Karafan

Quarterly Scientific Journal of Technical and Vocational University

Winter 2023, Vol. 19, No. 4, p. 475-492

Journal Homepage: https://karafan.tvu.ac.ir/?lang=en

:10.48301/KSSA.2023.353314.2213

TVU

Delay Cropping Effect on Yield, Yield Component and Grain Oil Content of Milk Thistle (*Silybum marianum*) under Subtropical Climatic Conditions of Southern Kerman

Fatameh Esfandiari[1], Javad Taei[2*], Mehrangiz Jowkar Tangkarami[3]

[1]M.Sc. Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Jiroft, Jiroft, Iran.

[2]Assistants professor, Department of Agricultural Science, Technical and Vocational University (TVU), Tehran, Iran.

[3]Assistants professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Jiroft, Jiroft, Iran.

ARTICLE INFO

Article Type:
Original Research

Received: 08.21.2022
Revised: 11.28.2022
Accepted: 01.16.2023

Keyword:
Ecotype
Growth Period
Temperature Stress
Milk Thistle (Silybum marianum. L.)
Sowing Date

***Corresponding Author:**
Javad Taei
Email: *jtaei@tvu.ac.ir*

ABSTRACT

This research was conducted in order to investigate some quantitative and qualitative traits of milk thistle under the influence of delayed planting dates in 2016 at the research farm of University of Jiroft. The experiment was carried out in the form of split plots in the form of a randomized complete block design in three replications. The main factor in this experiment was six planting dates (November 10, December 10, January 10, Bahman 30, March 10, April 10) and the secondary factor was three ecotypes of thistle (Kashan, Sari, Malathani). The measured traits included number of Capitulum per plant, number of seed per Capitulum, Weight of 1000 Seeds, plant height, seed yield and grain oil content (%). The results showed that the effects of planting date, ecotype and their interaction on all studied traits were significant ($P<0.01$). Under the influence of the delay in planting, all studied traits decreased linearly and significantly ($P<0.01$, $R2>0.85$). Based on these results, the decreasing slope under the influence of delayed cultivation was different in the examined ecotypes, so that the highest and lowest absolute values of the decreasing slope were observed in Malathani and Kashan ecotypes, respectively. The results illustrated that for every 10 days of delay in planting, seed yield decreased in Malathani, Sari and Kashan ecotypes by 251.4, 239.1 and 134.6 kg per hectare, respectively. The oil percentage decreased by 0.62 and 0.31, and 0.58 percent respectively. In general, in the subtropical conditions of Jiroft, the optimal planting date is November. The comparison between ecotypes also showed that although Mulathani and Sari demonstrated the highest yield of seeds and oil on the first planting date, Sari ecotype had more yield stability during the different planting dates.

©2023 the authors. Published by Technical and Vocational University, Tehran, Iran. This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International (CC BY-NC License) (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

E-ISSN: 2538-4430
ISSN: 2382-9796

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

Commercial production of medicinal plants such as milk thistle needs optimizing agronomic operations and to provide their ecological requirements, particularly planting date first and then plant breeding. Planting data is a key factor which can supply plant heat and photoperiod requirements to reconcile environmental conditions with plant eco-physiological needs. Milk thistle (*Silybum marianum*) is one of the most important medicinal plants considered by researchers due to its industrial, medicinal, and cosmetic usages. The effect of the planting date on some traits of milk thistle as grain yield, 1000 seed weight and sillymarin under climatic condition of Poland with very cold winters and medium summers showed that late June was the best date for milk thistle planting and earlier planting caused a decrease in grain yield and other yield component measured. Mousavikia et al. (2019) studied the effect of planting date and fertilizers on milk thistles under climatic condition of Birjand with cold winters and very dry and hot summers and they found that the maximum grain yield of milk thistle was on 10th of March with optimized fertilizer components. Thus, due to economical and medicinal importance of milk thistle production, this experiment was performed to determine optimum planting date of different ecotypes of milk thistle under sub-tropical climatic condition of Jiroft region. In the present research, the effect of delay cropping dates on grain yield, component of grain yield and oil production were evaluated.

Methodology

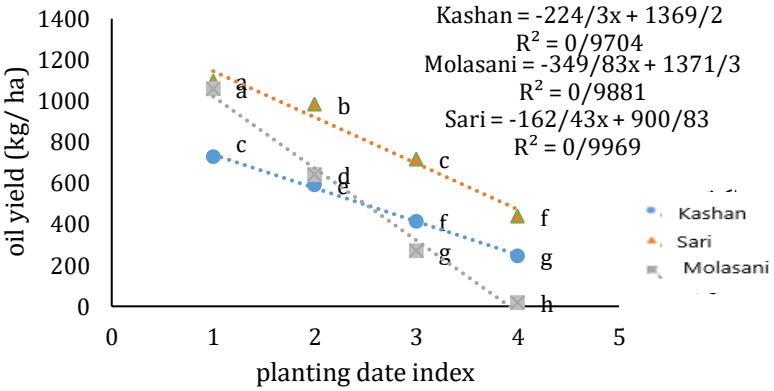
This research was conducted to evaluate some quantitative and qualitative traits of milk thistle when affected with delayed cropping date in 2016 - 2017 in the experimental research field of University of Jiroft. Based on DePauw climatic classification, agroclimaic conditions of the study area was dry (Aridity index=annual rainfall /annual reference evapotranspiration: <0.2 and >0.03) with very warm summers ('mean temperature' of the warmest month>30˚C) and cool winters (<'mean temperature' of the coldest month<10˚C). Experimental design was arranged in spilt-plot based on randomized complete block design with six sowing dates incuding 1st October. 1st November. 1st December. 1st January, 1st February and 1st March as main plot and ecotypes (Molasani, Sari and Kashan) as subplots in three replications. Traits which were recorded included number of capitulum per plant, number of seed per capitulum, weight of 1000 seeds, plant height, seed yield and grain oil content (%). Data was statistically analyzed using SAS 9.3 VERSION, and means were obtained using the Duncan test ($p<0.05$).

Results and discussion

Results showed that planting date, ecotypes and their interactions significantly ($P<0.01$) affected number of capitulum per plant, number of seed per capitulum, weight of 1000 seeds, plant height, seed yield and grain oil content (%). Means comparison of main effect using the Duncan Test (table 3) indicated sowing date on 1st October caused a significant increase in the amount of number of capitulum per plant, number of seed per capitulum,

weight of 1000 seeds, plant height, seed yield and grain oil content (%). Means comparison analysis of ecotypes showed that all the above studied traits in Sari were significantly greater than other ecotypes.

Based on the results, delaying planting time led to a significant decrease in all above recorded traits and the changes of these variables were fitted with linear function (P<0.01, R2>0.85). Delayed cropping had different effects in the three studied ecotypes such that maximum and minimum of absolute value of fitted linear function slope was observed respectively in Molasani and Sari. Seed yield of Molasani, Sari and Kashan reduced respectively by 251.4, 239.1 and 134.6 per ten days' delay in sowing date and also oil content in Molasani, Sari and Kashan was reduced respectively by 0.62, 0.31 and 0.58 percent per ten days' delay in sowing date.



Interaction effect of planting date and ecotypes on oil yield of milk thistle.

*Planting date index: at the horizontal axes, one unite of this index indicated 30 days after the first planting date (1st October)

Table 1. Mean compassion for main effect of planting date and ecotype on some quantitative traits of milk thistle in Jiroft region.

Grain yield (kg/h)	1000 seed (gr) weight	Plant height (cm)	Capitol weight (gr)per plant	Number of seeds per capitols	Number of capitols per plant	Main effect	
2960a	24.44a	118.97a	16.76a	114.32a	5.44a	1st october	Planting date
2355b	22.88b	104b	11.94b	113.24a	3.60b	1st november.	
1509c	19.25c	76.68c	6.94c	67.84b	2.80c	1st december.	
756.3d	17.66d	34.622d	4.36d	48.13c	1.53d	1st january	
155.2e	16.52e	15.88e	3.08e	36.11d	1.09e	1st february	
57.2f	12.53f	12f	2.51e	22.11e	1.03e	1st march	
953.9c	20.44b	68.78a	6.42b	48.93c	2.40b	Kashan	Ecotype
1736.4a	22.05a	64.22b	10.44a	90.32a	2.65a	Sari	
1206.8b	14.15c	48.33c	5.94c	61.62b	2.62a	Molasani	

*Same characters have no significant different

Growth period decrease and heat stress which occurred in delayed planting dates are the main factors resulting in decreased yield and component of milk thistle. Mousavikia et al. (2019) demonstrated that delayed planting date caused a reduction in yield component of milk thistle. They also reported that plant height, number of capitols, number of seed per capitols and yields were significantly reduced after 6th March planting date. Adverse effects of heat stress on pollination of sunflower decreased the number of seed and its attained yield. The results of the experiment carried out on phenology and phyllochrony of milk thistle in Golestan province showed increased temperatures had raised development rate, and higher environmental temperature which occurred in delayed sowing date treatments led to decreased phyllochron (days between two continued leaf emergence) and consequently decreased leaf number and plant height. Zamani and Javadi [2019] indicated planting date had significant effects on oil content and oil yield of safflower in Birjand region. They showed that maximum yield and grain oil yield was attained when safflower was planted on 20th September.

Conclusion

In summary, under subtropical conditions of Jiroft region, the optimum cropping date of milk thistle was determined to be end of October and early November. A comparison of the ecotypes revealed that Sari had greater yield stability during different planting date even though the greatest yield of grain and oil were observed in Sari and Molasani ecotypes.

