ارزیابی برخی اکوتیپ‌های ماشک تلخ در تحمل به تنش گرمای انتهای فصل در شرایط مزرعه

فاطمه مزارعی [۱] | سید رسول صحافی [۲] ✉ | حسین دشتی [۳] | اصغر رحیمی [۴]

۱. گروه ژنتیک و تولید گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان، رفسنجان، ایران. رایانامه: f.mazarei@stu.vru.ac.ir

۲. نویسنده مسئول، گروه ژنتیک و تولید گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان، رفسنجان، ایران. رایانامه: s.r.sahhafi@vru.ac.ir

۳. گروه ژنتیک و تولید گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان، رفسنجان، ایران. رایانامه: dashti@vru.ac.ir

۴. گروه ژنتیک و تولید گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان، رفسنجان، ایران. رایانامه:

غیرقابل استناد

چکیده

آزمایش حاضر با هدف شناخت واکنش اکوتیپ‌های ماشک تلخ به تنش گرمای آخر فصل بر عملکرد دانه و برخی خصوصیات مرتبط در مزرعه دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان در سال زراعی ۱۴۰۳-۱۴۰۲ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار روی ۱۲ اکوتیپ به اجرا درآمد. اکوتیپ‌ها در تاریخ‌های ۵ دی، ۵ بهمن و ۵ اسفند ۱۴۰۲ (به‌منظور تأمین تنش گرمای انتهای فصل) کشت گردیدند. صفات روز تا سبز شدن، روز تا پایان گل‌دهی، روز تا ۵۰ درصد رسیدگی، ارتفاع ساقه و طول ریشه در پایان رشد، وزن خشک اندام هوائی، عملکرد دانه، وزن هزار دانه و شاخص برداشت ارزیابی شدند. تجزیه واریانس مرکب نشان داد اثر تاریخ کاشت برای روز تا سبز شدن و روز تا ۵۰ درصد رسیدگی، اثر اکوتیپ برای ارتفاع ساقه در پایان رشد، اثر متقابل تاریخ کاشت×اکوتیپ برای وزن خشک اندام هوائی و وزن هزار دانه و همچنین اثر تاریخ کاشت، اثر اکوتیپ و اثر متقابل تاریخ کاشت×اکوتیپ برای روز تا پایان گل‌دهی، عملکرد دانه و شاخص برداشت معنی‌دار بودند. پاسخ اکوتیپ‌ها به تاریخ‌های کاشت متفاوت بود که نشان‌دهنده وجود تنوع بین اکوتیپ‌ها از لحاظ صفات مورد مطالعه بود. با توجه به نتایج تجزیه خوشه‌ای، در هر سه تاریخ کاشت اکوتیپ‌ها در سه گروه دسته‌بندی شدند. طبق نتایج مقایسه میانگین گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای، یولقلو در تاریخ‌های کاشت ۵ بهمن و ۵ اسفند (به‌ترتیب با عملکرد دانه ۶/۰ و ۳/۹ گرم در بوته و شاخص برداشت ۳۵/۷ و ۲۷/۶ درصد) متحمل‌ترین اکوتیپ به تنش گرمای انتهای فصل رشد جهت تولید دانه در رفسنجان بود.

واژه‌های کلیدی: تجزیه خوشه‌ای، تجزیه مرکب، رفسنجان، عملکرد دانه، *Vicia ervilia*

Evaluation of Some Bitter Vetch Ecotypes in Terminal Heat Stress Tolerance in Farm Condition

Fatemeh Mazarei [1] | Seyyed Rasoul Sahhafi [2] ✉ | Hossein Dashti [3] | Asghar Rahimi [4]

1. Department of Genetics and Plant Production, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran. Email: f.mazarei@stu.vru.ac.ir
2. Corresponding Author, Department of Genetics and Plant Production, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran. Email: s.r.sahhafi@vru.ac.ir
3. Department of Genetics and Plant Production, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran. Email: dashti@vru.ac.ir
4. Department of Genetics and Plant Production, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran. Email: rahimia@vru.ac.ir

Extended Abstract

Introduction. Bitter vetch cultivation in warm and dry regions of Iran is faced with terminal heat stress during the flowering and seed filling periods, which causes a decrease in grain yield in these regions. In these areas, due to the presence of weather conditions such as suitable temperature and favorable light in winter and early spring, bitter vetch has a favorable vegetative growth and has the potential to produce a good yield, but with the increase in temperature during the flowering stage until maturity, the plant faces heat stress at the end of the growing season, which causes a decrease in grain yield. Considering that terminal heat stress is one of the limiting factors for the production of bitter vetch in warm and dry regions of Iran, and on the other hand, very limited researches on heat stress tolerance have been conducted on Iranian bitter vetch genotypes, this experiment was conducted with the aim of evaluating 12 Iranian bitter vetch ecotypes to terminal heat stress on yield and some related characteristics in Rafsanjan.

Materials and Methods: In order to evaluate effect of the heat stress at the end of the season on grain yield and some related traits of bitter vetch ecotypes, an agricultural experiment in the Research Farm of Faculty of Agriculture at Vali-e-Asr University of Rafsanjan in 2023-2024 cropping seasons with a randomized complete block design with 3 repeat on 12 bitter vetch ecotypes was conducted. The studied ecotypes were planted in three sowing dates (26 Dec. 2023, 25 Jan. 2024 and 24 Feb. 2024). The studied ecotypes consisted of five ecotypes belonging to East Azerbaijan province (Shykhdarabad, Kordlar, Ghorbankandi, Varzaqan and Yowlqonlu), one ecotype belonging to West Azerbaijan province (Ghordik), four ecotypes belonging to Ardabil province (Araloo, Khojin, Doshanbolagh and Sarebanlar) and two ecotyepes ecotypes belonging to Zanjan province (Chumalu and Ghale). In present study, number of days to emergence, number of days to flowering end, number of days to 50% maturing stage, plant height in maturing stage, root length in maturity stage, above ground biomass, grain yield, thousand kernel weight and harvest index were measured. Then combined analysis of variance, means comparison using Duncan Test at 5 percent probability level, cluster analysis and discriminant function analysis were performed.

Results: The results of combined analysis of variance showed that sowing date effect on number of days to emergence and number of days to 50% maturing stage, ecotype effect on plant height in maturing stage, interaction effect of sowing date × ecotype on above ground biomass and thousand kernel weight and also sowing date effect, ecotype effect and interaction effect of sowing date × ecotype on number of days to flowering end, grain yield and harvest index had significant effect. However, the sowing date effect, ecotype effect and interaction effect of sowing date × ecotype did not have a significant effect on root length at the end of the growing season. In general, the response of bitter vetch ecotypes to different sowing dates was different, which indicated the existence of diversity between ecotypes in terms of the studied characteristics. According to cluster analysis (*ward's method, squared Euclidean distance*) based on grain yield and its related characteristics, ecotypes were divided into 3 groups in each three sowing dates. The accuracy of the identified groups produced was reassessed using discriminant function analysis and the total success rate of the discriminant function was 100%. According to the results of the means comparison of the groups obtained from cluster analysis in the second and third sowing dates, the ecotypes Yolwlqonlu (with grain yields of 6.0 and 3.9 g/plant and harvest index of 35.7 and 27.6 % respectively) were identified as the most tolerant ecotype to terminal heat stress for grain yield production in Rafsanjan conditions. In addition, in all sowing dates, ecotypes Arallo and Varzaqan were identified as the superior ecotypes for hay production in different temperature status in Rafsanjan conditions.

Conclusion: Generally, it can be concluded that the mentioned tolerant ecotyopes can be utilized for warm and dry climates in Iran such as Rafsanjan for direct cultivation or as donor parents in bitter vetch breeding program for further improvement of germplasm for terminal heat stress on farm. It is possible to improve stable high hay and grain yield and sustainable production by cultivating tolerant cultivars and carrying out optimal agricultural operations.

Keywords: cluster analysis, combined analysis, Rafsanjan, grain yield, *Vicia ervilia*

۱. مقدمه

ماشک تلخ (*Vicia ervilia* L.) گیاهی یکساله و دیپلوئید و به‌عنوان یکی از بقولات غنی از مواد مغذی در بسیاری از کشورها از جمله ایران کشت می‌گردد که می‌توان از دانه و علوفه آن به‌عنوان یک ماده خوراکی مناسب در جیره غذایی نشخوارکنندگان استفاده نمود (Farran *et al.*, 2001; Sadeghi *et al.,* 2009). در کشور ایران این گیاه در استان‌های آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، اردبیل، ایلام، چهار و محال بختیاری، زنجان، کردستان، کرمان، لرستان، مرکزی و همدان به صورت دیم و آبی به زیر کشت می‌رود (Rahiminejad *et al.,* 2000; Haddad, 2006; Abbasi *et al.,* 2007). کشت ماشک تلخ در مناطق گرم و خشک کشور از جمله رفسنجان با تنش گرمای انتهای فصل در طی مرحله گل‌دهی و دوره پر شدن دانه مواجه می‌شود که منجر به کاهش عملکرد در این مناطق می‌گردد. در این مناطق به‌دلیل وجود شرایط آب و هوایی مانند درجه حرارت مناسب و نور مطلوب در فصل زمستان و اوایل فصل بهار ماشک تلخ رشد رویشی مطلوبی داشته و ظرفیت تولید عملکرد دانه مناسبی دارد، اما با افزایش دما در ماه‌های اردیبهشت و خرداد، گیاه در دوره مرحله گل‌دهی تا رسیدگی با تنش گرمای انتهای فصل رشد مواجه گردیده که باعث کاهش عملکرد دانه می‌شود (Mohammadi Lotfabad and Sahhafi, 2023). تنش دمای بالا، به‌عنوان تهدیدی جدی برای دستیابی به پتانسیل تولید گیاهان زراعی به‌شمار می‌آید (Min *et al.,* 2018). دمای بالای محیط، در بیشتر اوقات همراه با تابش شدید نور خورشید، تنش خشکی و باد شدید است که همه این موارد می‌توانند خسارت‌های وارده به گیاه را تشدید نمایند و باعث کاهش عملکرد اقتصادی گردند (Timothy *et al.*, 2014). به‌علاوه، در سالیان اخیر مسئله افزایش غلظت گازهای گلخانه‌ای مثل دی‌اکسیدکربن، متان و غیره مزید بر علت شده است، چون با این‌که با افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن، به نظر می‌آید فتوسنتز گیاه و تولید ماده خشک کل افزایش یابد، اما با توجه به تأثیر آن بر افزایش میانگین دمای کره زمین (گرمایش جهانی) به‌طور غیرمستقیم از طریق افزایش تنفس موجب کاهش عملکرد می‌گردد (Ahmadi *et al.,* 2009).

