نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 6، شماره 3، پاییز 1393، ص. 476-467

Journal of Agroecology
Vol. 6, No. 3, Fall 2014, p. 467-476

اثر کابرد منفرد و تلفیقی کودهای زیستی، شیمیایی و آلی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی ماریتیغال (*Silybum marianum* L.)

سمیعه اسکندری نصرآبادی[1]، رضا قربانی[2]، پرویز رضوانی مقدم[2*] و مهدی نصیری محلاتی[2]

تاریخ دریافت:1391/04/31
تاریخ پذیرش:1391/07/17

چکیده

به منظور مطالعه اثر کاربرد منفرد و تلفیقی کودهای زیستی، آلی و شیمیایی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی ماریتیغال آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دوازده تیمار و سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی90- 1389 اجرا شد. تیمارهای مورد بررسی شامل: شاهد، کود ورمی کمپوست، کود مرغی، کود شیمیایی، میکوریزا (*Glomus mosseae*)، بیوسولفور (*Thiobacillus* sp.)، میکوریزا + کود ورمی کمپوست، میکوریزا + کود شیمیایی، میکوریزا + کود مرغی، بیوسولفور+ کود ورمی کمپوست، بیوسولفور+ کود شیمیایی، بیوسولفور + کود مرغی بودند. نتایج این بررسی نشان داد که این تیمارها تنها بر تعداد گل‌آذین در هر بوته، قطر گل آذین و عملکرد دانه تأثیر معنی‌دار داشتند و بر سایر صفات تأثیری نداشتند؛ با این وجود مقایسه میانگین‌ها نتایج امیدبخشی در راستای کاهش مصرف کود شیمیایی و جایگزینی آن با کودهای زیستی و آلی را اثبات کرد. کاربرد کود بیولوژیک بیوسولفور سبب افزایش 73 درصدی تعداد دانه در هر گل‌آذین نسبت به شاهد گردید. بیشترین و کمترین میزان عملکرد به ترتیب در تیمارهای میکوریزا (792/9 کیلوگرم در هکتار) و میکوریزا + کود شیمیایی (452/8 کیلوگرم در هکتار) حاصل شد. کاربرد تلفیقی میکوریزا + کود مرغی سبب افزایش 26 درصدی روغن بذور نسبت به کاربرد کود مرغی شد. بیشترین و کمترین غلظت سیلیمارین به ترتیب به بذور تحت تیمار میکوریزا (5/44 میلی‌گرم در میلی‌لیتر) و میکوریزا + کود شیمیایی (2/78 میلی‌گرم در میلی‌لیتر) و بیشترین میزان سیلیبین به تیمار میکوریزا (3/33 میلی‌گرم در میلی‌لیتر) اختصاص داشت. چنین به نظر می‌رسد که در صورت نیاز به مکمل‌های غذایی می توان به کاربرد ساده و تلفیقی بعضی از کودهای زیستی و آلی جهت ایجاد تعادل در مصرف کودهای شیمیایی در راستای افزایش حاصلخیزی و ماده آلی خاک و نیل به سوی کشاورزی پایدار در زراعت ماریتیغال بیش از پیش توجه کرد.

واژه‌های کلیدی: بیوسولفور، درصد روغن، سیلیمارین، کود مرغی، میکوریزا

مقدمه

جلوگیری از مصرف بی‌رویه و نابجای نهاده‌های شیمیایی، تولید پایدار فرآورده‌های غذایی همراه با حفظ محیط زیست از جمله موضوعاتی است که امروزه مورد توجه بسیاری از محققان و تولیدکنندگان محصولات کشاورزی قرار گرفته است. در این بین کشاورزی پایدار بر پایه مصرف کودهای زیستی با هدف حذف یا تقلیل مصرف نهاده‌های شیمیایی، در راستای حل مشکل بوجود آمده بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته است (Sharma, 2002). از جمله مهمترین عوامل مؤثر بر پایداری تولید غذا و حفظ حاصلخیزی خاک، کاربرد سیستم‌های تغذیه تلفیقی و همچنین استفاده از کودهای زیستی در نظام تغذیه‌ای گیاه می‌باشد. با توجه به تأکید کشاورزی پایدار بر افزایش کیفیت و پایداری عملکرد، گیاهان دارویی گزینه مناسبی برای این نظام محسوب می شوند و به نظر می‌رسد که در چنین شرایطی، حداکثر رشد و عملکرد آنها حاصل گردد (Gupta et al., 2002). مدیریت خاک از عوامل اصلی در نیل به کشاورزی پایدار محسوب می‌شود، لذا جایگزینی تدریجی کودهای شیمیایی با کودهای بیولوژیک، امکان دستیابی به تولید پایدار محصولات کشاورزی را فراهم می‌نماید. مصرف کودهای بیولوژیک غالباً موجب بهبود شرایط

1 و 2- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد اگرواکولوژی و استاد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: (Email: rezvani@um.ac.ir

فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک شده و حاصلخیزی خاکها را افزایش می‌دهد (Nasiri Mahallati et al., 2001; Wu et al., 2005). کودهای آلی و بیولوژیک از اساسی‌ترین منابع تامین عناصر غذایی در کشاورزی پایدار محسوب می شوند. عنوان کودهای بیولوژیک منحصراً به مواد آلی حاصل از کودهای دامی، بقایای گیاهی، کود سبز و غیره اطلاق نمی‌گردد، بلکه ریزموجودات باکتریایی و قارچی و مواد حاصل از فعالیت آنها در رابطه با تثبیت نیتروژن، فراهمی فسفر و سایر عناصر غذایی از جمله مهمترین کودهای بیولوژیک محسوب می شوند (Astaraei & Koochaki, 1997). در این بین می توان به قارچ‌های میکوریزایی[1]، باکتری جنس *تیوباسیلوس* (*Thiobacillus* sp.) و ورمی‌کمپوست اشاره کرد.

