**Journal of Horticultural Plants Nutrition**
Vol.4, No.1, Spring & Summer 2021
Research Paper

*DOI: 10.22070/HPN.2021.5681.1103*

# Morphological and yield responses of *Silybum marianum* L. to chemical and biological fertilizers in different planting dates

***Ali Asghar Moosavikia*** [1] ***, Seyyed Gholamreza Moosavi*** [2*] ***, Mohamad Javad Seghatoleslami*** [3] ***, Reza Bradaran*** [4]

*1- Ph.D. Student of Medicinal Plants, Birjand Branch, Islamic Azad University, Birjand, Iran.*
*a.a.moosavikia@gmail.com*
*2- Associate Professor, Department of Agronomy, Birjand Branch, Islamic Azad University, Birjand, Iran.*
*s_reza1350@yahoo.com*
*3- Associate Professor, Department of Agronomy, Birjand Branch, Islamic Azad University, Birjand, Iran.*
*mjseghat@yahoo.com*
*4- Associate Professor, Department of Agronomy, Birjand Branch, Islamic Azad University, Birjand, Iran.*
*r.baradaran@yahoo.com*

Received Date: 2019/10/30 Accepted Date: 2020/11/25

## Abstract

**Introduction:** Medicinal crops production is well interested in Iran due to market demand in recent years. *Silybum marianum* L. is an annual or biennial plant, native to the Mediterranean region, which now could be found in other warm and dry regions. *Silybium marianum* is used traditionally as a hepatoprotective agent and supportive treatment of liver disorders. Its fruits contain flavonolignan compounds, silymarin, which silybin is the main constitute (Abdolahzareh *et al*., 2012). Management of planting date and integrated nutrition systems in medicinal plants have to be considered. Sowing date affects the **c**rop yields through changing weather parameters in the growth period. In addition to planting date, fertilizers rate and type, has an influence on crop production. Today continuous and excessive application of chemical fertilizers may have negative impacts on soil health and environment causing environmental problems (Mohammadpour Vashvaei *et al*., 2017). Bio-fertilizers are considered as sustainable alternative sources of nutrients compared to the synthesized fertilizers. The objective of the present study was to examine the effects of sowing date and fertilizing system (chemical, biological and integrated) on the morphological traits and yield of the milk thistle under Birjand, Iran conditions.

**Material and methods:** This research was carried out at the research farm of Birjand branch, Islamic Azad University, Birjand, Iran, in 2018. The experiment was conducted as a split plot based on a randomized complete blocks design with three replications. Three sowing dates (March 6, April 4 and May 5) and 6 fertilizing systems (non-fertilizer as control, NPK, vermicompost, Akadin, 50% NPK + 50% vermicompost, 50% NPK + 50% Akadin) were as main plots and sub plots respectively. In the study the responses of some morphological traits and yield of Milk Thistle were evaluated. Soil texture in the site of study was loam. Soil pH and EC were 7.4 and 2.3 mmos/cm respectively. Nitrogen, P, and K content of the soil were 3.8, 11.6 and 75.2 mg/kg at the depth of 0-30 cm, respectively. All data were analyzed by SAS statistical software and means were compared by LSD Test at 5% level.

**Results and discussion:** The first planting date (March 6) had the highest average morphological traits (plant height, capitol diameter and number of branches) and seed yield components (capitol number per $m^2$, number of seed per capitol, 1000-seed weight, seed yield). On the other hands the treatments 50% NPK and 50% vermicompost fertilizers had statistical superiority for most of the studied traits. The highest (3327.7 kg/ha) and the lowest (318.4 kg/ha) seed yield were related to the treatments NPK+ vermicompost at the first planting date and treatment of non-fertilizer application at the third planting date, respectively. It seems that seed yield declining for the planting date of May 5, was related to the shortening of growth season and the coincidence of pollination with summer heating. This caused a severe decrease in the number of capitol per $m^2$ and the number of seed per capitol. Normally, using organic fertilizers with chemical fertilizers improves physical aspects of the soil; increases microorganisms activity in the soil, nutrients availability, photosynthesis, yield components and eventually seed yield (Mohammadpour Vashvaei et al., 2017). Similar results also have been reported by Zarghani et al. (2019). Morphological traits quantity positively correlated to yield components and seed yield. Thus the highest value for these traits were observed for the first planting date under using NPK+ vermicompost. As a result, the superiority of seed yield of *Silybum marianum* in this treatment compared to other treatments, was to be expected. The results of regression analysis showed that traits capitol diameter, number of capitol per $m^2$, number of seed per capitol and 1000-seed weight were entered into the regression model, which explained 84.57% of total seed yield changes.

**Conclusions:** In general, the planting date of March 6 was superior to the other two planting dates and this planting date could be suggested as a suitable date for the cultivation of *Silybum marianum* L. in Birjand region under using 50% NPK+ 50% vermicompost.

**Keywords:** Integrated Nutrition System, Regression Analysis, Seaweed Extract, *Silybum marianum*, Vermicompost.

**نشریه علمی تغذیه گیاهان باغی**
**دوره ۴، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۴۰۰، (ص ۱۸۶- ۱۷۳)**
**مقاله پژوهشی**

*DOI: 10.22070/HPN.2021.5681.1103*

# پاسخ‌های مورفولوژیکی و عملکردی ماریتیغال (*Silybum marianum* L.) به کودهای شیمیایی و زیستی در تاریخ‌های کاشت مختلف

**علی اصغر موسوی‌کیا [۱]، سید غلامرضا موسوی [۲*]، محمد جواد ثقه‌الاسلامی [۳]، رضا برادران [۴]**

*۱- دانشجوی دکتری گیاهان دارویی، واحد بیرجند، دانشگاه آزاد اسلامی، بیرجند، ایران.*
*a.a.moosavikia@gmail.com*
*۲- نویسنده مسئول و دانشیار گروه زراعت، واحد بیرجند، دانشگاه آزاد اسلامی، بیرجند، ایران.*
*s_reza1350@yahoo.com*
*۳- دانشیار گروه زراعت، واحد بیرجند، دانشگاه آزاد اسلامی، بیرجند، ایران.*
*mjseghat@yahoo.com*
*۴- دانشیار گروه زراعت، واحد بیرجند، دانشگاه آزاد اسلامی، بیرجند، ایران.*
*r.baradaran@yahoo.com*

**تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۸/۰۸** **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۹/۰۵**

## چکیده

تعیین تاریخ کاشت و تغذیه مناسب از مهم‌ترین جنبه‌های به‌زراعی در گیاهان دارویی می‌باشد. از اینرو به‌منظور بررسی تاثیر تاریخ کاشت (۱۵ اسفند، ۱۵ فروردین و ۱۵ اردیبهشت) و سیستم تغذیه‌ای (عدم کاربرد کود، NPK، ورمی‌کمپوست، آکادین،۵۰ درصد NPK و ورمی‌کمپوست، ۵۰ درصد NPK و آکادین) بر صفات مورفولوژیکی و عملکردی ماریتیغال آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۹۷-۱۳۹۶ انجام شد. نتایج نشان داد تاریخ کاشت ۱۵ اسفند منجر به افزایش معنی‌دار صفات مورفولوژیکی (ارتفاع بوته، قطر کاپیتول و تعداد انشعابات)، صفات عملکردی (تعداد کاپیتول در متر مربع، تعداد دانه در کاپیتول، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت) گردید. همچنین کاربرد ۵۰ درصد NPK و ورمی‌کمپوست در اکثر صفات مورد مطالعه از برتری آماری معنی‌داری برخوردار بود. بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۳۳۲۷/۷ کیلوگرم در هکتار، در تیمار کاربرد ۵۰ درصد کودهای NPK و ورمی‌کمپوست در تاریخ کاشت اول بدست آمد. چهار صفت قطر کاپیتول، تعداد کاپیتول در متر مربع، تعداد دانه در کاپیتول و وزن هزار دانه در مجموع ۸۴/۵۷ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه کردند. به‌طور کلی تاریخ کاشت ۱۵ اسفند و کاربرد ۵۰ درصد NPK و ورمی‌کمپوست برای کشت گیاه ماریتیغال در بیرجند مناسب به نظر می‌رسد.