برای رویارویی با مشکل تنش گرمای انتهای فصل و کاهش عملکرد در مناطق یاد شده، می‌توان از روش‌های به‌زراعی و به‌نژادی استفاده کرد که در این بین انتخاب تاریخ کاشت و رقم مناسب از اهمیت زیادی برخوردار هستند (Reynolds *et al.,* 1994; Radmehr *et al.,* 2005). به بیان دیگر انتخاب تاریخ کاشت مناسب و رقم دارای فنولوژی مطلوب که رشد و نمو گیاه با شرایط محیطی در طی فصل رشد تطابق مناسبی داشته باشد، سبب رشد و نمو مطلوب گیاه گردیده و احتمالاً به تولید عملکرد دانه مطلوبی منتهی خواهد شد (Chen *et al.,* 2003). تاریخ کاشت‌های مطلوب به‌طور معمول تاریخ‌هایی در نظر

گرفته می‌شوند که بیشترین عملکردها را تولید می‌کنند. رهیافت سنتی برآورد تاریخ کاشت مطلوب، انجام آزمایش‌های مستقیم مزرعه‌ای با گستره‌ای از تاریخ‌های کاشت می‌باشد. انتخاب برای تحمل به تنش گرما تحت شرایط مزرعه‌ای، اغلب با قرار دادن ژنوتیپ‌ها در معرض دمای بالا به‌وسیله تغییر تاریخ کاشت یا قرار دادن آن‌ها در شوک‌های گرمایی انجام می‌گردد (Rane and Nagarajan, 2004).

تحقیقات متعددی به‌منظور ارزیابی واکنش ژنوتیپ‌های گیاهان مختلف به تنش گرما به‌ویژه در انتهای فصل رشد اجرا شده است. Musavi و همکاران (۲۰۲۱) با مطالعه اثر تاریخ کاشت و تنش گرمای انتهای فصل بر صفات فنولوژیک، عملکرد دانه و اجزای عملکرد ۳۰ ژنوتیپ گندم نان، بیان داشتند تأخیر در کاشت باعث کاهش معنی‌دار صفات تعداد روز از کاشت تا ساقه‌دهی، تعداد روز از کاشت تا سنبله‌دهی، تعداد روز از کاشت تا گل‌دهی، تعداد روز از کاشت تا رسیدگی، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و عملکرد دانه گردید و مصادف شدن مراحل فنولوژیک ژنوتیپ‌ها با تنش گرمای انتهای فصل در مرحله گل‌دهی و مراحل بعد از آن در کشت تأخیری عامل اصلی کاهش عملکرد دانه و اجزای عملکرد بود. Moshatati و همکاران (۲۰۱۸) با بررسی تأثیر تاریخ کاشت و تنش گرمای انتهای فصل بر عملکرد دانه و اجزای آن در ۲۰ رقم گندم بهاره، گزارش کردند تأخیر در کاشت و افزایش میانگین دمای دوره رشد، مواجهه مراحل آخر رشد و نمو با دماهای بالا و وقوع تنش گرمای آخر فصل، باعث کاهش تعداد روز از کاشت تا گرده‌افشانی، تعداد روز از گرده‌افشانی تا رسیدگی و تعداد روز از کاشت تا رسیدگی شد و در نتیجه تعداد دانه در مترمربع، وزن هزار دانه و عملکرد دانه کاهش یافت. با این حال بررسی منابع نشان می‌دهد که با وجود اهمیت بالای تنش گرمای انتهای فصل رشد در مناطق گرم و خشک کشور مانند استان کرمان، تنها یک پژوهش جهت ارزیابی ژنوتیپ‌های ماشک تلخ از نظر تحمل به تنش گرمای انتهای فصل رشد صورت گرفته است. Mohammadi Lotfabad & Sahhafi (۲۰۲۳) با مطالعه اثر سه تاریخ کاشت ۲۵ بهمن، ۱۰ اسفند و ۲۵ اسفند بر ۱۸ اکوتیپ ماشک تلخ در رفسنجان در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ اظهار داشتند که با تأخیر در کاشت ارزش صفات تعداد روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی، تعداد روز تا پایان گل‌دهی، تعداد روز تا رسیدگی، وزن خشک اندام هوائی، عملکرد دانه، وزن هزار دانه و شاخص برداشت در اکوتیپ‌های ماشک تلخ مورد بررسی کاهش داشته است، اما میزان کاهش در میان اکوتیپ‌ها متفاوت بود. همچنین با توجه به نتایج مقایسات میانگین و تجزیه خوشه‌ای بیان داشتند اکوتیپ‌های مراغه و بایقوت (متعلق به استان آذربایجان شرقی) با داشتن مقادیر کمتر تعداد روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی، تعداد روز تا پایان

گل‌دهی، تعداد روز تا پایان رسیدگی و ارتفاع ساقه در پایان رشد و مقادیر بالاتر عملکرد دانه و شاخص برداشت به‌عنوان اکوتیپ‌های متحمل‌تر به تنش گرمای انتهای فصل رشد بودند.

با توجه به اینکه تنش گرما در انتهای فصل رشد یکی از عوامل محدود کننده تولید ماشک تلخ در بسیاری از مناطق گرم و خشک کشور مانند استان کرمان می‌باشد (Mohammadi Lotfabad and Sahhafi, 2023) و از طرفی آزمایش‌های بسیار محدودی در زمینه تحمل به گرما روی اکوتیپ‌های ماشک تلخ ایرانی انجام شده، این آزمایش با هدف شناخت واکنش ۱۲ اکوتیپ ماشک تلخ ایرانی به تنش گرمای آخر فصل رشد بر عملکرد دانه و برخی خصوصیات مرتبط در شرایط آب و هوایی شهرستان رفسنجان اجرا شد.

۲. روش‌شناسی پژوهش

۲-۱. مواد گیاهی و اعمال تنش

این تحقیق در سال زراعی ۱۴۰۳-۱۴۰۲ در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان با طول جغرافیایی ۵۶ درجه و عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۲۳ دقیقه و ارتفاع ۱۴۶۹ متر از سطح دریا، اجرا شد. به‌منظور برخورد مراحل گرده‌افشانی و پر شدن دانه اکوتیپ‌های ماشک تلخ با تنش گرمای انتهای فصل، آزمایش مزرعه‌ای با ۱۲ اکوتیپ ماشک تلخ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سه تاریخ کاشت (۵ دی، ۵ بهمن و ۵ اسفند) به‌صورت جداگانه انجام شد. اکوتیپ‌های ماشک تلخ مورد مطالعه شامل پنج اکوتیپ متعلق به استان آذربایجان شرقی (شیخدرآباد، کردلر، قربان‌کندی، ورزقان و یولقنلو)، یک اکوتیپ متعلق به استان آذربایجان غربی (قوردیک)، چهار اکوتیپ متعلق به استان اردبیل (آرالو، خوجین، دوشان‌بلاغ و ساربانلار) و دو اکوتیپ متعلق به استان زنجان (چومالو و قلعه) بودند. انتخاب ۱۲ اکوتیپ ماشک تلخ با توجه به نتایج پژوهش Hassanpour & Sahhafi (۲۰۲۰) از بررسی تنوع ژنتیکی ۴۲ اکوتیپ ماشک تلخ متعلق به استان‌های آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، اردبیل و زنجان از لحاظ صفات زراعی-مورفولوژیک صورت گرفت و به گونه‌ای انجام شد که تنوع ژنتیکی کافی بین اکوتیپ‌ها وجود داشته باشد. سپس بذور آن‌ها از کلکسیون ماشک تلخ گروه ژنتیک و تولید گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان تهیه شدند. مشخصات جغرافیایی محل‌های جمع‌آوری ۱۲ اکوتیپ مورد بررسی در پژوهش Hassanpour & Sahhafi (۲۰۲۰) ذکر شده است. درجه حرارت میانگین، میانگین درجه حرارت بیشینه و کمینه ماهیانه و رطوبت نسبی ماهیانه در طول انجام آزمایش در جدول ۱ قابل مشاهده است. به جز اعمال تنش طبیعی گرمای انتهای فصل رشد به‌واسطه تأخیر در تاریخ کاشت، تمامی عملیات داشت از جمله آبیاری،

کوددهی و مبارزه با علف‌های هرز طوری انجام شد که تا حد امکان گیاهان با تنش دیگری به‌غیر از تنش گرما مواجه نشوند. کاشت بذور به‌صورت دستی در خاکی شنی–لومی و نسبتاً قلیایی (pH=۷/۶) و با هدایت الکتریکی ۳ دسی‌زیمنس بر متر انجام شد. قبل از کشت، بذرها با قارچ‌کش ویتاواکس با غلظت ۰/۲ درصد ضدعفونی شدند. هر کرت شامل ۲ ردیف کشت بود. طول هر ردیف کاشت ۱/۵ متر، فاصله کاشت روی ردیف ۱۵ سانتی‌متر و فاصله بین ردیف‌ها ۲۵ سانتی‌متر بود. جهت جلوگیری از تأثیر کرت‌ها و بلوک‌ها روی یکدیگر، بین کرت‌های آزمایشی ۰/۵ متر و بین بلوک‌ها ۱ متر فاصله ایجاد شد. همچنین علف‌های هرز به‌صورت دستی وجین شدند.