قارچ‌های میکوریزایی دارای رابطه همزیستی با ریشه اغلب گیاهان زراعی می‌باشند و از طرق مختلف از جمله افزایش جذب آب و عناصر غذایی، افزایش مقاومت در برابر بیماری‌ها، کاهش تأثیرات منفی تنش‌های محیطی سبب ارتقاء رشد و عملکرد گیاه میزبان در نظام‌های کشت پایدار می‌شوند (Sharma, 2002). ورمی‌کمپوست که در نتیجه فرآیندهای هضم و تبدیل ضایعات آلی همچون کودهای دامی و بقایای گیاهی ضمن عبور از دستگاه گوارش کرم‌های خاکی بوجود می‌آید، از جمله منابع اساسی تغذیه گیاهان در نظام‌های زراعی پایدار می‌باشد. به‌علاوه استفاده از ورمی‌کمپوست در کشاورزی پایدار سبب افزایش جمعیت و فعالیت میکروارگانیزم‌های مفید خاک نظیر قارچ‌های میکوریزا شده و در جهت فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه عمل می‌کند (Arancon et al., 2004). ورمی‌کمپوست با بهبود وضعیت تهویه خاک، باعث افزایش اکسایش گوگرد شده و همچنین حضور ورمی‌کمپوست به عنوان منبع کربن، فعالیت ریزجانداران حل-کننده فسفات و اکسیدکننده گوگرد را تشدید می‌کند (Mohammadi Aria et al., 2010). مصرف کودهای زیستی نظیر قارچ میکوریزا، میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات و ورمی‌کمپوست در یک نظام مبتنی بر کشاورزی پایدار، ضمن حفظ سلامت محیط زیست، موجب افزایش کیفیت و پایداری عملکرد به ویژه در تولید گیاهان دارویی می‌شود (Sharma, 2002 ; Kapoor et al., 2004).

بر اساس تحقیقات انجام شده کاربرد کودهای بیولوژیک حاوی ریزموجودات باکتریایی و یا قارچی، به تنهایی و یا در ترکیب با یکدیگر، در بهبود ویژگی‌های رشدی و عملکرد گیاه دارویی زوفا (*Hyssopus officinalis*)، مؤثر بود (Koocheki et al., 2008). استفاده تلفیقی تنظیم‌کننده‌های رشد و کودهای رایج و آلی سبب افزایش مقدار سیلیمارین از طریق افزایش عملکرد بذر ماریتیغال در هکتار گردید (Geneva et al., 2008). نتایج حاج سید هادی و همکاران (Haj Seyed Hadi et al., 2008) حاکی از تأثیر مثبت استفاده از ورمی‌کمپوست در سیستم تولید کم‌نهاده بر عملکرد سیلیمارین گیاه دارویی ماریتیغال بود. در تحقیق دیگر، کاربرد خاک فسفات با گوگرد و ورمی‌کمپوست در تلقیح با قارچ *آسپرژیلوس* و باکتری *تیوباسیلوس* سبب افزایش معنی‌دار جذب فسفر در ذرت نسبت به شاهد گردید (Mohammadi Aria et al., 2010). در مطالعه‌ای دیگر مصرف انواع مختلف کودهای آلی و شیمیایی در خاک بر درصد روغن، سیلیمارین و سیلیبین بذر ماریتیغال مؤثر واقع شد (Yazdani Biouki et al., 2010). تحقیقات نشان داده است که کاربرد مخلوط کودهای آلی و کودهای شیمیایی و همچنین کودهای آلی به تنهایی سبب افزایش میزان عملکرد هیپریسین در گیاه دارویی گل راعی (*Hypericum perforantum* L.) شد (Lebaschi et al., 2001).

ماریتیغال گیاهی است از تیره کاسنی با نام علمی (*Silybum marianum* L.) که در بسیاری از مناطق کشور به صورت خودرو وجود دارد و در برخی نقاط از جمله گنبد کاووس، دره هزار و کلاردشت نیز کشت می‌شود (Fallah Hoseini et al., 2004). عصاره حاصل از برگ و بخصوص دانه‌های ماریتیغال که اصطلاحاً «سیلیمارین» گفته می‌شود، بیش از 2000 سال است که به عنوان دارو در درمان بیماری‌های کبدی مصرف می‌شود (Rainone, 2005). سیلیبین مؤثرترین ماده موجود در سیلیمارین است که به عنوان آنتی‌اکسیدان و محافظ کبدی شناخته شده است (Fallah Hoseini et al., 2004). بذور این گیاه بیشترین میزان سیلیمارین را دارند، با این حال تمام گیاه دارای مصارف پزشکی می‌باشد (Ghavami & Ramin, 2008). شایان ذکر است که 98 درصد تغییرات عملکرد سیلیمارین بوسیله عملکرد بذر توجیه می‌شود (Omidbaigi et al., 2002). دانه این گیاه حاوی بتائین، تری‌متیل گلیسین و میزان زیادی روغن (حدود 20 درصد) است که در اثرات ضدالتهابی و ضدهپاتیتی عصاره نقش دارد (Geneva et al., 2008). نظر به اینکه ساخت مواد موثره در گیاهان دارویی تحت تأثیر ژنوتیپ و عوامل محیطی می‌باشد (D'Antuono et al., 2002) و مدیریت تغذیه گیاه از عوامل مؤثر بر کشت موفق گیاهان دارویی بشمار می‌آید؛ لذا این تحقیق به منظور بررسی تأثیر

