دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

"مقاله پژوهشی"

بررسی تحمل به تنش گرمای انتهای فصل در برخی اکوتیپ‌های ماشک تلخ

محمد محمدی لطف‌آباد[۱] و سید رسول صحافی[۲]

۱- دانشجوی کارشناسی‌ارشد، دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان
۲- استادیار، دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان، (نویسنده مسوول: s.r.sahhafi@vru.ac.ir)
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۲/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۳/۲۸
صفحه: ۲۳ تا ۳۲

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: تنش گرمای انتهای فصل به‌عنوان یکی از تنش‌های غیرزنده مهم، نقش بسزایی در کاهش رشد و تولید محصولات زراعی در بسیاری از مناطق دنیا از جمله مناطق مرکزی و جنوبی ایران دارد.

مواد و روش‌ها: به‌منظور بررسی تأثیر تنش گرمای انتهای فصل بر عملکرد و برخی صفات مرتبط با آن در ماشک تلخ، آزمایشی در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ در مزرعه پژوهشی دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار روی ۱۸ اکوتیپ ماشک تلخ متعلق به استان‌های آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، اردبیل و زنجان انجام شد. اکوتیپ‌ها در سه تاریخ کاشت (۲۵ بهمن، ۱۰ اسفند و ۲۵ اسفند ماه) کشت شدند و داده‌های حاصل به‌صورت تجزیه مرکب مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. تاریخ‌های کاشت به شکلی در نظر گرفته شدند که گیاه با تنش گرمای انتهای فصل مواجه گردد. صفات مورد بررسی شامل روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی، روز تا پایان گل‌دهی، روز تا رسیدگی، ارتفاع ساقه، طول ریشه، وزن خشک اندام هوایی، عملکرد دانه، وزن هزار دانه و شاخص برداشت بود.

یافته‌ها: نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اکوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر همه صفات مورد ارزیابی اختلاف معنی‌داری داشتند؛ لذا وجود تنوع ژنتیکی قابل ملاحظه‌ای در بین اکوتیپ‌های ماشک تلخ را به اثبات رساند. با توجه به نتایج مقایسات میانگین تمام صفات ارزیابی‌شده به‌جز ارتفاع ساقه و طول ریشه، با تأخیر در تاریخ کاشت از ۲۵ بهمن به ۱۰ اسفند و ۲۵ اسفند، تحت تأثیر تنش گرمایی انتهای فصل قرار گرفتند و کاهش یافتند اما با توجه به معنی‌دار شدن اثر متقابل تاریخ کاشت در اکوتیپ، مقدار کاهش برای اکوتیپ‌های مورد بررسی یکسان نبود. تجزیه خوشه‌ای بر اساس صفات ارزیابی‌شده در تاریخ‌های مختلف کاشت (۲۵ بهمن، ۱۰ اسفند و ۲۵ اسفند ماه) به‌طور جداگانه انجام گرفت و در هر تاریخ کاشت اکوتیپ‌های مورد بررسی در سه گروه طبقه‌بندی شدند.

نتیجه‌گیری: به‌طورکلی بر طبق نتایج اکوتیپ‌های مراغه و بایقوت هر دو متعلق به استان آذربایجان شرقی به‌ترتیب از لحاظ تحمل به تنش گرمای انتهای فصل برتر از سایر اکوتیپ‌ها بودند و جهت کشت مستقیم در شرایط آب و هوایی رفسنجان و یا به‌کارگیری در برنامه‌های به‌نژادی افزایش تحمل به تنش گرمای انتهای فصل توصیه می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: تاریخ کاشت، تجزیه خوشه‌ای، شاخص برداشت، عملکرد، ماشک تلخ