جدول ۱. درجه حرارت میانگین و میانگین درجه حرارت بیشینه و کمینه و رطوبت نسبی ماهیانه در طول دوره رشد ماشک تلخ در رفسنجان در سال زراعی ۱۴۰۳-۱۴۰۲

Month (2023-2024)	Mean temp. (˚C)	Maximum temp. (˚C)	Minimum temp. (˚C)	Relative humidity (%)
Dec. 22-Jan. 20	8.51	17.55	-0.53	37.05
Jan. 21-Feb. 19	8.79	17.53	0.04	30.78
Feb. 20-Mar. 19	8.38	15.7	1.26	53.04
Mar. 20-Apr 19	14.78	21.58	7.96	46.77
Apr. 20-May 20	18.60	25.90	11.20	41.84
May 21-Jun. 20	25.58	34.43	16.73	21.95
Jun. 21-Jul. 21	30.4	38.26	22.52	21.59

۲-۲. صفات مورد ارزیابی

در تحقیق حاضر، برای تعیین تعداد روز تا سبز شدن، تعداد روز تا پایان گل‌دهی و تعداد روز تا ۵۰ درصد رسیدگی تاریخ‌های سبز شدن، پایان گل‌دهی و ۵۰ درصد رسیدگی هر کرت جداگانه ثبت گردید. صفات ارتفاع ساقه و طول ریشه بعد از رسیدگی روی سه بوته تصادفی در هر کرت آزمایشی اندازه‌گیری شدند و سپس از میانگین آن‌ها برای هر کرت آزمایشی استفاده شد. پس از رسیدگی کامل، صفات وزن خشک اندام هوایی، عملکرد دانه و وزن هزار دانه از کلیه بوته‌های هر کرت آزمایشی با حذف اثر حاشیه اندازه‌گیری گردید. همچنین شاخص برداشت برای هر کرت آزمایشی مورد محاسبه قرار گرفت.

۳-۲. تجزیه آماری

ابتدا نرمال بودن داده‌ها از طریق آزمون شاپیرو ویلک با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ و سپس یکنواختی واریانس‌ها از طریق آزمون بارتلت با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ مورد ارزیابی قرار گرفت. پس از آزمون نرمال بودن داده‌ها و یکنواختی واریانس‌ها، برای تجزیه واریانس مرکب داده‌ها، مقایسه میانگین به روش چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج

غیرقابل انتشار

درصد، تجزیه خوشه‌ای به روش Ward و بر اساس مربع فاصله اقلیدسی و تجزیه تابع تشخیص از نرم‌افزارهای SAS نسخه ۹/۱ و SPSS نسخه ۲۶ استفاده شد.

۳. نتایج پژوهش و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب برای صفات مورد مطالعه در جدول ۲ آورده شده است.

۳-۱. تعداد روز تا سبز شدن

تجزیه واریانس نشان داد که فقط اثر تاریخ کاشت در سطح احتمال یک درصد برای تعداد روز تا سبز شدن دارای اختلاف معنی‌دار بود اما اثر اکوتیپ‌ها و اثر متقابل اکوتیپ × تاریخ کاشت معنی‌دار نبودند (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین سطوح مختلف تاریخ کاشت نشان داد که تعداد روز تا سبز شدن اکوتیپ‌های ماشک تلخ در تاریخ کاشت ۵ بهمن (۱۰/۰ روز) به‌طور معنی‌داری کمتر از دو تاریخ کاشت ۵ دی و ۵ اسفند (به ترتیب ۱۵/۵ و ۱۷/۳ روز) است (جدول ۳) که علت آن می‌تواند به مناسب بودن دمای هوا و مطلوب بودن رطوبت خاک در این تاریخ کاشت نسبت به دو تاریخ دیگر کاشت باشد. میانگین حداقل دمای محیط در مدت زمان کاشت تا سبز شدن در سه تاریخ کاشت ۵ دی، ۵ بهمن و ۵ اسفند به‌ترتیب ۱/۳- ، ۲/۱۵ و ۰/۷۴ درجه سلسیوس بود. لذا پایین بودن دمای هوا در تاریخ کاشت ۵ دی و ۵ اسفند سبب تأخیر در سبز شدن اکوتیپ‌های مورد مطالعه نسبت به تاریخ کاشت ۵ بهمن شده است. Farooq *et al.* (۲۰۰۸) اظهار داشتند کاهش درجه حرارت در هنگام جوانی‌زنی استقرار گیاهچه‌ها را در مزرعه محدود می‌کند که می‌تواند موجب سبز شدن ضعیف در مزرعه شود که با نتایج تحقیق حاضر مشابهت داشت.

۳-۲. تعداد روز تا پایان گل‌دهی

اختلاف بین اکوتیپ‌ها، تاریخ‌های کاشت و اثر متقابل اکوتیپ × تاریخ کاشت برای تعداد روز تا پایان گل‌دهی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). به‌طور کلی تأخیر در کاشت باعث کاهش تعداد روز تا پایان گل‌دهی در اکوتیپ‌ها شد اما میزان کاهش این صفت با تأخیر در کاشت از تاریخ ۵ دی به ۵ بهمن (۲۵/۶ روز) نسبت به تأخیر در کاشت از تاریخ ۵ بهمن به ۵ اسفند (۱۳/۵ روز) بسیار بیشتر بود و همچنین میزان کاهش آن در اکوتیپ‌های مورد مطالعه نسبت به تأخیر در کاشت متفاوت بود (جدول ۴). اکوتیپ یولقنلو (۱۰۶/۰ روز) کمترین و اکوتیپ‌های ساربانلار، کردلر، آرالو و شیخدرآباد (به‌ترتیب ۱۳۲/۰، ۱۳۱/۳، ۱۲۷/۰ و ۱۲۶/۳ روز) بیشترین تعداد روز تا پایان گل‌دهی را در تاریخ کاشت ۵ دی نشان دادند.

اکوتیپ یولقنلو (۷۵/۰ روز) کمترین و اکوتیپ ساربانلار (۱۱۱/۰ روز) بیشترین مقادیر این صفت را در تاریخ کاشت ۵ بهمن دارا بودند. اکوتیپ‌های قربان‌کندی، خوجین، داش‌بلاغ، قلعه و چومالو (به‌ترتیب ۷۹/۰، ۸۰/۶، ۸۰/۶، ۸۲/۳ و ۸۳/۳ روز) کمترین و اکوتیپ‌های کردلر، ساربانلار، ورزقان، یولقنلو، آرالو و شیخدرآباد (به‌ترتیب ۹۰/۳، ۸۹/۰، ۸۸/۰، ۸۸/۰، ۸۶/۳ و ۸۶/۰ روز) بیشترین تعداد روز تا پایان گل‌دهی را در تاریخ کاشت ۵ اسفند داشتند (جدول ۴). صفت تعداد روز تا پایان گل‌دهی به‌معنی برخورد مرحله گل‌دهی در ژنوتیپ‌ها با دمای بالاتر محیطی است، لذا به نظر می‌رسد که زمان گل‌دهی دیرتر، یکی از عوامل مهم در حساسیت بیشتر ژتوتیپ‌ها به گرما باشد (Mohammadi Lotfabad and Sahhafi, 2023). اگر نمو زایشی در اثر تأخیر در تاریخ کاشت، خیلی دیر آغاز شود یا خیلی کند صورت گیرد، دمای بالا در زمان گل‌دهی از طریق تأثیر بر دانه‌های گرده و کاهش توان جوانه‌زنی آن‌ها روی کلاله منجر به کاهش لقاح تعداد دانه و در نهایت افت عملکرد می‌گردد (Musavi *et al.*, 2021). در پژوهشی Mohammadi Lotfabad & Sahhafi (۲۰۲۳) با ارزیابی اثر تاریخ کاشت و تنش گرمای انتهای فصل رشد بر عملکرد و برخی صفات مرتبط با آن در ۱۸ اکوتیپ ماشک تلخ در شرایط آب و هوایی رفسنجان، بیان داشتند تعداد روز تا پایان گل‌دهی در کشت تأخیری به‌خاطر وقوع تنش گرمایی انتهای فصل رشد کاهش داشته است که با نتایج حاضر مطابقت دارد.