1- Vesicular Arbuscular Mycorrhiza

کاربرد تلفیقی کودهای زیستی، شیمیایی، مرغی و ورمی‌کمپوست بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی مارتیغال انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی90-1389 در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و 12 تیمار انجام گرفت. تیمارهای آزمایش شامل کاربرد کود بیولوژیک میکوریزا (*Glomus mosseae*) به مقدار 30 گرم مایع تلقیح خاکی در بستر هر بذر (1750 کیلوگرم در هکتار)، کود مرغی (هشت تن در هکتار)، ورمی‌کمپوست (13 تن در هکتار)، کود شیمیایی کامل (400 کیلوگرم در هکتار اوره، 100 کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات، 150 کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم) (Malakooti & Tehrani, 2000)، بیوسولفور (5 کیلوگرم در هکتار باکتری جنس *تیوباسیلوس* + 250 کیلوگرم در هکتار گوگرد آلی بنتونیت‌دار) بود. مقادیر کودهای میکوریزا و بیوسولفور بر مبنای مقدار توصیه شده توسط شرکت‌های تولیدکننده و مقادیر مختلف کود ورمی‌کمپوست، کود مرغی و کود شیمیایی بر مبنای نیاز نیتروژنی گیاه مارتیغال (200کیلوگرم در هکتار نیتروژن) که بر اساس مقدار کربن آلی خاک با توجه به منابع (Malakooti & Tehrani, 2000) تعیین شده بود و با توجه به محتوای نیتروژن کود ورمی‌کمپوست و کود مرغی (جدول 2) محاسبه و اعمال گردید. تلفیقی از تیمارهای فوق بصورت میکوریزا + کود مرغی، میکوریزا + کود شیمیایی، میکوریزا + کود ورمی‌کمپوست، بیوسولفور + کود مرغی، بیوسولفور + کود شیمیایی، بیوسولفور + کود ورمی‌کمپوست و شاهد نیز در نظر گرفته شد. تمامی مقادیر کودهای بکار رفته در حالت تلفیقی همانند کابرد منفرد تیمارها بود. ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه مورد آزمایش، کودمرغی و ورمی‌کمپوست به ترتیب در جدول‌های 1 و 2 نشان داده شده است. بعد از انجام عملیات خاکورزی ثانویه در نیمه اسفند کرت‌هایی با ابعاد 3 در 4 متر ایجاد شدند. کاشت بذور ماریتیغال که از توده محلی مشهد انتخاب شده بودند، در 21 اسفند 1389 در ردیف‌هایی با فاصله 50 سانتی‌متر و با فاصله روی ردیف 30 سانتی-متر در وسط پشته در عمق سه سانتی‌متری خاک بصورت کپه‌ای انجام شد. بوته‌های اضافی در مرحله چهار برگی حذف و عمل وجین علف‌های هرز به صورت دستی در دو مرحله 20 و 40 روز بعد از کاشت صورت گرفت. عمل آبیاری به صورت نشتی و با دور آبیاری هر هفت روز یک بار بود. برداشت گل‌ها به صورت هفتگی صورت گرفت. در هر واحد آزمایشی قبل از برداشت، بصورت تصادفی پنج بوته انتخاب و صفات کمی از جمله ارتفاع بوته، تعداد گل‌آذین در هر بوته، قطر گل‌آذین، تعداد دانه در کاپیتول و وزن هزار دانه تعیین شد؛ سپس با حذف اثر حاشیه عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت محاسبه شد. جهت روغن‌گیری در آزمایشگاه، بذرهای جمع-آوری شده از هر تیمار و تکرار جداگانه با آسیاب بطور کامل پودر گردید و فرآیند روغن‌گیری با هگزان و با استفاده از دستگاه تمام اتومات سوکسله از دو گرم نمونه‌های بذور آسیاب شده انجام شد؛ سپس جهت اندازه‌گیری میزان سیلیمارین و سیلیبین پودرهای فاقد چربی به مدت 30 دقیقه در حمام اولتراسوند بوسیله متانول عصاره-گیری شدند. عصاره‌های بدست آمده در خلأ تغلیظ و خشک گردید. عصاره‌های حاصل در متانول HPLC حل شد و 20 میکرولیتر از هر نمونه مستقیماً به دستگاه HPLC تزریق گردید (Ziayi et al., 2004). دستگاه HPLC دارای آشکارساز اسپکتروفتومتر UV با طول موج 280 نانومتر، فاز متحرک آب (40 درصد)، متانول (40 درصد)، استونیتریل (20 درصد) با سرعت جریان یک میلی‌لیتر بر دقیقه و فاز ساکن ستون C18 (250×4/6 mm) بود. انتگرال‌گیری با استفاده از نرم‌افزار DATA CONTROL صورت گرفت. نمونه‌های استاندارد سیلیمارین و سیلیبین از شرکت مرک و کیهان دارو تهیه و منحنی-های استاندار (شکل‌های 3 و 4) رسم گردید.

جدول 1- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه مورد آزمایش

Table 1- Soil physicochemical characteristics of experimental location

بافت خاک Soil texture	کربن آلی (درصد) Organic carbon (%)	نیتروژن کل (درصد) Total nitrogen (%)	فسفر (ppm) Phosphorus (ppm)	پتاسیم (ppm) Potassium (ppm)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی (دسی-زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$)
لومی Loam	0.59	0.063	13.2	135	7.24	3.21

جدول 2- خصوصیات شیمیایی ورمی کمپوست و کود مرغی مورد استفاده در آزمایش
Table 2- Chemical characteristics of poultry manure and vermicompost used in the experiment

	نیتروژن کل (درصد) Total Nitrogen (%)	فسفر (درصد) Phosphorus (%)	پتاسیم (درصد) Potassium (%)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$)	اسیدیته pH
ورمی‌کمپوست Vermicompost	3.1	3.1	2.1	5	9.6
کود مرغی Poultry manure	2.49	2.33	1.67		

آنالیز مربوط به این پژوهش با استفاده از نرم‌افزارهای SAS 9.1 و Excel انجام گرفت و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد. مقادیر سیلیمارین و سیلیبین حاصل از نمونه‌های تزریق‌شده به دستگاه HPLC از مجموع سه تکرار هر کدام از تیمارها حاصل شد.

نتایج و بحث

اثر کودهای مختلف بر ارتفاع بوته و تعداد گل‌آذین در بوته

بر اساس نتایج این آزمایش ارتفاع بوته در تیمارهای مختلف نسبت به شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت. تعداد گل‌آذین در بوته تحت تأثیر تیمارهای کودی اعمال شده قرار گرفت. بیشترین میزان تعداد گل‌آذین (14/8 گل‌آذین) با کاربرد کود شیمیایی نیتروژن حاصل شد و کمترین آن (6/16 گل‌آذین) ناشی از استفاده تلفیقی میکوریزا و کود شیمیایی بود. کاربرد تلفیقی میکوریزا + کود ورمی‌کمپوست و بیوسولفور + کود ورمی‌کمپوست نسبت به کاربرد هرکدام از این کودها به تنهایی و همچنین نسبت به تیمارهای تلفیقی میکوریزا + کود شیمیایی، میکوریزا + کود مرغی و بیوسولفور + کود مرغی تفاوت معنی‌داری در تعداد گل‌آذین در هر بوته ایجاد کرد (جدول 3). چنین به نظر می‌رسد که در شرایط تلفیق کودهای بیولوژیک میکوریزا و بیوسولفور با کود ورمی‌کمپوست، رشد رویشی گیاه افزایش یافته و این امر منجر به افزایش تعداد گل‌آذین در بوته‌ها نسبت به کاربرد این تیمارها به تنهایی شده است. نتایج یزدانی بیوکی و همکاران (Yazdani Biuki et al., 2010) نشان داد که تیمارهای کود آلی، شیمیایی و بیولوژیک به تنهایی تفاوتی در ارتفاع بوته و تعداد گل‌آذین در ماریتیغال ایجاد نکرد؛ در حالی‌که خندان (Khandan, 2005) افزایش ارتفاع بوته اسفرزه (*Plantago ovata* Forsk.) را در نتیجه استفاده از کمپوست گزارش کرد و همچنین اظهار داشت که با افزایش مقادیر نیتروژن و فسفر خاک ارتفاع بوته کاهش یافت. بر اساس نتایج تبریزی (Tabrizi, 2005) استفاده از کودهای دامی بر ارتفاع بوته اسفرزه تأثیری نداشت.