**کلمات کلیدی:** تجزیه رگرسیونی، سیستم تغذیه‌ای تلفیقی، خارمریم، عصاره جلبک دریایی، ورمی‌کمپوست.

## مقدمه

ماریتیغال یا خار مریم با نام علمی (*Silybum marinum* L.) گیاهی دارویی، یک یا دوساله، علفی و از خانواده آستراسه (Asteraceae) و بومی اروپای مرکزی و غربی و شمال هند است که به‌صورت وحشی در مناطق مختلف ایران نیز رشد می‌کند (Mohammadpour Vashvaei *et al*., 2017). از این گیاه در درمان بیماری‌های کبد و صفرا و همچنین انواع مختلف سرطان و کنترل کلسترول و قند خون در افراد مبتلا به دیابت نوع دوم استفاده می‌شود. عمده‌ترین خواص دارویی این گیاه مربوط به ترکیبات فنولیکی به نام فلاونوئیدها است که عمدتاً در دانه یافت می‌شوند و در مجموع به‌نام سیلی‌مارین شناخته می‌شوند (Abdolahzareh *et al*., 2012).

تاریخ کاشت و تغذیه گیاه از عوامل مهم تأثیرگذار در مدیریت زراعی است که بررسی آن برای دستیابی به شرایط مناسب در طول دوره رشد و نمو جهت حصول حداکثر عملکرد ضروری است. کشت در تاریخ‌های مختلف سبب برخورد مراحل رشد رویشی و زایشی گیاه با دما، تشعشع خورشیدی و طول روز متفاوت می‌گردد و از این طریق بر طول دوره رویشی و زایشی و عملکرد گیاه تأثیر می‌گذارد (Aghayari *et al*., 2016). نتایج پژوهشی در دو منطقه گرگان و علی‌آباد استان گلستان نشان داد که اثر تاریخ کاشت بر میانگین صفات تعداد کاپیتول، تعداد دانه و عملکرد دانه ماریتیغال معنی‌دار بود و در هر دو منطقه تاریخ کاشت آبان ماه در کشت پاییزه به‌عنوان مناسب‌ترین تاریخ کاشت پیشنهاد شد (Dorri *et al*., 2016). در بررسی چهار تاریخ کاشت اوایل و اواسط می و اوایل و اواسط ژوئن، بیشترین عملکرد دانه همیشه‌بهار در تاریخ کاشت اوایل می بدست آمد و با تاخیر در کاشت از اوایل می به اوایل ژوئن عملکرد دانه به طور معنی‌داری کاهش یافت، اما بین تاریخ‌های کاشت اوایل و اواسط ژوئن اختلاف معنی‌داری در این صفت مشاهده نشد. همچنین قطر کاپیتول با تاخیر کاشت از اوایل می به اواسط می به طور معنی‌دار و به میزان ۱۱/۵ درصد کاهش یافت، اما تاریخ‌های کاشت اواسط می و اوایل و اواسط ژوئن در مورد این صفت در یک گروه آماری قرار گرفتند (Gesch, 2013).

یکی از جنبه‌های کشاورزی پایدار، مصرف تلفیقی کود است. در این سیستم درصدی از نیاز کودی گیاه توسط کودهای شیمیایی و درصدی دیگر توسط کودهای آلی از جمله کود حیوانی و یا کود زیستی تأمین می‌شود. در آزمایش‌های بلندمدت مشخص شده است که استفاده تلفیقی از کودهای آلی و شیمیایی می‌تواند یک سیستم تولید را پایدار سازد (Prasad, 1996). محققین دلیل این امر را بهبود ویژگی‌های کیفی خاک و احتمالاً انطباق بیشتر بین آزادسازی نیتروژن با نیاز گیاه اعلام کرده‌اند (Fatma *et al*., 2014). کاربرد ورمی‌کمپوست اثر معنی‌داری بر تعداد کاپیتول در متر مربع، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک گیاه ماریتیغال داشت و مطلوب‌ترین نتیجه در مصرف ۲۰ تن ورمی‌کمپوست به‌دست آمد (Volaii *et al*., 2014).

آکادین، کود بیولوژیکی است که ماهیتاً از جلبک دریایی *Ascophyllum nodosum*، بدست می‌آید (Ross and Holden, 2012). عصاره این جلبک دریایی حاوی مواد مغذی، اسید آمینه‌ها، ویتامین‌ها، سایتوکنین‌ها، اکسین و مواد محرک رشد هستند که باعث تحریک رشد و عملکرد گیاهان، افزایش مقاومت به تنش‌های محیطی، افزایش جذب مواد غذایی از خاک و افزایش خواص آنتی‌اکسیدانی می‌شوند (Hankins *et al*., 1990; Norrie *et al*., 2006). محققین اظهار کردند که کاربرد عصاره جلبک دریایی باعث افزایش طول ریشه، ارتفاع بوته، تعداد برگ و میزان کلروفیل در سویا شده است (Ramarajan *et al*., 2012). افزایش معنی‌دار و ۴۱/۵ درصدی تعداد انشعابات ساقه و ۲۲/۹ درصدی قطر طبق گلرنگ با کاربرد ۲ لیتر آکادین در هکتارنسبت به عدم مصرف آن گزارش شده است (Razavi Nia *et al*., 2015).

کودهای آلی از قبیل کود ورمی‌کمپوست در مقایسه با

کودهای شیمیایی رایج، دارای مقادیر زیادی مواد آلی هستند و به عنوان منابع غنی از عناصر غذایی خصوصا نیتروژن، فسفر و پتاسیم محسوب می‌شوند و این عناصر را به تدریج در اختیار گیاهان قرار می‌دهند (Chaudhry *et al.*, 1999). افزودن ورمی‌کمپوست به خاک نه تنها فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را افزایش داده است بلکه با بهبود شرایط فیزیکی و فرآیندهای حیاتی خاک، ضمن ایجاد یک بستر مناسب برای رشد ریشه، افزایش رشد اندام هوایی و تولید ماده خشک و در نهایت بهبود عملکرد گیاه را باعث می‌شود (Bremness, 1999). افزایش ۲۵ درصدی ارتفاع بوته سرخارگل با کاربرد ۴ تن ورمی‌کمپوست در هکتار نسبت به شرایط عدم مصرف کود نیز گزارش شده است (Razavi Nia *et al.*, 2015). همچنین افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته، تعداد شاخه و تعداد گل در بوته، عملکرد گل و شاخص برداشت بابونه با مصرف ۱۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار نسبت به شرایط عدم مصرف کود گزارش شده است (Tasdighi *et al.*, 2015). علی‌نژاد و همکاران (Alinejad *et al.*, 2020) در بررسی تاثیر نوع کود بر صفات گیاه دارویی تاتوره نتیجه‌گیری نمودند که به طور کلی در شرایط کاربرد کودهای آلی، به ویژه ورمی کمپوست عملکرد و اجزای آن در مقایسه با کود نیتروژن بهبود یافته است، به طوری که با کاربرد ۵۷۵۰ کیلوگرم ورمی کمپوست در هکتار، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، وزن هزار دانه و عملکرد دانه به طور معنی‌دار و به ترتیب ۳۵/۳، ۲۳/۲، ۲۹/۶ و ۶۸/۸ درصد نسبت به کاربرد ۹۲ کیلوگرم نیتروژن در هکتار افزایش یافت. در تحقیق مزرعه‌ای نشان داده شد که کاربرد تلفیقی ۷/۵ تن ورمی‌کمپوست و کود زیستی بارور ۱ و ۲ سبب افزایش عملکرد دانه آنیسون نسبت به تیمار شاهد شد (Behzadi and Salehi, 2017). یزدانی‌بیوکی و همکاران (Yazdani Biuki *et al.*, 2010) گزارش کردند که ارتفاع بوته و پس از آن قطر کاپیتول بیشترین همبستگی مثبت با عملکرد دانه ماریتیغال را داشتند که نشانگر اهمیت این صفات در تعیین عملکرد نهایی است.