۳-۳. تعداد روز تا ۵۰ درصد رسیدگی

تجزیه واریانس نشان داد که اثر تاریخ‌های کاشت برای تعداد روز تا ۵۰ درصد رسیدگی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود ولی اثر اکوتیپ‌ها و اثر متقابل اکوتیپ × تاریخ کاشت معنی‌دار نبودند (جدول ۲). این نتایج نشان می‌دهد که تعداد روز تا ۵۰ درصد رسیدگی تحت تأثیر تاریخ‌های مختلف کاشت قرار گرفته است. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که تعداد روز تا ۵۰ درصد رسیدگی با تأخیر در کشت کاهش یافته است به‌طوری که مقدار آن در تاریخ کاشت ۵ بهمن (۱۲۵/۹ روز) و ۵ اسفند (۹۵/۵ روز) کمتر از تاریخ کاشت ۵ دی (۱۵۸/۵ روز) بوده است (جدول ۳). طول دوره رشد گیاهان زراعی، علاوه بر زمنیه ژنتیکی، تحت تأثیر شرایط اقلیمی محل رشد گیاه نیز می‌باشد Goodarzian Ghahfarokhi *et al.* (۲۰۲۰) و بنابراین دمای بالا سبب کاهش طول دوره رشد اکوتیپ‌های مورد مطالعه شده است. Mohammadi Lotfabad & Sahhafi (۲۰۲۳) نتایج مشابهی را گزارش کردند و اظهار داشتند تأخیر در کاشت به‌دلیل تنش گرمایی انتهای فصل رشد و کاهش در دوره رشد و نمو ماشک تلخ، تعداد روز از کاشت تا پایان رسیدگی به طور معنی‌داری کاهش داده است.

٤-۳. ارتفاع ساقه در پایان رشد

غیر قابل استناد

اختلاف بین تاریخ‌های کاشت و اثر متقابل اکوتیپ × تاریخ کاشت برای ارتفاع ساقه در پایان رشد غیرمعنی‌دار بود. با این وجود اثر اکوتیپ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). در بین اکوتیپ‌ها آرالو، دوشان‌بلاغ، وزقان، قوردیک، شیخدرآباد، چومالو، کردلر، خوجین و ساربانلار (به‌ترتیب با ۲۳/۶۸، ۲۲/۳۷، ۲۱/۷۷، ۲۱/۶۸، ۲۱/۵۱، ۲۱/۴۶، ۲۱/۴۵، ۲۱/۳۷ و ۲۱/۳۳ سانتی‌متر) بیشترین و یولقنلو و قربان‌کندی (به‌ترتیب با ۱۷/۸۷ و ۱۹/۵۶ سانتی‌متر) کمترین ارتفاع ساقه در پایان رشد را به خود اختصاص دادند (شکل ۱). لازم به ذکر است که تأخیر در کاشت باعث کاهش ارتفاع ساقه در پایان رشد در اکوتیپ‌های ماشک تلخ گردید اما از نظر آماری غیرمعنی‌دار بود. Rahmani و همکاران (۲۰۱۲) با مطالعه اثر تاریخ کاشت بر عملکرد سه رقم لوبیا قرمز در منطقه الیگودرز، بیان داشتند که تأخیر در تاریخ کاشت به‌خاطر کاهش طول دوره رشد رویشی گیاه، باعث کاهش ارتفاع بوته شد. Mohammadi Lotfabad & Sahhafi (۲۰۲۳) نیز گزارش کردند که ارتفاع ساقه در پایان رشد اکوتیپ‌های ماشک تلخ مورد بررسی با تأخیر در کاشت، کاهش غیر معنی‌داری داشته‌اند.

۵-۳. طول ریشه در پایان رشد

تاریخ‌های کاشت، اکوتیپ‌ها و اثر متقابل اکوتیپ × تاریخ کاشت تأثیر معنی‌داری بر طول ریشه در پایان رشد نداشتند (جدول ۲). قابل ذکر است روند کاهشی طول ریشه در پایان رشد با تأخیر در کاشت در اکوتیپ‌های مورد مطالعه مشاهده شد ولی این کاهش از نظر آماری معنی‌داری نبود (میانگین طول ریشه در پایان رشد در تاریخ‌های کاشت ۵ دی، ۵ بهمن و ۵ اسفند به‌ترتیب ۹/۵۴، ۹/۵۰ و ۹/۱۹ سانتی‌متر بود). در آزمایش Mohammadi Lotfabad & Sahhafi (۲۰۲۳) نیز کاهش غیرمعنی‌دار طول ریشه در پایان رشد با تأخیر در کاشت، مشاهده شد.

٦-۳. وزن خشک اندام هوائی

تجزیه واریانس نشان داد اختلاف تاریخ‌های کاشت، اکوتیپ‌ها و اثر متقابل اکوتیپ × تاریخ کاشت برای وزن خشک اندام هوائی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند (جدول ۲). نتایج نشان داد با تأخیر در تاریخ کاشت از ۵ دی به ۵ بهمن در پنج اکوتیپ و از ۵ بهمن به ۵ اسفند در نه اکوتیپ، وزن خشک اندام هوائی اکوتیپ‌های ماشک تلخ کاهش یافت (جدول ۴). با شروع گرما در انتهای فصل رشد و با توجه به تأثیر آن بر رشد گیاه، به‌علت کاهش طول دوره مراحل رشد گیاه، عملکرد بیولوژیک کاهش خواهد یافت (Goodarzian Ghahfarokhi *et al.*, 2020). در تاریخ کاشت ۵ دی اکوتیپ‌های ورزقان، آرالو، قوردیک، شیخدرآباد، قلعه، دوشان‌بلاغ و خوجین بیشترین وزن خشک اندام هوائی را داشتند (به‌ترتیب ۳۵/۶، ۳۲/۳، ۲۸/۸،

۲۷/۲، ۲۶/۸، ۲۱/۰ و ۱۹/۰ گرم در بوته). در تاریخ کاشت ۵ بهمن اکوتیپ‌های دوشان‌بلاغ، آرالو، ورزقان، چومالو، خوجین، ساربانلار و شیخدرآباد بیشترین مقادیر این صفت را به خود اختصاص دادند (به‌ترتیب ۳۱/۱، ۲۹/۴، ۲۸/۴، ۲۷/۶، ۲۶/۱، ۲۴/۵ و ۲۳/۲ گرم در بوته). در تاریخ کاشت ۵ اسفند اکوتیپ‌های کردلر، آرالو، شیخدرآباد، قلعه و ساربانلار بیشترین وزن خشک اندام هوائی را نشان دادند (به‌ترتیب ۲۸/۴، ۲۷/۷، ۲۷/۲، ۲۶/۶ و ۲۴/۴ گرم در بوته) (جدول ۴). Mohammadi Lotfabad & Sahhafi (۲۰۲۳) اظهار داشتند که به‌طور کلی وزن خشک اندام هوائی اکثر اکوتیپ‌های ماشک تلخ با تأخیر در کاشت کاهش یافت که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت داشت.

۳-۷. عملکرد دانه

اثر تاریخ‌های کاشت، اکوتیپ‌ها و اثر متقابل اکوتیپ × تاریخ کاشت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). به‌طور کلی عملکرد دانه اکوتیپ‌های مورد مطالعه در تاریخ کاشت ۵ دی بیشتر از دو تاریخ کاشت دیگر بود (جدول ۴). کاهش عملکرد دانه با تأخیر در کاشت را می‌توان به افزایش دمای محیط، تسریع رسیدگی و رشد گیاه و کاهش عملکرد بیولوژیک نسبت داد (Goodarzian Ghahfarokhi *et al.,* 2020). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در تاریخ کاشت ۵ دی، اکوتیپ‌های آرالو، قوردیک و قلعه (به‌ترتیب ۳/۰، ۲/۸ و ۲/۶ گرم در بوته) و در رتبه بعد دوشان‌بلاغ، یولقنلو، ورزقان، شیخدرآباد و قربان‌کندی (به‌ترتیب ۱/۶، ۱/۶، ۱/۳، ۱/۲ و ۰/۹ گرم در بوته)، در تاریخ کاشت دوم اکوتیپ‌های یولقنلو (۶/۰ گرم در بوته) و در رتبه بعد دوشان‌بلاغ و آرالو (به‌ترتیب ۲/۶ و ۲/۴ گرم در بوته) و در تاریخ کاشت سوم اکوتیپ‌های یولقنلو (۳/۹ گرم در بوته) و در رتبه بعد قربان‌کندی و قلعه (به‌ترتیب ۰/۸ و ۰/۴ گرم در بوته) دارای بیشترین عملکرد دانه بودند (جدول ۴). تنش گرمای انتهای فصل رشد از یک سو با تسریع در مراحل رشد و نمو و کاهش طول دوره رشد رویشی و زایشی گیاه و از سوی دیگر با تأثیر منفی بر اندام زایشی (قابلیت زنده ماندن دانه گرده و مادگی) و جلوگیری از باروری مطلوب منجر به کاهش عملکرد دانه می‌شود (Omidi *et al.,* 2013). کاهش عملکرد دانه اکوتیپ‌های ماشک با تأخیر در کاشت با یافته‌های Mohammadi Lotfabad & Sahhafi (۲۰۲۳) مطابقت داشت.