اثر کودهای مختلف بر قطر گل‌آذین و تعداد دانه در هر کاپیتول

بر اساس نتایج بدست آمده در این تحقیق اثر سیستم‌های تغذیه‌ای تلفیقی و ساده بر قطر گل‌آذین معنی‌دار ($p\leq0/01$) بود. کاربرد میکوریزا، کود ورمی‌کمپوست، کود مرغی و همچنین کاربرد تلفیقی بیوسولفور + کود ورمی‌کمپوست نسبت به شاهد تفاوت چشمگیری در قطر گل‌آذین‌های ماریتیغال ایجاد کرد؛ به علاوه تیمار تلفیقی بیوسولفور + کود ورمی‌کمپوست نسبت به بیوسولفور به تنهایی افزایش معنی‌داری در قطر گل‌آذین داشت (جدول 3). تعداد دانه در کاپیتول تحت تأثیر تیمارهای اعمال‌شده قرار نگرفت. با این وجود مقایسه میانگین تیمارهای مختلف نشان داد که کود بیولوژیک بیوسولفور سبب افزایش 73 درصدی تعداد دانه در هر گل‌آذین نسبت به شاهد گردید (جدول3). اثر کود ورمی‌کمپوست بر فراهمی مناسب عناصر غذایی و بهبود واکنش‌های حیاتی گیاه و اثر تحریک‌کنندگی کودهای بیولوژیک در جذب عناصر و رشد گیاه را شاید بتوان از مهمترین دلایل تغییرات قطر گل‌آذین‌ها و تعداد دانه در هر گل‌آذین دانست. نتایج فلاحی و همکاران (Fallahi et al., 2009) مبین آن بود که کاربرد کود بیولوژیک نیتروکسین توانست قطر گل‌های بابونه را بطور قابل توجهی افزایش دهد. در تحقیق دیگر، کاربرد کودهای زیستی تعداد دانه در چتر زیره سبز را نسبت به شاهد افزایش داد؛ در حالی‌که بین کاربرد تلفیقی و ساده کودهای زیستی تفاوت چندانی نبود (Saeednezhad & Rezvani Moghaddam, 2010). خرم‌دل (Khorramdel, 2008) نیز به افزایش معنی‌دار تعداد کپسول در بوته سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) با کاربرد تلفیقی میکوریزا و

آزوسپیریلیوم اشاره کرده است.

اثر کودهای مختلف بر وزن هزاردانه و عملکرد بیولوژیک

از لحاظ آماری وزن هزار دانه ماریتیغال تحت تأثیر تیمارهای اعمال شده قرار نگرفت. با این حال بر اساس نتایج جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول3) می‌توان نشان داد که کاربرد میکوریزا به تنهایی سبب افزایش وزن هزار دانه نسبت به شاهد و تیمار تلفیقی میکوریزا + کود شیمیایی گردید. درحالی‌که بین سایر تیمارها تفاوتی از نظر وزن هزار دانه مشاهده نشد. یزدانی بیوکی و همکاران (Yazdani Biuki et al., 2010) نشان دادند که وزن هزار دانه مارتیغال تحت تأثیر کودهای زیستی *ازتوباکتر*، کود ورمی‌کمپوست و کمپوست قرار نگرفت؛ این محققان این نتیجه را به پایین بودن خاصیت کودپذیری این گیاه نسبت دادند.

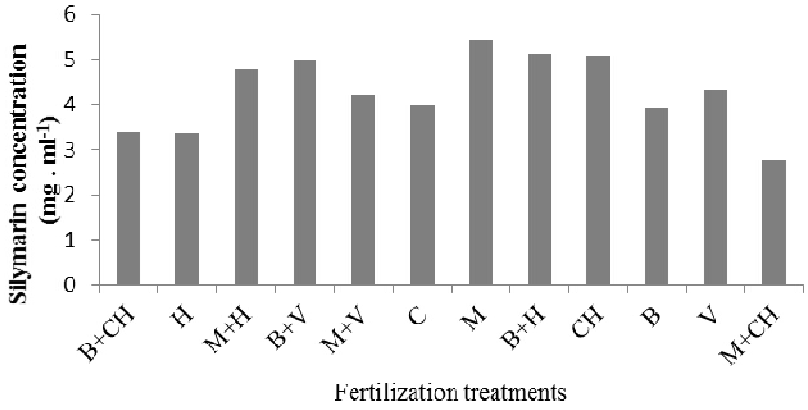
اثر تیمارهای کودی ساده و تلفیقی بر عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت گیاه دارویی ماریتیغال معنی‌دار نشد. نتایج سعیدنژاد و رضوانی مقدم (Saeednezhad & Rezvani Moghaddam, 2010) حاکی از عدم وجود اختلاف معنی‌دار در بین تیمارهای کودهای بیولوژیک و کود شیمیایی از نظر شاخص برداشت گیاه دارویی زیره سبز (*Cuminum cyminum*) بود. یزدانی بیوکی و همکاران (Yazdani Biuki et al., 2010) نشان دادند که تغییرات عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت گیاه دارویی ماریتیغال در پاسخ به تیمارهای کود شیمیایی، کود بیولوژیک و آلی در مقایسه با شاهد از نظر آماری معنی‌دار نبود.