کارفن
فصلنامه علمی دانشگاه فنی و حرفه‌ای
زمستان ۱۴۰۱، دوره ۱۹، شماره ٤، ۴۹۲-۴۷۵
آدرس نشریه: https://karafan.tvu.ac.ir/
doi:10.48301/KSSA.2023.353314.2213

اثر کشت تأخیری بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد روغن گیاه دارویی خارمریم (*Silybum marianum*) در شرایط نیمه گرمسیری جنوب کرمان

فاطمه اسفندیاری[۱]، جواد طایی[۲*]، مهرانگیز جوکار تنگ‌کرمی[۳]

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت، ایران.
۲- استادیار گروه علوم کشاورزی، دانشگاه فنی و حرفه‌ای، تهران، ایران.
۳- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت، ایران.

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

دریافت مقاله: ۱۴۰۱/۰۵/۳۰
بازنگری مقاله: ۱۴۰۱/۰۹/۰۷
پذیرش مقاله: ۱۴۰۱/۱۰/۲۶

کلید واژگان:
اکوتیپ
تاریخ کاشت
تنش حرارتی
خارمریم
دورهٔ رشد

***نویسنده مسئول:** جواد طایی
پست الکترونیکی:
jtaei@tvu.ac.ir

چکیده

این پژوهش به‌منظور بررسی برخی صفات کمی و کیفی خارمریم تحت تأثیر تاریخ‌های کشت تأخیری در سال ۱۳۹۶ در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشگاه جیرفت انجام گرفت. آزمایش به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. فاکتور اصلی در این آزمایش شش تاریخ کاشت (۱۰ آبان، ۱۰ آذر، ۱۰ دی، ۱۰ بهمن، ۱۰ اسفند، ۱۰ فروردین) و فاکتور فرعی سه اکوتیپ خارمریم (کاشان، ساری، ملاثانی) درنظر گرفته شد. صفات اندازه‌گیری شده عبارت بودند از: تعداد کاپیتول دربوته، تعداد دانه درکاپیتول، وزن کل کاپیتول دربوته، ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و درصد روغن. نتایج نشان‌داد، اثر تاریخ‌کاشت، اکوتیپ و اثرمتقابل آنها بر تمامی صفات مورد مطالعه معنی‌دار ($P<0.01$) بود. تحت تأثیر تأخیر در کاشت تمام صفات مورد مطالعه به صورت خطی و معنی دار($P<0.01$, $R^2>0.85$) کاهش یافتند. بر اساس این نتایج شیب کاهشی تحت تأثیر کشت تأخیری در اکوتیپ‌های مورد بررسی متفاوت بود به طوری‌که بیشترین و کمترین مقدار قدرمطلق شیب کاهشی به ترتیب مربوط‌به اکوتیپ‌های ملاثانی و کاشان مشاهده شد. نتایج نشان داد به ازای هر ۱۰روز تأخیر در کاشت، کاهش عملکرد دانه در اکوتیپ‌های ملاثانی، ساری و کاشان به ترتیب ۲۵۱/۴، ۲۳۹/۱ و ۱۳۴/۶ کیلوگرم‌درهکتار و کاهش درصد روغن به ترتیب ۰/۶۲، ۰/۳۱ و ۰/۵۸ درصد بود. به‌طور کلی در شرایط نیمه گرمسیری جیرفت تاریخ کاشت بهینه برای خارمریم آبان‌ماه است. مقایسه بین اکوتیپ‌ها نیز نشان داد هرچند ملاثانی و ساری بیشترین عملکرد دانه و روغن را در تاریخ کاشت اول نشان دادند اما اکوتیپ ساری از پایداری عملکرد بیشتری برخوردار بود.

شاپای الکترونیکی: ۲۵۳۸-۴۴۳۰
شاپای چاپی: ۲۳۸۲-۹۷۹۶

©2023 the authors. Published by Technical and Vocational University, Tehran, Iran. This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International (CC BY-NC License) (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

مقدمه

امروزه توسعهٔ دانش شیمی مدرن باعث ایجاد رویکردی جدید در استفاده گسترده از گیاهان دارویی در درمان بیماری‌های گوناگون شده است، پیامد تأمین این نیاز روزافزون با محدودیت برداشت گیاهان دارویی از عرصه‌های طبیعی مواجه شده، که در نتیجهٔ آن راهبرد توسعهٔ تولید این گیاهان در عرصه‌های زراعی به عنوان یک ضرورت مورد توجه واقع شده است [۱]. در این راستا تولید گیاهان دارویی به عنوان گیاهان زراعی جدید نیاز به دانش و اطلاعات مربوط به متغیرهای محیطی و بهینه کردن نیازهای فیزیولویک گیاهی دارد [۲]. ماریتیغال یا خارمریم یکی از مهم‌ترین گیاهان دارویی است که به دلیل اهمیت آن در صنایع داروسازی و آرایشی برای تولید گسترده ریشه [۳]، دانه و روغن آن مورد توجه قرار گرفته است [۴]. دانهٔ این گیاه حاوی ویتامین E، بتائین، تری متیل گلیسین و میزان زیادی روغن (۱۵ تا ۳۰ درصد) و ترکیبات سیلیمارین است که به خاطر اثرات دارویی ضدالتهابی و ضد هپاتیتی آن در داروسازی مورد استفاده قرار گرفته است [۵; ۶]. روغن دانهٔ خارمریم منبعی غنی از اسیدهای چرب غیراشباع و ویتامین E می‌باشد و از نقطه نظر تغذیه‌ای دارای ارزش زیادی است، همچنین روغن این گیاه در صنایع آرایشی نیز به طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار گرفته است [۷; ۸]. خارمریم از نظر گیاه‌شناسی گیاهی علفی، یک‌ساله و متعلق به تیره‌گل‌ستاره‌ای‌ها (Asteraceae) با نام انگلیسی Milk thestile و نام علمی *Silybum marianum L.* است [۹; ۱۰].

تولید اقتصادی گیاهان دارویی از جمله گیاه خارمریم مستلزم بهینه کردن عملیات زراعی، تغذیه و تأمین نیازهای اکولوژیک آنها از جمله تاریخ کاشت [۱۱; ۱۲] در گام اول و تدوین برنامه‌های اصلاح نباتات در گام دوم است. تاریخ کاشت در تأمین نیازهای حرارتی و فتوپریودی گیاهان و همچنین تطابق شرایط محیطی با نیازهای گیاهی به عنوان یک عامل مدیریتی کلیدی شناخته شده است [۱۳]. بر اساس نتایج گزارش صبوری‌فرد و انتظاری (۲۰۲۲)، اعمال تاریخ کاشت بهینه به عنوان یک عامل اصلی مدیریتی باعث افزایش کارایی تمام تیمارهای آبیاری در گیاه ارزن شده‌است[۱۴]. در مورد بررسی تاریخ‌های کاشت بهینه خارمریم در برخی مناطق اقلیمی کشور آزمایش‌های مختلفی گزارش شده که نتایج آنها با توجه به اختلاف شرایط اقلیمی متفاوت است. امیدبیگی و همکاران (۲۰۰۳) روند فنولوژی خارمریم در شرایط اقلیمی پیکان‌شهر کرج بررسی نمودند بر این اساس رشد رویشی این گیاه در اوایل پاییز شروع شده و مراحل ساقه‌دهی، گلدهی، و رسیدگی آن به ترتیب در فروردین، اردیبهشت و خرداد ماه اتفاق می‌افتد همچنین این محققان برخی خصوصیات مرفولوژیک خارمریم را به صورت کمی توصیف نمودند [۱۵]. ارزیابی تاریخ کشت خارمریم در منطقهٔ اهواز نشان داد تاریخ کشت‌های ۲۳ آبان، ۱۰ آذر و ۲۴ آذرماه باعث افزایش معنی‌دار درصد فنول، درصد فلاونوئیدها و میزان سیلیمارین دانه شده است [۱۶]. در گزارشی دیگر دوری و همکاران (۲۰۱۶) اثر تاریخ کاشت بر صفات مرفولوژیک و عملکرد دانهٔ خارمریم را در دو مکان در استان گلستان ارزیابی نمودند [۱۷] و گزارش کردند اثر مکان کشت بر تعداد کاپیتول در بوته، تعداد دانه در کاپیتول، روزتا گلدهی، روز تا برداشت و بر عملکرد دانهٔ معنی‌دار است، طبق این گزارش بیشترین میانگین عملکرد دانه در گرگان ۱۶۳۴/۹ و در علی آباد ۱۹۲۰/۳ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد و تاریخ کاشت بهینه ۱۰ آبانماه در شرایط آب و هوایی دو مکان آزمایش، به عنوان مناسب‌ترین تاریخ کاشت پیشنهاد کرد. در گزارشی دیگر اثر تاریخ کاشت بر عملکرد دانه، وزن هزاردانه و میزان سیلیمارین دانه در شرایط اقلیمی معتدله با زمستان‌های سرد در کشور لهستان ارزیابی گردید. نتایج این گزارش حاکی از افزایش عملکرد دانه و عملکرد ماده مؤثرگیاه خارمریم در تاریخ های کشت بهینه بود و تاریخ های کشت زود هنگام باعث کاهش معنی‌دار شاخص‌های نامبرده شده بودند [۱۸]. موسوی کیا و همکاران (۲۰۱۹) اثر تغذیه و تاریخ کاشت را در شرایط اقلیمی بیرجند با زمستان‌های سرد و تابستان گرم و خشک بررسی نمودند و گزارش کردند، بیشترین عملکرد دانه در خارمریم در تاریخ کاشت ۱۵ اسفند و با در نظر گرفتن تیمارهای بهینه تغذیه حاصل شده است [۱۹].