۳-۸. وزن هزار دانه

اختلاف تاریخ‌های کاشت و اکوتیپ‌ها برای وزن هزار دانه غیرمعنی‌دار بود. اما اثر متقابل اکوتیپ × تاریخ کاشت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). به‌صورت کلی تغییرات در وزن هزار دانه برای اکوتیپ‌های ماشک تلخ با تأخیر در کاشت از یک روند خاصی تبعیت ننمود (تأخیر در تاریخ کاشت از ۵ دی به ۵ بهمن در ۶ اکوتیپ و از ۵ بهمن به ۵ اسفند در ۸

اکوتیپ، سبب کاهش این صفت گردید) (جدول ۴). وزن هزار دانه، جزئی از عملکرد می‌باشد که تأثیرپذیری آن از شرایط محیطی به‌ویژه در مرحله تشکیل و پرشدن دانه زیاد است با این حال نتایج متفاوتی از جمله کاهش وزن هزار دانه یا عدم تأثیرپذیری آن در اثر برخورد با دمای بالا گزارش شده است (Goodarzian Ghahfarokhi *et al.,* 2020). در تاریخ‌های کاشت ۵ دی و ۵ بهمن بین اکوتیپ‌های مورد مطالعه از لحاظ این صفت اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ولی در تاریخ کاشت ۵ اسفند اکوتیپ‌های چومالو، قوردیک، قلعه، دوشان‌بلاغ، خوجین و شیخدرآباد بیشترین مقادیر این صفت (به‌ترتیب ۳۷/۳، ۳۶/۵، ۳۰/۵، ۳۰/۳، ۲۹/۹ و ۲۸/۱ گرم) را داشتند. در پژوهش Mohammadi Lotfabad & Sahhafi (۲۰۲۳) مشخص شد که تأخیر در تاریخ کاشت باعث کاهش وزن هزار دانه شده است که این نتایج با نتایج حاضر کاملاً مطابقت نداشت که می‌تواند به‌دلیل تفاوت در اکوتیپ‌های مورد مطالعه، تاریخ‌های کاشت و شرایط آب و هوایی سال آزمایش‌ها باشد.

۹-۳. شاخص برداشت

تجزیه واریانس نشان داد که تاریخ‌های کاشت، اکوتیپ‌ها و اثر متقابل اکوتیپ × تاریخ کاشت تأثیر معنی‌داری در سطح یک درصد بر شاخص برداشت داشتند (جدول ۲). تأخیر در تاریخ کاشت از ۵ دی به ۵ بهمن در پنج اکوتیپ و از ۵ بهمن به ۵ اسفند در ۱۲ اکوتیپ، موجب کاهش شاخص برداشت شد (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در تاریخ کاشت ۵ دی، اکوتیپ‌های آرالو، قلعه، یولقنلو، دوشان‌بلاغ، قوردیک و قربان‌کندی (به‌ترتیب ۱۰/۹، ۱۰/۰، ۹/۵، ۷/۹، ۶/۸ و ۵/۸ درصد)، در تاریخ کاشت ۵ بهمن اکوتیپ یولقنلو (۳۵/۷ درصد) و در تاریخ کاشت ۵ اسفند اکوتیپ یولقنلو (۲۷/۶ درصد) بیشترین شاخص برداشت را دارا بود (جدول ۴). روند کاهشی در شاخص برداشت در اثر تأخیر در کاشت توسط Mohammadi Lotfabad & Sahhafi (۲۰۲۳) مشاهده شد که با نتایج مطالعه حاضر کاملاً مطابقت ندارد که می‌تواند به‌خاطر تفاوت در اکوتیپ‌های مورد مطالعه، تاریخ‌های کاشت و شرایط آب و هوایی سال آزمایش‌ها باشد.

طبق نتایج به‌دست آمده در این پژوهش، تاریخ کاشت‌هایی که به‌منظور ایجاد شرایط مختلف تنش گرمایی در انتهای فصل رشد در مزرعه اعمال شدند تأثیرات متفاوتی بر صفات مورد بررسی در ۱۲ اکوتیپ ماشک تلخ داشته‌اند. از سوی دیگر پاسخ اکوتیپ‌های ماشک تلخ به تاریخ‌های مختلف کاشت متفاوت بود که نشان‌دهنده وجود تنوع بین اکوتیپ‌ها از لحاظ صفات مورد مطالعه بود که می‌تواند به‌عنوان یک پتانسیل ارزشمند در برنامه‌های به‌نژادی مورد استفاده قرار گیرد.

جدول ۲. تجزیه مرکب صفات مورد مطالعه ۱۲ اکوتیپ ماشک تلخ در سه تاریخ کاشت در رفسنجان

S.O.V	Mean of squares

	df	Days to emergence	Days to flowering end	Days to 50% maturing end	Plant height	Root length
Sowing date (S)	2	515.814**	14224.694**	35703.953**	33.281^{ns}	1.299^{ns}
Error 1	6	3.046	25.074	50.907	9.620	1.518
Ecotype (E)	11	1.423^{ns}	250.184**	6.107^{ns}	18.359*	1.865^{ns}
S×E	22	2.410^{ns}	69.068**	5.549^{ns}	6.458^{ns}	1.259^{ns}
Error 2	66	2.288	10.265	3.937	4.464	1.425
CV (%)		10.56	3.12	1.56	9.97	12.68

		Mean of squares			
S.O.V	df	Above ground bimass	Grain yield	Thousand kernel weight	Harvest index
Sowing date (S)	2	100.704^{ns}	15.166*	323.752^{ns}	201.182*
Error 1	6	105.870	0.342	40.681	1.871
Ecotype (E)	11	174.533^{ns}	8.319*	129.303^{ns}	337.618**
S×E	22	90.783*	2.780**	195.175**	60.785**
Error 2	66	47.040	0.177	27.598	4.080
CV (%)		30.43	33.53	19.35	35.16

** و *: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال یک درصد و پنج درصد، ns: غیر معنی‌دار

جدول ۳. مقایسه میانگین روز تا سبز شدن و روز تا پایان رسیدگی ۱۲ اکوتیپ ماشک تلخ بین سه تاریخ کاشت در رفسنجان

Sowing date	Days to emergence	Days to 50% maturing end
26 Dec.	15.5 b	158.5 a
25 Jan.	10.0 c	125.9 b
24 Feb.	17.3 a	95.5 c

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

جدول ۴. مقایسه میانگین اثرات متقابل اکوتیپ × تاریخ کاشت برای برخی صفات مورد مطالعه در رفسنجان

	Days to flowering end			Above ground bimass (g/plant)			Grain yield (g/plant)		
Ecotype	26 Dec.	25 Jan.	24 Feb.	26 Dec.	25 Jan.	24 Feb.	26 Dec.	25 Jan.	24 Feb.
Shykhdarabad	126.3 a-c	102.3 bc	86.0 a-d	27.207 a-c	23.221 a-d	27.208 a	1.251 b-d	0.991 ef	0.209 cd
Kordlar	131.3 ab	101.0 bc	90.3 a	12.980 cd	24.951 a-d	28.419 a	0.095 e	1.436 d-f	0 d
Ghorbankandi	124.0 c	93.6 d	79.0 f	16.285 b-d	20.978 b-d	16.792 c	0.949 b-e	1.594 de	0.828 b
Varzaqan	125.0 bc	102.6 b	88.0 a-c	35.637 a	28.467 a-c	16.569 c	1.340 bc	1.236 d-f	0 d
Yowlqonlu	106.0 d	75.0 e	88.0 a-c	8.049 d	15.296 d	14.510 c	1.627 b	6.067 a	3.965 a
Ghordik	123.6 c	100.0 b-d	85.3 b-e	28.840 a-c	22.330 a-d	17.172 c	2.890 a	0.668 fg	0.074 cd
Araloo	127.0 a-c	101.3 bc	86.3 a-d	32.304 ab	29.426 ab	27.760 a	3.085 a	2.435 bc	0.918 cd
Khojin	122.6 c	95.6 cd	80.6 ef	19.059 a-d	26.100 a-c	17.312 c	0.526 c-e	1.757 c-e	0.330 cd
Doshanbolagh	121.6 c	98.0 b-d	80.6 ef	21.035 a-d	31.142 a	19.948 bc	1.681 b	2.683 b	0.359 cd
Sarebanlar	132.0 a	111.0 a	89.0 ab	17.554 b-d	24.548 a-d	24.408 a	0.113 e	0.105 g	0.013 d
Chumalu	125.0 bc	103.0 b	83.3 c-f	13.930 cd	27.671 a-c	21.197 b	0.303 de	1.877 cd	0.160 cd
Ghale	124.0 c	97.6 b-d	82.3 d-f	26.827 a-c	19.409 cd	26.622 a	2.693 a	1.131 d-f	0.487 bc

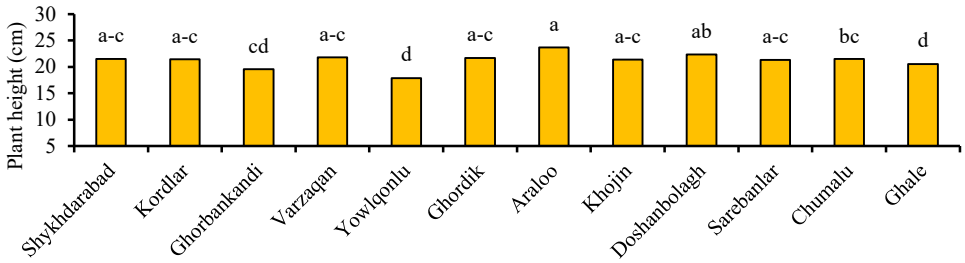
در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

ادامه جدول ۴. مقایسه میانگین اثرات متقابل اکوتیپ × تاریخ کاشت برای برخی صفات مورد مطالعه در رفسنجان

	Thousand kernel weight (g)			Harvest index (%)		
Ecotype	26 Dec.	25 Jan.	24 Feb.	26 Dec.	25 Jan.	24 Feb.
Shykhdarabad	34.266	28.744	28.164 ab	4.617 b-d	4.175 cd	0.612 c
Kordlar	38.140	25.934	-	0.927 d	6.080 b-d	0 c
Ghorbankandi	33.633	29.642	22.728 b	5.837 a-d	7.759 b	4.741 b