اثر کودهای مختلف بر عملکرد دانه

اثر منابع مختلف کودی بر عملکرد دانه ماریتیغال معنی‌دار ($p\leq0/05$) شد. بیشترین و کمترین میزان عملکرد به ترتیب در تیمارهای کود شیمیایی (822 کیلوگرم در هکتار) و میکوریزا + کود شیمیایی (452 کیلوگرم در هکتار) حاصل شد (جدول 3). عملکرد دانه گیاهان تحت تأثیر تیمار میکوریزا و میکوریزا + کود ورمی‌کمپوست بعد از تیمار کود شیمیایی به ترتیب در جایگاه دوم و سوم قرار گرفتند. در بین تیمارهای تلفیقی کابرد توأم کود ورمی‌کمپوست با کودهای زیستی میکوریزا و بیوسولفور نتیجه موفقیت‌آمیزی داشت (به ترتیب 789 و 706 کیلوگرم در هکتار). با وجود اینکه حداکثر عملکرد دانه در تیمار کود شیمیایی حاصل شد؛ تفاوت معنی‌داری از نظر این صفت در بین تیمارهای ساده و تلفیقی کود شیمیایی در مقایسه با شاهد مشاهده نشد و حتی کاربرد تلفیقی کود شیمیایی + میکوریزا تأثیر نامطلوبی در عملکرد در مقایسه با شاهد ایجاد کرد که نتیجه‌ای امیدبخش در راستای کاهش مصرف کودهای شیمیایی در زراعت گیاه دارویی ماریتیغال و توجه به استفاده بیشتر از کودهای زیستی و آلی در این زمینه می باشد. کاهش عملکرد دانه در تیمار میکوریزا + کود شیمیایی احتمالاً ناشی از محدود شدن فعالیت میکوریزا در افزایش قابلیت گیاه در جذب عناصری همچون فسفر بدلیل افزایش فسفر معدنی توسط کود شیمیایی در منطقه ریزوسفر می‌باشد، همچنانکه در بسیاری از منابع (Amijee et al., 1989; Koide et al., 1990) به کاهش کلونیزاسیون ریشه در مقادیر خیلی بالا و یا خیلی پایین فسفر در دسترس میکوریزا اشاره شده است، به علاوه دسترسی به فسفر در بیش از میزانی که گیاهان میزبان از کلونیزاسیون VAM سود می برند، عموماً تولید اسپور را کاهش می‌دهد (Nelsen et al., 1981; Menge et al., 1982). جنوا و همکاران (Geneva et al., 2008) نشان دادند که کاربرد تلفیقی کودهای محلول برگی و تدیازورن (نوعی تنظیم‌کننده رشد با فعالیت سیتوکینین زیاد) تأثیر مثبتی بر عملکرد دانه ماریتیغال و میزان سیلیمارین دانه‌ها داشت. نتایج تحقیقات چهار ساله حبان و همکاران (Habán et al., 2009) حاکی از تأثیر منفی کابرد کود شیمیایی بر عملکرد دانه ماریتیغال در دراز مدت بود.

اثر کودهای مختلف بر درصد روغن، سیلیمارین و سیلیبین

نتایج این تحقیق حاکی از آن است که تیمارهای کودی تأثیر معنی‌داری بر درصد روغن بذور نداشتند؛ با این وجود از نتایج جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول 3) چنین برداشت می‌شود که کاربرد تلفیقی میکوریزا + کود مرغی سبب افزایش 26 درصدی روغن بذور نسبت به کاربرد کود مرغی شد. دلیل این افزایش را می‌توان افزایش فسفر تأمین شده توسط کود مرغی و توانایی منحصر به فرد میکوریزا در افزایش جذب این عنصر حیاتی در طی دوره رشد گیاه ذکر نمود. ضمن اینکه باید در نظر داشت که خصوصیاتی از قبیل روغن دانه تحت تأثیر خصوصیات ژنتیکی نیز می‌باشد و عدم تغییر صفت مذکور تحت تأثیر تیمارهای اعمال شده را شاید بتوان متأثر از همین موضوع دانست.

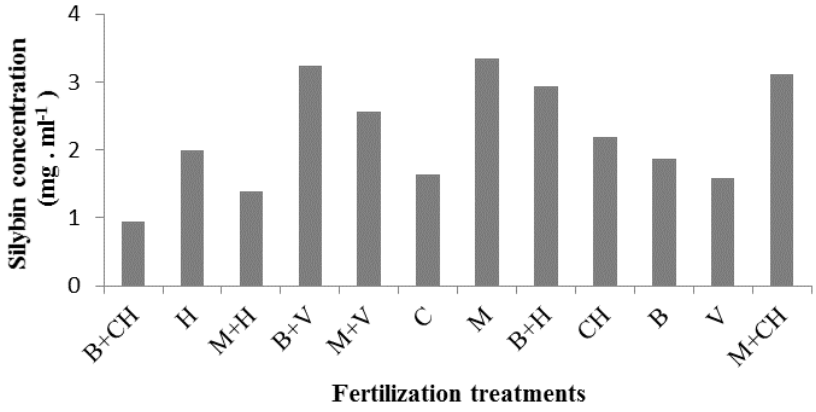


شکل 1– غلظت سیلیمارین در پاسخ به تیمارهای تغذیه‌ای ساده و تلفیقی

Fig. 1- Silymarin concentration in response to nutritional treatments

B+CH: بیوسولفور + کود شیمیایی ، H: کود مرغی،M+H: میکوریزا+کود مرغی، B+V: بیوسولوفور+کود ورمی کمپوست، M+V: میکوریزا+ کود ورمی کمپوست، M: میکوریزا، B+H: بیوسولفور+کود مرغی، CH: کود شیمیایی، B: بیوسولوفور، V: کود ورمی کمپوست، M+CH: کود شیمیایی+ میکوریزا و C: شاهد

(B+CH: Biosulfur + Chemical Fertilizer, H: poultry manure, M+H: Mycorrhiza + poultry manure, B+V: Biosulfur + Vermicompost, M+V: Mycorrhiza + Vermicompost, M: Mycorrhiza, B+H: Biosulfur + poultry manure, CH: Chemical Fertilizer, B: Biosulfur, V: and C: Control) Vermicompost, CH+M: Chemical Fertilizer + Mycorrhiza



شکل 2- غلظت سیلیبین در پاسخ به تیمارهای تغذیه‌ای ساده و تلفیقی

Fig. 2- Silybin concentration in response to the nutritional treatments

B+CH: بیوسولفور + کود شیمیایی ، H: کود مرغی،M+H: میکوریزا + کود مرغی، B+V: بیوسولفور + کود ورمی کمپوست، M+V: میکوریزا + کود ورمی کمپوست، M: میکوریزا، B+H: بیوسولفور + کود مرغی، CH: کود شیمیایی، B: بیوسولوفور، V: کود ورمی کمپوست، M+CH: کود شیمیایی+ میکوریزا و C: شاهد

