Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Crop Production

Print ISSN: 2008- 739x
Online ISSN: 2008- 7403

Iranian Society of Agronomy and Plant Breeding Sciences

Evaluation of the effect of Fertilizer Types and Time to use nitrogen fertilizer on growth and Qualitative of *Silybum marianum* L.

Zahra Amin Deldar[1*], Mohammad Sedghi[2], Davood Bakhshi[3], Raouf Seyed Sharifi[4]

[1] Corresponding Author, PhD Student of Crop Physiology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran, Email: s_amindeldar@yahoo.com.
[2] Scientific member of College of Agricultural, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran, Email: m_sedghi@uma.ac.ir
[3] Scientific member of College of Agricultural, University of Guilan, Rasht, Iran, Email: bakhshi-d@guilan.ac.ir
[4] Scientific member of College of Agricultural, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran, Email: rssharifi@yahoo.com

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received: 2018-11-8
Accepted: 2024-8-20

Keywords:
Silybin
Phosphorus
Silybum Marianum L.
Mycorrhizal fungi

ABSTRACT

Background and Objectives: In recent years, good progress has been made in the cultivation of medicinal plants and the development of the pharmaceutical industry. One of the ways to increase the production of agricultural products, including medicinal plants, is to increase production per unit area, and for this, farmers use chemical fertilizers and create environmental problems. Nitrogen fertilizer is the most widely used nutrient required for plants Which can affect plant yield. Therefore, the proper time to use this fertilizer can increase the yield and reduce the environmental destructive effects. Due to the inappropriate use of chemical fertilizers and the environmental destructive effects of these fertilizers, the application of biological fertilizers and environmental protection is essential. Among bio-fertilizers, Phosphate Soluble Microorganisms, including mycorrhizal fungi are very important. According to the above mentioned, the purpose of this experiment was to investigate the effect of chemical, organic fertilizers and Bio-fertilizer as well as to determine the best time of nitrogen fertilizer application on quantitative and qualitative traits of *Silybum marianum* L.

Materials and methods: Experiment was carried out during 2015 - 16 and 2016 - 17 in two season years. The experiment was carried out as factorial layout based on a randomized complete blocks in a factorial arrangement having 18 treatments in 3 replications. In this research, two factors were evaluated: Experimental treatments consisted of different types of fertilizers (organic, biological and chemical) and nitrogen fertilizer use time. First factor, types of fertilizers include 1.vermicompost (20 ton. ha^{-1}), 2. Mycorrhizal fungi (3.5 g Soil with mycorrhiza for each plant), 3. Pseudomonas bacteria (2 g bacteria for 1 kg of seed), 4. Phosphorus fertilizer of triple super phosphate (80kg. ha^{-1}), 5. Phosphorus fertilizer of triple super phosphate (100kg. ha^{-1}) together with a control (without consuming any kind of fertilizer) and the second factor was considered three times of nitrogen fertilizer application (Stem growth, pre-flowering and before filling the grain). Phosphorus fertilizer, vermicompost, Pseudomonas bacteria and Mycorrhizal fungi were used at the time of

cultivation. The plant height, Capitol number per plant, Diameter capitol main, Diameter sub capitol, Dry weight main capitol, Dry weight sub capitol, Number of seeds per main capitol, Number of seeds per sub capitol, 1000 seeds weight, Grain yield, Silybin yield were studied in this study. The amount of silybin in this plant was also measured by HPLC.

Results: Most of the studied characteristics in this experiment showed better response to mycorrhizal fungi and Pseudomonas bacteria than other treatments. The results showed that the application of mycorrhizal fungi during application of nitrogen fertilizer before flowering except diameter and dry weight of capitol in the other traits were positive compared to control treatment and other treatments. Mycorrhiza enhances the number of Capitols per plant and the number of seeds per Capitols, which are part of the *Silybum marianum* L. yield components, which ultimately increased the amount of Silybin in the mycorrhizal treatments and when using nitrogen before flowering and before filling the grain. In the treatment of mycorrhiza and Pseudomonas whit using nitrogen elongation stem growth was observed maximum plant length. In the studied traits, Pseudomonas was shown positive effect, but did not have a significant effect on silybin content compared to mycorrhiza.

Conclusion: When nitrogen fertilizer is used in mycorrhiza treatments before flowering has a positive effect on the yield components and ultimately the yield as well as the Contents of active Compounds the silybin in *Silybum marianum* L.

Cite this article: Amin Deldar, Z., Sedghi, M., Bakhshi, D., Seyed Sharifi, R. 2024. Evaluation of the effect of Fertilizer Types and Time to use nitrogen fertilizer on growth and Qualitative of *Silybum marianum* L. *Crop Production Journal*, 17 (2), 1-16.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/ejcp.2024.15843.2179
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

تولید گیاهان زراعی
شاپا چاپی: ۷۳۹x-۲۰۰۸
شاپا الکترونیکی: ۷٤۰۳-۲۰۰۸

ارزیابی اثر انواع حاصلخیزکننده‌های خاک و زمان مصرف کود نیتروژن بر رشد و کیفیت ماریتیغال (*Silybum marianum* L.)

زهرا امین دلدار[1*]، محمد صدقی[2]، داوود بخشی[3]، رئوف سیدشریفی[4]

[1]دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران، رایانامه:s_amindeldar@yahoo.com
[2]عضو هیأت‌علمی، دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران، رایانامه:m_sedghi@uma.ac.ir
[3]عضو هیأت‌علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان، رشت، ایران، رایانامه: bakhshi-d@guilan.ac.ir
[4]عضو هیأت علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران، رایانامه: rssharifi@yahoo.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۸/۱۷
تاریخ پذیرش: ۱٤۰۳/۵/۳۰

واژه‌های کلیدی:
سیلیبین
فسفر
ماریتیغال
میکوریزا

چکیده

سابقه و هدف: در سال‌های اخیر پیشرفت‌های خوبی در زمینه‌ی کشت گیاهان دارویی و توسعه‌ی صنعت داروسازی شده است. از طرفی یکی از راه‌های افزایش تولید محصولات کشاورزی از جمله گیاهان دارویی، افزایش تولید در واحد سطح است و برای این امر کشاورزان اقدام به استفاده بی‌رویه از کود شیمیایی و ایجاد مشکلات زیست محیطی می‌کنند. در این راستا کود نیتروژن به عنوان یکی از پرمصرف‌ترین عنصر غذایی مورد نیاز گیاهان، می‌تواند عملکرد گیاه را تحت تأثیر قرار دهد. بنابراین زمان مناسب مصرف این کود می‌تواند سبب افزایش عملکرد و همچنین کاهش اثرات مخرب محیط زیستی شود. با توجه به استفاده نامناسب از کودهای شیمیایی و اثر سوء محیط زیستی این کودها، کاربرد کودهای زیستی و حفاظت از محیط زیست، امری ضروری است. در بین کودهای زیستی، همزیستی میکروارگانیسم‌های حل کننده فسفات از جمله قارچ میکوریزا از اهمیت بالایی برخوردار است. با توجه به مطالب ذکر شده هدف از انجام این آزمایش بررسی اثر کود زیستی، شیمیایی و آلی و همچنین تعیین بهترین زمان مصرف کود نیتروژن بر صفات کمی و کیفی ماریتیغال بود.