مقدمه

در میان تنش‌های غیر زیستی مؤثر بر رشد گیاهان، تنش گرما به‌عنوان تهدیدی جدی برای دستیابی به پتانسیل تولید گیاهان زراعی به شمار می‌آید (۱۱). از مجموع تنش‌های غیرزنده کاهنده عملکرد، مقدار ۴۰ درصدی مربوط به تأثیر دمای بالا، ۲۰ درصد شوری، ۱۷ درصد خشکی، ۱۵ درصد دمای پایین و ۸ درصد عوامل دیگر می‌باشد (۴). تنش گرما عبارت است از افزایش درجه حرارت بالاتر از حد آستانه‌ی تحمل گیاه که موجب ایجاد تغییرات غیر قابل بازگشت در رشد و نمو گیاه می‌گردد. به‌طور کلی بالا رفتن دما به میزان ۱۰-۱۵ درجه سانتی‌گراد بالاتر از دمای معمول به‌عنوان تنش گرما در نظر گرفته می‌شود (۹). درجه حرارت بالا از طریق کاهش دوره رشد، سبب اختلال در تکمیل مراحل نموی گیاه می‌شود. به‌علاوه دمای بالاتر از حد آستانه‌ی تحمل گیاه سبب کاهش فتوسنتز و افزایش تنفس می‌گردد که تمام این تغییرات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی منجر به کاهش عملکرد در شرایط تنش گرما می‌شود (۵). با روند افزایش دمای کره زمین، اهمیت تنش گرمایی روز به روز فراگیرتر نیز می‌گردد (۱۲). ماشک تلخ با نام علمی *Vicia ervilia* L. به خانواده لگومینوز تعلق داشته و جزو گیاهان علوفه‌ای به شمار می‌رود (۲۰). دانه این گیاه ماده خوراکی غنی از انرژی، پروتئین و منبع مناسبی از مواد معدنی و اسید آمینه‌های ضروری است. ولی از نظر اسید آمینه‌های گوگرددار کمبود دارد. این دانه حاوی ۲۶/۶۵ درصد پروتئین و ۱۸/۱۰ مگاژول بر کیلوگرم انرژی خام می‌باشد (۲۲). ماشک تلخ از گیاهانی است که دانه آن دارای ظرفیت بالقوه‌ای جهت جایگزینی دانه سویا در تغذیه دام و طیور است (۲) و می‌تواند باعث کاهش واردات سویا و موجب صرفه‌جویی در پشتوانه‌ی ارزی کشور گردد (۷). در ایران این گیاه در استان‌های آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، اردبیل، ایلام، چهار و محال بختیاری، زنجان، کردستان، کرمان، لرستان، مرکزی و همدان به‌صورت دیم و آبی زیر کشت می‌رود (۱،۷،۱۶) که کشت آن در مناطقی از جمله استان کرمان با تنش گرمای انتهای فصل در طی مرحله گلدهی و دوره پر شدن دانه مواجه می‌شود که منجر به کاهش عملکرد در این منطقه می‌گردد. در این مناطق در فصل زمستان و اوایل فصل بهار ماشک تلخ رشد رویشی مطلوبی داشته و ظرفیت تولید عملکرد مناسبی دارد، اما با افزایش دما در ماه‌های اردیبهشت و خرداد، گیاه در مرحله گل‌دهی تا رسیدگی با تنش گرمای انتهای فصل رشد مواجه گردیده که باعث کاهش عملکرد دانه می‌شود. از راهکارهای مقابله با مشکل تنش گرمای انتهای فصل و کاهش عملکرد در این مناطق، استفاده از روش‌های به‌زراعی و به‌نژادی است که در این میان انتخاب تاریخ کاشت و رقم مناسب دارای اهمیت بالایی است (۱۵،۲۱). گزینش تاریخ کاشت مناسب و رقم دارای فنولوژی مطلوب که رشد و نمو گیاه با شرایط محیطی در طول فصل رشد تطابق مناسبی

[DOI: 10.61186/jcb.15.45.23]