طاهری نیای مژدهی و همکاران [۲۰] بر اساس تحقیقی که در منطقهٔ رودبار استان مازندران انجام داده بود گزارش کرد تاریخ کشت بهینه برای خارمریم، اوایل مهرماه پیشنهاد می‌شود و تأخیر در کاشت می‌تواند باعث افزایش سرعت

ظهور برگ و کوتاه‌تر شدن دوره رشد فنولوژیک شود، اما تأثیری در افزایش ماده مؤثر آن در شرایط اقلیمی رودبار ندارد. عزیزی و همکاران [۲۱] جمعیت‌های مختلف بومی خارمریم در استان لرستان را با رقم زراعی گیاه خارمریم در تاریخ کشت‌های بهاره و پاییزه ارزیابی کردند و گزارش کردند بیشترین عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی خارمریم در مناطق معتدل خرم‌آباد در کاشت پاییزه و بیشترین میزان ماده مؤثر سیلیمارین و سیلیبین در منطقهٔ سردسیر الشتر و در جمعیت بومی الشتر مشاهده شد. سقالی و همکاران (۲۰۱۸) تنوع ژنتیکی توده‌های مختلف خارمریم را در سطح کشور بر اساس شاخص‌های مرفولوژی و فنولوژی ارزیابی نمودند [۲۲].

با توجه به اهمیت تولید تجاری گیاه خارمریم از لحاظ دارویی، صنعتی و اقتصادی تاکنون تحقیقی مبنی بر ارزیابی اکوتیپ‌های خارمریم و تعیین تاریخ‌های کشت بهینه در مناطق نیمه‌گرمسیری استان کرمان انجام نشده‌است، لذا این تحقیق به منظور ارزیابی تاریخ‌های کاشت بهینه و اکوتیپ‌های مناسب از لحاظ عملکرد دانه و روغن این گیاه در منطقه جیرفت اجرا گردید.

روش انجام آزمایش

این تحقیق در سال زراعی ۱۳۹۵-۹۶ در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشگاه جیرفت واقع در عرض جغرافیایی ۲۸ درجه و ۴۰ دقیقهٔ شمالی و طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ۴۴ دقیقهٔ شرقی در ارتفاع ۶۵۰ متری از سطح دریا اجرا گردید. اقلیم منطقه براساس شاخص‌های دیپائو [۲۳] از نوع خشک[1] (شاخص خشکی کمتر از ۰/۲) با تابستان‌های بسیار گرم[2] (میانگین دمای گرمترین ماه سال بیشتر از ۳۵ درجه سانتیگراد) و زمستان‌های خنک است[3] (میانگین دمای سردترین ماه سال بیشتر از صفر و کمتر از ۱۰درجه سانتیگراد) [۲۴]. شاخص‌های هواشناسی حرارتی و رطوبتی در طول دورهٔ آزمایش در جدول (۱) ارایه شده است.

جدول ۱. میانگین پارامترهای هواشناسی منطقه مورد مطالعه (ایستگاه سینوپتیک جیرفت*) در طول فصل رشد.

	حداکثر دمای روزانه (°C)	حداقل دمای روزانه (°C)	رطوبت %	مجموع بارندگی ماهانه (mm)
آبان ۱۳۹۵	۳۱.۲	۱۳.۶	۴۰.۴	۰
آذر ۱۳۹۵	۲۳.۴	۸.۶	۵۷.۶	۸.۳
دی ۱۳۹۵	۲۳.۶	۶.۴	۴۹	۰
بهمن ۱۳۹۵	۱۸.۳	۸.۳	۷۱.۸	۱۴۸.۱
اسفند ۱۳۹۵	۲۴.۱	۱۱	۶۱.۴	۴۲.۶
فروردین۱۳۹۶	۳۰.۸	۱۶	۵۶.۳	۳۲.۷
اردیبهشت۱۳۹۶	۳۸.۵	۲۲.۱	۴۲.۵	۱۶.۵
خرداد ۱۳۹۶	۴۴.۹	۲۴.۶	۳۷.۸	۰

*اختلاف ارتفاع مزرعه تحقیقاتی با ایستگاه سیوپتیک جیرفت کمتر از ۵۰ متر با فاصله مکانی کمتر از ۱۵ کیلومتر است.

آزمایش به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کاملا تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل تاریخ کشت به عنوان فاکتور اصلی در شش سطح به فاصلهٔ (۳۰ روز) شامل: ۱۰ آبان، ۱۰ آذر، ۱۰ دی، ۱۰ بهمن، ۱۰

[1] Aridity index=annual rainfali /annual reference evapotranspiration: <0.2
[2] Very warm summer, 'mean temperature' of the warmest month>30 ℃
[3] Cool winter, 0<'mean temperature' of the coldest month<10 ℃

اسفند، ۱۰ فروردین و اکوتیپ‌های خارمریم به عنوان فاکتور فرعی شامل: اکوتیپ‌های کاشان، ساری و ملاثانی بودند. به منظور تعین ویژگی فیزیکی و شیمیایی خاک، نمونه برداری از عمق ۰-۳۰ سانتی متر انجام شد (جدول۲).

جدول۲. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش.

Gravel	%Sand	%Silt	%Clay	K(ppm)	P(ppm)	%N	%OC	EC_e(dS/m)	pH
۲۸	۶۶	۲۲	۱۲	۹۹.۵	۳۰.۴	۰.۰۲۳	۰.۴۹	۱.۸	۷.۹

به منظور اجرای آزمایش بعد از گاورو شدن، شخم نیمه عمیق با گاوآهن برگردان‌دار انجام شد و قبل از کاشت دو دیسک عمود برهم و در نهایت تسطیح لازم صورت گرفت، براساس نتایج آزمون خاک، کوددهی انجام شد. سپس عملیات تسطیح و کرت‌بندی زمین صورت گرفت. سیستم آبیاری به صورت قطره‌ای و ابعاد هر کرت آزمایشی ۳×۲ متر مربع متشکل از پنج ردیف کاشت با فاصله ردیف‌های ۴۰ سانتی‌متر، فاصله دو بوته روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر و عمق کاشت ۲ سانتی‌متر اجرا شد. عملیات کاشت از آبان ماه آغاز شد و در طول مراحل رشد اقدامات مدیریتی لازم انجام گرفت. در این آزمایش صفات تعداد کاپیتول در بوته، تعداد دانه در کاپیتول، وزن کل کاپیتول در بوته، ارتفاع بوته در زمان برداشت، وزن هزار دانه و عملکرد اقتصادی ثبت و اندازه گیری شد. برای تعیین درصد روغن بذر مقدار ۵۰ گرم نمونه توزین و آسیاب گردید، نمونه‌ها با استفاده از دستگاه سوکسله و حلال تتراکلرید کربن استخراج و اندازه‌گیری شد (اکپان و همکاران). عملکرد روغن از حاصلضرب درصد روغن در عملکرد دانه محاسبه شد [۲۵]. تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS [۲۶] انجام گرفت. مقایسه میانگین داده‌ها نیز بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) تأثیر تیمارهای اکوتیپ، تاریخ کاشت و اثرات متقابل آنها برصفات تعداد کاپیتول، تعداد دانه در کاپیتول، وزن کاپیتول در بوته، ارتفاع بوته، وزن هزاردانه و عملکرد دانه معنی‌دار ($P<0.01$) بود.

جدول ۳. تجزیه واریانس صفات کمی اکوتیپ‌های خارمریم در تاریخ کاشت مختلف در منطقهٔ جیرفت.

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد کاپیتول (در بوته)	تعداد دانه در کاپیتول	وزن کاپیتول در بوته (گرم در بوته)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	وزن هزاردانه (گرم)	عملکرد دانه
تکرار	۲	۰.۳۲ ns	۶۹.۷۱ ns	۰.۸۲ns	۲۶.۰۹ns	۲.۱۹ns	۸۲۸۳۰*
تاریخ کاشت	۵	۲۷.۶۸**	۱۳۸۶۶.۷**	۲۸۸.۰۴**	۱۸۷۵۳.۹**	۱۶۹.۸**	۱۳۰۷۵۷۴۶**
خطای پلات اصلی	۱۰	۰.۱۳	۱۰۸.۲	۰.۷۴	۱۳.۱۳	۰.۵۰	۷۹۱۵۶
اکوتیپ	۲	۰.۳۳**	۸۰۹۱.۴**	۱۱۰.۱۶**	۱۹۳۳.۶**	۳۱۳.۹**	۳۰۶۳۵۹۹**
تاریخ کاشت×	۱۰	۱.۳۹**	۱۴۹۷.۴۸**	۱۵.۶۶**	۶۴۳.۷**	۱۹.۷۶**	۱۲۸۹۳۶۵**
اکوتیپ خطا	۲۴	۰.۰۵	۸۴.۴	۰.۴۱	۱۰.۱۱	۰.۶۸	۱۸۲۲۸.۹۲
ضریب تغییرات (CV)	–	۹.۱۴	۱۳.۷	۸.۴۴	۵.۲۶	۴.۳۸	۱۲.۹۷

*،ns و **: نبود اختلاف معنی‌دار و وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

- **تعداد کاپیتول در بوته**

مقایسهٔ میانگین اثر نوع اکوتیپ بر تعداد کاپیتول در بوته نشان داد (جدول۳) این صفت برای اکوتیپ‌های ساری و ملاثانی نسبت به اکوتیپ‌کاشان به طور معنی‌داری (P<۰.۰۵) بیشتر بود. بررسی اثر تاریخ کاشت نشان داد (جدول۴) تأخیر در تاریخ کاشت باعث کاهش معنی‌دار تعداد کاپیتول در بوته گردید، بیشترین تعداد این صفت (۵/۴ عدد)، در تاریخ کاشت اول (۱۰ آبان) و کمترین تعداد آن (۱/۰۹ و ۱/۰۳عدد) در تاریخ کاشت ۱۰ اسفند و فروردین حاصل شد. تاریخ کاشت‌های اسفند و فروردین نسبت به تاریخ کاشت آبان کاهش ۸۱/۴ درصدی تعداد کاپیتول در بوته را نشان داد. بررسی اثر تاریخ کاشت نشان داد تأخیر در تاریخ کاشت باعث کاهش معنی‌دار تعداد کاپیتول گردید.