مواد و روش‌ها: در دو سال زراعی (۹٦-۱۳۹٤) آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۸ تیمار و سه تکرار، روی صفات کمی و کیفی ماریتیغال مورد بررسی قرار گرفت. تیمارهای آزمایشی شامل انواع کود (آلی، زیستی و شیمیایی) و زمان مصرف کود نیتروژن‌دار از منبع اوره بودند. فاکتور اول، انواع کود شامل ۱- ورمی‌کمپوست (به میزان ۲۰ تن در هکتار)، ۲- قارچ میکوریزا آربوسکولار (۳.۵ گرم خاک حاوی میکوریزا به ازای هر بوته گیاه)، ۳- باکتری *سودوموناس* (۲ گرم باکتری به ازای یک کیلوگرم بذر)، ٤- کود فسفره سوپر فسفات تریپل(۸۰ کیلوگرم در هکتار)، ۵- کود فسفره سوپر فسفات تریپل(۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) به همراه یک شاهد و فاکتور دوم، سه زمان مصرف کود نیتروژن‌دار (ساقه-دهی، قبل گلدهی و قبل پرشدن دانه) در نظر گرفته شدند. کود فسفره، ورمی‌کمپوست، قارچ میکوریزا و باکتری *سودوموناس* در زمان کشت گیاه مصرف شدند. ارتفاع بوته، تعداد کلاپرک

در هر بوته، قطر کلاپرک‌های اصلی و فرعی، وزن کلاپرک‌های اصلی و فرعی، تعداد دانه در هر کلاپرک، وزن هزاردانه، عملکرد بذر در هکتار صفات مورد مطالعه در این تحقیق بودند. همچنین مقدار سیلیبین در این گیاه با دستگاه HPLC اندازه‌گیری شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که بیشتر ویژگی‌های مورد مطالعه در این آزمایش به همزیستی قارچ میکوریزا و *سودوموناس* واکنش بهتری نسبت به بقیه تیمارها داشتند. کاربرد قارچ میکوریزا در هنگام استفاده از کود نیتروژنه در زمان قبل از گلدهی به جز قطر و وزن خشک کلاپرک اصلی در بقیه صفات مورد بررسی نسبت به شاهد و بقیه تیمارها اثر مثبت داشت. همزیستی با میکوریزا سبب بهبود تعداد کلاپرک در بوته و تعداد دانه در کلاپرک که جزء اجزای عملکرد ماریتغال محسوب می‌شوند، شد که در نهایت سبب افزایش میزان سیلبین در تیمارهای میکوریزایی و در هنگام استفاده از نیتروژن در زمان قبل از گلدهی و قبل از پرشدن دانه گردید. همچنین بلندترین ارتفاع در تیمار حاوی میکوریزا با مصرف نیتروژن در زمان ساقه‌دهی و بیشترین وزن هزاردانه نیز در تیمار دارای میکوریزا با مصرف نیتروژن در زمان قبل از پر شدن دانه مشاهده شد. در صفات زراعی مورد مطالعه *سودوموناس* نیز اثر مثبت نشان داد ولی در میزان سیلبین در مقایسه با میکوریزا اثر مثبت قابل توجهی نداشت.

نتیجه‌گیری: همزیستی با قارچ میکوریزا در زمانی که کود نیتروژن در هنگام قبل از گلدهی استفاده شود، می‌تواند بر اجزای عملکرد و در نهایت عملکرد و همچنین میزان ماده مؤثره در ماریتیغال اثر مثبت داشته باشد.

استناد: امین دلدار، زهرا؛ صدقی، محمد؛ بخشی، داوود؛ سیدشریفی، رئوف. (۱٤۰۳).ارزیابی اثر انواع حاصلخیزکننده‌های خاک و زمان مصرف کود نیتروژن بر رشد و کیفیت ماریتیغال (*Silybum marianum* L.). *مجله تولید گیاهان زراعی*، ۱۷ (۲)، ۱٦-۱.

DOI: 10.22069/ejcp.2024.15843.2179

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

مقدمه

ماریتیغال با نـام *Silybum marianum* L. گیـاهی یک ساله متعلق به تیره Asteraceae به عنوان یک گیاه داوریی و بومی مناطق مدیترانه‌ای اسـت کـه پـراکنش وسیعی در نواحی گـرم و خشـک دارد. ماریتیغـال در مناطق سردسیر در فصل بهار و در مناطق گرمسـیر بـه صورت یک محصول پاییزه کشت می‌شود (۱). ترکیب های مؤثره این گیاه گروهی از فلاونولیگنان‌هـا شـامل سیلیبین، ایزوسیلیبین، سیلی کریستین، سیلی‌دیـانین و تاکسی‌فولین بوده که مجموعاً به عنوان سیلیمارین نامیده می‌شوند. سیلیبین مهم‌ترین ترکیب ماریتیغال است که در بیماری‌های کبدی از آن به‌طور عمده استفاده مـی-شود. همچنین این گیاه در درمان انواع بیماری‌های قلبی و عروقی، دیابت، چربی خون و بیماری‌های کیسه صفرا مؤثر است (۲). رویکرد روز افزون به استفاده از گیاهان دارویی در سطح جهان، اهمیـت کشـت و تولیـد ایـن گیاهان را آشکار می‌سازد. جایگاه و نقش ویژه و رو به افزایش گیاهان دارویی در مدیریت پایدار به ویـژه در ابعاد کلان توسعه اقتصادی، محیط زیسـتی، بهداشـتی، اشتغال، امنیت غذایی و ذخایر ژنتیکی در عرصه ملی و جهانی به حدی است که می‌توان امروزه روند احیاء و نقش آن‌ها را به ویژه در تأمین دارو به عنوان یکـی از شاخص‌های توسعه در کشور مورد توجه قرار داد (۳).

در سال‌های اخیر با استفاده بـی‌رویـه از کودهـای شیمیایی برای افزایش عملکرد محصولات کشاورزی، تجمع نیترات و بقیه سموم در محصـولات کشـاورزی گزارش شده است و از طرفی با افـزایش روزافـزون جمعیت باید تولیدات کشاورزی افزایش یابد. یکی از راهکارها، تولید در واحد سطح است و برای افـزایش این امر کشاورزان اقدام به استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی می‌کنند. مصرف بی‌رویه نهاده‌های شـیمیایی در اراضی کشاورزی سبب مشـکلات محـیط زیسـتی زیـــادی شـــده اســـت. امـــروزه تحقیقـــات روی میکروارگانیزم‌های بهبوددهنـده حاصـلخیزی خـاک و همچنین کودهای آلی به دلیل هزینـه بالـای کودهـای شیمیایی و اثرات منفی آن‌هـا روی محـیط زیسـت در حال افزایش اسـت (٤). مصـرف صـحیح و متناسـب انواع کودها (شیمیایی، حیوانی، کمپوسـت گیـاهی یـا کود سبز و غیره)، مهم‌ترین و اساسی‌ترین راه حفظ و اصلاح شـرایط حاصـلخیزی خـاک و افـزایش میـزان عملکرد محصولات کشاورزی می‌باشد (۵). هر گونـه سوء مدیریت که با آسیبی حتی مختصر به اکوسیسـتم خاک همراه باشد، بیشترین و سریع‌تـرین تـاثیر را بـر جامعه زنده خـاک و سـرعت و شـدت فعالیـت‌هـای حیاتی آن بر جای می‌گذارد. به همین دلیل اسـت کـه استفاده از کودهـای زیسـتی از مـوثرترین شـیوه‌هـای مدیریتی برای حفظ کیفیت خـاک در سـطح مطلـوب محسوب می‌شود. تلقیح با کود زیستی نه تنهـا نقـش اساسی در افزایش عملکرد گیاهان دارویی دارند، بلکه بر کمیت و کیفیت مواد مؤثره آن نیز مؤثر اسـت (٦). مطالعات بوم‌شناسی و فیزیولوژیک اثبات کرده اسـت که استفاده از قارچ‌های میکوریزا، باعث افزایش سطح جذب ریشه شده و به گیاه میزبان کمک می‌کند تا آب بیشتری از خاک جذب نماید (۷). بنابراین با در اختیار بودن آب، گیاه عناصر غذایی موجود در خاک را بهتـر و سریع‌تر جذب کرده و توسعه و رشد گیـاه افـزایش می‌یابد. بیان شده است که استفاده از کودهای زیسـتی از طریق بهبود فعالیت میکروبی خـاک و در دسـترس قـرار دادن انـواع هورمـون‌هـا و مـواد محـرک رشـد (سیتوکنین، اکسین، بیوتین، و اسید پنتوتنیـک)، سـبب افزایش رشد و در نهایت افزایش عملکرد دانه در گیاه دارویی ماریتیغال شده اسـت (۸). همچنـین گـزارش شـده اسـت کـه قـارچ میکـوریزا بـا ایجـاد شـرایط مطلوب‌تری برای گیـاه گشـنیز، باعـث رشـد بهتـر و سریع‌تر و در نهایت افزایش عملکرد در این گیاه شده است (۹).

