن ۲ در هزار
**	**	**	**	**	**	Significant level	سطح معنی داری

Means followed by the same letters in each column are not significantly different by Duncan's test.

اعداد با یک حرف مشترک در هر ستون اختلاف معنی داری بر اساس آزمون دانکن ندارند.

** : significant in 0.01 level.

** معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای آزمایش بر خصوصیات انتقال مجدد کلزا

Table 4. Mean comparison of the interaction effects of experimental treatments on canola remobilization characteristics

سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه (درصد)	کارایی انتقال مجدد ساقه به دانه (درصد)	وزن خشک ساقه در رسیدگی (گرم)	وزن خشک ساقه در گل‌دهی (گرم)	عملکرد تک بوته (گرم در بوته)	تیمارها
Remobilization ratio in grain yield (%)	Remobilization efficiency to grain (%)	Stem dry weight at ripening stage (gr)	Stem dry weight at flowering stage (gr)	Individual yield (gr/plant)	Treatments
54.24a	34.36 ^a	4.13 ^j	6.29 ^j	3.98 ^k	C ₁ ×C ₂ شاهد × شاهد
32.20e	23.22 ^e	6.10 ⁱ	7.95 ⁱ	5.73 ^{hi}	Zn ₂ ×C ₂ شاهد × روی ۲
40.65 ^b	24.22 ^c	5.94 ⁱ	7.84 ⁱ	4.67 ^j	Fe ₂ ×C ₂ شاهد × آهن ۲
24.37 ^h	14.21 ^L	9.98 ^{ef}	11.64 ^{ef}	6.78 ^{fg}	Zn ₄ ×C ₂ شاهد × روی ۴
27.61 ^f	16.49 ⁱ	9.26 ^{fg}	11.09 ^{efg}	6.62 ^{fg}	Fe ₄ ×C ₂ شاهد × آهن ۴
20.65 ^l	13.31 ^m	10.39 ^{de}	11.98 ^{de}	7.72 ^{cd}	Zn ₂ +Fe ₂ ×C ₂ شاهد × آهن ۲ + روی ۲
37.60 ^c	26.64 ^b	5.41 ⁱ	7.37 ⁱ	5.22 ^{ij}	C ₁ ×Thio تیو × شاهد
22.17 ^k	18.17 ^g	7.53 ^h	9.2 ^h	7.54 ^{de}	Zn ₂ ×Thio تیو × روی ۲
27.42 ^g	18.90 ^f	7.27 ^h	8.97 ^h	6.18 ^{gh}	Fe ₂ ×Thio تیو × آهن ۲
17.47 ^o	12.66 ⁿ	11.14 ^{cd}	12.76 ^{cd}	9.25 ^b	Zn ₄ ×Thio تیو × روی ۴
23.26 ^j	14.59 ^k	9.59 ^{ef}	11.22 ^{efg}	7.04 ^{ef}	Fe ₄ ×Thio تیو × آهن ۴
15.78 ^p	8.85 ^r	15.45 ^a	16.95 ^a	9.5 ^b	Zn ₂ +Fe ₂ ×Thio تیو × آهن ۲ + روی ۲
34.31 ^d	24.02 ^d	6.05 ⁱ	7.97 ⁱ	5.58 ^{hi}	C ₁ ×Thio×Nitro تیو × نیترو × شاهد
17.70 ⁿ	14.77 ^j	9.13 ^{fg}	10.72 ^{fg}	8.94 ^b	Zn ₂ ×Thio×Nitro تیو × نیترو × روی ۲
24.27 ⁱ	16.84 ^h	8.58 ^g	10.32 ^g	7.16 ^{de} ^f	Fe ₂ ×Thio×Nitro تیو × نیترو × آهن ۲
14.71 ^q	9.85 ^p	14.13 ^b	15.67 ^b	10.49 ^a	Zn ₄ ×Thio×Nitro تیو × نیترو × روی ۴
20.09 ^m	12.26 ^o	11.77 ^c	13.42 ^c	8.19 ^c	Fe ₄ ×Thio تیو × نیترو × آهن ۴
13.85 ^r	8.86 ^q	15.57 ^a	17.08 ^a	10.93 ^a	Zn ₂ +Fe ₂ ×Thio×Nitro تیو × نیترو × آهن ۲ + روی ۲

کود زیستی × میکرو
Biological fertilizer*Micro nutrients

اعداد با یک حرف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن ندارند.