برای بررسی اثر متقابل در این آزمایش علاوه بر آزمون مقایسهٔ میانگین از تحلیل رگرسیون خطی هم استفاده شد. بر این اساس نتایج بررسی اثر متقابل تاریخ کاشت و اکوتیپ نشان داد (شکل ۱) تأخیرتاریخ کشت، تعداد کاپیتول را در اکوتیپ ملاثانی، با مقدار شیب بیشتری (قدرمطلق شیب برابر ۱/۱۶) نسبت به سایر اکوتیپ‌ها کاهش داده و در مقابل در اکوتیپ ساری کاهش تعداد کاپیتول در کاشت‌های دیر هنگام از روند کاهشی با شیب کمتری (قدرمطلق شیب برابر ۰/۷۶) برخوردار بوده است. نتایج آزمایشی که به منظور ارزیابی اثر تاریخ کاشت و یازده رقم گلرنگ در کبوترآباد اصفهان انجام شده بود نشان داد تأخیر در کاشت بعد از فروردین ماه در شرایط آب و هوایی اصفهان باعث کاهش تعداد کاپیتول در بوته شده ست [۲۷]. کاهش تعداد شاخه‌های فرعی و در نتیجه تعداد کاپیتول‌های گلرنگ تحت تأثیر تأخیر در تاریخ کشت مطلوب در سایر پژوهش‌ها نیز گزارش شده است [۲۸; ۲۹]. کاهش تعداد کاپیتول در بوته گیاه خارمریم تحت تأثیر تأخیر در کاشت توسط موسوی‌کیا و همکاران (۲۰۲۱) نیز نشان داده شده است، این محققان گزارش کردند ارتفاع بوته، قطر کاپیتول و تعداد شاخه‌های فرعی در تاریخ‌های کاشت بعد ار نیمه اسفندماه در شرایط آب و هوایی بیرجند به طور معنی داری کاهش یافته است [۱۹].

- **تعداد دانه در کاپیتول**

بیشترین تعداد دانه در کاپیتول در اکوتیپ ساری با میانگین تولید ۹۰/۳ عدد و کمترین آن در اکوتیپ کاشان (۴۸/۹ عدد) مشاهده شد (جدول ۴). بررسی اثر تاریخ‌های کاشت مورد بررسی بر این صفت نشان داد بیشترین تعداد دانه در کاپیتول در تاریخ کاشت ۱۰ آبان (۱۱۴/۳ دانه) و تاریخ کاشت ۱۰آذر (۱۱۳/۲ دانه) حاصل شد. نتایج اثرات متقابل (شکل ۲) گویای آن است که تأخیر کاشت از تاریخ‌های کاشت دوم تا ششم باعث کاهش تعداد دانه در کاپیتول نسبت به تاریخ کاشت اول به ترتیب به میزان ۱۰/۴، ۳۹/۵، ۶۱/۲، ۶۸/۸، ۸۱/۱ درصد در اکوتیپ ساری و ۱۷/۶، ۵۸/۲، ۷۵/۱، ۸۵/۲، ۹۰/۳ درصد در اکوتیپ ملاثانی و ۵/۸، ۲۶/۴، ۲۸/۵، ۴۱/۱، ۶۱/۱ درصد در اکوتیپ کاشان شد. بررسی میزان شیب نمودارهای شکل (۲) نشان داد در اکوتیپ‌های ملاثانی و ساری به ترتیب ۲۷/۷- و ۲۴/۵- بود در حالی که برای اکوتیپ کاشان مقدار شیب تغییرات این شاخص ۸/۵ بوده است. این اختلاف بیانگر تفاوت در واکنش اکوتیپ‌های مختلف خارمریم به تغییر شرایط محیطی ناشی از تأخیر کاشت می‌باشد. وجود اختلاف ژنتیکی در قابلیت سازگاری با محیط، دلیل خوبی برای واکنش ارقام مختلف نسبت به تاریخ کاشت است. صلحی اسکویی و همکاران (۲۰۱۶) در آزمایش تأثیر تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ رقم محلی اصفهان نشان دادند با تأخیر در کاشت، از طول دوره رشد رویشی و در نهایت از طول دوره رشد زایشی کاسته شده و در نتیجه تعداد دانه در کاپیتول کاهش یافت [۲۷]. به نظر می رسد علاوه بر کاهش دورهٔ رشد عامل تنش گرمای آخر فصل نیز در تلقیح و دانه‌بندی گیاه خارمریم تأثیر قابل توجهی داشته است. بررسی اثر تنش گرما بر دانه‌بندی گیاه آفتابگردان نیز حاکی از کاهش تعداد دانه در کاپیتول بوده است [۱۵].

- **وزن هزار دانه**

نتایج آزمون مقایسهٔ میانگین اثرات ساده (جدول ۴) اکوتیپ‌های خارمریم حاکی از آن است بیشترین وزن هزار دانه مربوط به اکوتیپ ساری با میانگین ۲۲/۰۵ گرم و کمترین آن مربوط به اکوتیپ ملاثانی با ۱۴/۱ گرم بوده است. مقایسه اثر تیمارهای تاریخ کشت نشان داد بیشترین وزن هزاردانه در تاریخ کاشت اول (۱۰ آبان) با میانگین ۲۴/۴ گرم و کمترین آن در تاریخ کاشت ششم (۱۰ فروردین) با میانگین ۱۲/۵ گرم مشاهده شد.

بررسی اثرات متقابل تاریخ کاشت و اکوتیپ بر وزن هزار دانه خارمریم نشان داد (شکل۳) اثر تأخیر در تاریخ کاشت بر کاهش وزن هزار دانه در اکوتیپ‌های ساری و کاشان به ترتیب با شیب۱/۴۸- و ۱/۷- اتفاق افتاده در صورتی که شیب کاهش وزن هزاردانه برای اکوتیپ ملاثانی ۳/۶۷- بوده است. به عبارت دیگر واکنش کاهش وزن هزار دانه دراثر تأخیر تاریخ کاشت در اکوتیپ ملاثانی بیش از دو برابر اکوتیپ‌های کاشان و ساری بوده است. با در نظر گرفتن شرایط اقلیمی نیمه گرمسیری جیرفت (زمستان خنک و تابستان بسیار گرم) افزایش وزن هزاردانه در بوته‌های حاصل از تاریخ کشت ۱۰ آبان می‌تواند به دلیل هم‌زمانی پر شدن دانه با شرایطی مناسبی از دما و رطوبت دراواخر زمستان و اوایل بهار باشد که دراین شرایط تولید سطح برگ و مواد فتوسنتزی مطلوب و در نتیجه فراهمی مواد فتوسنتزی بیشتر برای پر شدن دانه‌ها نسبت به سایر تاریخ‌های کاشت اتفاق افتاده است. البته اختلاف واکنش اکوتیپ های مختلف در اثر تأخیر کاشت به توان و خصوصیات ژنتیکی آنها مرتبط است. با این حال شیب کاهشی معنی‌دار این شاخص در اکوتیپ‌های مورد مطالعه کاملا مشخص است. تأخیر در کاشت سبب کاهش طول دورهٔ رشد رویشی و زایشی گردیده و گیاه زمان کافی جهت تولید مواد فتوسنتزی و انتقال آن به دانه را نداشته که این موضوع منجر به کاهش وزن هزاردانه می‌گردد. طول دوره پر شدن دانه از مهمترین عوامل مؤثر بر تغییرات وزن هزار دانه است [۱۵; ۲۲; ۲۸]. در صورتی که این دورهٔ زمانی یعنی ازمرحلهٔ بعد از گرده افشانی تا رسیدن فیزیولوژیک با دمای بالا (در تاریخ‌های کاشت دیر هنگام پنجم و ششم) مواجه شود باعث می‌گردد تا طول دوره پر شدن دانه کاهش یابد و به دنبال آن دانه‌ها به وزن مطلوب خود نرسیده و در نهایت وزن هزار دانه در تاریخ‌های کاشت دیر هنگام نسبت به زود هنگام کاهش می‌یابد. ابراواش (۲۰۱۰) نیز گزارش کرد وزن هزار دانه می‌تواند تقریبا به مقدار ۲۰ تا ۳۰ درصد تحت تأثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرد [۳۰]. برخی محققان دیگر نیز تأثیر تاریخ کاشت را بر وزن هزار دانه معنی‌دار گزارش کرده و عنوان کردند که با تأخیر در تاریخ کاشت وزن هزار دانه کاهش می‌یابد [۱۴; ۲۷; ۳۱].