نیتروژن یکی از مهم‌ترین عناصر غـذایی محـدود کننده عملکرد گیاهـان مـی‌باشـد. رابطـه نیتـروژن بـا

فتوسنتز، توزیع نیتروژن بین برگ‌ها، گسترش و آرایش برگ و در نهایت اثرات بعدی آن بر روی دریافت نور توسط برگ مواردی هستند که بر عملکرد بیشتر گیاهان تأثیر می‌گذارد. افزایش کارایی استفاده از نیتروژن باعث افزایش جذب نیتروژن توسط گیاه، تولید ماده خشک و عملکرد می‌شود (۱۰). بنابراین تأمین نیاز نیتروژن در زمان‌های مختلف رشد و مطابق با نیاز گیاه و افزایش جذب آن می‌تواند بر روی سرعت رشد گیاه و تولید عملکرد تأثیرگذار باشد (۱۱). با توجه به مطالب گفته شده می‌توان گفت علاوه بر کاربرد کود شیمیایی، هر عاملی که جذب این کود را برای گیاه آسان‌تر و سریع‌تر کند، می‌تواند بر رشد و عملکرد نهایی گیاه مؤثر باشد. بیان شده است که کاربرد کودهای زیستی با افزایش درصد ماده آلی گیاه در نهایت افزایش تعداد کلاپرک در بوته و تعداد دانه در کلاپرک را در ماریتغال سبب شده که در نهایت منجر به افزایش عملکرد دانه در این گیاه شده است. افزایش حلالیت فسفر توسط میکوریزاها و در نتیجه افزایش قابلیت دسترسی ریشه به فسفر می‌تواند در افزایش تعداد دانه در گیاه و نیز سایر اجزای عملکرد گیاه موثر باشد (۱۲). در نهایت هدف از این آزمایش بررسی اثر کود زیستی و زمان مناسب مصرف نیتروژن بر صفات کمی و میزان ماده مؤثره در ماریتغال بود. با توجه به استفاده نامناسب کودهای شیمیایی و اثر سوء زیست محیطی این کودها، کاربرد کودهای زیستی و حفاظت از محیط زیست، امری ضروری است. از طرفی افزایش مصرف گیاهان دارویی سبب شده که در پی تولید و استخراج ماده مؤثره بیشتر و سالم‌تر در واحد سطح باشیم.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال‌های زراعی ۹۶-۱۳۹٤ در شهرستان رشت در مزرعه‌ای متعلق به سازمان نظام مهندسی کشاورزی استان گیلان واقع در رشت، اجرا شد. این آزمایش در سه تکرار و با ۱۸ تیمار آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی روی صفات کمی و کیفی ماریتیغال اکوتیپ مجارستان انجام گرفت. تیمارهای آزمایشی شامل انواع کودها (آلی، زیستی و شیمیایی) و زمان مصرف کود نیتروژنه بود. فاکتور اول، انواع کود شامل: ۱- ورمی‌کمپوست (به میزان ۲۰ تن در هکتار)، ۲- قارچ میکوریزا (۳.۵ گرم خاک حاوی میکوریزا به ازای هر بوته گیاه)، ۳- باکتری *سودوموناس* (۲ گرم باکتری به ازای یک کیلوگرم بذر)، ٤- کود فسفره سوپر فسفات تریپل(۸۰ کیلوگرم در هکتار)، ۵- کود فسفره سوپر فسفات تریپل(۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) به همراه یک شاهد (بدون مصرف هر نوع کودی) و فاکتور دوم، سه زمان مصرف کود نیتروژنه در سه سطح (مصرف نیتروژن در زمان رشد طولی ساقه، مصرف نیتروژن در هنگام قبل از گلدهی و مصرف نیتروژن قبل از پرشدن دانه) در نظر گرفته شدند. پس از آماده‌سازی زمین و پیاده کردن طرح، در هر دو سال زراعی کاشت بذر به صورت دستی و در هر کپه ۳ تا ٤ بذر در عمق ۱.۵ تا ۲ سانتی‌متری با فاصله ۳۰ سانتی‌متر روی ردیف و ۵۰ سانتی‌متر بین ردیف در طی ۲ روز در تاریخ سوم و چهارم مهر سال ۱۳۹٤ و ۱۳۹۵ صورت گرفت. بذر لازم از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شد. قبل از عملیات کاشت، بذرهای مربوط به تیمارهای باکتری با محلول ۱۰ درصد شکر کمی خیسانده شدند و هر کیلوگرم بذر با ۲ گرم باکتری *سودوموناس* آغشته شدند. سپس ۵ دقیقه بذرها در سایه روی سطح تمیزی قرار داده شدند تا کاملاً خشک شوند و بعد از آن بلافاصله کشت این بذور تلقیح شده صورت گرفت. برای استفاده از قارچ میکوریزا در این آزمایش به ازای هر بوته ماریتیغال حدود ۳.۵ گرم از خاک حاوی میکوریزا پای هر بوته استفاده شد. ورمی کمپوست با میزان۲۰ تن در هکتار در زمان کشت گیاه مورد استفاده قرار گرفت. با توجه