Varzaqan	27.046	28.504	-	3.737 b-d	4.239 cd	0 c
Yowlqonlu	25.936	28.288	25.217 b	9.569 a	35.770 a	27.689 a
Ghordik	26.347	22.057	36.500 a	6.853 a-c	5.905 de	0.449 c
Araloo	31.841	27.229	22.912 b	10.972 a	8.432 b	0.606 c
Khojin	27.527	28.725	29.934 ab	3.062 b-d	6.480 bc	2.019 c
Doshanbolagh	28.426	31.746	30.308 ab	7.972 ab	9.033 b	1.887 c
Sarebanlar	24.263	30.428	21.001 b	2.455 cd	0.426 e	0.037 c
Chumalu	24.895	30.523	37.333 a	2.175 cd	6.763 bc	1.094 c
Ghale	29.779	28.382	30.584 ab	10.043 a	5.655 b-d	1.869 c

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند



شکل ۱. مقایسه میانگین ارتفاع ساقه در مرحله رسیدگی در اکوتیپ‌های ماشک تلخ در رفسنجان

(میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند)

۱۰-۳. تجزیه خوشه‌ای

به‌منظور تعیین قرابت اکوتیپ‌های ماشک تلخ و گروه‌بندی آن‌ها براساس صفات ارزیابی شده در تاریخ‌های کاشت مختلف، تجزیه خوشه‌ای انجام شد. دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای در هر تاریخ کاشت در شکل ۲ نمایش داده شده است. در تاریخ کاشت ۵ دی اکوتیپ‌های مورد بررسی در سه گروه دسته‌بندی شدند (شکل ۲-I). تحت این شرایط شش اکوتیپ در گروه اول، پنج اکوتیپ در گروه دوم و یک اکوتیپ در گروه سوم قرار گرفتند. همان‌طور که در شکل ۲-II مشاهده می‌شود در تاریخ کاشت ۵ بهمن نیز اکوتیپ‌های مورد مطالعه در سه گروه دسته‌بندی شدند. تجزیه خوشه‌ای تحت این شرایط نشان داد که پنج اکوتیپ در گروه اول، شش اکوتیپ در گروه دوم و یک اکوتیپ در گروه سوم قرار گرفتند. همچنین در تاریخ کاشت ۵ اسفند اکوتیپ‌های مورد بررسی در سه گروه دسته‌بندی شدند (شکل ۲-III). تحت این شرایط شش اکوتیپ در گروه اول، پنج اکوتیپ در گروه دوم و یک اکوتیپ در گروه سوم قرار گرفتند. به‌منظور بررسی صحت گروه‌بندی‌های انجام شده از روش تجزیه خوشه‌ای، از تجزیه تابع تشخیص استفاده گردید که نتایج حاصل در تاریخ‌های کاشت مختلف در جدول ۵ ارائه شده است. نتایج بدست آمده بیانگر آن است که تمامی اکوتیپ‌های مورد بررسی به‌طور درستی گروه‌بندی شدند و میزان موفقیت تابع تشخیص برای تمام گروه‌ها ۱۰۰ درصد بود. میزان موفقیت بیان می‌کند که تابع تشخیص تا چه حد در گروه‌بندی یا تشخیص بین گروه‌ها موفق بوده است (Gholizadeh *et al.*, 2018). در پژوهش‌های دیگری نیز از تجزیه خوشه‌ای و تجزیه

تابع تشخیص برای بررسی صحت گروه‌بندی انجام شده توسط تجزیه خوشه‌ای در ماشک تلخ استفاده شده است (Hassanpour and Sahhafi, 2020; Karimzadeh Negari *et al.,* 2022; Mohammadi Lotfabad and Sahhafi, 2023). علاوه بر آزمون فوق، گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای در هر تاریخ کاشت به عنوان تیمار و اکوتیپ‌های داخل گروه‌ها به‌عنوان تکرار در نظر گرفته شدند و داده‌ها بر پایه طرح کاملاً تصادفی نامتعادل تجزیه شدند. نتایج نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین گروه‌ها برای اکثر صفات مورد مطالعه در هر سه تاریخ کاشت بود. سپس برای بررسی تفاوت گروه‌ها از لحاظ صفات مورد بررسی، مقایسه میانگین گروه‌ها برای صفات انجام گرفت که نتایج آن در جدول ۶ آورده شده است.

نتایج مقایسه میانگین گروه‌ها در تاریخ کاشت ۵ دی نشان داد (جدول ۶) که اکوتیپ‌های گروه اول از نظر صفات تعداد روز تا پایان گل‌دهی (۱۲۶/۸ روز)، تعداد روز تا ۵۰ درصد رسیدگی (۱۵۹/۱ روز) و طول ریشه در پایان رشد (۱۰/۰ سانتی‌متر) میانگین بالاتر و از نظر صفات عملکرد دانه و شاخص برداشت میانگین کمتری را در میان سایر گروه‌ها و همچنین میانگین کل اکوتیپ‌ها نشان داشتند. بنابراین اکوتیپ‌های این گروه نسبت به سایر گروه‌ها دیررس‌تر هستند. در گروه دوم اکوتیپ‌هایی قرار گرفتند که بیشترین مقدار میانگین را در صفات ارتفاع ساقه در پایان رشد (۲۱/۹ سانتی‌متر)، وزن خشک اندام هوایی (۲۸/۹ گرم در بوته) و عملکرد دانه (۲/۳ گرم در بوته) داشتند. اکوتیپ گروه سوم پایین‌ترین مقدار میانگین را برای اکثر صفات مورد بررسی داشت اما بالاترین مقدار میانگین را برای صفت شاخص برداشت (۹/۵ درصد) نشان داد. لذا با توجه به صفات فنولوژیک، گروه سوم نسبت به سایر گروه‌ها زودرس‌تر بود. با توجه به نتایج حاصل از مقایسه میانگین گروه‌ها در تاریخ کاشت ۵ دی می‌توان چنین بیان کرد که اکوتیپ‌های موجود در گروه دوم (دوشان‌بلاغ، قلعه، قوردیک، آرالو و ورزقان) از نظر اکثر صفات مورد بررسی و به‌ویژه وزن خشک اندام هوایی و عملکرد میانگین مطلوب‌تری را در میان سایر گروه‌ها داشتند و به‌عنوان اکوتیپ‌های برتر به‌منظور تولید علوفه و دانه در این تاریخ کاشت شناخته شدند.

در تاریخ کاشت ۵ بهمن (جدول ۶) اکوتیپ‌های گروه اول از نظر صفات ارتفاع ساقه در پایان رشد (۲۳/۴ سانتی‌متر)، طول ریشه در پایان رشد (۹/۹ سانتی‌متر)، وزن خشک اندام هوائی (۲۸/۵ گرم در بوته) میانگین بیشتر و از لحاظ صفت تعداد روز تا ۵۰ درصد رسیدگی میانگین کمتری را در میان سایر گروه‌ها و همچنین میانگین کل اکوتیپ‌ها داشتند. بنابراین با توجه به صفت تعداد روز تا ۵۰ درصد رسیدگی نسبت به سایر گروه‌ها زودرس‌تر بودند. اکوتیپ‌های گروه دوم تنها برای صفت تعداد روز تا پایان گل‌دهی (۱۰۰/۹ روز) از میانگین بالاتری برخوردار بودند ولی از نظر صفت عملکرد دانه میانگین پایینی را به خود اختصاص دادند. در گروه سوم دیررس‌ترین اکوتیپ قرار گرفت. این گروه از نظر صفات تعداد روز تا ۵۰ درصد رسیدگی