Means followed by the same letters in each column are not significantly different by Duncan's test.

(C₁: no micronutrient fertilizer, C₂: no biological fertilizer, Zn₂ & Zn₄: Zn 2/1000 and 4/1000 respectively and Fe₂ & Fe₄: Fe 2/1000 and 4/1000 respectively, Thio: Thiobacillus and Nitro: Nitrocarra)

انتقال ماده خشک به دانه

مستقیم مواد مغذی در اختیار گیاه، تداوم فتوسنتز و حتی دیررس تر شدن گیاه (نتایج حاصل از همین پژوهش) دلیلی بر این مدعاست. بنابراین کمترین انتقال مجدد (۱/۵۳ گرم در مترمربع)، کارایی انتقال مجدد (۱۶/۷۶ درصد) نیز در همین تیمار (مصرف توأم روی و آهن ۲ در هزار) دیده شد (جدول ۳). در دسترس قرار دادن مواد مغذی مورد لزوم رشد کلزا نقش مؤثرتری در فراهم آوردن محیط رشد مناسب برای گیاه موجب تداوم رشد و فتوسنتز می‌شود. اما نتایج جدول (۴) اثرات متقابل نشان داد که بیشترین ماده خشک ساقه در گلدهی (۱۷/۰۸ گرم در مترمربع) و کمترین سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه (۱۳/۸۵ درصد) از تیمار تیوباسیلوس همراه نیتروکارا و مصرف توأم روی و آهن ۲ در هزار حاصل شد. محققین سهم دانه را از انتقال مجدد قابل توجه می‌دانند، بر اساس نظر Elyasi و همکاران (۲۰۱۱) احتمالاً علت بالا بودن سهم وزن دانه از مواد انتقال یافته به دو دلیل می‌باشد یا به دلیل پایین بودن سهم تنفس از این مواد است که موجب افزایش ضریب تبدیل این مواد به عملکرد دانه می‌شود و یا به دلیل پایین بودن عملکرد می‌باشد. هم‌چنین بیشترین ماده خشک ساقه در رسیدگی (۱۵/۵۷ گرم در مترمربع) از تیمار تیوباسیلوس همراه نیتروکارا و مصرف توأم روی و آهن ۲ در هزار و کمترین انتقال مجدد (۱/۵۰ گرم در مترمربع) و کارایی انتقال مجدد (۸/۸۵ درصد) از تیمار تیوباسیلوس همراه مصرف توأم روی و آهن ۲ در هزار به دست آمد.

نتیجه گیری

در این پژوهش کاربرد کودهای زیستی باعث افزایش درصد روغن دانه شدند. عناصر میکرو نسبت به کودهای بیولوژیک دارای برتری بودند. از بین عناصر ریزمغذی، مخلوط آهن و روی باعث افزایش درصد روغن کلزا شد. کودزیستی تیوباسیلوس باعث افزایش درصد روغن، میزان روی و آهن دانه گردید. هم‌چنین بالاترین عملکرد تک بوته از مصرف تیوباسیلوس به

تیمار کودزیستی منجر به افزایش وزن خشک ساقه در زمان گلدهی (۳۲ درصد) و رسیدگی (۴۲ درصد) شد به نحوی که بیشترین وزن خشک ساقه در زمان گلدهی (۱۲/۵۳ گرم در مترمربع) و رسیدگی (۱۰/۸۷ گرم در مترمربع) در تیوباسیلوس همراه نیتروکارا دیده شد (جدول ۳). هر چه تجمع ماده خشک در مرحله قبل گلدهی بیشتر باشد، انتقال مجدد ماده خشک به دانه افزایش پیدا می‌کند (Dordas et al., 2008).