با توجه به لزوم مدیریت تغذیه گیاهی در راستای رفع نیاز غذایی گیاهان و همچنین کشت در زمان مناسب به‌منظور استفاده حداکثری از شرایط مطلوب محیطی در جهت افزایش عملکرد و پایداری تولید و اهمیت گیاه دارویی ماریتیغال، این پژوهش با هدف بررسی پاسخ‌های مورفولوژیکی و عملکردی گیاه ماریتیغال به تیمارهای مختلف کودی و تاریخ کاشت در شرایط اقلیمی بیرجند اجرا شد.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند واقع در کیلومتر پنج جاده بیرجند –زاهدان به‌صورت آزمایش کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۷–۱۳۹۶ انجام شد. محل اجرای آزمایش دارای طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۱۳ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۵۲ دقیقه، ارتفاع ۱۴۸۰ متر از سطح دریا و میانگین بارش سالیانه ۲۲۸ میلی‌متر (دارای اقلیم گرم و خشک) بود. تاریخ کاشت به‌عنوان عامل اصلی در سه سطح (۱۵ اسفند، ۱۵ فروردین و ۱۵ اردیبهشت) و شش تیمار کودی شامل عدم مصرف کود به‌عنوان شاهد، ترکیب کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم (NPK)، کود آلی ورمی‌کمپوست، کود بیولوژیک آکادین، ۵۰٪ NPK +۵۰٪ ورمی‌کمپوست، ۵۰٪ NPK + ۵۰٪ آکادین به‌عنوان فاکتور فرعی آزمایش در نظر گرفته شد. مقدار تیمارهای کودی NPK با توجه به نتایج آنالیز فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه به‌مقدار ۱۵۰، ۸۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب برای نیتروژن، فسفر و پتاسیم در نظر گرفته شد. مقدار کود آکادین نیز بر اساس توصیه شرکت سازنده (شرکت آرین سبز Acadian Agritech) یک کیلوگرم در هکتار و میزان ورمی‌کمپوست نیز ۱۰ تن در هکتار اعمال گردید. کود آکادین مورد استفاده دارای ۰/۷، ۰/۲ و ۱۷ درصد به ترتیب

نیتروژن، فسفر و پتاسیم و ۴ درصد مانیتول، ۴/۴ درصد اسیدهای آمینه و ۱۰ درصد آلجینیک اسید بود. میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم موجود در ورمی‌کمپوست نیز بر اساس تجزیه انجام شده به ترتیب ۱/۶۷، ۰/۵ و ۰/۶۵ درصد بود.

بر اساس نتایج حاصل از نمونه‌برداری از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک قبل از کاشت، بافت خاک مزرعه آزمایشی سیلتی لوم، شوری خاک ۲/۳، اسیدیته آن ۷/۴ و میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم قابل جذب خاک به ترتیب ۳/۸، ۱۱/۶ و ۷۵/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. همچنین قبل از کاشت برای آماده‌سازی، در زمین مورد آزمایش به کمک دستگاه فاروئر، جوی و پشته (به فاصله ۶۰ سانتی‌متر) ایجاد شد. سپس بلوک‌بندی و ایجاد کرت‌ها جهت اعمال تیمارها انجام شد. بدین صورت که هر بلوک شامل ۱۸ کرت به طول ۵ متر و عرض ۲/۴ متر بود.

بذور ماریتیغال (*Silybum marianum* L.) از مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان تهیه شده و در عمق سه سانتی‌متر به روش جوی و پشته (هیرم‌کاری) در چهار ردیف با فاصله ۲۵ سانتی‌متر بر روی ردیف و رعایت فاصله ۶۰ سانتی‌متر بین ردیف‌ها در هر کرت آزمایشی کشت گردید. آبیاری به صورت جوی و پشته‌ای و بر اساس عرف منطقه هر ۱۰ روز یک‌بار انجام شد و بوته‌های اضافی در مرحله چهار برگی حذف گردیدند. در هر سه تاریخ کاشت، کودهای ورمی‌کمپوست، سوپر فسفات تریپل و کود سولفات پتاسیم در شیارهای ایجاد شده در عمق پایین‌تر از عمق کاشت (حدود ۱۰ سانتی‌متر) و در زیر خط کاشت بکار برده شد. در هر تاریخ کاشت، کود نیتروژن از نوع اوره (۴۶ درصد نیتروژن خالص) به‌صورت سرک در دو مرحله (۱۶۳ کیلوگرم در هکتار در مرحله شش برگی و ۱۶۳ کیلوگرم در هکتار در مرحله ظهور اولین غنچه گل و در مجموع معادل ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) استفاده گردید. کود جلبکی آکادین نیز در دو مرحله (مرحله هشت برگی و مرحله ظهور اولین غنچه گل)، به صورت محلول‌پاشی با غلظت سه در هزار استفاده شد.

در هر کرت آزمایشی قبل از برداشت، به‌طور تصادفی پنج بوته انتخاب و صفات ارتفاع بوته، قطر کاپیتول و تعداد انشعابات ساقه اصلی اندازه‌گیری شد. تعداد کاپیتول در متر مربع، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک با برداشت بوته‌های واقع در دو متر مربع میانی هر کرت با رعایت اثر حاشیه‌ای بدست آمد و از تقسیم عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک نیز شاخص برداشت محاسبه شد. تعداد دانه در هر کاپیتول نیز با بوجاری دانه‌های ۱۰ کاپیتول برداشت شده از قسمت میانی هر کرت و شمارش آنها با دستگاه بذرشمار تعیین گردید. جهت بدست آوردن وزن هزار دانه در هر کرت، از توده بذر خالص هر کرت یک نمونه ۱۰۰۰ تایی بذر توسط دستگاه بذرشمار به طور تصادفی مجزا شد و توسط ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم وزن شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها و همبستگی ساده (پیرسون) بین صفات با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۲ انجام گرفت. میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد مورد مقایسه قرار گرفتند. تجزیه رگرسیونی گام به گام که در آن عملکرد دانه به‌عنوان صفت وابسته و سایر صفات عملکرد به‌عنوان صفات مستقل در نظر گرفته شد، با استفاده از نرم‌افزار Minitab نسخه ۱۹ انجام شد.

## نتایج و بحث

### صفات مورفولوژیکی

اثرات ساده تاریخ کاشت و کود بر ارتفاع بوته، قطر کاپیتول و تعداد انشعابات ساقه اصلی و اثر متقابل تاریخ کاشت و کود بر تعداد انشعابات ساقه اصلی معنی‌دار شد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته با میانگین ۷۰/۱۰ سانتی‌متر در تاریخ کاشت ۱۵ اسفند (تاریخ کشت اول) به‌دست آمد و تاخیر در کاشت تا ۱۵ اردیبهشت (تاریخ کاشت سوم) منجر به کاهش معنی‌دار و ۵۰/۵ درصدی این صفت شد (جدول ۱). تاخیر در کاشت

از ۱۵ اسفند به ۱۵ اردیبهشت، قطر کاپیتول را نیز به طور معنی‌دار و ۳۲/۱ کاهش داد (جدول ۱). کاهش معنی‌دار صفات مورفولوژیکی با تاخیر در کشت را می‌توان به افزایش دما در تاریخ‌های کشت دوم و سوم و در نتیجه کوتاه شدن طول فصل زراعی و کاهش ماده‌سازی و فتوسنتز در این تاریخ‌های کاشت به علت زودرس شدن گیاه مربوط دانست. به عبارتی کشت زودهنگام باعث افزایش طول دوره رشد شده، در نتیجه گیاه فرصت کافی برای رشد رویشی و افزایش ارتفاع را بدست می آورد و از آنجا که قدرت منبع به علت داشتن شرایط دمایی و زمانی مناسب برای تولید مواد فتوسنتزی گیاه در کشت زودهنگام نسبت به کشت تاخیری بیشتر می‌باشد (Foaadedini *et al*., 2015)، انتقال مواد فتوسنتزی بیشتر به طبق (مقصد) منجر به تولید طبق‌های بزرگتر (با قطر بیشتر) گردیده است. همچنین به نظر می‌رسد کاهش ارتفاع بوته در تاریخ کاشت آخر علاوه بر کوتاهی دوره رشد، به علت طول روزهای کوتاه بوده که باعث تسریع در گلدهی و در نتیجه کاهش رشد ساقه اصلی گیاه و شاخه‌زنی گردیده است. در همین راستا، تاخیر ۱۸ روزه در کاشت از ۲۶ اسفند به ۱۴ فروردین، کاهش معنی‌دار ۱۸/۲ و ۵۸/۹ درصدی به ترتیب ارتفاع بوته و تعداد انشعابات ساقه کاسنی را به دنبال داشت (Foaadedini *et al*., 2015). همچنین تاخیر در تاریخ کاشت از ۱۵ تیر به ۱۵ مهر، ارتفاع بوته و قطر گل‌آذین بومادران را به طور معنی‌دار و به ترتیب ۴۱/۴ و ۲۹/۲ درصد کاهش داد (Ghani et al., 2011) که با یافته‌های پژوهش حاضر مطابقت دارد.