با آزمون خاک مقدار کودهای شیمیایی نیز اعمال شدند. کود پتاس با میزان ۸۰ کیلوگرم در هکتار و فسفر به میزان ۸۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیز در هنگام کاشت به تیمارهای مربوطه اضافه شد. کود نیتروژن از منبع اوره به مقدار ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شد که ۸۰ کیلوگرم در هنگام کاشت استفاده شد و ۱۰۰ کیلوگرم باقی‌مانده در زمان‌های شروع طویل شدن ساقه، قبل از باز شدن اولین گل‌ها و قبل از شروع نمو میوه‌ها به هنگام صبح زود به تیمارهای مربوطه اضافه شدند. بلافاصله پس از کاشت بذرها، اولین آبیاری صورت گرفت و دومین آبیاری سه روز بعد و آبیاری‌های بعدی، در مرحله شروع طویل شدن ساقه و باز شدن اولین گل‌ها بر اساس دما و شرایط جوی در طول دوره رشد با آبپاش انجام شد. زمان اولین وقوع بارندگی نیز در سال اول، ۱۱ مهر ماه و سال دوم، ۲ مهر ماه به ترتیب به میزان ۲۸/٤ و ۳۱/۵ میلی‌متر بود. بعد از سبز شدن گیاهچه‌ها و رسیدن آن‌ها به مرحله دو برگ اصلی، عملیات تنک کردن بوته‌های اضافی صورت گرفت تا تراکم مطلوب بوته‌ها به دست آید. طی رشد گیاه بازرسی مداوم جهت بررسی وضعیت مزرعه صورت گرفت. کنترل علف‌های هرز به صورت وجین دستی در سه نوبت و در مراحل ظاهر شدن دومین برگ حقیقی، دهمین برگ حقیقی و شروع طویل شدن ساقه انجام گرفت. به منظور اندازه‌گیری صفات پس از حذف ردیف‌های حاشیه‌ای، ۲ متر مربع از هر کرت برای فضای عملکرد و ۱ متر مربع برای اندازه‌گیری صفات مورد نظر انتخاب شد. در مرحله بعد میزان ماده مؤثره تعیین شد؛ به طوری که برای به دست آوردن میزان سیلیبین[1]، مقدار ۵ گرم از پودر میوه خشک ماریتیغال توزین و در ارلن ۵۰ میلی‌لیتری ریخته شد. سپس در زیر هود شیمیایی، ۱۰ میلی‌لیتر پترولیوم (اتر نفت) اتر به آن افزوده و بخوبی تکان داده شد. ارلن‌ها با فویل آلومینیومی کاملاً پوشانده شدند. ارلن‌های حاوی نمونه‌ها به مدت نیم ساعت در حمام آب گرم با دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. پس از نیم ساعت، ارلن‌ها از بن‌ماری خارج شده و چند دقیقه پس از ته نشین شدن، بخش مایع (حاوی اتر نفت و روغن) در ظرف جداگانه‌ای ریخته شد. این عملیات به منظور حذف کامل روغن نمونه‌ها سه بار تکرار شد. در پایان، ظرف‌های حاوی نمونه در داخل آون با دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲٤ ساعت قرار داده شد تا باقیمانده اتر نفت درون نمونه‌ها کاملاً تبخیر شود. نمونه حاصل از این فرآیند فاقد روغن‌های مزاحم برای استخراج و اندازه‌گیری فلاونوییدها می‌باشد. ارلن‌های حاوی نمونه‌ها از آون خارج شده و به هر کدام ۱۰ میلی‌لیتر متانول HPLC افزوده و در حمام آب گرم با دمای ۵۰ درجه سانتی-گراد به مدت ۳۰ دقیقه قرار داده شد. طی این مدت ارلن‌ها به خوبی تکان داده شدند تا تماس حلال و نمونه به خوبی برقرار شود. سپس ارلن‌ها از حمام آب گرم خارج و پس از ته‌نشین شدن، بخش مایع به ظرف ارلن ۵۰ میلی‌لیتری دیگری منتقل شد. این فرایند سه بار تکرار شد. سپس محلول جمع‌آوری شده از کاغذ صافی واتمن ۲ عبور داده شد و در دستگاه تبخیر در خلاء با دمای ۳۰ درجه سلسیوس و خلاء قرار داده شد تا به حجم حدود ۵ میلی‌لیتر برسد. نمونه با دقت به پتری‌دیش منتقل شد. پتری‌دیش‌های حاوی نمونه‌ها در آون و در دمای ٤۵ درجه سلسیوس قرار داده شدند تا متانول باقیمانده تبخیر شود. نمونه-های خشک شده با دقت تراشیده و و توزین شدند. سپس داخل میکروتیوپ ریخته شده و یک میلی‌لیتر متانول HPLC به آن افزوده شد و بخوبی همزده شد تا نمونه یکدست و بدون رسوب حاصل شود. میکروتیوب‌ها با سرعت ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شدند. نمونه‌ها بعد از

1. Silybin

سانتریفیوژ از فیلتر سرسرنگی با منافذ ۰/۴۵ میکرومتری عبور داده شدند و از این نمونه برای قرائت سیلیبین در طول موج ۲۸۰ نانومتر با دستگاه HPLC مدل 1525 Waters مجهز به دتکتور UV-vis مدل 1875 Waters برای برآورد میزان سیلیبین استفاده شد. استاندارد سیلیبین خریداری شده از شرکت Sigma-Alderich با غلظت ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام با توزین دقیق توسط ترازوی دیجیتال Sartorius با دقت یک ده هزارم گرم تهیه شد. حلال استاندارد همانند نمونه‌ها، متانول درجه HPLC بود. حجم تزریق نمونه و استاندارد ۲۰ میکرولیتر بود که با سرنگ Hamilton انجام شد. زمان بازداری (Retention Time) پیک‌های نمونه‌ها با کروماتوگرام استاندارد سیلیبین مقایسه شد. پس از شناسایی پیک سیلی‌بین، محاسبه آن با استفاده از سطح زیر نمودار استاندارد انجام شد. محاسبات آماری شامل تجزیه واریانس با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت. قبل از انجام تجزیه مرکب به منظور اطمینان از یکنواختی واریانس اشتباه آزمایشی از آزمون بارتلت استفاده شد. برای محاسبات آماری در این تحقیق از نرم افزار SAS و برای رسم جداول از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد که بین سطوح کودی و زمان مصرف کود نیتروژنه از نظر صفت ارتفاع بوته تفاوت معنی‌داری به‌ترتیب در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد وجود داشت. همچنین اثر متقابل کود × زمان مصرف نیتروژن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری را نشان داد (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر متقابل کود × زمان مصرف نیتروژن مشخص کرد که استفاده از میکوریزا و *سودوموناس* در زمان ساقه‌دهی بیشترین ارتفاع و تیمار حاوی ۸۰ کیلوگرم فسفر در زمان قبل از گلدهی کمترین ارتفاع را سبب شدند (جدول۲). استفاده بیشتر از عناصر غذایی و شرایط رشدی مناسب به دلیل برخورداری از منابع مناسب و در دسترس، می‌تواند عامل اصلی در افزایش ارتفاع گیاه محسوب شود. برعکس به دلیل عدم دسترسی به عناصر غذایی، گیاه نمی‌تواند از شرایط محیطی و منابع موجود، بهره‌برداری بهینه‌ای داشته باشد که اثر این محدودیت در کاهش ارتفاع گیاه کاملاً محسوس است. از نظر فیزیولوژی، افزایش رشد را می‌توان به دلیل افزایش سطح دسترسی گیاه و از طرفی افزایش جذب برخی مواد غذایی که در رشد مؤثر است، دانست. افزایش نیتروژن، فسفر و عناصر دیگر باعث افزایش میزان کلروفیل و فتوسنتز گیاه شده و از این طریق رشد را افزایش می‌دهد (۱۳). همچنین می‌توان اثر تلقیح میکوریزا و *سودوموناس* بر ارتفاع گیاه را ناشی از افزایش جذب فسفر و تأثیر آن بر بهبود میزان فتوسنتز و رشد بوته ماریتیغال دانست. در مطالعه‌ای گزارش شده است که کاربرد میکوریزا از طریق جذب بهتر عناصر معدنی، باعث افزایش رشد گیاه و اندام هوایی گیاه می‌گردد (۱۴). از طرفی افزایش کود نیتروژنه و شناخت زمان درست برای اضافه کردن این کود به زمین، نیاز گیاه را از لحاظ نیتروژن تامین می‌کند و باعث افزایش فرآورده‌های فتوسنتزی، افزایش رشد رویشی (ارتفاع و شاخساره) و افزایش زیست توده گیاه می‌شود.