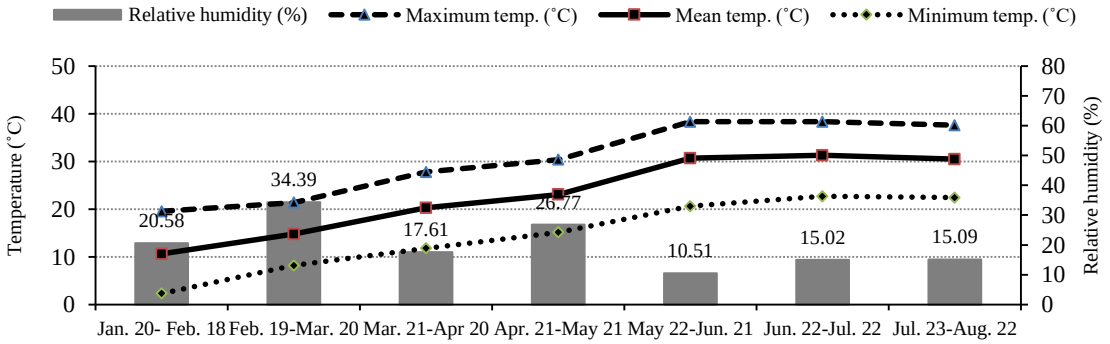
داشته باشد، منجر به رشد و نمو مطلوب گیاه می‌گردد و در نهایت تولید عملکرد دانه مطلوبی را در پی خواهد شد (۶). معمولاً تاریخ کاشت‌هایی مطلوب تلقی می‌شوند که بیشترین عملکرد را تولید کنند. رویکرد سنتی انتخاب تاریخ کاشت مطلوب، انجام آزمایش‌های مستقیم مزرعه‌ای با طیفی از تاریخ کاشت است. گزینش برای تحمل به تنش گرما در شرایط مزرعه‌ای، غالباً با قرار دادن ژنوتیپ‌ها در مواجهه با دمای بالا از طریق تغییر در تاریخ کاشت یا نگهداری آن‌ها در شوک‌های گرمایی صورت می‌گردد (۱۹). بررسی منابع نشان داد که با وجود اهمیت تنش گرمای انتهای فصل در مناطق گرم و خشک کشور از جمله استان کرمان، تحقیقی به‌منظور ارزیابی اکوتیپ‌های ماشک تلخ از لحاظ تحمل به تنش گرمای انتهای فصل تحت شرایط مزرعه انجام نشده است.

هدف از انجام آزمایش حاضر بررسی اثر تنش گرمای انتهای فصل بر عملکرد و برخی صفات مرتبط با آن در اکوتیپ‌های ماشک تلخ و همچنین گزینش مطلوب‌ترین اکوتیپ‌ها برای به دست آوردن بیشترین عملکرد می‌باشد.

مواد و روش‌ها

آزمایش حاضر در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان، با موقعیت جغرافیایی طول ۵۶ درجه شرقی و عرض ۳۰ درجه و ۲۳ دقیقه شمالی با ۱۴۶۹ متر ارتفاع از سطح دریا در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سه تاریخ کاشت (۲۵ بهمن ماه، ۱۰ اسفند ماه و ۲۵ اسفند ماه) به‌منظور اعمال تنش گرمای انتهای فصل به‌صورت جداگانه اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل ۱۸ اکوتیپ ماشک تلخ، متشکل از هفت اکوتیپ متعلق به استان آذربایجان شرقی (بایقوت، بهل، چراغچی، شربیان، شوردرق، کاغذکنان و مراغه)، سه اکوتیپ متعلق به استان آذربایجان غربی (الند، شیوان‌کندی و قورول)، پنج اکوتیپ متعلق به استان اردبیل (آغ‌بلاغ، آلوارس، خیارک، سقزچی و قره‌آغاج) و سه اکوتیپ متعلق به استان زنجان (ارمغان‌خانه، داش‌بلاغ و گلوجه) بود. مشخصات جغرافیایی محل‌های جمع‌آوری ۱۸ اکوتیپ مورد مطالعه در پژوهش حسن‌پور و صحافی (۱۰) ارائه شده است و بذور آن‌ها از کلکسیون ماشک تلخ گروه ژنتیک و تولید گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان تهیه شدند. اطلاعات مربوط به دما و رطوبت نسبی منطقه در طول فصل زراعی در شکل ۱ ارائه شده است. به‌جز اعمال تنش طبیعی گرما از طریق تأخیر در تاریخ کاشت، تمام عملیات کاشت، داشت و برداشت در هر سه شرایط، به‌صورت یکنواخت انجام گرفت. بذور هر اکوتیپ روی سه ردیف دو متری با فاصله ۲۵ سانتی‌متر برای هر واحد آزمایشی کشت شدند. فاصله بین واحدهای آزمایشی ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بین بلوک‌ها یک متر در نظر گرفته شد. مبارزه با علف‌های هرز در طول دوره رشد گیاه با وجین دستی صورت پذیرفت. در این آزمایش صفات روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی، روز تا پایان گل‌دهی، روز تا پایان رسیدگی، ارتفاع ساقه، طول ریشه، وزن خشک اندام هوایی، عملکرد دانه، وزن هزار دانه و شاخص برداشت اندازه‌گیری شدند. به‌منظور تعیین عملکرد دانه و وزن هزار دانه از تمام بوته‌های ردیف‌های میانی هر واحد آزمایشی با حذف اثر حاشیه واحدهای آزمایشی استفاده شد و جهت محاسبه سایر صفات یادشده چهار بوته به‌طور تصادفی از هر کرت انتخاب گردید.