Sabzawari و همکاران (۲۰۱۰) نیز گزارش کردند که محلول پاشی کود آلی، وزن تر و خشک اندام هوایی، سطح برگ و ارتفاع ساقه گندم را به شکل معنی‌داری افزایش داد. هم‌چنین کودزیستی تیوباسیلوس همراه نیتروکارا منجر به حصول کمترین انتقال مجدد (۱/۶۵ گرم در مترمربع)، کارایی انتقال مجدد (۱۴/۴۳ درصد) و سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه (۲۰/۸۲ درصد) شد. به نظر می‌رسد، افزودن منابع تغذیه‌ای زیستی در هنگام کاشت به خاک نه تنها فواید عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را افزایش داده است، بلکه بهبود رشد ریشه و افزایش رشد اندام هوایی و تولید ماده خشک را نیز فراهم آورده است هم‌چنین عرضه مداوم مواد غذایی در کل فصل رشد موجبات تداوم فتوسنتز پس از گلدهی را نیز فراهم آورده که منجر به کاهش وابستگی به انتقال مجدد در تیمارهای تغذیه شده با کودهای زیستی شده است. در رابطه با عناصر ریزمغذی نیز بیشترین وزن خشک ساقه در زمان گلدهی (۱۵/۳۴ گرم در مترمربع) و رسیدگی (۱۳/۸۰ گرم در مترمربع) از تیمار مصرف توأم روی و آهن ۲ در هزار به دست آمد (جدول ۳).

در این آزمایش کلزا دو مرحله قبل از برآورد وزن ساقه در مرحله گلدهی با کود میکرو محلول پاشی شد، بنابراین منابع لازم جهت افزایش حداکثری وزن ساقه وجود داشته است ولی به نظر می‌رسد مرحله آخر محلول پاشی یعنی در شروع گلدهی دلیل کاهش نیاز به انتقال مجدد مواد از ساقه به دانه بوده باشد و قرارگیری

همراه نیتروکارا و مصرف توأم روی و آهن ۲ در هزار در محتوای روی و آهن ذخیره شده در دانه شدند (بین حاصل شد. نتایج کلی حاصل از این پژوهش نشان داد کودهای ریزمغذی علاوه بر آن که موجب افزایش مؤثر ۳۶ تا ۴۱ درصد) باعث افزایش عملکرد اقتصادی و درصد روغن دانه نیز شدند.

References

- Arif, M., Ali, S., Khan, A., Jan, T., and Akbar, M. (2006). Influence of farm yard manure application on various wheat cultivars. *Sarhad Journal Agriculture*, 22: 27-29.
- Ashoori, M. (2002). *Canola cultivation as second crop*. Afraz Press. 134 P. [In Persian]
- Besharati, H., Khawazi, K., and Salehrastin, N. (2003). Investigation of ability of some material as a inoculum production of *Thiobacillus* and the study of the effects of *Thiobacillus* with sulfur on increasing of nutrients uptake and corn growth. *Soil and Water Science Journal*, 12(11): 1-10. [In Persian]
- Blooi, F. (2008). Effect of mycorrhiza and thiobacillus on soybean quantitative and qualitative traits. Dissertation of the master of the science, Department of Agronomy, Azad Islamic University, Karaj, Iran.
- Dawood, F., Al-Omaqri, S.M., and Murtatha, N. (1985). High level of sulfur affecting availability of some micronutrients in calcareous soil. *Proceeding of Secondary Regional Conference on sulfur and its usage in Arab countries*. pp: 55-68.
- Deluca, T.H., Skogley, E.O., and Engle, R.E. (1989). Band-application elemental sulfur to enhance the phytoavailability of phosphorus in alkaline calcareous soils. *Biology and Fertility of Soils*, 7(4): 346-350.
- Dordas, C.A., Lithourgidis A.S., Matis A.S., and Bartayiannis N. (2008). Application of liquid cattle manure and inorganic fertilizers affect dry matter nitrogen accumulation and partitioning in maize. *Nutrient Cycling Agroecosys*, 80: 283-266.
- Ebrahimian, E. and Bybordi, A. (2013). Effect of iron foliar fertilization on growth seed and oil yield of sunflower grown under different irrigation regimes. *Middle East Journal of Scientific Research (MEJSR)*, 9(5): 621-627.
- Elyas, Sh., Eradatmandeasli, D., and Rouhi, A. (2011). Drought stress before and after anthesis dry matter remobilization of wheat. *Agronomy and Plant breeding Journal*, 6(1): 17-28. [In Persian]
- Ghaderi, A. and Kamkar, B. (2009). *Seed science and technology*. Mashhad Jahad Daneshgahi Press. 512 P. [In Persian]
- Ghorbani nasrabadi, R., Salehrastin, N., and Alikhani, H. (2001). Investigation of microbial sulfur fertilizer on nitrogen fixation and growth analysis of soybean. *Soil and Water Science Journal*, 16(2): 169-178. [In Persian]
- Glick, B.R., Penrose, D., and Wenbo, M. (2001). Bacterial promotion of plant growth. *Biotechnology Advances*, 19: 135-138.