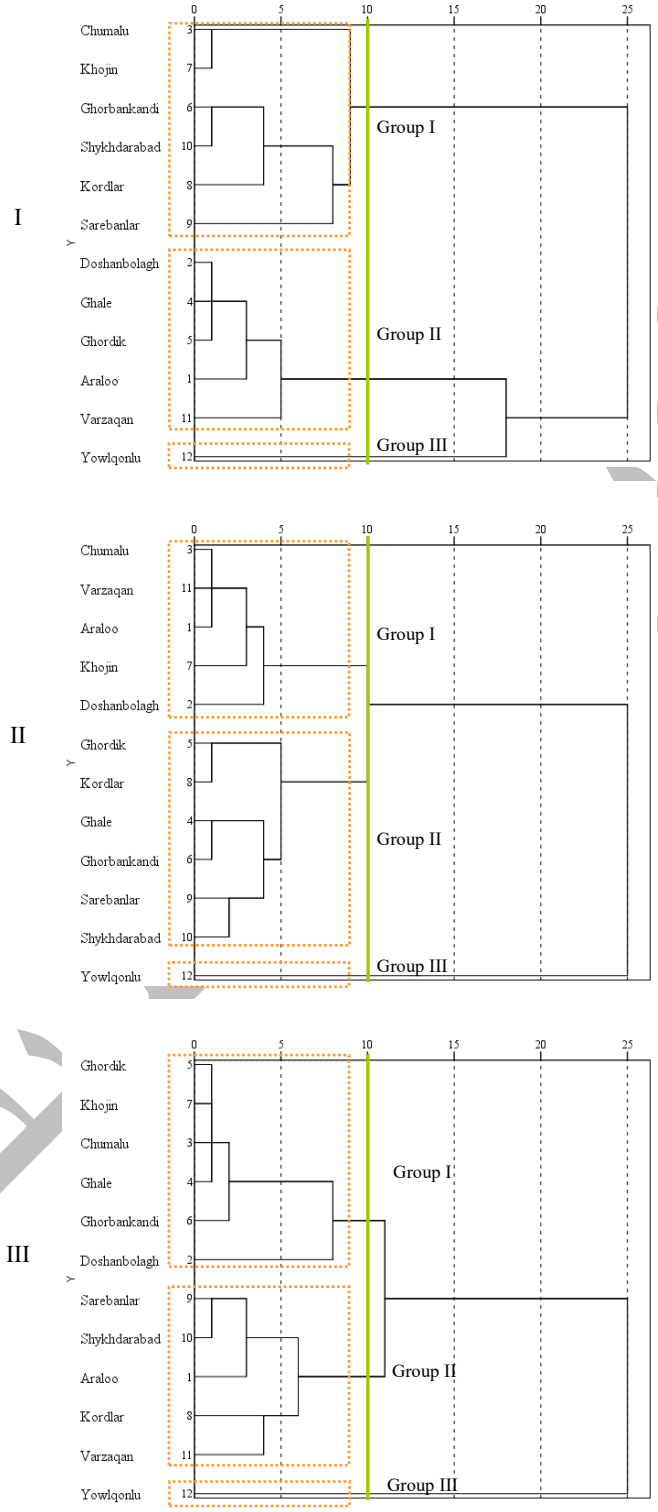
(۱۲۸/۳ روز)، عملکرد دانه (۶/۰ گرم در بوته) و شاخص برداشت (۳۵/۷ درصد) بالاترین مقادیر میانگین و از لحاظ صفات تعداد روز تا پایان گل‌دهی، ارتفاع ساقه در پایان رشد، طول ریشه در پایان رشد و وزن خشک اندام هوائی کمترین مقادیر میانگین را داشتند. با توجه به نتایج حاصل از مقایسه میانگین گروه‌ها در تاریخ کاشت ۵ بهمن می‌توان نتیجه گرفت که اکوتیپ موجود در گروه سوم (یولقنلو) از نظر صفات عملکرد دانه و شاخص برداشت میانگین بالاتری را در میان سایر گروه‌ها و میانگین کل اکوتیپ‌ها داشت و به‌عنوان اکوتیپ برتر جهت تولید دانه در این تاریخ کاشت شناخته شد. به‌علاوه در این تاریخ کاشت اکوتیپ‌های موجود در گروه اول (چومالو، ورزقان، آرالو، خوجین و دوشان‌بلاغ) دارای میانگین بیشتری از لحاظ صفت وزن خشک اندام هوائی در بین دیگر گروه‌ها و میانگین کل اکوتیپ‌ها بودند و اکوتیپ‌های برتر جهت تولید علوفه در نظر گرفته شدند.

نتایج مقایسه میانگین گروه‌ها در تاریخ کاشت ۵ اسفند نشان داد (جدول ۶) که اکوتیپ‌های گروه اول تنها از نظر صفت وزن هزار دانه (۳۱/۲ گرم) میانگین بالاتر و فقط از لحاظ تعداد روز تا پایان گل‌دهی میانگین کمتری را در میان سایر گروه‌ها و همچنین میانگین کل اکوتیپ‌ها نشان داشتند. در گروه دوم اکوتیپ‌های قرار گرفتند که بالاترین مقدار میانگین را در صفات روز تا ۵۰ درصد رسیدگی (۹۶/۰ روز)، ارتفاع ساقه در پایان رشد (۲۱/۲ روز) و وزن خشک اندام هوائی (۲۴/۸ گرم در بوته) و پایین‌ترین مقدار میانگین را در صفت شاخص برداشت داشتند. بنابراین اکوتیپ‌های این گروه نسبت به سایر گروه‌ها دیررس‌تر بودند. اکوتیپ گروه سوم کمترین مقدار میانگین را برای صفات تعداد روز تا ۵۰ درصد رسیدگی، ارتفاع ساقه در پایان رشد و وزن خشک اندام هوائی داشت ولی بالاترین مقدار میانگین را برای صفات تعداد روز تا پایان گل‌دهی (۸۸/۰ روز)، عملکرد دانه (۳/۹ گرم در بوته) و شاخص برداشت (۲۷/۶ درصد) نشان داد. لذا با توجه به صفات تعداد روز تا ۵۰ درصد رسیدگی، گروه سوم نسبت به سایر گروه‌ها زودرس‌تر بود. با توجه به نتایج حاصل از مقایسه میانگین گروه‌ها در تاریخ کاشت ۵ اسفند می‌توان چنین استنباط کرد که اکوتیپ موجود در گروه سوم (یولقنلو) از نظر صفات عملکرد دانه و شاخص برداشت میانگین بالاتری را در میان سایر گروه‌ها داشت و به‌عنوان اکوتیپ برتر جهت تولید دانه در این تاریخ کاشت شناخته شد. همچنین در این تاریخ کاشت اکوتیپ‌های موجود در گروه دوم (ساربانلار، شیخدرآباد، آرالو، کردلر و ورزقان) دارای میانگین بالاتری از نظر صفت وزن خشک اندام هوائی در بین دیگر گروه‌ها و میانگین کل اکوتیپ‌ها بودند و اکوتیپ‌های برتر برای تولید علوفه در نظر گرفته شدند.

با توجه به مطالب بیان شده، تنها اکوتیپ موجود در گروه سوم (یولقنلو) در هر دو تاریخ کاشت ۵ بهمن و ۵ اسفند به‌عنوان اکوتیپ برتر متحمل به شرایط تنش گرما در انتهای فصل رشد جهت تولید دانه مورد شناسایی قرار گرفت (شکل ۲) که دارای مقادیر مطلوب صفات عملکرد دانه و شاخص برداشت بود (جدول ۶). همچنین دو اکوتیپ مشترک موجود در گروه‌های دوم، اول و دوم (آرالو و ورزقان) به‌ترتیب در تاریخ‌های کاشت ۵ دی، ۵ بهمن و ۵ اسفند به‌عنوان اکوتیپ‌های برتر در شرایط دمایی مختلف در انتهای فصل رشد به‌منظور تولید علوفه شناخته شدند (شکل ۲) که بالاترین مقادیر صفات ارتفاع ساقه در پایان رشد و وزن خشک اندام هوائی را در این شرایط دارا بودند (جدول ۶).

٤. نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی نتایج نشان داد که بین اکوتیپ‌های ماشک تلخ مورد بررسی در تاریخ‌های کاشت مختلف، تنوع معنی‌داری وجود داشت و بعضی از اکوتیپ‌ها با داشتن پتانسیل تولید بالا و یا صفات مطلوب دیگر می‌توانند جهت کشت مستقیم و یا در برنامه‌های به‌نژادی استفاده شوند و مبنای تولید واریته‌های اصلاح شده قرار گیرند. با استفاده از نتایج تجزیه خوشه‌ای جهت جداسازی اکوتیپ‌ها به زیرگروه‌های مشابه بر اساس صفات زراعی ارزیابی شده، اکوتیپ یولقنلو (متعلق به استان آذربایجان شرقی) در هر دو تاریخ کاشت ۵ بهمن و ۵ اسفند از نظر صفات عملکرد دانه (به‌ترتیب ۶/۰ و ۳/۹ گرم در بوته) و شاخص برداشت (به‌ترتیب ۳۵/۷ و ۲۷/۶ درصد) میانگین مطلوب‌تری را در میان سایر گروه‌ها و میانگین کل اکوتیپ‌ها داشت که از این اکوتیپ می‌توان جهت کشت مستقیم و یا برای تولید ارقام متحمل به شرایط تنش گرمای انتهای فصل رشد جهت تولید دانه در شرایط آب و هوایی رفسنجان استفاده کرد. افزون بر این، اکوتیپ‌های آرالو و ورزقان (به‌ترتیب متعلق به استان‌های اردبیل و آذربایجان شرقی) از لحاظ صفات ارتفاع ساقه در پایان رشد و وزن خشک اندام هوائی میانگین بالاتری را در بین سایر گروه‌ها و میانگین کل اکوتیپ‌ها در هر سه تاریخ کاشت داشتند (آرالو با ارتفاع ساقه در پایان رشد ۲۴/۷، ۲۳/۰ و ۲۱/۹ سانتی‌متر و وزن خشک اندام هوائی ۳۲/۳، ۲۹/۴ و ۲۷/۷ گرم در بوته و ورزقان با ارتفاع ساقه در پایان رشد ۲۳/۴، ۲۲/۲ و ۱۹/۶ سانتی‌متر و وزن خشک اندام هوائی ۳۵/۶، ۲۸/۴ و ۱۶/۵ گرم در بوته به‌ترتیب در تاریخ‌های کاشت ۵ دی، ۵ بهمن و ۵ اسفند) که از این اکوتیپ‌ها می‌توان جهت کشت مستقیم و یا برای تولید ارقام متحمل به شرایط دمایی مختلف در انتهای فصل رشد برای تولید علوفه در شرایط اقلیمی رفسنجان استفاده نمود.