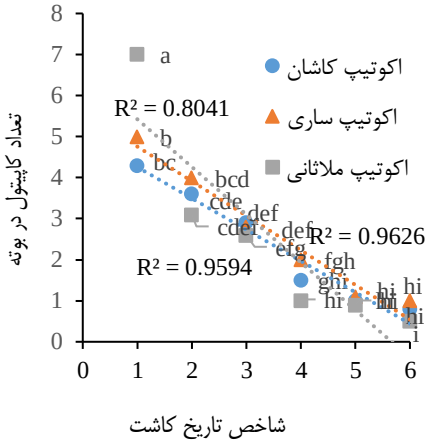
- **ارتفاع بوته**

بر اساس نتایج مقایسهٔ میانگین (جدول ۴) بیشترین ارتفاع بوته متعلق به تاریخ کاشت ۱۰ آبان با میانگین ارتفاع ۱۱۸/۹۷ سانتی‌متر و کمترین میزان ارتفاع مربوط به تاریخ کاشت ۱۰ فروردین با میانگین ۱۲ سانتی‌متر مشاهده شد به طوری که با تأخیر در کاشت ارتفاع بوته‌ها به‌طور معنی‌داری ($P<0.05$) کاهش یافت.

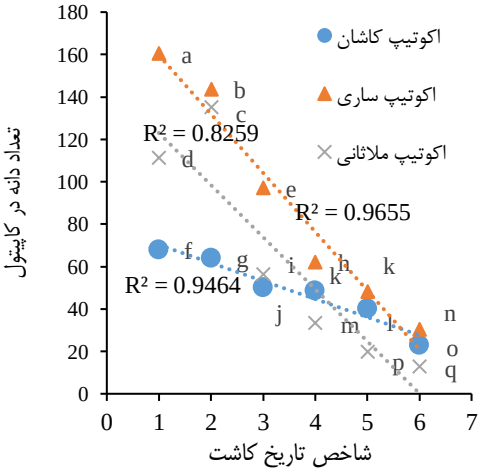
جدول ۴. مقایسهٔ میانگین اثرات ساده بر صفات کمی خار مریم در تاریخ‌های کاشت در منطقهٔ جیرفت.

		تعدادکاپیتول دربوته	تعداد دانه در کاپیتول	وزن کل کاپیتول در بوته (gr)	ارتفاع بوته (cm)	وزن هزار دانه (gr)	عملکرد دانه (kg/h)
تاریخ کاشت	۱۰ آبان (۱)	۵.۴۴a	۱۱۴.۳۲a	۱۶.۷۶a	۱۱۸.۹۷a	۲۴.۴۴a	۲۹۶۰a
	۱۰ آذر (۲)	۳.۶۰b	۱۱۳.۲۴a	۱۱.۹۴b	۱۰۴b	۲۲.۸۸b	۲۳۵۵b
	۱۰ دی (۳)	۲.۸۰c	۶۷.۸۴b	۶.۹۴c	۷۶.۶۸c	۱۹.۲۵c	۱۵۰۹c
	۱۰ بهمن (۴)	۱.۵۳d	۴۸.۱۳c	۴.۳۶d	۳۴.۶۲۲d	۱۷.۶۶d	۷۵۶.۳d
	۱۰ اسفند(۵)	۱.۰۹e	۳۶.۱۱d	۳.۰۸e	۱۵.۸۸e	۱۶.۵۲e	۱۵۵.۲e
	۱۰فروردین (۶)	۱.۰۳e	۲۲.۱۱e	۲.۵۱e	۱۲f	۱۲.۵۳f	۵۷.۲f
اکوتیپ	کاشان	۲.۴۰b	۴۸.۹۳c	۶.۴۲b	۶۸.۷۸a	۲۰.۴۴b	۹۵۳.۹c
	ساری	۲.۶۵a	۹۰.۳۲a	۱۰.۴۴a	۶۴.۲۲b	۲۲.۰۵a	۱۷۳۶.۴a
	ملاثانی	۲.۶۲a	۶۱.۶۲b	۵.۹۴c	۴۸.۳۳c	۱۴.۱۵c	۱۲۰۶.۸b

حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

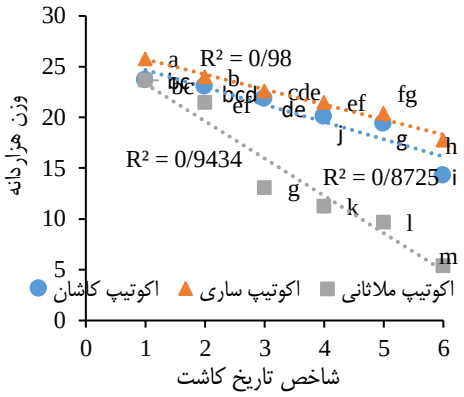


شکل ۱. اثر مقابل تاریخ کاشت و اکوتیپ بر تعدادکاپیتول در بوته.

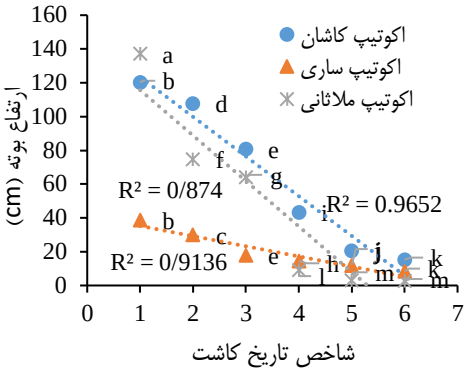


شکل ۲. اثر مقابل تاریخ کاشت و اکوتیپ بر تعداد دانه در کاپیتول.

* در محور افقی به منظور کمی کردن تاریخ کاشت از شاخص تاریخ کاشت استفاده شد. هر واحد شاخص تاریخ کاشت معادل ۳۰ روز بوده و اولین واحد این شاخص، معادل تاریخ کاشت اول یا ۱۰ آبان است و شاخص تاریخ کاشت دوم، سوم چهارم، پنجم و ششم به ترتیب ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ روز بعد از تاریخ کشت اول بوده است.



شکل۳. اثر مقابل تاریخ کاشت و اکوتیپ بر وزن هزار دانه.



شکل۴. اثر مقابل تاریخ کاشت و اکوتیپ بر ارتفاع بوته.

* در محور افقی به منظور کمی کردن تاریخ کاشت از شاخص تاریخ کاشت استفاده شد. هر واحد شاخص تاریخ کاشت معادل ۳۰ روز بوده و اولین واحد این شاخص، معادل تاریخ کاشت اول یا ۱۰ آبان است و شاخص تاریخ کاشت دوم، سوم چهارم، پنجم و ششم به ترتیب ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ روز بعد از تاریخ کشت اول بوده است.

نتایج مقایسه میانگین اکوتیپ‌ها نیز نشان داد، اکوتیپ ساری (۶۸/۷ سانتی‌متر)، اکوتیپ کاشان (۶۴/۲ سانتی‌متر) و اکوتیپ ملاثانی (۴۸/۳ سانتی‌متر) با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل تاریخ کاشت و اکوتیپ نشان داد (شکل ۴) تأثیرتأخیر در تاریخ‌های کاشت دوم تا ششم نسبت به تاریخ کاشت اول باعث شد ارتفاع بوته به ترتیب در اکوتیپ ساری به میزان ۵/۲، ۳۱، ۵۸/۵، ۸۰/۹ و ۸۶/۱ درصد، در اکوتیپ ملاثانی به میزان ۴۵/۶، ۵۳/۳، ۹۳/۴، ۹۷/۸ و ۹۸ درصد و در اکوتیپ کاشان به میزان ۱۰/۴، ۳۲/۹، ۶۴/۱، ۸۲/۸ و ۸۷/۲ درصد کاهش یابد که اختلاف بین تیمارهای تاریخ کاشت در هر یک از سطوح اکوتیپ معنی‌دار بودند. بر اساس نتایج تحلیل رگرسیون خطی، شیب خط تغییرات ارتفاع تحت تأثیر تأخیر در کاشت خارمریم برای اکوتیپ‌های ملاثانی، کاشان و ساری به ترتیب ۲۶/۹-، ۲۳/۵- و ۶/۰۱- برآورد شد. بنابراین در اکوتیپ ملاثانی شیب کاهش ارتفاع بوته تحت تأثیر تأخیر در تاریخ کاشت بیش از ۱/۱۴ برابر اکوتیپ کاشان و ۴/۴ برابر اکوتیپ ساری بوده است. در این شرایط اکوتیپ ساری مقاومت بیشتری به تغییرات تاریخ کاشت نشان داده است.

کاهش دوره رشد و مواجه شدن با تنش گرما در اوایل دورهٔ رشد زایشی از مهمترین عوامل کاهش ارتفاع بوته در اکوتیپ‌های مورد مطالعه است، بر اساس نتایج تحقیقی که طاهرنیای مژدهی و همکاران (۲۰۱۴) در مورد بررسی فنولوژی و تغییرات فیلوکرونی خارمریم در استان گلستان انجام دادند، افزایش دما باعث افزایش سرعت نمو گیاه شده است به وطوری که در تاریخ کاشت‌های به تأخیر افتاده فاصلهٔ زمانی ظهور برگ‌ها به دلیل مواجه شدن با دمای بالاتر کوتاهتر بوده و تعداد برگ در تاریخ کاشت اول از تاریخ‌های کاشت بعدی بیشتر بوده است [۲۰]. فرهادی و همکاران (۲۰۱۲) نیز تأثیر منفی تأخیر در کاشت بر ارتفاع بوتهٔ گیاه دارویی کرچک را معنی‌دار گزارش کردند [۳۲]. دلیل دیگر کاهش ارتفاع بوته می‌تواند حساسیت گیاه به فتوپریود (نیاز طول روز) و نیاز حرارتی باشد. ابوسعیدی و همکاران (۲۰۲۱) شش تاریخ کاشت مختلف زوفا را بر روی گیاه دارویی زوفا بررسی نمودند، و گزارش کردند افزایش دما در اقلیم نیمه گرمسیری جیرفت از اواخر اسفندماه باعث اعمال تنش گرما و کاهش معنی‌دار ارتفاع در گیاه زوفا شده است [۳۳]. نتایج مطالعه‌ای

دیگر بر روی گیاه دارویی کاکوتی چند ساله نیز نشان داد که تأثیر تاریخ‌های مختلف کاشت بر ارتفاع ساقه، وزن هزار دانه و عملکرد دانه معنی‌دار بود [۱۰].