- Grewal, H.S. and Graham, R. (1999). Residual effect of subsoil zinc and oilseed rape genotype on the grain yield and distribution of zinc in wheat. *Plant and Soil*, 207: 29-36.
- Groos, R.J. and Johanson, B.E. (2004). Seed treatment, seeding rate, and cultivar effect on iron deficiency chlorosis of soybean. *Journal of Plant Nutrition*, 24: 1255-1268.
- Jalilian, S., Asgharzadeh, R., and Farshadfar, M. (2007). Effect of microbial inoculation and drought stress on contents of sunflower fatty acids. 10th Agronomy and plant Breeding National Congress, Iran, Karaj.
- Khajehpoor, M. (2009). The principle of Agronomy. Sanaati Isfahan University: Jahad Daneshgahi Press. 218 P.
- Khavazi, K., Nougholipour, F., and Malakouti M.J. (2001). Effect of *Thiobacillus* and phosphate solubilizing bacteria on increasing P availability from rock phosphate for corn. International Meeting on Direct Application of Rock Phosphate and Related Tecnology, Kuala Lumpur, Malaysia.
- Kobata, A. (1992). Structures and functions of the sugar chains of glycoproteins. *European Journal of Biochemistry*, 209: 483-501.
- Leng Suo, H., San, S., and Mei, Z.B. (1997). Regulation of N nutrition to biomass oilseed rape in ripening stage. *Journal of Agricultural Research*, 40: 105-156.
- Mahmoodi, H., Khosrawi, H., and Asgharzadeh, A. (2001). Effect of azotobacter biological fertilizer on wheat yield. Proceeding of 8th Congress of Agronomy and Plant Breeding, Guilan University. [In Persian]
- Malhi, S.S. and Leach, D. (2000). Restore canola yield by correcting sulphure deficiency in the growing season. Xth International Colloquium the Optimazation of Plant Nutrition. April 8-13, Cario Sheraton, Cario-Egypt.
- Malakooti, M.J. (2008). Sustainable agriculture and yield increasing with optimization of fertilizer application in Iran. Amoozesh keshawarzi Press, Karaj, Iran. [In Persian]
- Morshedi, A. (2000). Effect of zinc and iron foliar application on yield, quality and enrichment of canola seeds at Bardsir of Kerman. *Soil and Water Journal*, 12: 56-68. [In Persian]
- Motalebifar, R. and Besharati, H. (2008). Effect of different rate of sulfur in Thiobacillus and Residue effect of it on chemical properties of soil and canola yield. Proceeding of 10th Congress of Soil Science. [In Persian]
- Nasri, M. and Khalatbari, M. (2008). Investigation the effect of micronutrient foliar application rate on qualitative and quantitative of canola cultivars at varamin conditions. *Iranian Agriculture Science Journal*, 5(2): 52-66. [In Persian]
- Nasri, M., Khalatbari, M., Zahedi, H., Paknejad, F., and Tohidi Moghadam, H.R. (2003). Evaluation of micro and macro elements in drought stress condition in cultivars of rapeseed (*Brassica napus* L.). *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 3(3): 579-583.