برای بررسی همگنی واریانس‌ها از آزمون بارتلت استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها بر اساس تجزیه مرکب داده‌ها در سه شرایط تنش گرمایی با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام گردید. برای انجام مقایسات میانگین از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد. گروه‌بندی اکوتیپ‌های مورد بررسی با استفاده از تجزیه خوشه‌ای به‌وسیله نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ انجام شد.



شکل ۱- درجه حرارت بیشینه، کمینه و میانگین درجه حرارت و رطوبت نسبی ماهیانه در طول دوره رشد ماشک تلخ

Figure 1. Monthly maximum, minimum and mean temperature and relative humidity during bitter vetch growt

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها برای صفات مورد اندازه‌گیری در جدول ۱ ارائه شده است.

روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی

تاریخ‌های مختلف کاشت، اکوتیپ‌های ماشک تلخ و اثرات متقابل آن‌ها تأثیر معنی‌داری در سطح یک درصد بر روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی داشتند (جدول ۱). به‌طور کلی روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی با تأخیر در کاشت یک روند کاهشی نشان داد اما میزان کاهش در اکوتیپ‌های مختلف متفاوت بود (جدول ۲). در تاریخ کاشت ۲۵ بهمن اکوتیپ‌های مراغه و بایقوت کمترین و اکوتیپ‌های بهل و شربیان بیشترین روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی را داشتند. در تاریخ کاشت ۱۰ اسفند

[DOI: 10.61186/jcb.15.45.23]

اکوتیپ‌های مراغه و بایقوت کمترین و اکوتیپ‌های قورول، شیوان‌کندی، بهل، چراغچی و شربیان بیشترین مقادیر این صفت را به خود اختصاص دادند. در تاریخ کاشت ۲۵ اسفند اکوتیپ‌های مراغه و بایقوت کمترین و اکوتیپ الند، بیشترین روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی را نشان دادند (جدول ۲).