شکل ۲. دندروگرام خوشه‌ای اکوتیپ‌های ماشک تلخ بر اساس صفات مورد مطالعه در تاریخ‌های کاشت ۵ دی (I)، ۵ بهمن (II) و ۵ اسفند (III)

جدول ۵. تجزیه تابع تشخیص گروه‌بندی ۱۲ اکوتیپ ماشک تلخ بر اساس صفات مورد مطالعه در تاریخ‌های کاشت مختلف

Sowing date	Cluster analysis groups	Predicted group membership based on discrimination analysis						Total	
		Group I		Group II		Group III			
		Count	%	Count	%	Count	%	Count	%
26 Dec. 2023	I	6	100	0	0	0	0	6	100
	II	0	0	5	100	0	0	5	100
	III	0	0	0	0	1	100	1	100
25 Jan. 2024	I	5	100	0	0	0	0	5	100
	II	0	0	6	100	0	0	6	100
	III	0	0	0	0	1	100	1	100
24 Feb. 2024	I	6	100	0	0	0	0	6	100
	II	0	0	5	100	0	0	5	100
	III	0	0	0	0	1	100	1	100

جدول ۶. مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه بین گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای در تاریخ‌های کاشت مختلف

Sowing date	Cluster analysis groups	Days to emergence	Days to flowering end	Days to 50% maturing	Plant height (cm)	Root length (cm)	Above ground bimass (g/plant)	Grain yield (g/plant)	Thousand kernel weight (g)	Harvest index (%)
26 Dec. 2023	I	15.55 ^{a}	126.88 ^{a}	159.16 ^{a}	20.04 ^{a}	10.09 ^{a}	17.83 ^{b}	0.53 ^{b}	30.45 ^{a}	3.17 ^{b}
	II	15.73 ^{a}	124.26 ^{a}	158.06 ^{ab}	21.96 ^{a}	9.23 ^{b}	28.92 ^{a}	2.33 ^{a}	28.68 ^{a}	7.87 ^{a}
	III	14.33 ^{a}	106.00 ^{b}	157.33 ^{b}	15.77 ^{b}	7.77 ^{c}	8.04 ^{c}	1.62 ^{a}	25.93 ^{a}	9.56 ^{a}
	Mean	15.52	124.05	158.55	20.48	9.54	21.64	1.37	29.34	5.67
25 Jan. 2024	I	10.20 ^{a}	100.13 ^{a}	124.86 ^{b}	23.43 ^{a}	9.93 ^{a}	28.56 ^{a}	1.98 ^{b}	29.34 ^{a}	6.50 ^{b}
	II	9.94 ^{a}	100.94 ^{a}	126.50 ^{ab}	21.90 ^{a}	9.31 ^{a}	22.57 ^{b}	0.98 ^{c}	27.53 ^{a}	4.50 ^{b}
	III	10.33 ^{a}	75.00 ^{b}	128.33 ^{a}	19.00 ^{b}	8.44 ^{b}	15.29 ^{c}	6.06 ^{a}	28.28 ^{a}	35.77 ^{a}
	Mean	10.08	98.44	125.97	22.30	9.50	24.46	1.83	28.35	8.14
24 Feb. 2024	I	17.50 ^{a}	81.88 ^{b}	95.50 ^{a}	20.69 ^{a}	9.34 ^{a}	19.84 ^{ab}	0.08 ^{b}	31.23 ^{a}	2.01 ^{b}
	II	17.33 ^{a}	87.93 ^{a}	96.00 ^{a}	21.21 ^{a}	9.00 ^{a}	24.87 ^{a}	0.37 ^{b}	14.41 ^{b}	0.25 ^{b}
	III	16.66 ^{a}	88.00 ^{a}	91.00 ^{b}	18.83 ^{b}	9.33 ^{a}	14.51 ^{b}	3.96 ^{a}	25.21 ^{ab}	27.68 ^{a}
	Mean	17.36	84.91	95.33	20.75	9.19	21.49	0.55	23.72	3.41

در هر تاریخ کاشت، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

۵. منابع

Abbasi, M.R., Vaezi, S., & Baghaie, N. (2007). Genetic diversity of bitter vetch (*Vicia ervilia*) collection of the National Plant Gene Bank of Iran based on agro-morphological traits. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, 15, 113-128. (In Farsi) https://doi.org/10.22092/ijrfpbgr.2007.114958

Ahmadi, A., Ehsanzadeh, P. & Jabari, F. (2009). *Introduction to plant physiology*. University of Tehran Press, Tehran. (In Farsi)

Chen, C., Payne, W.A., Smiley, R.W., & Stoltz, M.A. (2003). Yield and water-use efficiency of eight wheat cultivars planted on seven dates in northeastern Oregon. *Agronomy Journal*, 95, 836-843. https://doi.org/10.2134/agronj2003.8360

Farooq, M., Basra, S. M.A., Rehman, H., & Saleem, B.A. (2008). Seed priming enhances the performance of late sown wheat (*Triticum aestivum* L.) by improving chilling. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 194, 55–60. https://doi.org/10.1111/j.1439-037X.2007.00287.x

Farran, M.T., Dakessian, P.B., Darwish, A.H., Uwayjan, M.G., Dbouk, H.K., Seliman F.T., & Ashkarian V.M. (2001). Performance of broilers and production and egg quality parameters of laying hens fed 60% raw and treated common vetch (*Vicia ervilia*) seeds. *Poultry Science*, 80, 203-208. https://doi.org/10.1093/ps/80.2.203

Goodarzian Ghahfarokhi, M., Meskarbashee, M., Rahnama, A., & Smith, D.L. (2020). Evaluation of physiological and yield characteristics of safflower cultivars in response to salicylic acid foliar application and late- season heat stress, *Iranian Journal of Field Crop Science*, 51(3), 59-72. (In Farsi) https://doi.org/10.22059/ijfcs.2019.279743.654603

Haddad, S.G. (2006). Bitter vetch grains as a substitute for soybean meal for growing lambs-livestock. *Science*, 99, 221-225. https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2005.06.014

Hassanpour, F. & Sahhafi, S.R. (2020). Genetic variation in some Iranian bitter vetch (*Vicia ervilia* L.) landraces based on agronomic-morphological traits for use in breeding program in Rafsanjan. *Genetic Resources Crop Evolution*, 67, 2087-2100. https://10.1007/s10722-020-00962-z

Karimzadeh Negari, Z., Sahhafi, S.R., & Dahajipour Heidarabadi, M. (2020). Salinity tolerance in some bitter vetch ecotypes in germination stage, *Journal of Crop Breeding,* 14(42), 43-52. (In Farsi) https://doi.org/10.52547/jcb.14.42.43

Min, K., Showman, L., Perera, A. & Arora, R. (2018). Salicylic acid-induced freezing tolerance in spinach (*Spinacia oleracea* L.) leaves explored through metabolite profiling. *Environmental and Experimental Botany*, 156, 214-227. https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2018.09.011

Mohammadi Lotfabad, M., & Sahhafi, S.R. (2023). Evaluation of terminal heat stress tolerance in some bitter vetch ecotypes. *Journal of Crop Breeding*, 15(45), 23-32. (In Farsi) https://doi.org/10.61186/jcb.15.45.23

Moshatati, A., Siadat, S.A., Bakhshandeh, A., & Jalal-Kamali, M.R. (2018). The effect of growth and development periods on grain yield of spring bread wheat under terminal heat stress in Ahwaz. *Plant Production*, 11(1), 197-209. (In Faris) https://doi.org/10.22077/escs.2017.355.1067

Musavi, S.F., Siahpoosh, M.R., & Sorkheh, K. (2021). Influence of sowing date and terminal heat stress on phonological features and yield components of bread wheat genotypes. *Plant Production*, 44 (2), 157-170 (In Farsi) https://doi.org/10.22055/ppd.2019.28957.1744

Omidi, M., Siahpoosh, M.R., Mamghani, R., & Modarresi, M. (2013). The effects of terminal heat stress on yield, yield components and some morpho-phenological traits of wheat genotypes in Ahwaz weather conditions. *Crop Production*, 6 (4), 33-53. (In Farsi)

Radmehr, M., Ayeneh, Gh.A., & Mamaghani, R. (2005). Response of late, medium and early maturity bread wheat cultivars to different sowing dates. 1: Effect of sowing date on phonological, morphological and grain yield of four bread wheat cultivars. *Seed and Plant Journal*, 21, 175-189. (In Farsi)

Rahiminejad, M.R., Ehtemam, M.H., & Neishaboori, A. (2000). Cytotaxonomic studies of some Iranian *Vicia* species (Fabacaea). *Journal of Sciences of Islamic Republic of Iran*, 11(1), 1-5.

Rahmani, T., Heidari Sharifabad, H., & Madani, H. (2012). Effect of planting date and comparing yield between red bean cultivars in Ali-Ggoudarz , Lorestan, Iran. *New Finding in Agriculture*, 6(4)و 321-335. (In Farsi)

Rane, J. & Nagarajan, S. (2004). High temperature index for field evaluation of heat tolerance in wheat cultivars. *Agricultural Systems*, 79, 243-255. https://doi.org/10.1016/S0308-521X(03)00075-1

Reynolds, M.P., Balota, M., Delgado, M.I.B., Amani, I., & Fischer, R.A. (1994). Physiological and morphological traits associated with spring wheat yield under hot, irrigated conditions. *Australian Journal of Plant Physiology*, 21, 717-730. https://doi.org/10.1071/PP9940717

Sadeghi, G.H., Pourreza, J., Samei, A., & Rahmani, H. (2009). Chemical composition and some anti-nutrient content of raw and processed bitter vetch (*Vicia ervilia*) seed for use as feeding stuff in poultry diet. *Tropical Animal Health and Production*, 41, 85–93. https://doi.org/10.1007/s11250-008-9159-9

Timothy, A., Dabbert, T.A., & Gore, M.A. (2014). Challenges and perspectives on improving heat and drought stress resilience in cotton. *Journal of Cotton Science*, 18, 393-409. https://doi.org/10.56454/iosw7990

غیر قابل استناد

غیر قابل استناد