- **عملکرد دانه**

نتایج نشان داد که عملکرد دانه به‌طور معنی‌دار ($P<0.05$) تحت تأثیر اکوتیپ، تاریخ کاشت و اثرات متقابل تاریخ کاشت در اکوتیپ قرار گرفت (جدول۳). با توجه به نتایج مقایسه میانگین (جدول ۴) مشاهده می‌شود که در تاریخ‌های کاشت ۱۰ آبان، ۱۰ آذر، ۱۰ دی، ۱۰ اسفند و ۱۰ فروردین عملکرد دانه به ترتیب برابر با ۲۹۶۰، ۲۳۵۵/۷، ۱۵۰۹/۷، ۷۵۶/۳، ۱۵۵/۱ و ۵۷/۲ کیلوگرم در هکتار است. این نتایج نشان دهندهٔ آن است که عملکرد دانه به شدت تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار گرفته است، به طوری که بیشترین عملکرد دانه در تاریخ کاشت اول (۱۰ آبان) و کمترین در تاریخ کاشت ششم (۱۰ فروردین) مشاهده شد(جدول۴). بیشترین عملکرد مربوط به اکوتیپ ساری با میانگین تولید ۱۷۳۶/۴ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن مربوط به اکوتیپ کاشان با تولید ۹۵۳/۹ کیلوگرم در هکتار بود. مقایسه میانگین اثر اکوتیپ بر عملکرد دانه نشان داد که بیشترین عملکرد مربوط به اکوتیپ ساری با میانگین تولید ۱۷۳۶/۴ کیلوگرم در هکتار و کمترین مربوط به اکوتیپ کاشان با تولید ۹۵۳/۹ کیلوگرم در هکتار است (جدول ۴).

نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل اکوتیپ‌های خارمریم در تاریخ‌های مختلف کاشت بر عملکرد دانه شان داد (شکل ۵) در اکوتیپ ساری تأخیر در تاریخ‌های کاشت (تاریخ کاشت دوم تا ششم) باعث کاهش عمکرد دانه به ترتیب به میزان ۷، ۳۰/۴، ۵۶/۳، ۹۱/۱، ۹۶/۶ درصد نسبت به تاریخ کاشت اول بود، این تغییرات در اکوتیپ ملاثانی ۳۵/۴، ۷۱، ۹۷/۹، ۹۸/۹ و ۹۹/۸ درصد و در اکوتیپ کاشان ۱۴، ۳۸/۴، ۶۰/۴، ۹۰/۸، ۹۷ درصد بود. نمودارهای رگرسیون خطی(شکل۵) تابع عملکرد تحت تأثیر تاریخ کاشت را برای هر یک از اکوتیپ‌ها نشان داده است. شیب کاهش عملکرد در اکوتیپ‌های ملاثانی، کاشان و ساری به ترتیب ۷۵۳/۱۲-، ۷۱۷/۴۵- و ۴۰۳/۹۴- برآورد شده که این نتایج بیانگر حساسیت بیشتر اکوتیپ‌های ملاثانی و کاشان در تاریخ‌های کشت تأخیری می‌باشد در حالی که اکوتیپ ساری ثبات بیشتری از لحاظ تغییرات عمکرد دانه نشان داد. در تاریخ کاشت‌های پاییزه برای شرایط اقلیمی نیمه گرمسیری جیرفت، وجود عوامل محیطی مناسب همچون تشعشع خورشیدی و درجه حرارت مطلوب و دوره رشد رویشی کافی منجر به ایجاد سطح فتوسنتزی بیشتر ، افزایش ارتفاع بوته و در نتیجه یک منبع نسبتا قوی شده و از طرف دیگر دورهٔ گلدهی و پر شدن دانه با شرایط دمایی نسبتاً مطلوبی همراه شده است .نتایج این تحقیق نیز حاکی از رشد بوته‌های با جثهٔ بزرگ، ساقه بلند و قطور برای حفظ ثبات گیاه و ذخیره‌سازی مواد غذایی و همچنین تعداد برگ بیشتر و بزرگتر برای دریافت حداکثر نور در تاریخ کاشت‌های پاییزه بوده است. میانگین ارتفاع نسبتاً بالاتر در بوته‌های مربوط به تاریخ کاشت آبان و آذرماه، افزایش معنی‌دار تعداد کاپیتول در بوته و تعداد دانه در کاپیتول به همراه تأمین مواد غذایی بیشتر برای وزن هزاردانه بیشتر، تأییدی بر این ادعا می‌باشد. در مقابل کاهش طول دورهٔ رشد گیاه درتاریخ کاشت‌های زمستانه باعث کاهش ارتفاع بوته‌ها، کاهش تعداد کاپیتول در بوته و همچنین کاهش تعداد دانه در کاپیتول شده از طرف دیگر مواجه شدن دورهٔ رشد زایشی با تنش گرما باعث شده تا فرصت کافی برای تولید گل و رشد و نمو اندام‌های زایشی موجود نباشد و در اجزای عملکرد دانه شامل تعداد کاپیتول در بوته، تعداد دانه در کاپیتول و وزن هزار دانه به طور معنی‌داری کاهش یابند نمودارهای رگرسیونی خطی ارایه شده در شکل‌های ۱ تا ۵ تایید کننده این مطلب است. عواملی مانند شاخص سطح برگ پایین، جذب کمتر تشعشع در طی مرحله رشد رویشی، کوتاه شدن دورهٔ رشد زایشی و برخورد مرحلهٔ گلدهی و مراحل پس از آن باتنش ناشی از دمای بالا سبب اختلال در انتقال مواد ذخیره‌ای به دانه‌ها شده و در نهایت کاهش عملکرد را به دنبال دارد [۱۴; ۱۸]. نتایج تحقیقی دیگری نشان داد، که وقتی دورهٔ رشد رویشی مطلوب بین مراحل جوانه‌زنی و گلدهی در سویا کوتاه شود، اثر آن معمولاً به صورت کاهش طول غلاف و عملکرد دانه بروز می‌کند [۳۴]. تأخیر در کاشت در کنار کوتاه‌تر کردن طول دورهٔ رشد رویشی سبب گل انگیزی زودتر از موعد گیاه می‌شود که به نوبهٔ

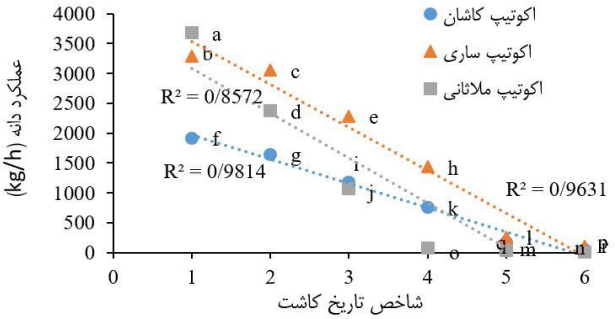
خود کاهش تجمع ماده خشک، کاهش تعداد غلاف و شاخه در بوته و در نهایت، کاهش عملکرد را در پی خواهد داشت [۳۵; ۳۶]. با توجه به تشابه نیازهای فنولوژیک و اکولوژیک بین گیاه خارمریم و گیاه گلرنگ، نتایج برخی از تحقیقات انجام شده بر گلرنگ نیز مورد بررسی قرار گرفته است. بررسی عملکرد دانه و برخی صفات زراعی ارقام و لاین‌های گلرنگ در تاریخ‌های مختلف کاشت در شرایط اقلیمی گرم و خشک سیستان نشان داد که با تأخیر در کاشت به دلیل از دست دادن زمان‌های مناسب برای رشد گیاه، اجزاء عملکرد به پتانسیل واقعی خود دست پیدا نمی‌کنند [۳۷]. بررسی اثر تاریخ کاشت بر رشد و عملکرد دانه ارقام گلرنگ در شرایط آب و هوایی رفسنجان نیز نشان داد که ارقام کشت شده در تاریخ کاشت اول از وزن خشک کل بیشتری نسبت به سایر تاریخ کاشت‌ها برخوردار بودند و این برتری باعث افزایش عملکرد دانه در این تاریخ کاشت گردید [۲۸]. بر اساس گزارش زمانی و جوادی (۲۰۱۹) اثر ارقام گلرنگ بر تعداد دانه در طبق، عملکرد دانه و شاخص برداشت معنی دار و بر تعداد طبق در بوته، وزن هزار دانه و عملکرد بیولوژیک، معنی‌دار نبود البته اثر تاریخ کاشت بر تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه معنی‌دار بود و بیشترین میانگین این صفات در تاریخ کاشت ۲۵ مهر به دست آمد [۳۸].

جدول ۵. تجزیه واریانس صفات کیفی اکوتیپ‌های خارمریم در تاریخ کاشت مختلف در منطقه جیرفت.