تعداد کلاپرک در بوته مهم‌ترین جزء افزایش عملکرد دانه در ماریتیغال است (۱۵). عملکرد نهایی دانه را می‌توان به صورت تعداد کلاپرک در بوته، تعداد دانه در کلاپرک و وزن دانه بیان نمود. نتایج حاصل از تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد که بین سال، تیمارهای مورد آزمایش و همچنین اثر متقابل کود × زمان مصرف نیتروژن از نظر صفت تعداد کلاپرک در بوته اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۱).

مقایسه میانگین اثر متقابل نیز نشان داد که بیشترین و کمترین تعداد کلاپرک در بوته را به ترتیب تیمار کودی حاوی میکوریزا و شاهد با کاربرد نیتروژن قبل از گلدهی با ۲۱/۳۳و ۱۲/٦٦ کلاپرک در بوته داشت (جدول ۲). به نظر می‌رسد که قارچ میکوریزا از طریق گسترش ریسه‌های خود در محل رشد ریشه و افزایش سطح جذب آب و عناصر غذایی به خصوص فسفر سبب افزایش کارایی جذب عناصر شده که در نهایت به افزایش فتوسنتز و تولید شاخه‌های فرعی بیشتر در ماریتغال گردید. بنابراین با افزایش رشد رویشی و تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد کلاپرک در بوته که در ساقه اصلی و شاخه‌های فرعی تولید می‌شود، افزایش می‌یابد. مقایسه میانگین اثر سال‌ها نشان داد که سال دوم نسبت به سال اول با میانگین ۱۵ کلاپرک در بوته، تعداد کلاپرک بیشتری در بوته داشت (جدول۳). می‌توان تعداد تشکیل کلاپرک بیشتر در سال دوم را به مساعد بودن شرایط آب و هوایی، رشد کانوپی و افزایش سبزینگی نسبت داد. با افزایش کانوپی تعداد شاخه‌های فرعی افزایش و تعداد کلاپرک در بوته نیز افزایش می‌یابد. کلاپرک از یک طرف دربرگیرنده دانه-ها بوده و از طرفی دیگر نزدیک‌ترین منبع فتوسنتزی برای تأمین مواد غذایی برای دانه‌ها است. شرایط آب و هوایی طول دوره رشد، رابطه مستقیم با تعداد کلاپرک دارد. شرایط مطلوب محیطی در کنار تأمین مواد غذایی برای گیاه می‌تواند با انتقال مواد فتوسنتزی به مقاصد در افزایش تعداد کلاپرک و تولید، مؤثر واقع شود. در آزمایشی نشان داده شد که کاربرد قارچ میکوریزا باعث افزایش تعداد نیام در لوبیا نسبت به تیمار شاهد گردید (١٦). در تحقیقی دیگر نتایج نشان داده که تلقیح قارچ میکوریزا سبب افزایش تولید شاخ و برگ، مقدار عناصر غذایی (فسفر، روی و آهن) در شاخساره و افزایش غلظت اسانس در برگ‌های گیاه درمنه شد (۱۷).

نتایج حاصل از تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد که بین سطوح کودی و بین تیمارهای زمان مصرف نیتروژن و همچنین اثر متقابل کود × زمان مصرف نیتروژن از نظر وزن خشک کلاپرک اصلی تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول۱). مقایسه میانگین اثر متقابل بیانگر آن بود که تیمار حاوی *سودوموناس* در زمان مصرف نیتروژن در مرحله قبل از گلدهی و تیمار میکوریزا با مصرف نیتروژن قبل از گلدهی و قبل از پرشدن دانه و تیمار کودی ۸۰ کیلوگرم فسفر در زمان قبل از گلدهی به ترتیب بیشترین و کمترین وزن خشک کلاپرک اصلی را سبب شدند (جدول ۲). به نظر می‌رسد استفاده از میکوریزا و همچنین *سودوموناس* توانسته موجب فراهمی عناصر غذایی برای گیاه شود و با فراهمی این عناصر غذایی، به خصوص فسفر که برای رشد گیاه و دانه بسیار حائز اهمیت است، موجب تحریک رشد گیاه و افزایش فتوسنتز و بهبود ماده خشک گیاهی و در نهایت افزایش اجزای عملکرد و عملکرد گردد.

در تجزیه مرکب داده‌ها مشخص شد که بین سطوح کودی و بین تیمارهای زمان مصرف نیتروژن و همچنین اثر متقابل کود × زمان مصرف نیتروژن از نظر وزن کلاپرک‌های فرعی تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول۱). مقایسه میانگین اثر متقابل نشان داد که سطح کودی دارای میکوریزا با مصرف نیتروژن در هنگام قبل از گلدهی بیشترین وزن کلاپرک‌های فرعی را داشت و کمترین وزن در تیمار حاوی کود فسفر با مقدار ۸۰ کیلوگرم با مصرف نیتروژن در زمان قبل از گلدهی به دست آمد. کاربرد *سودوموناس* با مصرف نیتروژن قبل از گلدهی با میکوریزا در یک گروه قرار گرفتن ولی میانگین وزن در تیمار کاربرد میکوریزا نیز بیشتر بود (جدول ۲).

جدول۱- تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه در تیمارهای آزمایشی ماریتیغال

Table 1. Combined analysis of variance Characteristics studied in experimental treatments of *Silybum Marianum* L.

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	ارتفاع بوته Plant height	تعداد کلاپرک در بوته Capitol number per plant	وزن خشک کلاپرک اصلی Dry weight of main capitol	وزن خشک کلاپرک فرعی Dry weight of sub capitol	تعداد دانه در کلاپرک اصلی Number of seeds per main capitol	تعداد دانه در کلاپرک فرعی Number of seeds per sub capitol	وزن هزار دانه 1000-seed weight	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد سیلیبین Silybin yield
سال Year	1	224.03^{ns}	184.08**	0.93^{ns}	3.44^{ns}	4786.67**	520.08^{ns}	2.29^{ns}	9697.27^{ns}	0.0001^{ns}
تکرار Replication	4	323.32^{ns}	15.44^{ns}	2.20^{ns}	1.78^{ns}	4829.69**	3499.07**	9.26**	8411.91*	0.48^{ns}
کود Fertilizer	2	4287.67**	208.99**	16.04**	18.30**	14300.49**	8553.00**	87.17**	92694.92**	0.620**
سال× کود Year× Fertilizer	2	163.67^{ns}	5.30^{ns}	2.28^{ns}	2.54^{ns}	58.14^{ns}	93.39^{ns}	0.82^{ns}	1604.48^{ns}	0.008^{ns}
زمان مصرف نیتروژن Time to use nitrogen	5	2001.03*	69.33**	16.04**	21.72**	6414.00**	1139.12*	471.00**	175186.50**	0.39**
سال× زمان مصرف نیتروژن Year× Time to use nitrogen	5	11.14^{ns}	21.77^{ns}	0.28^{ns}	0.80^{ns}	239.89^{ns}	259.19^{ns}	7.30^{ns}	8261.59^{ns}	0.004^{ns}
کود× زمان مصرف نیترژن Fertilizer ×Time to use nitrogen	10	987.63*	141.94**	14.99**	16.65**	1219.13**	856.64*	4.96*	5953.73*	0.058**
کود× زمان مصرف نیتروژن×سال Fertilizer×Time to use nitrogen×Year	10	120.81^{ns}	21.30^{ns}	0.44^{ns}	0.52^{ns}	111.38^{ns}	88.07^{ns}	0.87^{ns}	3901.54^{ns}	0.007^{ns}
خطای آزمایشی Error	68	446.03	12.89	1.23	1.61	467.22	348.01	2.46	3009.2	0.019
ضریب تغییرات (درصد) CV(%)	-	18.46	30.70	19.06	25.99	14.09	16.04	5.98	4.12	21.96

^{ns}، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

^{ns}, * and ** are non-significant and significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل صفات مورد مطالعه بر رشد و عملکرد ماریتیغال

Table 2 . Mean comparison of interaction effects studied characteristics of *Silybum Marianum* L.