Sabzewari, S., Khazaii, R.H., and Kafi, M. (2010). Effect of humic acid on root and shoot of two wheat cultivars (Sayoonz and Sabalan). *Soil and Water Journal*, 23(2): 87-94. [In Persian]

Tate, R.L. (1995). The sulfur and related biogeochemical cycle. In *soil microbiology*, John Willey and Sonsinc, New York. pp: 359-372.

Thirupathi, M.K., Thanunathan, K., Prakashand, M., and Imayavaramban, V. (2001). Use of biofertilizer, phytohormone and zinc as a cost effective agro technique for increasing sesame productivity. *Sesame and Safflower Newsletter*, 16: 46-50.

Archive of SID

Effect of Thiobacillus and Nitrocara Biological Fertilizers and Foliar Application of Zinc and Iron on Some Qualitative Characteristic and Remobilization of Rapeseed (*Brassica napus* L.)

R. Jashni¹, E. Fateh^{2*} and A. Aynehband³

- 1- M.Sc. Student of Agroecology, Department of Agronomy & Plant Breeding, Faculty of Agricultural, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
- 2- * **Corresponding Author:** Associate Professor, Department of Agronomy & Plant Breeding, Faculty of Agricultural, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran (e.fateh@scu.ac.ir)
- 3- Professor, Department of Agronomy & Plant Breeding, Faculty of Agricultural, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

Received: 27 February, 2015

Accepted: 11 November, 2015

Abstract

Background and Objectives

Oil crops could be considered as a valuable resource for providing the plant oil for cooking. Canola is one of the main oil crops the third oil crop after soybean and oil palm. The macro and micro nutrients have an important role in plant nutrition. The biological fertilizer could be effective in sustaining agriculture program. Material remobilization is an important process in transporting the nutrition from leaf and stem to grains. The nitrogen fertilizer increases wheat grain yield, Nitrogen and phosphorus uptake, grain protein, zinc and iron. Application of nitrogen fertilizer improves the canola biological yield and stem dry weight at flowering stage. The main goal of this research was the comparison of the micro and macronutrients and biological fertilizer on some qualitative characteristics and remobilization of Rapeseed (*Brassica napus* L.)

Material and Methods

In order to evaluate the effect of biological fertilizers and micronutrients on some qualitative traits and remobilization of rapeseed (*Brassica napus* (L.) var. *Hyola 401*), an experiment was conducted in the Research Station of Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran in 2012-13. The experimental design was factorial based on randomized complete blocks design with three replications. The treatments were microelements in six levels (control, zinc sulfate (2 and 4 cc.lit⁻¹), iron chelate (2 and 4 cc.lit⁻¹) and combined zinc and iron fertilizers (2 cc.lit⁻¹)) and the second factor was application of biofertilizers in 3 levels (seed inoculation with *Thiobacillus* with Sulfur Bentonite, Nitrocara + *Thiobacillus* Sulfur Bentonite and control). The canola (cv. *Hyola401*) was seeded on 13 Nov. 2013 and harvested on 21 Apr. 2014. Each plot size was 7.2 m² consisting of 5 rows of canola plants. Foliar application of zinc sulphate and iron was done at 2 %4 /1000 concentration in stem elongation and flowering stages.

Results

Due to the interaction of biological fertilizer and micronutrient elements, the highest plant individual yield (10/62 g/m²) and the lowest remobilization efficiency(13.85%) were achieved from Nitrocara + *Thiobacillus* bacteria with combined zinc and iron (2cc.lit⁻¹). The highest oil percent (48.47%) was also revealed at *Thiobacillus* bacteria with combined zinc and iron (2cc.lit⁻¹), While the lowest oil percent (31%) was obtained at control treatment.

Discussions

Finally, the results of this study revealed that the canola seeds inoculated with bio-fertilizers and with foliar application of micro-nutrients reduced consumption of chemical fertilizers such as nitrogen fertilizers can be useful in improving the quantitative and qualitative characteristics of oil varieties of canola. Also, the highest individual plant yield was obtained by application of *Thiobacillus* + Nitrocara and Zinc + iron application. The results suggested that the microelements not onlt increased the grain zinc and iron content (36-41%), but also improved economical yield and grain oil contents.

Keywords: Protein, Sustain photosynthesis, Inoculate, Oil, Micronutrient elements, Sulfur.