در بین سطوح کودی نیز بیشترین ارتفاع بوته و قطر کاپیتول در کاربرد تلفیقی ۵۰ درصد کود NPK و ورمی‌کمپوست با میانگین‌های به ترتیب ۶۳/۱ و ۴/۳۱ سانتی‌متر مشاهده شد که در مقایسه با تیمار عدم کاربرد کود افزایش معنی‌دار به ترتیب ۴۷/۴ و ۳۳/۹ درصدی داشت (جدول ۱). پژوهشگران بیان داشتند که تلفیق کودهای شیمیایی و آلی در بهبود صفات گیاهان مؤثرتر از کاربرد جداگانه آن‌هاست (Zarghani *et al*., 2019) که با یافته‌های پژوهش حاضر مطابقت دارد. مصرف کودهای آلی علاوه بر تأثیرات مثبت در خاک همچون افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت، باعث کارایی بیشتر مصرف کودهای شیمیایی نیز می‌شود. در همین راستا، پژوهشگران نشان دادند که مصرف کودهای آلی به‌واسطه فراهمی فسفر و همچنین عناصر کم‌مصرف، سبب افزایش رشد رویشی گیاهان می‌شود (Yazdani *et al*., 2008). به‌نظر می‌رسد دلایل برتری کاربرد تلفیقی ورمی‌کمپوست و NPK در صفات رویشی، افزایش مواد آلی خاک، دسترسی متعادل‌تر گیاه به عناصر غذایی همچون نیتروژن، فسفر، پتاسیم و سایر عناصر ریزمغذی در ناحیه ریزوسفر و بهبود خصوصیات شیمیایی خاک از قبیل اسیدیته و ظرفیت تبادل کاتیونی باشد (Sadeghi *et al*., 2014). تأثیر مثبت کاربرد کود ورمی‌کمپوست بر صفات رویشی گیاه دارویی همیشه‌بهار (Mojtabavi and Darzi, 2018) نیز گزارش شده است.

مقایسه میانگین‌های اثر متقابل تاریخ کاشت و کود نشان داد که بیشترین تعداد انشعابات ساقه اصلی (۱۱/۸۹ عدد) در کاربرد تلفیقی کودهای NPK و ورمی‌کمپوست در تاریخ کاشت اول مشاهده گردید که در مقایسه با تیمار عدم کاربرد کود در تاریخ کاشت سوم (۲/۵۳ عدد)، از افزایش ۴/۷ برابری برخوردار بود (شکل ۱). علت این موضوع را می‌توان مربوط به این دانست که کود آلی ورمی‌کمپوست غنی از ویتامین‌ها و هورمون‌های رشد بوده و باعث افزایش جمعیت میکروبی خاک و نگهداری طولانی مدت عناصرغذایی بدون اثرات منفی بر محیط می‌گردد (Sadeghi *et al*., 2014) و از طرفی در تاریخ کاشت اول فرصت کافی برای استفاده از عناصر غذایی و سایر نهاده‌ها و شرایط محیطی جهت رشد و شاخه‌زایی گیاه ایجاد شده است. در این راستا، طی تحقیقی بر نقش مثبت کودهای آلی همچون ورمی‌کمپوست در رشد گیاهان به علت بهبود کارایی نیتروژن، بازچرخش عناصر غذایی و

بهبود خصوصیات بیولوژیکی و فیزیکی خاک تاکید شده است (Rodrigues *et al*., 2006). همچنین به نظر می‌رسد در تاریخ کاشت اول با مصرف عصاره جلبک دریایی (آکادین)، احتمالا به علت رشد و توسعه بهتر ریشه‌ها، گیاه بهتر توانسته است از عناصر موجود در خاک استفاده نموده و در نتیجه موجب رشد بهتر اندام‌های هوایی گیاه شود. همین امر باعث شده است که تعداد مریستم‌های آغازندهی شاخه‌های فرعی نیز روی ساقه گیاه بیشتر تشکیل شود و در نهایت افزایش معنی‌دار تعداد انشعابات ساقه اصلی ماریتیغال را نسبت به تیمار عدم کاربرد کود و تاریخ کاشت اول به دنبال داشته باشد. این در حالی است که کوتاه‌تر بودن دوره رشد در تاریخ‌های کشت دوم و سوم فرصت کافی برای تاثیرگذاری آکادین وجود نداشته و در این تاریخ‌های کاشت تفاوت معنی‌داری بین کاربرد و عدم کاربرد این کود مشاهده نشد. نتایج این تحقیق با نتایج سیبی و همکاران (Sibi *et al*., 2016) در گیاه گلرنگ مطابقت دارد.

**جدول ۱- مقایسه میانگین اثر ساده تاریخ‌های کاشت و کود بر صفات مورفولوژیک، اجزای عملکرد و عملکرد گیاه ماریتیغال**

**Table 1- Means comparison of simple effects of planting date and fertilizer on morphological traits, yield components and yield of *Silybuum marianum* L.**

| Treatment | Plant height (cm) | Capital diameter (cm) | Seed number per capital | 1000-seed weight (g) | Harvest index (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| Planting date | | | | | |
| March 6 | 70.1 a | 4.34 a | 60.1 a | 23.58 a | 20.98 a |
| April 4 | 51.31 b | 3.94 a | 54.16 b | 19.47 b | 19.48 a |
| May 5 | 34.67 c | 2.94 b | 47.17 c | 15.72 c | 13.3 b |
| LSD (α=0.05%) | 7.43 | 0.47 | 3.59 | 1.77 | 4.26 |
| Fertilizers | | | | | |
| Non-fertilizer | 42.82 c | 3.23 c | 48.87 c | 16.72 c | 12.83 c |
| NPK (1) | 51.39 b | 3.71 b | 48.77 c | 20.01 ab | 14.04 bc |
| Vermicompost (2) | 54.08 b | 3.85 b | 55.12 abc | 19.84 ab | 17.17b |
| Acadian (3) | 48.03 bc | 3.44 bc | 57.16 ab | 18.82 b | 17.95 b |
| (1+2) 50% | 63.16 a | 4.32 a | 61.29 a | 21.69 a | 26.63 a |
| (1+3) 50% | 52.71 b | 3.89 b | 51.64 bc | 20.45 ab | 19.90 b |
| LSD (α=0.05%) | 6.91 | 0.45 | 7.29 | 2.09 | 7.21 |

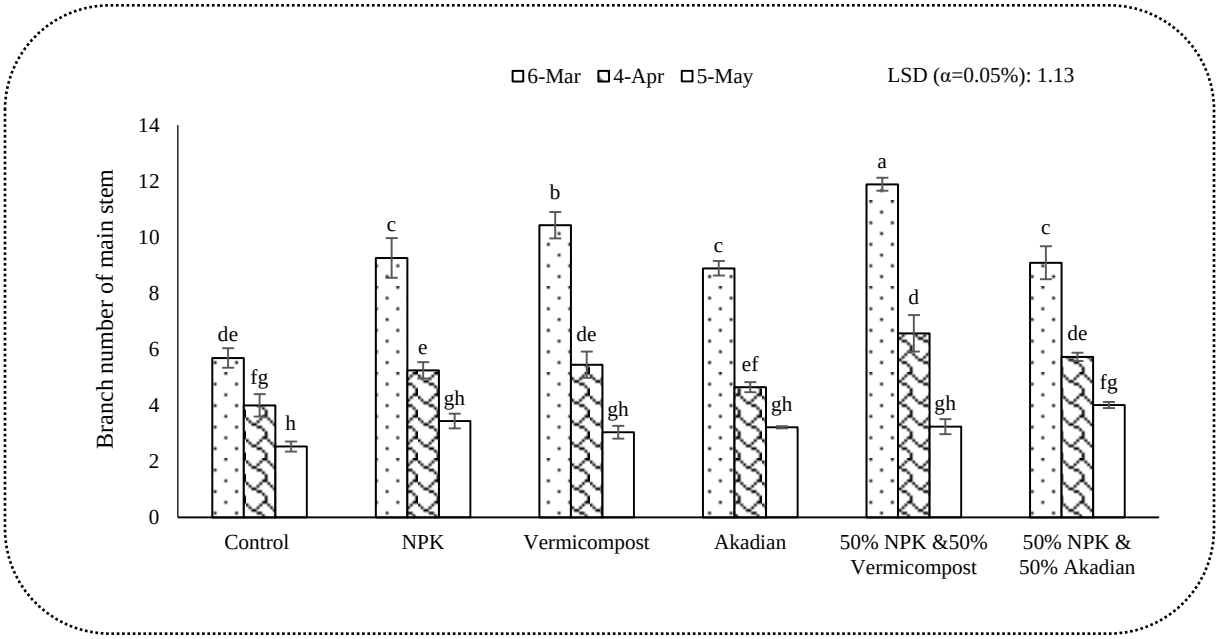
در هر ستون میانگین‌های با حرف یا حروف مشابه، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند

In each column, the means with same letter(s) are not significantly different in the probability level of 5%

**اجزای عملکرد**

اثرات ساده تاریخ کاشت و کود بر تعداد دانه در کاپیتول و تعداد کاپیتول در متر مربع در سطح یک درصد معنی‌دار شد و وزن هزار دانه در سطح پنج درصد تحت تاثیر تاریخ کاشت و در سطح یک درصد تحت تاثیر کود قرار گرفت. همچنین اثر متقابل تاریخ کاشت و کود بر تعداد کاپیتول در متر مربع در سطح یک درصد معنی‌دار شد. نتایج نشان داد که بیشترین تعداد دانه در کاپیتول و وزن هزار دانه در تاریخ کاشت اول بدست آمد، به طوری که در تاریخ کاشت ۱۵ اسفند، تعداد دانه در کاپیتول از برتری به ترتیب ۱۱/۱ و ۲۷/۶ درصدی و وزن هزار دانه از برتری به ترتیب ۲۱/۱ و ۴۹/۷ درصدی نسبت به تاریخ‌های کاشت ۱۵ فروردین و ۱۵ اردیبهشت برخوردار بود (جدول ۱). به نظر می‌رسد که تاخیر در کاشت باعث

روبرو شدن مرحله گلدهی گیاه با گرما و عدم تلقیح گل‌ها شده و در نتیجه تعداد دانه در کاپیتول به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. کاهش تعداد دانه در کاپیتول علاوه بر افزایش دما در مرحله گلدهی و کاهش تلقیح گل‌ها، می‌تواند به کاهش معنی‌دار قطر کاپیتول (جدول ۱) نیز مربوط باشد. بنا بر گزارش‌ها تأخیر در کاشت ماریتیغال (Dorri *et al.*, 2016) نیز منجر به کاهش میانگین وزن هزار دانه گردید. همچنین با تأخیر در کاشت تعداد دانه در کاپیتول ماریتیغال نیز کاهش یافت (Dorri *et al.*, 2016) که با یافته‌های پژوهش حاضر مطابقت دارد.




**شکل ۱- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل تاریخ کاشت و کود بر تعداد انشعابات ساقه اصلی ماریتیغال**

**Figure 1- Comparison of means interaction between planting date and fertilizer on branch number in main stem of *Silybum marianum* L.**

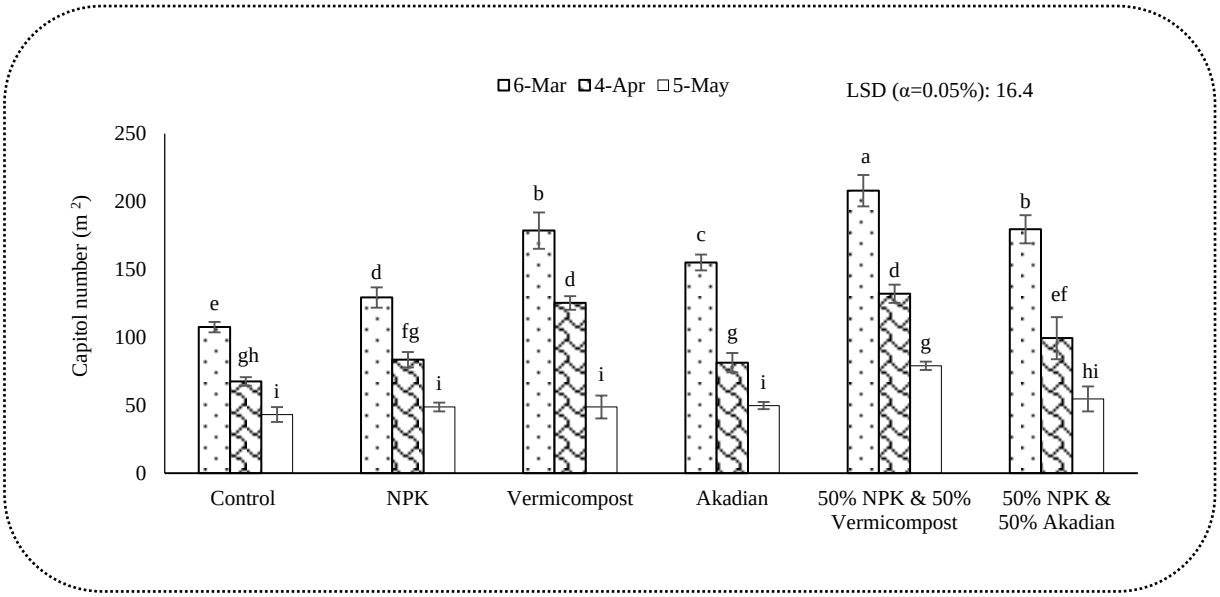
ستون‌های دارای حرف یا حروف مشابه، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند

Columns with similar letter(s) are not significantly different in the probability level of 5%

همچنین در بین سطوح کودی، کاربرد تلفیقی ۵۰ درصد کود NPK و ورمی‌کمپوست منجر به تولید بیشترین تعداد دانه در کاپیتول و وزن هزار دانه شد که از برتری معنی‌دار به ترتیب ۲۵/۴ و ۲۹/۳ درصدی نسبت به تیمار عدم مصرف کود برخوردار بود (جدول ۱). افزایش اجزای عملکرد در سطح کودی کاربرد تلفیقی ۵۰ درصد کود NPK و ورمی‌کمپوست را می‌توان به اثرات مثبت ورمی-کمپوست بر خواص فیزیکی و وضعیت عناصر معدنی خاک و به‌دنبال آن فراهمی آب و عناصر غذایی گیاه و تأمین هر چه بیشترعناصر غذایی مهم نیتروژن، فسفر و پتاسیم نسبت داد (Mojtabavi and Darzi, 2018) که با افزایش پتانسیل رشد رویشی و شاخه‌زنی در بوته (شکل ۱)، احتمالا منجر به ایجاد یک منبع قوی و کارآمد برای تولید مواد فتوسنتزی و تقویت بخش زایشی گیاه و نهایتا افزایش معنی‌دار اجزای عملکرد ماریتیغال شده است (جدول ۱). کاهش میانگین اجزای عملکرد دانه در شرایط عدم کاربرد کود، احتمالاً به دلیل کمبود مواد غذایی باشد که خود نشان دهنده این موضوع است که استفاده از کودهای شیمیایی و آلی با تأمین عناصر مورد نیاز گیاه، باعث افزایش پارامترهای رشدی و عملکردی می‌گردد.

مقایسه میانگین‌های اثر متقابل تاریخ کاشت و کود بیانگر آن است که بیشترین تعداد کاپیتول در واحد سطح با

میانگین ۲۰۸/۱ عدد در مترمربع مربوط به تیمار کاربرد تلفیقی کود NPK و ورمی‌کمپوست در تاریخ کاشت اول بود که افزایش معنی‌دار ۴/۸ برابری در مقایسه با تیمار عدم کاربرد کود در تاریخ کاشت ۱۵ اردیبهشت داشت (شکل ۲). کاپیتول در گیاه ماریتیغال در انتهای شاخه‌های فرعی و اصلی بوته تشکیل می‌شود و هر عاملی که رشد رویشی را کاهش دهد، باعث کاهش تولید تعداد شاخه فرعی و در نتیجه تعداد کاپیتول در واحد سطح می‌گردد. با تاخیر در کاشت و به تبع آن کاهش طول دوره رشد رویشی گیاه، تعداد انشعابات ساقه اصلی ماریتیغال به طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۱). از طرفی سطح کودی کاربرد تلفیقی کود NPK و ورمی‌کمپوست از برتری معنی‌داری نسبت به سایر سطوح کودی در تولید انشعابات ساقه اصلی برخوردار بود (جدول ۱)، بنا براین برتری تیمار تاریخ کاشت اول و کاربرد تلفیقی کود NPK و ورمی‌کمپوست نسبت به سایر تیمارها قابل توجیه است.