تیمار Treatment	زمان مصرف نیتروژن Time to use nitrogen	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد کلاپرک در بوته Capitol number per plant	وزن خشک کلاپرک اصلی Dry weight of main capitol (g)	وزن خشک کلاپرک فرعی Dry weight of sub capitol (g)	تعداد دانه در کلاپرک اصلی Number of seeds per main capitol	تعداد دانه در کلاپرک فرعی Number of seeds per sub capitol	وزن هزار دانه 1000-seed weight (g)	عملکرد دانه Seed yield (kg ha^{-1})	عملکرد سیلیبین Silybin yield (kg ha^{-1})
شاهد Control	ساقه‌دهی Stem elongation	112.16^{cdef}	14.83^{cde}	6.39^{b}	5.27^{b}	111.33^{i}	103.66^{def}	20.06^{i}	1094.80^{j}	0.332^{h}
	قبل از گلدهی Before flowering	94.00^{defg}	15.16^{bcde}	4.30^{c}	2.95^{cd}	131.16^{ghi}	104.33^{def}	20.63^{i}	1328.98^{defg}	0.571^{defgh}
	قبل از پرشدن دانه Before filling the grain	110.33^{cdef}	12.66^{e}	6.37^{b}	5.64^{b}	120.50^{hi}	99.00^{ef}	27.25^{de}	1243.11h^{i}	0.424^{fgh}
ورمی‌کمپوست Vermicompost	ساقه‌دهی Stem elongation	109.83^{cdefg}	18.00^{abc}	6.09^{b}	5.17^{b}	145.66^{efgh}	120.00^{cde}	24.73^{fg}	1288.56^{gh}	0.680^{bc}
	قبل از گلدهی Before flowering	117.16^{bcde}	16.16^{abcde}	3.84^{cd}	2.69^{cde}	151.66^{efg}	101.83^{def}	26.31^{ef}	1424.95^{abc}	0.782^{b}
	قبل از پرشدن دانه Before filling the grain	97.16^{defg}	18.33^{abc}	6.51^{b}	5.78^{b}	158.33^{def}	120.00^{cde}	31.43^{ab}	1393.31^{abcd}	0.610^{bcd}
فسفر ۸۰ Phosphorus 80	ساقه‌دهی Stem elongation	90.91^{fg}	13.50^{de}	6.96^{ab}	5.98^{ab}	137.33^{fghi}	96.50^{f}	21.62^{hi}	1189.80^{i}	0.400^{gh}
	قبل از گلدهی Before flowering	84.09^{g}	18.16^{abc}	2.29^{e}	1.31^{e}	145.16^{efgh}	95.66^{f}	24.65^{fg}	1328.40^{defg}	0.446^{efgh}
	قبل از پرشدن دانه Before filling the grain	113.75^{cdef}	13.55^{de}	6.32^{b}	5.45^{b}	150.50^{efg}	94.83^{f}	28.55^{cd}	1293.76^{fgh}	0.504^{defg}

در هر ستون میانگین‌هایی با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون توکی ندارند.

In each column, means followed by at least one letter were not significantly different using Tukey test at P<0.05.

ادامه جدول ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل صفات مورد مطالعه بر رشد و عملکرد ماریتیغال

Continue Table 2 . Mean comparison of interaction effects studied characteristics of *Silybum Marianum* L.

تیمار Treatment	زمان مصرف نیتروژن Time to use nitrogen	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد کلاپرک در بوته Capitol number per plant	وزن خشک کلاپرک اصلی Dry weight of main capitol (g)	وزن خشک کلاپرک فرعی Dry weight of sub capitol (g)	تعداد دانه در کلاپرک اصلی Number of seeds per main capitol	تعداد دانه در کلاپرک فرعی Number of seeds per sub capitol	وزن هزار دانه 1000- seed weight (g)	عملکرد دانه Seed yield (kg ha^{-1})	عملکرد سیلیبین Silybin yield (kg ha^{-1})
فسفر ۱۰۰ Phosphorus 100	ساقه‌دهی Stem elongation	112.91^{cdef}	19.33^{b}	6.67^{b}	5.93^{ab}	157.16^{defg}	82.83^{f}	23.13^{gh}	1272.48^{gh}	0.500^{defg}
	قبل از گلدهی Before flowering	93.16^{efg}	15.00^{bcde}	4.55^{c}	3.40^{c}	145.16^{efgh}	123.83^{bcd}	23.95^{g}	1371.45^{cde}	0.600^{bcde}
	قبل از پرشدن دانه Before filling the grain	126.75^{bc}	18.00^{abc}	2.73^{de}	1.71^{de}	162.50^{def}	91.66^{f}	29.97^{bc}	1330.55^{defg}	0.755^{b}
میکوریزا Mycorrhiza	ساقه‌دهی Stem elongation	156.83^{a}	18.33^{abc}	6.55^{b}	5.54^{b}	166.33^{de}	147.83^{ab}	24.63^{fg}	1358.48^{cdef}	0.622^{bcd}
	قبل از گلدهی Before flowering	129.50^{bc}	21.33^{a}	7.29^{ab}	7.31^{a}	233.15^{a}	157.81^{a}	29.08^{cd}	1457.16^{a}	0.923^{a}
	قبل از پرشدن دانه Before filling the grain	128.50^{bc}	17.00^{abcd}	7.08^{ab}	6.52^{ab}	200.50^{bc}	134.65^{abc}	33.05^{a}	1451.90^{ab}	0.887^{ab}
سودوموناس Pseudomonas	ساقه‌دهی Stem elongation	142.08^{ab}	18.00^{abc}	5.98^{b}	5.15^{b}	157.50^{defg}	146.50^{ab}	24.15^{g}	1308.31^{efgh}	0.577^{cdef}
	قبل از گلدهی Before flowering	119.16^{bcde}	17.00^{abcd}	8.24^{a}	6.43^{ab}	180.33^{cd}	147.00^{ab}	27.62^{de}	1412.73^{abc}	0.753^{b}
	قبل از پرشدن دانه Before filling the grain	119.91^{bcde}	14.33^{cde}	6.56^{b}	5.76^{b}	210.50^{ab}	123.66^{bcd}	31.09^{b}	1385.15^{bcd}	0.798^{b}

در هر ستون میانگین‌هایی با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون توکی ندارند.

In each column, means followed by at least one letter were not significantly different using Tukey test at P<0.05.

جدول ۳- مقایسه میانگین مرکب اثر اصلی سال در صفات مورد مطالعه

Table 3 . Compare compound average the main effect of year Characteristics studied of *Silybum Marianum* L.