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد روغن	عملکرد روغن
تکرار	۲	۰.۱۳۲۵ **	۷۲۷۰ **
تاریخ کاشت (۱)	۳	۶۱.۰۴ **	۹۰۵۴۶۶ **
خطای کرت اصلی	۱۰	۰.۱۱۷۵	۲۱۸۲
اکوتیپ	۲	۹.۰۰۷۵ **	۳۹۱۰۵۳ **
تاریخ کاشت× اکوتیپ	۶	۲۰.۹۱۲۵ **	۵۲۶۶۹ **
خطا	۱۶	۰.۲۰۵	۲۰۰۷.۴ **
ضریب تغییرات (CV)	-	۱.۹۱	۷.۵۴

تاریخ کاشت های اسفند و فروردین به دلیل عملکرد دانه بسیار کم و عدم امکان استخراج حذف گردید.

* و ** و ns به ترتیب در سطح آماری ۵درصد . ۱ درصد دارای اختلاف معنی دار و ns فاقد اختلاف معنی دار در سطوح آماری نامبرده هستند.



شکل ۵. اثر متقابل کاشت و اکوتیپ بر عملکرد دانه.

* در محور افقی به منظور کمی کردن تاریخ کاشت از شاخص تاریخ کاشت استفاده شد. هر واحد شاخص تاریخ کاشت معادل ۳۰ روز بوده و الین واحد این شاخص، معادل تاریخ کات اول یا ۱۰ آبان است و شاخص تاریخ کاشت دوم، سوم، چهارم، پنجم و ششم به ترتیب ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ روز بعد از تاریخ کشت اول بوده است.

درصد روغن و عملکرد روغن خارمریم

نتایج نشان داد که درصد و عملکرد روغن به‌طور معنی‌دار (P<۰.۰۵) تحت تأثیر اکوتیپ، تاریخ کاشت و اثرات متقابل تاریخ کاشت در اکوتیپ قرار گرفت (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین نشان داد درصد روغن با تأخیر در تاریخ کاشت به طور معنی‌دار (p<۰.۰۵) کاهش یافت، به طوری که بیشترین درصد روغن در تاریخ کاشت اول (۱۰ آبان) و کمترین آن در تاریخ کاشت چهارم (۱۰بهمن) مشاهده شد، البته در تاریخ کشت‌های اسفند و فروردین به دلیل عدم توسعهٔ کامل اندام‌های زایشی و تولید دانه کافی امکان ارزیابی درصد روغن دانه میسر نشد (جدول ۴). نتایج مقایسهٔ میانگین اثرات متقابل نشان داد (شکل۶) شیب کاهش درصد روغن در اکوتیپ‌های ملاثانی (۱/۸۶-) و ساری (۱/۷۵-) بیشتر از اکوتیپ کاشان (۰/۹۷-) بود.

بررسی تغییرات عملکرد روغن دانه نیز نتایج مشابهی داشت (شکل ۷) با تأخیر در تاریخ کاشت عملکرد روغن به طور معنی‌داری کاهش یافت. تأثیرمتقابل تاریخ کاشت بر هریک از اکوتیپ‌های مورد مطالعه بر اساس نمودارهای رگرسیون خطی مشخص شده (شکل ۷) است، به طوری که شیب کاهش عملکرد روغن در اکوتیپ‌های ساری، کاشان و ملاثانی به ترتیب ۱۶۲/۴۳-، ۲۲۴/۳- و ۳۴۹/۸- برآورد شده است. بر اساس این نتایج اکوتیپ ملاثانی نسبت به سایر اکوتیپ‌های مورد مطالعه از شیب کاهشی بالاتری برخوردار است (۲/۱۵ برابر اکوتیپ ساری و ۱/۵۵ برابر اکوتیپ کاشان) بنابراین ملاثانی نسبت به تأخیر تاریخ کاشت بسیار حساس بوده و با کاهش عملکرد شدیدی مواجه شده است.

علت کاهش درصد روغن در تاریخ‌های کاشت آخر را می‌توان به دلیل افزایش درجهٔ حرارت در مرحله پرشدن دانه‌ها و کاهش فتوسنتز خالص ذکر کرد. در این حالت، درصد کمتری از مواد ساخته شده وکربوهیدرات‌ها به روغن تبدیل می شوند. بر اساس نتایج واندرمرو و همکاران (۲۰۱۵) زمانی که مرحلهٔ تشکیل و پر شدن دانه‌ها با تنش حرارتی برخورد کند، علاوه بر کاهش تولید دانه، میزان سنتز روغن دانه نیز تحت تأثیر قرار خواهد گرفت و درصد روغن دانه‌ها کاهش خواهد یافت [۱۳]. نتایج آزمایش صالحی و همکاران (۲۰۱۹) نشان دادند عملکرد دانه و روغن درگیاه گلرنگ در کشت‌های دیرهنگام با کاهش معنی‌دار مواجه شده‌است. این محققین تنش حرارتی آخر فصل در شرایط گرمسیری اهواز را دلیل این افت عملکرد دانه و روغن گزارش کرده‌اند [۳۹]. نتایج آزمایش زمانی و جوادی (۲۰۱۹) در شرایط اقلیمی بیرجند نیز نشان داد اثر ارقام ژنتیکی گلرنگ بر درصد روغن و عملکرد روغن معنی‌دار نبود از طرف دیگر اثر تاریخ کاشت بر عملکرد دانه و عملکرد روغن معنی‌دار بود به طوری که بیشترین میانگین این صفات در تاریخ کاشت ۲۵ مهر به دست آمد با این‌حال تاریخ کاشت تأثیری درصد روغن نداشت [۳۸].

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج این آزمایش تأخیر در کاشت برای شرایط اقلیمی نیمه گرمسیری جیرفت (زمستان ملایم با تابستان بسیار گرم و خشک) بعد از آبان ماه باعث کاهش خطی و معنی‌دار در صفات کمی و کیفی خارمریم شد به طوری که مقدار شیب کاهشی به دلیل وجود اثر متقابل بین اکوتیپ و تاریخ کاشت در بین اکوتیپ‌های مورد مطالعه متفاوت بود. در اکوتیپ ملاثانی بیشترین شیب کاهشی برای صفات مورد مطالعه مشاهده شد در حالی‌که اکوتیپ ساری کمترین شیب را در تمام صفات مورد مطالعه نشان داد. هر چه شیب صفات عملکرد و اجزای عملکرد در دامنه تاریخ‌های کاشت مورد مطالعه کمتر باشد پایداری عملکرد تحت تأثیر این عامل بیشتر خواهد بود. بنابراین پایداری عملکرد و سایر صفات مورد بررسی اکوتیپ ساری بیشتر از کاشان و ملاثانی بود. بر اساس نتایج این آزمایش اکوتیپ‌های ملاثانی و ساری بیشترین عملکرد دانه را در تاریخ کاشت آبان نشان دادند. بیشترین درصد دروغن در اکوتیپ کاشان مشاهده شد در حالی که بیشترین مقدار عملکرد روغن مربوط به اکوتیپ ملاثانی در تاریخ کاشت آبان بود. بنابراین به‌طور کلی در شرایط اقلیمی نیمه گرمسیری جیرفت مناسب‌ترین تاریخ کاشت برای خارمریم ۱۰ آبان ماه است. مقایسهٔ بین اکوتیپ‌ها نیز

نشان داد هرچند ملاثانی بیشترین عملکرد دانه و روغن را در تاریخ کاشت اول نشان داده اما اکوتیپ ساری از پایداری عملکرد بیشتری برخوردار است.

References

[1] Omid Beygi, R. (1997). *Production approaches and products of medicinal plants (Volume 2)*. Designers of Publishing. https://www.gisoom.com/book/1114860/

[2] Omidbeygi, R., Karimzadeh, G., & Koshki, M. H. (2003). A study on the influence of sowing date and plant density on the productivity of Silybum marianum and the characteristics correlation. *Iranian Journal of Science and Technology, Transaction B: Technology*, *27*(1), 203-212. https://www.sid.ir/paper/531435/en

[3] Alikaridis, F., Papadakis, D., Pantelia, K., & Kephalas, T. (2000). Flavonolignan production from Silybum marianum transformed and untransformed root cultures. *Fitoterapia*, *71*(4), 379-384. https://doi.org/10.1016/S0367-326X(00)00134-9

[4] Kroll, D. J., Shaw, H. S., & Oberlies, N. H. (2007). Milk thistle nomenclature: why it matters in cancer research and pharmacokinetic studies. *Integrative cancer therapies*, *6*(2), 110-119. https://doi.org/10.1177/1534735407301825

[5] Agrawal, S., & Bonkovsky, H. L. (2002). Management of Nonalcoholic Steatohepatitis: An Analytic Review. *Journal of Clinical Gastroenterology*, *35*(3), 253-261. https://doi.org/10.1097/00004836-200209000-00011

[6] Mhamdi, B., Abbassi, F., Smaoui, A., Abdelly, C., & Marzouk, B. (2016). Fatty acids, essential oil and phenolics composition of Silybum marianum seeds and their antioxidant activities. *Pakistan journal of pharmaceutical sciences*, *29*(3), 953-959. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27166539/

[7] Aziz, M., Saeed, F., Ahmad, N., Ahmad, A., Afzaal, M., Hussain, S., Mohamed, A. A., Alamri, M. S., & Anjum, F. M. (2021). Biochemical profile of milk thistle (Silybum Marianum L.) with special reference to silymarin content. *Food Science & Nutrition*, *9*(1), 244-250. https://doi.org/10.1002/fsn3.1990

[8] Hadolin, M., Škerget, M., Knez, Z. E., & Bauman, D. (2001). High pressure extraction of vitamin E-rich oil from Silybum marianum. *Food Chemistry*, *74*(3), 355-364. https://doi.org/10.1016/S0308-8146(01)00152-2