روز تا پایان گل‌دهی

اثر تاریخ‌های متفاوت کاشت، اکوتیپ‌های ماشک تلخ و اثرات متقابل آن‌ها بر صفت روز تا پایان گل‌دهی معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۱) (جدول ۱). به‌صورت کلی روز تا پایان گل‌دهی با تأخیر در کاشت کاهش یافت (جدول ۲). در تاریخ‌های مختلف کاشت اکوتیپ‌های مراغه و بایقوت دارای کمترین روز تا پایان گل‌دهی بودند. در تاریخ کاشت اول: اکوتیپ بهل، در تاریخ کاشت دوم: اکوتیپ شیوان‌کندی و در تاریخ کاشت سوم: اکوتیپ کاغذکنان، دارای بیشترین روز تا پایان گل‌دهی بودند (جدول ۲). صفات روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی و روز تا پایان گل‌دهی به معنی برخورد مرحله گل‌دهی در اکوتیپ‌ها با دمای بالاتر محیطی است، بنابراین به نظر می‌رسد که زمان گل‌دهی دیرتر، یکی از عوامل مهم در حساسیت بیشتر اکوتیپ‌ها به گرما باشد. 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 (۱۳). موسوی و همکاران (۱۳) با مطالعه اثر تاریخ کاشت و تنش گرمای انتهای فصل بر صفات فنولوژیک و اجزای عملکرد ۳۰ ژنوتیپ گندم نان در شرایط اقلیمی اهواز، نشان دادند که با کشت تأخیری به خاطر تنش گرمایی انتهای فصل و کاهش در دوره رشد و نمو گندم، روز از کاشت تا گل‌دهی به‌طور معنی‌داری کاهش یافته است. امیدی و همکاران (۱۴) در بررسی اثر تنش گرمای انتهای فصل بر عملکرد، اجزای عملکرد و برخی خصوصیات مورفو-فنولوژیک ۱۱ ژنوتیپ گندم در شرایط آب و هوایی اهواز اظهار داشتند که روز تا خوشه‌دهی در کشت تأخیری به دلیل وقوع تنش گرمایی انتهای فصل کاهش نشان داده است.

جدول ۱- تجزیه مرکب صفات مورد مطالعه در اکوتیپ‌های ماشک تلخ

Table 1. Combined analysis of studied traits of bitter vetch ecotypes

Trait صفت	Mean of square میانگین مربعات					CV (%) ضریب تغییرات (٪)
	Sowing date (S) تاریخ کشت (S)	Error 1 خطای ۱	Ecotype (E) اکوتیپ (E)	S×E S×E	Error 2 خطای ۲	
Days to 50% flowering روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی	2305.351**	8.864	1143.019**	31.449**	8.994	3.25
Days to flowering end روز تا پایان گل‌دهی	4572.310**	6.581	1294.768**	8.216**	4.386	2.10
Days to maturing end روز تا پایان رسیدگی	75012.344**	100.392	3329.268**	4087.332**	23.405	4.48
Plant height ارتفاع ساقه	12.960^{ns}	7.292	35.088**	6.491^{ns}	6.106	12.53
Root length طول ریشه	11.596^{ns}	10.404	7.828*	4.417^{ns}	4.196	15.95
Above ground bimass وزن خشک اندام هوائی	4360.862**	97.010	558.328**	412.035**	35.642	27.78
Grain yield عملکرد دانه	57.687**	0.796	17.976**	3.662**	0.181	29.49
Thousand kernel weight وزن هزار دانه	4470.879**	3.011	251.522**	229.437**	19.099	19.55
Harvest index شاخص برداشت	513.343**	5.577	619.038**	41.836**	5.054	33.22

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

*, ** and ^{ns}: significant at 0.05 and 0.01 probability level and non-significant, respectively