سال‌های زراعی Season years	تعداد کلاپرک در بوته Capitol number per plant	تعداد دانه در کلاپرک اصلی Number of seeds per main capitol
1394 -95	13.38[b]	165.81[a]
1395 -96	15.01[a]	152.500[b]

در هر ستون میانگین‌هایی با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون توکی ندارند.

In each column, means followed by at least one letter were not significantly different using Tukey test at P<0.05.

با آنالیز داده‌ها مشخص شد که بین سال، تیمارهای مورد آزمایش و اثر متقابل کود × زمان مصرف نیتروژن از نظر صفت تعداد دانه در کلاپرک اصلی اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر متقابل نشان داد که تیمار حاوی میکوریزا با مصرف نیتروژن در زمان قبل از گلدهی و همچنین تیمار *سودوموناس* با مصرف نیتروژن در زمان قبل از پر شدن دانه بیشترین تعداد دانه در کلاپرک اصلی را داشت و کمترین تعداد دانه در شاهد با مصرف نیتروژن در زمان ساقه‌دهی مشاهده شد (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر سال‌ها نشان داد که سال اول نسبت به سال دوم با میانگین ۱۶۵/۸۱ تعداد دانه بیشتری در کلاپرک اصلی داشت (جدول۳). به نظر می‌رسد وجود بارندگی مؤثر بعد از گذراندن دوره روزت و در اواخر دوره رشد گیاه در سال اول و فراهمی بهتر عناصر غذایی به دلیل وجود آب کافی تعداد دانه بیشتری در کلاپرک تشکیل شده است.

همچنین نتایج حاصل از تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد که بین سطوح کودی در سطح احتمال یک درصد و بین زمان مصرف نیتروژن و اثر متقابل کود × زمان مصرف نیتروژن در سطح احتمال ۵ درصد از نظر صفت تعداد دانه در کلاپرک‌های فرعی اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر متقابل کود × زمان مصرف نیتروژن نشان داد که بیشترین تعداد دانه در کلاپرک فرعی را تیمار میکوریزا و *سودوموناس* با مصرف نیتروژن در زمان ساقه‌دهی و قبل از گلدهی را داشت. کمترین تعداد دانه در تیمار حاوی ۸۰ کیلوگرم فسفر در هکتار در هر سه زمان مصرف نیتروژن و مصرف ۱۰۰ کیلوگرم فسفر با مصرف نیتروژن در زمان ساقه‌دهی و قبل ازپر شدن دانه مشاهده شد (جدول ۲). میزان فسفر و سرعت فتوسنتز گیاهان دارای قارچ میکوریزا و *سودوموناس* در مقایسه با گیاهان فاقد میکوریزا بیشتر است. در نتیجه افزایش جذب فسفر و بهبود فتوسنتز، گیاه رشد بهتری خواهد داشت که در نتیجه باعث عملکرد بهتر گیاه می‌شود. گزارش شده است که زمان مصرف کود نیتروژنه در مراحل ساقه‌دهی و گلدهی، منجر به افزایش تعداد دانه در سنبله در گیاه جو شده است (۱۹).

در این تحقیق بین سطوح کودی و بین تیمارهای زمان مصرف نیتروژن در سطح احتمال یک درصد و همچنین اثر متقابل کود × زمان مصرف نیتروژن از نظر وزن هزاردانه در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول۱). مقایسه میانگین اثر متقابل نشان داد که استفاده از میکوریزا در زمان مصرف نیتروژن قبل از پر شدن دانه با میانگین ۳۳/۰۵ گرم و شاهد با مصرف نیتروژن در زمان ساقه‌دهی و قبل از گلدهی با میانگین حدود ۲۰ گرم کمترین وزن هزاردانه را از آن خود کردند (جدول ۲). بیان شده است که زمان استفاده از کود نیتروژنه بر عملکرد محصول گیاه دارویی کارلا (*Momordica charantia*

.L)، میزان بیوماس تولیدی و اجـزای عملکـرد شـامل تعداد میوه در بوته و قطر میوه اثر مثبت داشت (۲۰).

بین سطوح کودی و بین تیمارهای زمـان مصـرف نیتروژن در سطح احتمال یک درصـد و همچنـین اثـر متقابل کود × زمان مصرف نیتروژن از نظـر عملکـرد دانه در سطح احتمال پنج درصـد تفـاوت معنـی‌داری وجود داشت (جدول۱). مقایسه میـانگین اثـر متقابـل نشان داد که تیمار دارای میکـوریزا در زمـان مصـرف نیتروژن در هنگام قبل از گلدهی با میانگین ۱۴۵۷/۱۶ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه و تیمار شاهد با کـاربرد نیتـروژن در زمـان سـاقه‌دهـی بـا میـانگین ۱۰۹۴/۸کیلوگرم در هکتار کمتـرین عملکـرد دانـه را نسبت به سایر تیمارها نشان داد (جدول ۲). قارچ‌های میکوریزا از طریق نفوذ میلیسیوم قارچ در خاک، باعـث افزایش سطح تماس ریشـه‌هـا شـده و بـه دنبـال ایـن افزایش سطح تمـاس، افـزایش عملکـرد را بـه دنبـال خواهـد داشـت (۲۱). بیـان شـده اسـت کـه کـاربرد میکوریزا بر برخی صفات اندازه‌گیری شده در نخـود، نظیر عملکرد دانه و بیولوژیک و همچنین تعـداد گـره تثبیت کننده نیترژون ریشه نخود اثر مثبت داشته است (۲۲). همچنین گزارش شده است کـه عملکـرد دانـه ذرت با استفاده از نیتروژن و در سطح تقسیطی بیشـتر آن، به طور نمایی افزایش یافت (۲۳). افزایش عملکرد دانه را می‌توان به بهبود میزان فتوسـنتز در اثـر جـذب مواد غذایی و متعاقب با آن افزایش عملکرد زیسـتی و نیز سهم قابل توجهی از عملکرد زیستی که به عملکرد دانه اختصاص می‌یابد، نسبت داد.

تجزیه مرکب داده‌ها بیانگر آن بود که بین سـطوح کـودی و بـین تیمارهـای زمـان مصـرف نیتـروژن و همچنین اثر متقابل کود × زمـان مصـرف نیتـروژن در عملکرد سیلیبین تفاوت معنی‌داری در سـطح احتمـال یک درصد وجود داشت (جدول۱). مقایسـه میـانگین اثر متقابل نشان داد که سـطح کـودی دارای میکـوریزا با مصرف نیتروژن در هنگام قبل از گلـدهی و قبـل از پر شدن دانه بیشترین عملکرد و کمترین عملکـرد در شاهد با مصرف نیتروژن در زمان ساقه‌دهی بـه دسـت آمد (جدول ۳). کودهای زیستی از طریـق کمـک بـه جذب نیتروزن و فسفر و نقشـی کـه ایـن عناصـر در تولید کلروفیل و تامین آنزیم‌های مورد نیاز گیاه دارند، باعث افزایش میـزان بافـت‌هـای فتوسـنتزی و نهایتـاً افزایش درصد اسانس شده است (۲۴). گزارش شـده است که کاربرد میکوریزا به طور قابل تـوجهی میـزان اسانس گیاه شوید را در مقایسه با شاهد بهبود بخشید (۲۵).