B+CH: Biosulfur + Cheimical Fertilizer, H: poultry manure, M+H: Mycorrhiza + poultry manure, B+V: Biosulfur + Vermicompost, M+V: Mycorrhiza + Vermicompost, M: Mycorrhiza, B+H: Biosulfur + poultry manure, CH: Chemical Fertilizer, B: Biosulfur, V: Vermicompost, CH+M: Chemical Fertilizer + Mycorrhiza and C: Control

نتایج این تحقیق حاکی از آن است که درصد روغن بذور در تیمارهای کود شیمیایی چه بصورت تلفیقی و چه ساده تفاوت قابل ملاحظه با شاهد نداشت. نتایج اکبری و همکاران (Akbari et al., 2009) نشان داد که کاربرد 50 درصدکود آلی + 50 درصد کود شیمیایی نسبت به شاهد از نظر درصد روغن بذور آفتابگردان موفق واقع نشد. به علاوه همین محققین دریافتند که سیستم 100 درصد

کود شیمیایی نیز تفاوت معنی‌داری با شاهد در صفت فوق ایجاد نمی‌کند. محققین دریافتند که رابطه منفی بین میزان دسترسی به نیتروژن و درصد روغن آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) وجود داشت (Steer & Seiler, 1990). یزدانی بیوکی و همکاران (Yazdani Biuki et al., 2010) گزارش کردند که کود گاوی و سپس کود گوسفندی سبب افزایش معنی‌دار درصد روغن بذور ماریتیغال شدند.

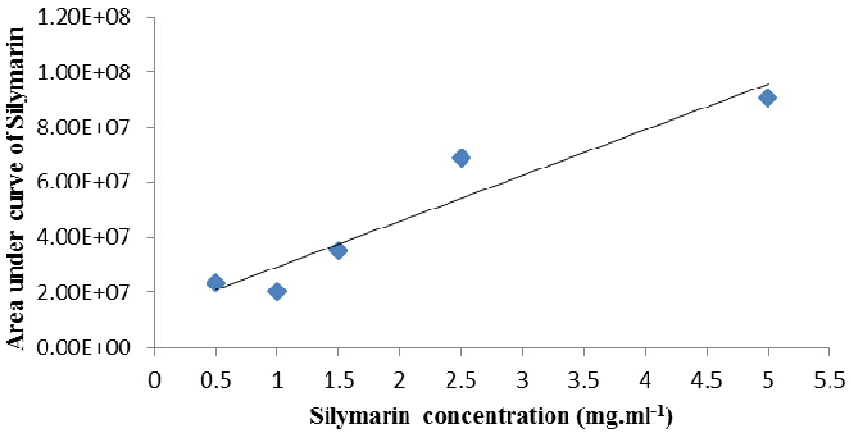
بذور خشک ماریتیغال معمولاً حاوی 4-1 درصد سیلیمارین هستند (Stancheva et al., 2010). نتایج تغییرات سیلیمارین و سیلیبین در پاسخ به تیمارهای مختلف کودی در شکل‌های 1 و 2 نشان داده شده است. بیشترین و کمترین میزان سیلیمارین به ترتیب به تیمار میکوریزا و میکوریزا + کود شیمیایی اختصاص داشت. حداکثر مقدار سیلیبین در بذور تحت تیمار میکوریزا و حداقل آن با کاربرد بیوسولفور + کود شیمیایی حاصل شد. شاید بتوان دلیل تفاوت را ناشی از تأثیر میکوریزا در فراهمی و افزایش جذب عناصری همچون فسفر دانست؛ به علاوه نقش این عامل در افزایش جذب آب و کاهش تأثیرات منفی ناشی از تنش‌های محیطی نیز قابل ملاحظه است. تحقیقات یزدانی بیوکی و همکاران (Yazdani Biouki et al., 2010) نشان داد که شاهد و تیمارهای کود شیمیایی، کود کمپوست و *ازتوباکتر* از نظر تأثیر بر درصد سیلیمارین دانه و همچنین شاهد، کود کمپوست، ازتوباکتر، مخلوط ازتوباکتر و کمپوست از لحاظ تأثیر بر درصد سیلیبین دانه هیچگونه اختلاف معنی‌داری نداشتند. تحقیقات نشان داده است که تجمع مواد فنلی در گیاه دارویی ماریتیغال می‌تواند به تنش عناصر غذایی حساس باشد، تا جایی که عمدتاً میزان کل فنل با کاهش میزان نیتروژن محیط افزایش می‌یابد و مقادیر اضافی نیتروژن معمولاً با تحریک رشد از تولید فنل جلوگیری می‌کند (Omidbaigi & Nobakht, 2001). محققان نشان دادند که سطوح بالای نیتروژن هیچ تأثیری بر درصد روغن در میوه‌ها و میزان سیلیمارین ماریتیغال نداشت (Omer et al., 1998).

نتیجه‌گیری

در تمامی صفات اندازه‌گیری شده در این گیاه دارویی کود شیمیایی بصورت تلفیقی یا ساده نسبت به شاهد اثرات مشابهی داشته و کودهای بیولوژیک تلفیقی و ساده در بسیاری از صفات با کود شیمیایی رقابت کردند؛ به علاوه، کاربرد تلفیقی کودهای آلی و زیستی سبب افزایش میزان روغن بذور، سیلیمارین و سیلیبین در مقایسه با شاهد و کود شیمیایی شد. با توجه به نقش موثرکودهای زیستی و آلی در افزایش مواد آلی خاک و توسعه کشاورزی پایدار، چنین به نظر می‌رسد که در صورت نیاز به کاربرد مکمل‌های تغذیه برای این گیاه می توان کودهای زیستی و آلی را بیش از پیش مورد توجه قرار داد.

سپاسگزاری

بدینوسیله از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد که امکان اجرای این تحقیق را فراهم نمودند، تشکر و قدردانی می‌شود.