**شکل ۲- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل تاریخ کاشت و کود بر تعداد کاپیتول ماریتیغال در متر مربع**

**Figure 2- Comparison of means interaction between planting date and fertilizer on capitol number of *Silybum marianum* L. per m$^2$**

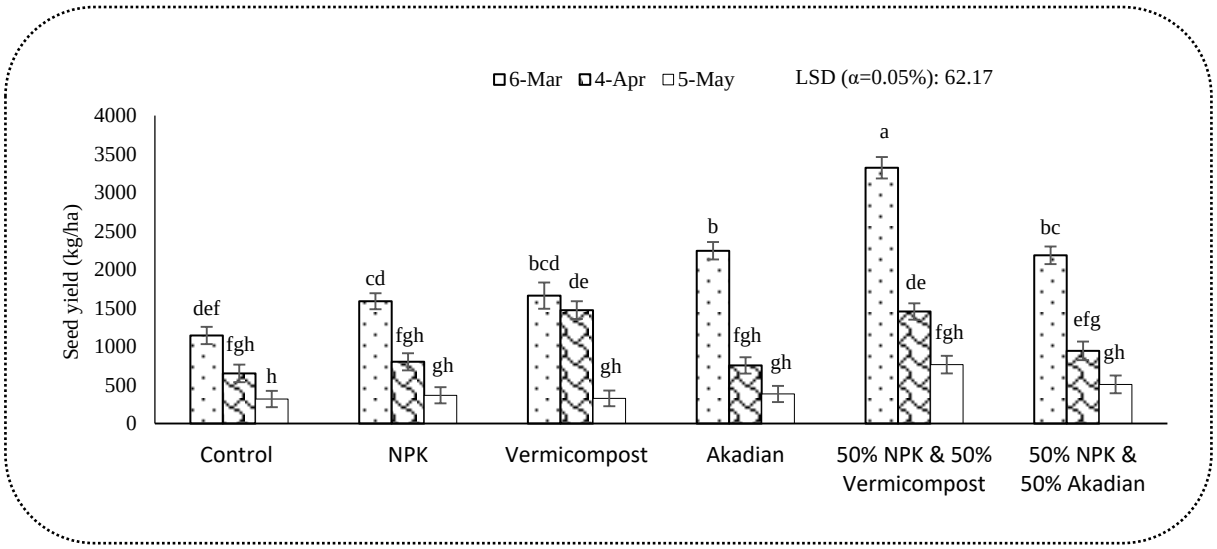
ستون‌های دارای حرف یا حروف مشابه، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند

Columns with similar letter(s) are not significantly different in the probability level of 5%

## عملکرد دانه

اثرات ساده و متقابل تاریخ کاشت و کود بر عملکرد دانه معنی‌دار شد. نتایج مقایسه میانگین‌های اثر متقابل تاریخ کاشت و کود نشان داد که بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۳۳۲۲/۷ کیلوگرم در هکتار در تیمار کاربرد تلفیقی کودهای NPK و ورمی‌کمپوست در تاریخ کاشت اول بدست آمد که در مقایسه با تیمار عدم مصرف کود و تاریخ کاشت سوم از برتری ۱۰/۵ برابری برخوردار بود (شکل ۳). از آنجا که تاریخ کاشت بر طول دوره‌های رویشی و زایشی گیاه اثر می‌گذارد و همچنین طول دوره گلدهی و پر شدن دانه ارتباط مثبت بالایی با عملکرد دانه دارد، لذا به نظر می‌رسد با توجه به کاهش فاصله سبز شدن گیاه تا گلدهی و همچنین گلدهی تا رسیدگی فیزیولوژیکی در کشت‌های دیرتر (Rezvani Moghaddam *et al*., 2015)، گیاه قبل از رسیدن به شاخص سطح برگ مناسب، وارد فاز زایشی گردیده و لذا کاهش دریافت انرژی نورانی توسط برگ‌ها و نیز کاهش اجزای عملکرد (جدول ۱)، باعث کاهش عملکرد در تاریخ‌های کاشت دیرتر گردیده است. همچنین

به نظر می رسد علت کاهش شدید عملکرد دانه در تاریخ کاشت ۱۵ اردیبهشت علاوه بر کوتاه شدن فصل زراعی، مربوط به مصادف شدن دوره تلقیح و گرده افشانی با گرمای تابستان بوده است که این امر باعث کاهش شدید تعداد کاپیتول در بوته و تعداد دانه در کاپیتول و در نهایت کاهش عملکرد دانه در واحد سطح شده است. از طرفی نتایج مشابهی مبنی بر نقش مؤثر مصرف تلفیقی کودهای شیمیایی NPK و ورمی‌کمپوست، نسبت به مصرف جداگانه آن‌ها در افزایش عملکرد گیاهان گزارش شده است (Zarghani *et al*., 2019). استفاده از کودهای آلی از طریق بهبود شرایط فیزیکی خاک، افزایش بهبود فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک و فراهمی عناصر غذایی، سبب افزایش فتوسنتز و بهبود رشد و اجزای عملکرد می‌گردد که در نهایت عملکرد دانه را افزایش می‌دهد (Mohammadpour Vashvaei *et al*., 2017). پژوهشگران بیان داشتند که تأثیر ورمی‌کمپوست روی رشد و عملکرد گیاه را نمی‌توان تنها به‌دلیل افزایش قابلیت دسترسی عنصرهایی مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم ربط داد، بلکه ترکیب‌های دیگری مانند تنظیم کننده‌های رشد از جمله هورمون‌های رشد گیاهی و اسید هیومیک نیز نقش بسزایی در افزایش رشد، زیست توده و عملکرد دنه گیاه دارند (Shekogfteh and Arabnehad, 2017). همچنین لازم به ذکر است که نتایج تجزیه همبستگی (جدول ۲) نشان داد که صفات مورفولوژیکی (ارتفاع بوته، قطر کاپیتول و تعداد انشعابات ساقه اصلی) و اجزای عملکرد (تعداد کاپیتول در متر مربع، تعداد دانه در کاپیتول و وزن هزار دانه) همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه داشته و از آنجا که در تاریخ کاشت اول و کاربرد تلفیقی NPK و ورمی‌کمپوست بیشترین این صفات مشاهده گردید، برتری عملکرد دانه ماریتیغال در تیمار تاریخ کاشت اول و کاربرد تلفیقی NPK و ورمی‌کمپوست نسبت به سایر تیمارها قابل انتظار می‌باشد. در بررسی اثر کاربرد مقادیر مختلف کود نیتروژن و ورمی‌کمپوست در همیشه‌بهار نیز مشخص شد که صفات ارتفاع بوته، تعداد انشعابات ساقه، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در تیمار کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به همراه مصرف ۲۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست از برتری معنی‌داری نسبت به تیمار عدم کاربرد کود برخوردار بود (Pazoki *et al*., 2016).




**شکل ۳- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل تاریخ کاشت و کود بر عملکرد دانه ماریتیغال**

**Figure 3- Comparison of means interaction between planting date and fertilizer on seed yield of *Silybum marianum* L.**

ستون‌های دارای حرف یا حروف مشابه، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند

Columns with similar letter(s) are not significantly different in the probability level of 5%

جدول ۲- همبستگی ساده بین صفات مورد مطالعه ماریتیغال تحت تأثیر تاریخ کاشت و کود

**Table 2- Simple correlation between the studied traits of *Silybum marianum* L. as affected by planting date and fertilizer**

| Traits | Plant height | Capitol diameter | Branch number per main stem | Capitol number per $m^2$ | Seed number per capitol | 1000-seed weight | seed yield | Harvest index |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Plant height | 1 | | | | | | | |
| Capitol diameter | 0.81** | 1 | | | | | | |
| Branch number per stem | 0.89** | 0.75** | 1 | | | | | |
| Capitol number per $m^2$ | 0.88** | 0.78** | 0.92** | 1 | | | | |
| Seed number per capitol | 0.53** | 0.41* | 0.51** | 0.47** | 1 | | | |
| 1000-seed weight | 0.85** | 0.78** | 0.85** | 0.85** | 0.47** | 1 | | |
| Seed yield | 0.80** | 0.67** | 0.85** | 0.91** | 0.52** | 0.81** | 1 | |
| Harvest index | 0.40* | 0.30 ns | 0.44* | 0.54** | 0.52** | 0.48** | 0.65** | 1 |

* و** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد

* , ** significant at the probability level of 5 and 1 percent, respectively

## شاخص برداشت

اثرات ساده تاریخ کاشت و کود بر شاخص برداشت معنی‌دار شد. بیشترین شاخص برداشت در تاریخ کاشت اول (۱۹/۵ درصد) و کمترین آن در تاریخ کاشت سوم (۱۳/۴ درصد) بدست آمد (جدول ۱). به نظر می‌رسد که در تاریخ کاشت اول به علت شرایط دمایی مناسب و وجود فرصت کافی برای تولید مواد فتوسنتزی، سهم بیشتری از این مواد به دانه‌ها منتقل شده است و این در حالی است که با تاخیر کاشت از ۱۵ اسفند به ۱۵ اردیبهشت، احتمالا به علت کوتاه‌تر شدن زمان تولید و انتقال مواد فتوسنتزی و افزایش دما و تنفس نگهداری، سهم کمتری از مواد فتوسنتزی به مخازن فیزیولوژیکی (دانه‌ها) منتقل شده و از اینرو شاخص برداشت به طور معنی‌داری کاهش یافت.