روز تا پایان رسیدگی

تاریخ‌های مختلف کاشت، اکوتیپ‌های ماشک تلخ و اثرات متقابل آن‌ها تأثیر معنی‌داری در سطح یک درصد بر صفت روز تا پایان رسیدگی داشتند (جدول ۱). اکوتیپ‌های قورول و شربیان بیشترین روز تا پایان رسیدگی را در تاریخ کاشت ۲۵ بهمن داشتند. اکوتیپ بهل دارای بیشترین مقدار این صفت در تاریخ کاشت ۱۰ اسفند بود. نکته قابل توجه تاریخ کاشت ۲۵ اسفند این بود که اکوتیپ‌های بهل، شربیان، شوردرق، آغ‌بلاغ، سقزچی، ارمغان‌خانه، داش‌بلاغ و گلوجه در طی مرحله رسیدگی از بین رفتند (جدول ۲). همان‌طور که پیشتر گفته شد به‌طور کلی اکوتیپ‌های ذکرشده بیشترین مقادیر برای صفات روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی و روز تا پایان گل‌دهی را نشان دادند و این موضوع تأیید می‌کند که احتمالاً این اکوتیپ‌ها به دلیل مراحل فنولوژیک طولانی‌تر، با تنش گرمای بیشتر و دوره طولانی‌تر برخورد کرده‌اند که سبب عدم تکمیل مرحله رسیدگی و نابودی آن‌ها شده است؛ بنابراین اکوتیپ‌های بهل، شربیان، شوردرق، آغ‌بلاغ، سقزچی، داش‌بلاغ، ارمغان‌خانه و گلوجه را می‌توان به‌عنوان اکوتیپ‌های بسیار حساس به تنش انتهای فصل در شرایط آب و هوایی رفسنجان در نظر گرفت؛ اما اکوتیپ الند بیشترین روز تا رسیدگی را در تاریخ کاشت سوم به خود اختصاص داد (جدول ۲)؛ اما در مجموع تاریخ‌های مختلف کاشت اکوتیپ‌های مراغه و بایقوت دارای کمترین روز تا پایان رسیدگی بودند (جدول ۲). این موضوع نشان می‌دهد که احتمالاً این اکوتیپ‌ها مراحل رشد و نمو خود را با شرایط گرمای آخر فصل سازگار نموده و در پایان با کاهش عملکرد کمتری مواجه می‌گردند. همچنین نتایج نشان داد که روز تا پایان رسیدگی برای اکثر اکوتیپ‌های گاودانه به‌استثنای

[DOI: 10.61186/jcb.15.45.23]

اکوتیپ‌های بسیار حساس با تأخیر در تاریخ کاشت از یک روند کاهشی تبعیت نمود (جدول ۲). امیدی و همکاران (۱۴) و موسوی و همکاران (۱۳) کاهش در روز تا رسیدگی را در کشت تأخیری گندم گزارش کردند.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات متقابل تاریخ کاشت و اکوتیپ برای صفات مورد مطالعه

Table 2. The mean comparison of reciprocal effects of sowing date and ecotype for studied traits

Ecotype	Days to 50% flowering			Days to flowering end			Days to maturing end		
	روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی			روز تا پایان گل‌دهی			روز تا پایان رسیدگی		
اکوتیپ	S_1	S_2	S_3	S_1	S_2	S_3	S_1	S_2	S_3
Byghout	71.6^{h}	62.3^{e}	56.0^{d}	77.3^{c}	65.3^{d}	59.0^{d}	117.0^{c}	101.0^{e}	100.0^{d}
Bohal	113.0^{a}	97.0^{a}	91.3^{a-c}	118.3^{a}	100.0^{a-c}	95.3^{bc}	139.3^{ab}	136.0^{a}	-
Cheraghchi	108.3^{a-c}	97.0^{a}	89.0^{c}	114.3^{b}	99.0^{bc}	98.0^{a-c}	135.3^{ab}	126.6^{a-d}	124.0^{ab}
Sharabian	113.0^{a}	97.0^{a}	92.6^{ab}	114.3^{b}	100.6^{a-c}	95.3^{bc}	143.0^{a}	122.6^{b-c}	-
Shordaragh	100.3^{d-g}	86.0^{d}	90.0^{bc}	113.0^{b}	97.0^{c}	98.0^{a-c}	132.0^{b}	134.3^{ab}	-
Kaghazkonana	94.6^{g}	87.3^{cd}	89.0^{c}	113.6^{b}	97.6^{bc}	100.3^{a}	133.0^{ab}	122.6^{b-d}	119.6^{b}
Maragheh	71.6^{h}	58.0^{e}	53.3^{d}	76.0^{c}	62.6^{d}	59.0^{d}	117.0^{c}	101.0^{e}	100.0^{d}
Eland	95.6^{fg}	93.0^{a-c}	94.0^{a}	113.0^{b}	99.3^{a-c}	99.0^{ab}	141.6^{ab}	128.6^{a-d}	125.5^{a}
Shivankandi	102.3^{c-f}	97.6^{a}	93.3^{ab}	113.6^{b}	104.0^{a}	98.6^{ab}	138.6^{ab}	126.3^{a-d}	125.0^{ab}
Ghorol	100.3^{d-g}	97.6^{a}	92.0^{a-c}	115.3^{ab}	102.3^{ab}	97.3^{a-c}	143.3^{a}	121.6^{cd}	125.0^{ab}
Aghbolagh	109.3^{ab}	93.6^{ab}	91.3^{a-c}	113.6^{b}	99.3^{a-c}	97.3^{a-c}	141.3^{ab}	127.5^{a-d}	-
Alvaresi	100.0^{d-g}	93.0^{a-c}	90.0^{bc}	113.0^{b}	98.3^{bc}	95.3^{bc}	136.6^{ab}	121.6^{cd}	125.0^{ab}
Khiarak	101.3^{d-g}	89.3^{b-d}	90.0^{bc}	113.0^{b}	97.0^{c}	98.0^{a-c}	133.3^{ab}	122.3^{cd}	125.0^{ab}
Saghazchi	107.0^{a-d}	93.0^{a-c}	92.6^{ab}	116.0^{ab}	97.6^{bc}	95.3^{bc}	135.0^{ab}	132.3^{a-c}	-
Ghareaghaj	104.6^{b-e}	95.3^{ab}	91.6^{a-c}	113.6^{b}	100.5^{a-c}	97.0^{a-c}	137.3^{ab}	118.0^{d}	109.0^{c}
Armaghankhaneh	102.0^{c-f}	93.0^{a-c}	90.0^{bc}	113.0^{b}	97.0^{c}	94.6^{c}	139.3^{ab}	128.3^{a-d}	-
Dashbolaq	98.0^{e-g}	92.3^{a-c}	93.3^{ab}	115.3^{ab}	100.0^{a-c}	99.0^{ab}	135.3^{ab}	118.6^{d}	-
Goullujah	100.0^{d-g}	93.0^{a-c}	91.3^{a-c}	113.0^{b}	97.6^{bc}	97.3^{a-c}	139.0^{ab}	118.6^{d}	-