[9] Fallah Huseini, H., Hemati Moghadam, A. R., & Alavian, S. M. (2004). A review of herbal medicine: Silybum marianum. *Journal of Medicinal Plants*, *3*(11), 14-24. http://jmp.ir/article-1-731-en.html

[10] Ghahreman, A. (2015). *Basic botany: classification systems of plants, systematics of genera, illustrated culture: vocabulary of names and signs (Volume 3)* (2 ed.). University of Tehran Printing and Publishing Institute. https://www.gisoom.com/book/11279254/

[11] Geneva, M., Zehirov, G., Stancheva, I., Iliev, L., & Georgiev, G. (2007). 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*(1-2), 17-24. https://doi.org/10.1080/00103620701758873

[12] Vozhehova, R., Fedorchuk, M., Lavrynenko, Y., Kokovikhin, S., Lykhovyd, P., Biliaieva, I., & Nesterchuk, V. (2018). Effect of agrotechnological elements on milk thistle (Silynum marianum) productivity. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, *9*(2), 156-160. https://doi.org/10.15421/021823

[13] Van Der Merwe, R., Labuschagne, M. T., Herselman, L., & Hugo, A. (2015). Effect of heat stress on seed yield components and oil composition in high- and mid-oleic sunflower

hybrids. *South African Journal of Plant and Soil*, *32*(3), 121-128. https://doi.org/10.1080/02571862.2015.1018354

[14] Sabourifard, H., & Entezari, A. (2022). Effect of Planting Dates and Irrigation Intervals on Quality and Quantity Performance of Nutrifeed Millet. *Karafan Quarterly Scientific Journal*, *18*(4), 93-110. https://doi.org/10.48301/kssa.2021.129330

[15] Soltani, A., & Sinclair, T. R. (2011). A simple model for chickpea development, growth and yield. *Field Crops Research*, *124*(2), 252-260. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2011.06.021

[16] Abdolah Zareh, S., Fateh, E., & Aynehband, A. (2013). Study effects of different sowing dates and chemical, organic and integrated fertilizer on grain active substance of Silybum marianum (L.) Gaerate. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, *29*(2), 486-501. https://doi.org/10.22092/ijmapr.2013.2870

[17] Dori, M., Kamkar, B., Aqdasi, M., & Komshikamar, E. (2015). Effect of planting date on yield and yield components of Silybum marianum under Golestan climatic conditions. *Journal of Crop Production*, *8*(4), 67-86. https://ejcp.gau.ac.ir/article_2740.html?lang=en

[18] Andrzejewska, J., Sadowska, K., & Mielcarek, S. (2011). Effect of sowing date and rate on the yield and flavonolignan content of the fruits of milk thistle (Silybum marianum L. Gaertn.) grown on light soil in a moderate climate. *Industrial Crops and Products*, *33*(2), 462-468. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2010.10.027

[19] Moosavi, G. R., Moosavikia, A. A., Seghatoleslami, M. J., & Bradaran, R. (2021). Morphological and yield responses of Silybum marianum L. to chemical and biological fertilizers in different planting dates. *Horticultural Plants Nutrition*, *4*(1), 173-186. https://doi.org/10.22070/hpn.2021.5681.1103

[20] Taherniaye Mozhdehi, S., Esfahani, M., Bakhshi, D., & Rabiei, B. (2014). Effects of planting date and plant density on phyllochron and active ingredient content in milk thistle (Silybum marianum L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, *29*(4), 828-841. https://doi.org/10.22092/ijmapr.2014.4309

[21] Azizi, K., Nazari Alam, J., Feizian, M., & Heydari, R. (2017). Effects of planting season and population type on quantitative and qualitative performance of Milk Thistle (Silybum marianum L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, *33*(5), 754-768. https://doi.org/10.22092/ijmapr.2017.106843.1807

[22] Saghalli, A., Farkhari, M., Salavati, A., Alamisaeid, K., & Abdali Mashhadi, A. R. (2018). Evaluation of the genetic diversity of Silybum marianum L. ecotypes using yield components, morphological and phenological traits. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, *33*(6), 990-1002. https://doi.org/10.22092/ijmapr.2018.110590.2026

[23] De Pauw, E., Mirghasemi, S., Ghaffari, A., & Nseir, B. (2008). *Agro-ecological zones of Karkheh River Basin: A reconnaissance assessment of climatic and edaphic patterns and their similarity to areas inside and outside the Basin*. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas. https://repo.mel.cgiar.org/handle/20.500.11766/9711

[24] Taei Samiromi, J., Mirbagheri, V., Amiri, I., & Azami, Z. (2017). Agro climatic suitability assessment of potato (Solanum tuberosum) winter cropping system in Kerman province. *Journal of Crop Production*, *10*(1), 95-113. https://doi.org/10.22069/ejcp.2017.10370.1 812

[25] Akpan, U., Jimoh, A., & Mohammed, A. (2006). Extraction, characterization and modification of castor seed oil. *Leonardo Journal of Sciences*, *8*(1), 43-52. https://www.researchgate.net/publication/26449157_Extraction_Characterization_and_Modification_of_Castor_Seed_Oil

[26] Scandinavian Airlines. (2013). *SAS®9.4 Statements Reference*. SAS Institute. https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.353.6870&rep=rep1&type=pdf

[27] Solhi Oskoyi, N., Dadresi, A., & Dastfalinejhad, N. (2016). Effect of planting date and plant density on yield and yield components of safflower cv. Local Esfahan. *Journal of Applied Research of Plant Ecophysiology*, *3*(1), 45-58. http://arpe.gonbad.ac.ir/article-1-205-en.html

[28] Khatib, F., Torabi, B., & Rahimi, A. (2015). Assessing the Effect of Planting Date on Safflower Cultivars Growth and Seed Yield in Rafsanjan Condition. *Iranian Journal of Field Crops Research*, *13*(2), 316-327. https://doi.org/10.22067/gsc.v13i2.29826

[29] Nikabadi, S., Soleimani, A., Dehdashti, S., & Yazdanibakhsh, M. (2008). Effect of sowing dates on yield and yield components of spring safflower (Carthamus tinctorius L.) in Isfahan Region. *Pakistan Journal of Biological Science*, *11*(15), 1953-1956. https://doi.org/10.3923/pjbs.2008.1953.1956

[30] Abravesh, A. (2011). Effect of Planting Date and Genotypes on Yield and Yield Component. *crop physiology journal*, *2*(8), 13-28. http://cpj.ahvaz.iau.ir/article-1-139-en.html

[31] Nezami, A., Khoramdel, S., Nassiri-Mahallati, M., & Mohammad-Abadi, A. A. (2009). Effect of planting dates on cumin (Cuminum cyminum L.) landraces in Mashhad conditions. *Environmental Stresses in Crop Sciences*, *2*(1), 1-13. https://doi.org/10.22077/ESCS.2009.10

[32] Farhadi, N., Souri, M. K., & Omid Beygi, R. (2012). Effect of sowing date on yield, yield components and oil percentage of castor bean. *Journal of Crop Production*, *5*(1), 89-104. https://ejcp.gau.ac.ir/article_878.html?lang=en

[33] Abousaeidi, N., Jowkar, M., Aien, A., & Taei-Semiromia, J. (2021). Evaluation of Quantitative and Qualitative Traits of Hyssop (Hyssopus officinalis) under Heat Stress and Nitrogen Fertilizer (Case study: Sub Tropical Climatic Condition of Jiroft). *Journal of agricultural science and sustainable production*, *31*(2), 93-109. https://doi.org/10.22034/saps.2021.13100

[34] Purcell, L. C., Ball, R. A., Reaper, J. D., & Vories, E. D. (2002). Radiation Use Efficiency and Biomass Production in Soybean at Different Plant Population Densities. *Crop Science*, *42*(1), 172-177. https://doi.org/10.2135/cropsci2002.1720

[35] Leport, L., Turner, N. C., Davies, S. L., & Siddique, K. H. M. (2006). Variation in pod production and abortion among chickpea cultivars under terminal drought. *European Journal of Agronomy*, *24*(3), 236-246. https://doi.org/10.1016/j.eja.2005.08.005

[36] López-Bellido, F. J., López-Bellido, R. J., Khalil, S. K., & López-Bellido, L. (2008). Effect of Planting Date on Winter Kabuli Chickpea Growth and Yield under Rainfed Mediterranean Conditions. *Agronomy Journal*, *100*(4), 957-964. https://doi.org/10.2134/agronj2007.0274

[37] Fanaei, H., Galavi, M., Ghanbari, B. A., Solouki, M., & Naroueirad, M. (2008). Effect of planting date and seeding rate on grain yield and yield components in two rapeseed (Brassica napus L.) cultivars under Sistan conditions. *Iranian journal of crop sciences* *10*(1), 15-30. https://agrobreedjournal.ir/article-1-243-en.html

[38] Zamani, G. R., & Javadi, H. (2019). Effect of planting date on yield, yield components and oil content of different safflower cultivars (Carthamus tinctorius L.). *Journal of Plant Ecophysiology*, *11*(37), 1-12. https://jpec.arsanjan.iau.ir/article_665512.html?lang=en

[39] Salehi, F., Rahnama Ghahfarokhi, A., Meskarbashee, M., & Mehdikhanlou, K. (2019). Effect of terminal heat stress on some agronomic, physiological and oil yield traits of safflower cultivars (Carthamus tinctorius L.) under Ahvaz conditions. *Iranian Journal of Field Crops Research*, *17*(3), 491-502. https://doi.org/10.22067/GSC.V17I3.76975