در بین سطوح کودی کاربرد تلفیقی کودهای NPK و ورمی‌کمپوست بیشترین شاخص برداشت (۲۶/۶۳ درصد) را به خود اختصاص داد که افزایش معنی‌دار ۵۱/۸ درصدی در مقایسه با عدم کاربرد کود داشت (جدول ۱). این پارامتر بیانگر چگونگی تسهیم مواد پرورده بین اندام‌های مختلف گیاه می‌باشد. هر عاملی که باعث گردد عملکرد دانه بیشتر از بیوماس کل تحت تأثیر قرار گیرد، منجر به تغییر شاخص برداشت می‌شود (Zarghani *et al.*, 2019). به نظر می‌رسد که کاربرد تلفیقی کودهای NPK و ورمی‌کمپوست نسبت به سایر سطوح کودی شرایط مناسب‌تری را برای انتقال مواد فتوسنتزی به دانه‌ها فراهم کرده و افزایش شاخص برداشت را باعث شد.

## معادلات رگرسیونی

برای آشکار شدن میزان افت عملکرد به ازای هر روز تأخیر در کاشت از ۱۵ اسفندماه، عملکرد دانه تحت شرایط تیمارهای مختلف کودی در مقابل هر یک از تاریخ‌های کاشت ۱۵ اسفند، ۱۵ فروردین و ۱۵ اردیبهشت برازش داده شد که نتایج آن در جدول ۳ ارائه شده است. معادلات رگرسیونی به دست آمده نشان داد که به ازای هر روز تأخیر و فاصله از تاریخ مناسب کاشت (۱۵ اسفند) مقادیر ۱۳/۷۶، ۱۹/۵۳، ۲۱/۴۰، ۳۰/۱۷، ۴۱/۷۸ و ۲۷/۱۲ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب برای تیمارهای عدم کاربرد کود، NPK، ورمی‌کمپوست، آکادین، تلفیق NPK و ورمی‌کمپوست و تلفیق NPK و آکادین از عملکرد دانه گیاه دارویی ماریتیغال کاسته می‌شود. پژوهشگران بیان داشتند که تاریخ کاشت از مؤثرترین عوامل در ایجاد خلاء عملکرد می‌باشد و این موضوع نشان دهنده اهمیت طول دوره رویشی در تولید گیاه می‌باشد (Torabi *et al.*, 2011). در همین راستا محققین اعلام کرند که شاخص کلروفیل، شاخص سطح

برگ و میزان جذب نیتروژن در طول دوره رشد گیاه ، همگی توسط تاریخ کاشت کنترل می‌شود ( Dorri *et al.*, 2016).

به‌منظور تعیین اهمیت صفات مورفولوژیکی و اجزای عملکرد در تغییرات مربوط به عملکرد دانه و همچنین تأیید یا عدم تأیید نتایج همبستگی بین صفات، تجزیه رگرسیون گام به گام انجام شد که در آن عملکرد دانه به‌عنوان متغیر وابسته و صفات ارتفاع بوته، قطر کاپیتول، تعداد انشعابات ساقه اصلی، تعداد کاپیتول در متر مربع، تعداد دانه در کاپیتول، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت به‌عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شد. نتایج این تجزیه که در جدول ۴ ارائه شده است، نشان می‌دهد که چهار صفت قطر کاپیتول، تعداد کاپیتول در متر مربع، تعداد دانه در کاپیتول و وزن هزار دانه وارد مدل رگرسیونی شدند و در مجموع ۸۴/۵۷ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه می‌کنند. معادله رگرسیونی به‌دست آمده عبارت بود از:

$$Y=-78.3 - 18.41X_1 + 1.425\ X_2 + 0.871\ X_3 + 3.48\ X_4$$

که در آن $X_1$ قطر کاپیتول، $X_2$ تعداد کاپیتول در متر مربع ، $X_3$ تعداد دانه در کاپیتول و $X_4$ وزن هزار دانه است.

**جدول ۳- معادلات رگرسیونی عملکرد دانه به ازای هر سطح کودی در تاریخ‌های کاشت و میزان کاهش عملکرد دانه در اثر تأخیر کاشت**

**Table 3- Regression equations of seed yield for each fertilizer level in planting dates and reduction of seed yield due to planting delay**

| Fertilizer levels | Regression equations | $R^2$ | Decreased of yield per each day of planting delay ($kg.ha^{-1}$) |
|---|---|---|---|
| Non fertilizer (control) | y = -413.05x + 1530.9 | 0.98** | 13.76 |
| NPK (1) | y = -586x + 2108.6 | 0.96** | 19.53 |
| Vermicompost(2) | y = -642.2x + 2455.2 | 0.85** | 21.40 |
| Acadian(3) | y = -905.2x + 2955.4 | 0.87** | 30.17 |
| 50% (1+2) | y = -1253.4x + 4371.6 | 0.92** | 41.78 |
| 50% (1+3) | y = -813.65x + 2856.9 | 0.91** | 27.12 |

** معنی‌دار در سطح ۱درصد

** significant at the probability level of 1 percent

**جدول ۴- مراحل رگرسیون گام به گام برای عملکرد دانه به‌عنوان متغیر وابسته و سایر صفات به‌عنوان متغیر مستقل**

**Table 4- Step-by-step regression steps for seed yield as a dependent variable and other traits as an independent variable**

| Traits of entered into the model | Coefficients | SE Coef. | T-Value | P-Value | R-Sq(adj) (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| constant number | -78.3 | 35.4 | -2.21 | 0.032 | - |
| Capitol diameter | -18.41 | 9.64 | -1.91 | 0.042 | 35.81 |
| Number of capitol per $m^2$ | 1.425 | 0.188 | 7.57 | 0.000 | 25.73 |
| Seed number per capitol | 0.871 | 0.470 | 1.85 | 0.070 | 13.25 |
| 1000-seed weight | 3.48 | 2.30 | 1.51 | 0.137 | 9.78 |
| Total | | | | | 84.57% |

در همین راستا، نتایج همبستگی ساده بین صفات نیز نشان از همبستگی بالای عملکرد دانه با صفات وارد شده به مدل بود به‌طوری که ضرایب همبستگی عملکرد دانه با صفات قطر کاپیتول، تعداد کاپیتول در متر مربع، تعداد دانه در کاپیتول و وزن هزار دانه به‌ترتیب **۰/۶۷، **۰/۹۱، **۰/۵۲ و **۰/۸۱ درصد به‌دست آمد که تأیید بر نتایج

تجزیه رگرسیونی گام به گام بود. در بررسی رضوی‌نیا و همکاران (Razavi Nia *et al*., 2015) نیز قطر کاپیتول اصلی دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری (۰/۷۳۶**) با عملکرد دانه ماریتیغال بود به طوری که اثر مستقیم مثبت (۰/۴۱۱) و اثر غیرمستقیم مثبت از طریق تعداد کاپیتول در بوته (۰/۲۱۸) بر صفت مذکور داشت. Dorri *et al*. (2016) گزارش کردند که ۹۳ درصد از تغییرات عملکرد دانه گیاه ماریتیغال به تعداد کاپیتول و تعداد دانه در کاپیتول وابسته می‌باشد که نتایج حاصل از پژوهش حاضر را تائید می‌نمایند. بیان شده است که تعداد کاپیتول در واحد سطح مهم‌ترین جزء تعیین کننده عملکرد دانه در گیاه ماریتیغال است (Mohammadpour Vashvaei *et al*., 2017) که همراستا با یافته‌های این پژوهش می‌باشد. همچنین تجزیه رگرسیونی عملکرد دانه در دو ژنوتیپ گیاه دارویی ماریتیغال نشان داد که در ژنوتیپ بومی اهواز، قطر کاپیتول و در ژنوتیپ آلمانی، تعداد کاپیتول در بوته نقش تعیین‌کننده‌ای در عملکرد دانه دارد (Qavami *et al*., 2012).