شکل 3- منحنی استاندارد سطح زیر منحنی سیلیمارین در برابر غلظت سیلیمارین استاندارد

Fig. 3- Standard curve of silymarin in response to silymarin standard concentrations

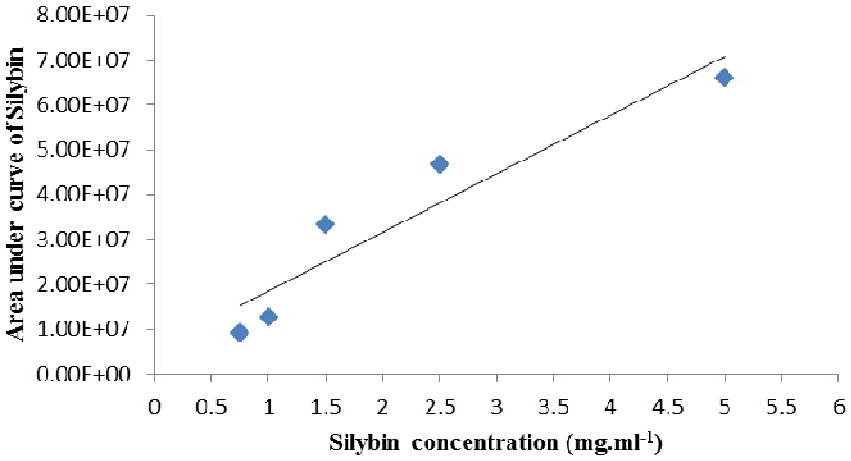
جدول ۳- مقایسه میانگین اثر مدیریت بقایا و منابع مختلف نیتروژن بر برخی از صفات گندم

Table 3- Means Comparison of residue management and various nitrogen sources interaction for some characteristics of wheat

تیمارها Treatments	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant Height (cm)	تعداد سنبله در مترمربع Spike.m^{-2}	تعداد دانه در سنبله Seed.spike^{-1}	وزن هزار دانه (گرم) 1000-grain weight (g)	عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار) Biological yield (t.ha^{-1})	عملکرد دانه (تن در هکتار) Grain yield (t.ha^{-1})	شاخص برداشت (درصد) Harvest Index (%)	پروتئین دانه (درصد) Grain protein (%)
مدیریت بقایا Residue management								
حذف بقایا Residue remove	71.2^{b}	253.2^{b}	27.9^{a}	41.5^{a}	12.05^{a}	3.9^{b}	32.3^{b}	11.8^{a}
سوزاندن بقایا Residue burning	89.9^{a}	292.2^{a}	41.2^{a}	40.8^{a}	14.6^{a}	5.7^{a}	39^{a}	10.1^{c}
برگرداندن بقایا Incorporated residue	72.5^{b}	266.9^{b}	29.04^{a}	41.8^{a}	9.4^{a}	4.2^{b}	44.6^{a}	11.03^{b}
منابع نیتروژن Sources of Nitrogen								
شاهد Control	73.1^{bc}	268.2^{bc}	32.4^{a}	40.7^{cd}	10.7^{bc}	4.1^{b}	38^{ab}	10.3^{c}
کیلوگرم در هکتار اوره150 150 kg.ha^{-1} urea	85.3^{a}	314.8^{a}	38.3^{a}	42.5^{ab}	15.4^{a}	6.1^{a}	39.6^{a}	11.3^{ab}
کیلوگرم در هکتار اوره75 75 kg.ha^{-1} urea	79.9^{ab}	289.5^{ab}	27.8^{a}	41.4^{bc}	12.9^{ab}	4.4^{b}	34.1^{b}	11.7^{a}
سوپرنیتروپلاس Super nitro plus	70.6^{c}	241.5^{c}	30.1^{a}	39.3^{d}	9.7^{c}	3.9^{b}	40.2^{a}	10.5^{c}
سوپرنیتروپلاس+۷۵ کیلوگرم در هکتار اوره S.N.P. +75 kg.ha^{-1} urea	80.5^{ab}	239.7^{c}	34.8^{a}	42.9^{a}	11.4^{bc}	4.5^{b}	39.4^{a}	11.2^{ab}

*اعداد دارای حروف مشابه در هر ستون در سطح آماری ۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشند.

*Similar letters in each column show non-significant at 5% level of probability



شکل 4- منحنی استاندارد مجموع دو سطوح زیر منحنی پیک سیلیبین B&A در برابر غلظت سیلیبین استاندارد

Fig. 4- Standard curve of silybin A & B area under curve in response to silybin standard concentrations

منابع

Akbari, P., Ghalavand, A., and Modarres Sanavy, S.A.M. 2009. Effects of different nutrition systems and biofertilizer (PGPR) on phenology period yield and yield components of sunflower (*Helianthus annuus* L.). Electronic Journal of Crop Plants 2: 119-134. (In Persian with English summary)

Amijee, F., Tinker, P.B., and Stribley, D.B. 1989. The development of endomycorrhizal root systems, a detailed study of soil phosphorus on colonization. New Phytologist 111: 435-446.

Arancon, N., Edwards, C.A., Bierman, P., Welch, C., and Metzger, J.D. 2004. Influences of vermicomposts on field strawberries: 1. Effects on growth and yields. Bioresource Technology 93: 145-153.

Astaraei, A., and Koochaki, A. 1997. Using of Biological Fertilizers in Sustainable Agriculture. Jihad Daneshghahi Publisher, Mashhad, Iran 168 pp. (In Persian)

D'Antuono, L.F., Moretti, A., and Lovato, S.A.F. 2002. Seed yield, yield components, oil content and essential oil content and composition of *Nigella sativa* L. and damascene. Industrial Crops and Products 15: 59-69.

Fallah Hoseini, H., Hemmati Moghaddam, A.R., and Alavian, M. 2004. Review of *silybum marianum*. Journal of Medicinal Plants 11: 14-24. (In Persian)

Fallahi, J., Koocheki, A., and Rezvani Moghaddam, P. 2009. Effects of biofertilizers on quantitative and qualitative yield of chamomile (*Matricaria recutita*) as a medicinal plant. Iranian Journal of Field Crops Research 7: 127-135. (In Persian with English Summary)

Geneva, M., Zehirov, G., Stancheva, I., Iliev, L., and Georgiev, G. 2008. Effect of soil fertilizer, foliar fertilizer, and growth regulator application on milk thistle development, seed yield, and silymarin content. Communications in Soil Science and Plant Analysis 39: 17 – 24.