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج این آزمایش، صفات بررسی شـده از جمله تعداد کلاپرک در بوته، تعداد دانه در کلـاپرک و وزن هزار دانه که که سبب افزایش عملکـرد میـزان سیلیبین می‌شود، تحت تأثیر مثبت قارچ میکوریزا قرار گرفت. همچنین صفات زراعی مورد بررسـی در ایـن تحقیق به باکتری *سـودوموناس* واکـنش مثبـت نشـان دادند؛ اما در مقدار عملکرد سیلیبین اثر مثبت میکوریزا آشکارتر بود. حداکثر اجزای عملکـرد و میـزان مـاده مؤثره سیلیبین زمـانی کـه نیتـروژن در هنگـام قبـل از گلدهی و قبل از پر شدن دانه استفاده شد، بـه دسـت آمد. به نظر می‌رسد که استفاده از قارچ میکـوریزا بـه دلیل فراهمی بهتر مـواد غـذایی، مـی‌توانـد در تغذیـه مطلوب و مؤثر، افزایش عملکرد و سـلامت محصـول مد نظر باشد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از همکاری جناب آقای مهندس کـاوه متمادی، جناب آقای مهندس جوادی و دکتـر محمـود رفیعیان به دلیل مساعدت‌های بـی‌دریغشـان تشـکر و قدردانی می‌شود.

References

1.Tahernia, S. (2009). Effects of planting date and plant density on yield and active ingredient Quality in milk thistle (*Silybum marianum* L.). Ms Thesis of University of Guilan. 107 pp.

2.Kordi, H., Aghdasi, M., & Khalafi, M. (2014). An investigation on flavonolignans in different organs of *Silybium marianum* L. in Gorgan region. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 29*(3), 561-665.

3.Pouryousef, M. (2015). Effects of terminal drought stress and harvesting time on seed yield and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 6* (4), 889-897.

Adesemoye, A. O., Torbert, H. A., & Kloepper, J. W. (2009). Plant growth promoting rhizobacteria allow reduced application rates of chemical fertilizers. *Journal of Microbial Ecology, 58*(4), 921-929.

5.Malakoti, M. J. (1999). Sustainable agriculture and increase yield by optimizing fertilizer use in Iran. Agricultural education publication. Karaj. Iran.

6.Omidbaygi, R. (2006). Approaches processing medicinal Plants., Astan Ghods Razavi Publisher, Mashhad, Iran.

7. Auge, R. M., Stodola, A. J. W., Tims, J. E., & Saxton, A. M. (2001). Moisture retention properties of a mycorrhizal soil. *Journal of Plant and Soil, 230* (1), 87-97.

8.Mohamadpour Vashvaee, R., Ramroudi, M., & Fakheri, B. (2018). Effects of Drought Stress and Bio-fertilizer Inoculation on Quantitative and Qualitative Characteristics of Marian Thistle (*Silybum marianum* L.). *Journal of Agroecology*, *21*(1), 31-49.

9.Aghhavani Shajari, M., Rezvani Moghadam, P., Ghorbani, R., & Nasiri Mahallati, M. (2015). Evaluation of the effects of organic, biological and chemical fertilizers on vegetative indices and essential oil content of *Coriandrum sativum* L. *Journal of Agroecology, 6* (3), 425-443.

10.Soltani, A., Roberson, M. J., & Manschadi, A. M. (2006). Modeling chicpea growth and development: Nitrogen accumulation and use. *Journal of Field Crop Research, 99*(1), 24-34.

11.Gastal, F., & Lemaire, G. (2002). N uptake and distribution in crops: an agronomical and ecophysiological perspective. *Journal of experimental botany*, *53*(370), 789-799.

12.Tohidi Moghadam, H., Sani, B., & Ghooshchi, F. (2004). The effect of nitrogen fixing and phosphate solubilizing microorganism on some quantitative parameters on soybean from sustainable agricultural point of views. Proceeding of 8th Agronomy and Plant Breeding Congress of Iran, Guilan University, Iran.

13.Pandey, A C., Sanjay, S. S., & Yadav, R. S. (2010). Application of ZnO nanoparticles in influencing the growth rate of *Cicer arietinum* L. *Journal of experimental nanoscience, 5*(6), 488-497.

14. Koozehgar Kaleji, M. (2014). Qualitative and quantitative response of *Eryngium caeruleum* to mycorrhizal symbiosis, Azotobacter and various levels of plant densities. Thesis MS.c. in Agro-ecology, Islamic Azad University of Karaj Branch.

15.Qavami, N., Labbafi, M. R., Dehghani-Meshkani, M. R., & Mehrafarin, A. (2013). Determination of seed and oil yield and yield Components in two variety of milk thistle (*Silybum marianum* Gaetrn.) based on path analysis and regression. *Journal of medicinal plants*, *11*(44), 78-85.

16.Bhat MI, Rashid A, Faisul- ur- Rasool SS, Mahdi SA., & Raies A. (2010). Effect of *hizobium* and *Vesicular arbuscular* mycorrhizae Fungi on Green gram (*Vigna radiata* L. Wilczek) under Temperate Conditions. *Journal of Research and Agricultural Sciences, 1*(2), 113-118.

17.Chaudhary V., Kapoor R., & Bhatnagar A.K. (2008). Effectiveness of two

arbuscular mycorrhizal fungi on concentrations of essential oil and artemisinin in three accessions of *Artemisia annua* L., *Journal applied soil ecology, 40* (1), 174-181.

18. Eskandari nasrabadi, S., Ghorbani, R., Rezvani moghadam, P., & Nasiri mahalati, M. (2014). The effect of single and combined application of biological, chemical, and organic fertilizers on the quantitative and qualitative characteristics of *Silybum Marianum* L. *Journal of Agroecology, 6* (3), 467-476.
19. Michaei, J., & Ottmana, T. (2000). Wheat durm grain quality as affected by nitrogen fertilization near anthesis and irrigation during grain filling. *Journal of Agronomy*, *92*(5), 1035-1041.
20. Heydari, M., & Mobasseri Moghadam, M. (2014). Effects of amount and time of application of nitrogen fertilizer on yield and quantitative characteristics of *Momordica charantia* L. Scientific-Research Monthly Iranian. *Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 11*(3), 591-599.
21. Carling, D. E., & Brown, M. F. (1982). Anatomy and physiology of vesicular-arbuscular and non- mycorrhizal roots. *Journal of Phytopathology*, *72*(8), 1108-1114.
22. Khodayar, N., Pirzad, A., Jalilian, J., & Jafarzadeh, N. (2018). Effect of *Arbuscular mycorrhiza* fungus (*Funneliformis mosseae*) and weeds interference on yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum*) under dryland conditions in Urmia. *Journal of dryland agriculture*, *10*(1), 47-63.
23. Nemati, A., & seyed Sharifi, R. (2015). Effect of amount and time of application of nitrogen fertilizer on grain yield, filoquron and emergence rate of corn leaf. *Journal of crop production and processing, 16*(3), 219- 230.
24. Nikkah Naeeni, F., Ladan Moghadam, A. R., Moradi, P., Rezaei, M., & Abdoosi, V. (2017). Effect of vermicompost and mycorrhiza fungi on yield and growth of milk thistle and antioxidant system activity. *Journal of Plant Physiology*, *7* (3), 2063-2074
25. Kapoor, R., Giri, B., & Mukerji, K. G. (2004). Improved growth and essential oil yield and quality in *foeniculum vulgare* Mill on mycorrhizal inoculation supplemented with P-fertilizer. *Journal of bioresource technology, 93*(3), 307 - 311.