## نتیجه‌گیری

نتایج به‌دست آمده نشان داد که تاخیر کاشت می‌تواند یکی از عوامل اصلی کاهش عملکرد گیاه دارویی ماریتیغال در بیرجند باشد به طوری که تأخیر در تاریخ کاشت از ۱۵ اسفند به ۱۵ اردیبهشت، به دلیل افزایش دما و کوتاه شدن دوره رشد گیاه، منجر به کاهش تمامی پارامترهای رشدی، اجزای عملکردی و در نهایت عملکرد دانه گردید. از طرف دیگر در سیستم تغذیه‌ای تلفیقی، کاربرد کود شیمیایی (با ۵۰ درصد کاهش) احتمالا علاوه بر تقویت رشد اولیه و جلوگیری از هدررفت زیاد کود، منجر به افزایش کارایی مصرف ورمی‌کمپوست می‌گردد. همچنین نتایج تجزیه رگرسیونی نشان داد که اجزای عملکرد خصوصا تعداد کاپیتول در متر مربع، اثرات مستقیمی بر عملکرد داشته و کوتاه شدن طول دوره رویشی منجر به افت معنی‌دار این صفات و نهایتا عملکرد دانه شد. به‌طور کلی بر اساس نتایج این پژوهش کشت گیاه دارویی ماریتیغال در منطقه بیرجند در تاریخ ۱۵ اسفند و با سیستم تغذیه‌ای تلفیقی (۵۰ درصد NPK و ورمی‌کمپوست) پیشنهاد می‌شود.

## منابع


Abdolahzareh, S., Fateh, E., & Aynehband, A. (2012). Investigation into different sowing dates and fertilization methods (chemical and organic) on yield and yield components of milk thistle (*Silybum marianum* L.). *Journal of Plant Productions, 35*(1):129-143.

Aghayari, F., Faraji, A., & Kordkatooli, A. (2016). Determination of yield and yield components response of soybean (*Glycine max* L.) to sowing date, temperature and sunshine hours. *Journal of Agroecology, 7*(4): 547-562. (In Persian)

Alinejada, S., Sarabia, V., Sadeghi Bakhtvaria, A.R., & Hashempour, H. (2020). Variation in physiological traits, yield and secondary metabolites of jimsonweed (*Datura stramonium* L.) under different irrigation regimes and nutrition systems. *Industrial Crops & Products,143*: 1-8.

Behzadi, Y., & Salehi, A. (2017). Effects of biological, organic, and chemical fertilizers on uptake of N, P, K, grain yield, and essential oil yield in anise (*Pimpinella anisum* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 32*(6): 1026-1036. (In Persian)

Dorri, M., Kamkar, B., Aghdasi, M., & Kamshikamar, E. (2016). Effects of planting date on yield and yield components of *Silybum marinum* under Golestan climate conditions. *Journal of Crop Production, 8*(4):67-86. (In Persian)

Fatma, R., Shaheen, A. M.,El-Samad, E.H., & El-Lobban, T.T. (2014). Response of onion plants to organic fertilizer and foliar spraying of some micro-nutrients under sandy soil conditions. *Journal of Applied Science Research, 22*: 235-242.

Foaadedini, M., Seghatoleslami, M.J., & Moosavi, S.G.R. (2015). Effect of water deficit stress on traits of chichory (*Cichorium intybus* L.) in different planting dates. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, *31*(3): 383-395. (In Persian)

Ghani, A., Tehranifar, A., Azizi, M., & Taghi Ebadi, M. (2011). Effect of planting dates on morphological characteristics, yield and essential oil content of *Achillea millefolium* L. cultivated in Mashhad climatic conditions. *Iranian Journal of Field Crops Research*, *9*(3): 447-453. (In Persian)

Gesch, R.W. (2013). Growth and yield response of calendula (*Calendula officinalis*) to sowing date in the northern U.S. *Industrial Crops and Products*, *45*: 248-252.

Hankins, S.D., & Hockey, H.P. (1990). The effect of a liquid seaweed extract from *Ascophyllum nodosum* (Fucales, Phaeophyta) on the two-spotted red spider mite *Tetranychus urticae*. *Hydrobiologia*. *204*: 555-559.

Mohammadpour Vashvaei, R., Ramroudi, M., & Fakhari, B. (2017). Effects of drought stress and bio-fertilizer inoculation on quantitative and qualitative characteristics of marian thistle (*Silybum marianum* L.). *Agroecology, 9*(21):31-49. (In Persian)

Mojtabavi, K., & Darzi, M. (2018). Effects of vermicompost and nitroxin application on flower yield, yield components and essential oil quality of marigold (*Calendula officinalis* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 33*(6):1034-1046. (In Persian)

Norrie, J., & Keathley, J. (2006). Benefits of *Ascophyllum nodosum* marine-plant extract applications to 'Thompson seedless' grape production. *Acta Horticulturae*. *727*: 243-245.

Ramarajan, S., Henry Joseph, L., & Saravana Gonthi, A. (2012). Effect of seaweed liquid fertilizer on the germination and pigment concentration of soybean. *Journal of Crop Science and Technology, 1*(2): 1-5.

Rezvani Moghaddam, P., Akbarabadi, M., & Hassanzadeh, F. (2015). The effect of different organic fertilizers and different planting dates on yield and yield components of *Calendula officinalis* L. Agroecology, *6*(4): 730-740. (In Persian)

Razavi Nia, M., Aghaalikhani, M., & Naghdi Badi, H. (2015). Effect of vermicompost and chemical fertilizers on quantitative and qualitative properties of *Echinaceae pursuerea* L. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 31*(2): 357-373. (In Persian)

Ross, R., Holden, D. (2012). Commercial Extract of the Brown Seaweed *Ascophyllum nodosum* suppresses avocado thrips and persea mites in field-grown hass avocados, a practical field perspective. *California Avocado Society, Yearbook*, *95*:139-147.

Pazoki, A., Tavakoli Haghighat, H., & Rashidi Asl, A. (2016). Evaluation of yield, yield components and essential oil content of marigold (*Calendula officinalis* L.) with the use of nitrogen and vermicompost. *Crop Ecophysiology*, *10*(39): 629-643. (In Persian)

Prasad, R. (1996). Cropping systems and sustainable of agriculture. Indian Farming *46*: 39-45.

Qavami, N., Labbafi, M.R., Dehghani-Meshkani, M.R., & Mehrafarin, A. (2012). Determination of seed and oil yield and yield components in two variety of milk thistle (*Silybum marianum* Gaetrn.) based on path analysis and regression. *Medicinal plants*, *11*(4): 78-86. (In Persian)

Sadeghi, A.A., Bakhsh Kelarestaghi, K., & Hajimohammadnia Ghalibaf, K. (2014). The effects of ermicompost and chemical fertilizers on yield and yield components of marshmallow (*Altheae officinalis* L.). *Agroecology, 6*(1):42-50. (In Persian)

Sibi, M., Nezami, A., Khazaie, H. (2016). The effect of concentration, time and applying instruction of seaweed extract on some morphological characteristics of root and shoots of safflower (*Carthamustinctorius* L.). *Crop Physiology Journal*, *8*(29): 5-21. (In Persian)

Tasdighi, H., Salehi, A., Movahhedi Dehnavi, M., & Behzadi, Y. (2015). Survey of yield, yield components and essential oil of *matricaria chamomilla* L. with application of vermicompost and different irrigation levels. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 25*(3): 61-78. (In Persian)

Torabi, B., Soltani, A., Galeshi, S., & Zeinali, E. (2011). Analyzing wheat yield constraints in Gorgan. *Electronic Journal of Crop Production, 4*(4): 1-17. (In Persian)

Volaii, L., Nour Mohammadi, G., Hasanlou, T., & Haj Seyed Hadi, M.R. (2014). Effect of organic manure and bio-fertilizer on growth traits and quantities yield in milk thistle (*Silybum marianum* L. Gaerth). *Agronomic Research in Semi Desert Regions. 10*(4):375-386.

Yazdani, M.H., Pirdashti, M., Tajik, A., & Bahmanyar, A. (2008). The effect of Trichoderma spp. and different types of organic manure on growth and development of soybean (*Glycine max* L.). *Electronic Journal of Field Crop Production, 3*: 65-82. (In Persian)

Yazdani Biuki, R., Rezvani Moghaddam, P., Khazaee, H.R., & Astaraee, A.R. (2010). Effect of chemical fertilizer on quality and quantity characters milk thistle. *Iranian Journal of Field Crops Research, 8*(5): 748 - 56. (In Persian)

Zarghani, H., Rezvani Moghadam, P., Ghanbari, A., & Yanegh, A.J. (2019). Growth characteristics and grain yield of corn (*Zea mays* L.) (Single Cross 704) affected by the combined consumption of chemical and manure fertilizers. *Agroecology, 10*(4):1259-1268. (In Persian).