Ghavami, N., and Ramin, A.A. 2008. Grain yield and active substances of milk thistle as affected by soil salinity. Communications in Soil Science and Plant Analysis 39: 2608-2618.

Gupta, M.L., Prasad, A., Ram, M., and Kumar, S. 2002. Effect of the vesicular-arbuscular mycorrhizal (VAM) fungus Glomus fasiculatum on the essential oil yield related characters and nutrient acquisition in the crops of different cultivars of menthol mint (*Mentha arvensis*) under field conditions. Bioresource Technology 81: 77-79.

Habán, M., Otepka, P., Kobida, L., and Habánová, M. 2009. Production and quality of milk thistle (*Silybum marianum* [L.] Gaertn.) cultivated in cultural conditions of warm agri-climatic macroregion. Horticultural Science (Prague) 36: 25–30

Haj Seyed Hadi, M.R., Dorzi, M.T., and Sharifi Ashoorabadi, E. 2008. Study the effects of conventional and low input production system on quantitative and qualitative yield of *Silybum marianum* L. 2nd Conference of the International Society of Organic Agriculture Research ISOFAR, Modena, Italy.

Kapoor, R., Giri, B., and Mukerji, K.G. 2004. Improved growth and essential oil yield and quality in *Foeniculum vulgare* Mill on mycorrhizal inoculation supplemented with P-fertilizer. Bioresource Technology 93: 307-311.

Khandan, A. 2005. Effect of organic and chemical fertilizers on soil chemical and physical characteristics and isabgol. MSc Thesis, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)

Khorramdel, S. 2008. Application effects of nitrogen and phosphorus biofertilizers on the quantity criteria of black cumin. MSc thesis, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)

Koide, R.T., and Li, M. 1990. On host regulation of the vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. New Phytologist 114:59-65.

Koocheki, A., Tabrizi, L., and Ghorbani, R. 2008. Effect of biofertilizers on agronomic and quality criteria of Hyssop (*Hyssopus officinalis*). Iranian Journal of Field Crops Research 6: 127-137. (In Persian with English Summary)

Lebaschi, M.H., Matin, A., Sharifi Ashourabadi, A., Ahmadi, L., and Amin, G.R. 2001. Effect of chemical and organic fertilizers and density on yield and active substances of St John's Wort (*Hypericum perforatum*). Medicinal and Aromatic Plants of Iran Research Periodical 10: 39-64. (In Persian)

Malakooti, M.G., and Tehrani, M.M. 1993. The role of micronutrients in crop yield and quality improvement (micro-elements with grand effect). Tarbiat Modares University publisher, Tehran, Iran pp. 190. (In Persian)

Menge, J.A., Jrrell, W.M., Labanauskas, C.K., Ojala, J.C., Huszar, C., Johnson, E.L.V., and Sibert, D. 1982. Predicting mycorrhizal dependency of Troyer Citrange on *Glomus fasciculatus* in California citrus soils and nursery mixes. Soil Science Society of the American Journal 46: 762-768.

Mohammadi Aria, M., Lakzian, A., and Haghnia, G. 2010. The Effect of inoculants of *Thiobacillus* and *Aspergillus* on corn growth. Iranian Journal of Field Crops Research 8: 82-89. (In Persian with English Summary)

Nasiri Mahallati, M., Koochaki, A., Rezvani Moghaddam, P., and Beheshti, A. 2001. Agroecology. Ferdowsi University of Mashhad Publisher, Mashhad, Iran, 460 pp. (In Persian)

Nelsen, C.E., Bogliano, N.C., Furutani, S.C., Safir, G.R., and Sandstra, B.H. 1981. The effect of soil phosphorus levels on mycorrhizal infection of field grown onion plants and on mycorrhizal production. Journal of the American Society for Horticultural Science 106: 786-788.

Omer, E.A., Ahmed, S.S., Ezz-El-Din, A.A., and Fayed, T.B. 1998. Seed yield of *Silybum marianum* L. as affected by row spacing and fertilization in new reclaimed lands of Egypt. Egyptian Journal of Horticulture 25: 281-293.

Omidbaigi, R., and Nobakht, A. 2001. Nitrogen fertilizer affecting growth, seed yield and active substances of Milk thistle. Pakistan Journal of Biological Sciences 4: 1345-1349.

Omidbaigi, R., Karimzadeh, G., and Koshki, M.H. 2002. Effect of sowing date and plant density on fertility of *silybium marianum* and define the factor correlations. Journal of Science and Technology 27: 203-212. (In Persian)

Rainone, F. 2005. Milk thistle. American Family Physician 72: 1285-1288.

Saeednezhad, A.H., and Rezvani Moghaddam, P. 2010. Evaluation of biological and chemical fertilizers on morphological characteristics, yield, yield components and essential oil of cumin herb (*Cuminum cyminum*). Journal of Horticultural Science 24: 38-44. (In Persian with English Summary)

Sharma, A.K. 2002. Biofertilizers for Sustainable Agriculture. Agrobios, India 407 pp.

Stancheva, I., Georgiev, G., Geneva, M., Ivanova, A., Dolezal, M., and Tumova, L. 2010. Infuence of foliar fertilization and growth regulator on Milk Thistle seed yield and quality. Journal of Plant Nutrition 33: 818-830.

Steer, B.T., and Seiler, G.I. 1990. Changes in fatty acid composition of sunflower (*Helianthus annuus* L.) seeds in response to time of nitrogen application, supply rates and defoliation. Journal of the Science of Food Agriculture 51: 11-26.

Tabrizi, L. 2005. Effect of water stress and manure on quantitative and qualitative characteristics of psyllium. MSc Thesis, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)

Wu, S.C., Caob, Z.H., Lib, Z.G., Cheunga, K.C., and Wong, M.H. 2005. Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. Geoderma 125: 155–166.

Yazdani Biuki, R., Rezvanimoghaddam, P., Khazaee, H.R., and Astaraei, A. 2010. Evaluation of qualitative and quantitative traits of milk thistle (*Silybum marianum* L.) In response to organic, Biological and chemical fertilizers. Journal of Agroecology 2: 548-555. (In Persian with English Summary)

Ziayi, S. A., Fallah Hosseini, H., Rajabian, T., Pourhosseini, L., Naghdibadi, H., and Rezazade, S. 2004. Effect of different solvents on the extraction of silymarin from milk thistle fruits. Journal of Medicinal Plants 4: 7-12.