S_1: تاریخ کاشت ۲۵ بهمن، S_2: تاریخ کاشت ۱۰ اسفند، S_3: تاریخ کاشت ۲۵ اسفند و -: عدم وجود داده برای صفت مورد نظر به‌دلیل عدم تکمیل مرحله رسیدگی
در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند
S_1: 13 Feb. sowing date, S_2: 28 Feb. sowing date, S_3: 15 Mar. sowing date and -: no data for intended trait due to not completing the maturing stage
In each column, means with same letter(s) are not significantly different based on Duncan Test ($P < 0.05$)

ادامه جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات متقابل تاریخ کاشت و اکوتیپ برای صفات مورد مطالعه

Continued Table 2. The mean comparison of reciprocal effects of sowing date and ecotype for studied traits

Ecotype	Above ground bimass (mg)			Grain yield (g)			Thousand kernel weight (g)			Harvest index		
	وزن خشک اندام هوایی (mg)			عملکرد دانه (g)			وزن هزار دانه (g)			شاخص برداشت		
اکوتیپ	S_1	S_2	S_3	S_1	S_2	S_3	S_1	S_2	S_3	S_1	S_2	S_3
Byghout	18.37^{f}	16.67^{ef}	12.43^{cd}	3.798^{c}	4.426^{b}	1.975^{b}	26.59	29.84^{a-c}	28.16^{ab}	20.898^{b}	26.521^{b}	18.024^{b}
Bohal	20.96^{ef}	43.48^{a}	-	1.657^{de}	0.907^{c-e}	-	35.15	27.35^{b-d}	-	9.101^{d}	2.075^{d}	-
Cheraghchi	42.41^{a-c}	27.63^{b-d}	23.75^{bc}	1.373^{de}	0.496^{de}	0.490^{cd}	31.43	37.39^{a}	18.60^{bc}	3.257^{ef}	2.214^{d}	1.053^{d}
Sharabian	53.04^{a}	42.82^{a}	-	1.071^{de}	0.795^{c-e}	-	28.55	25.34^{b-d}	-	1.931^{f}	1.879^{d}	-
Shordaragh	16.29^{f}	21.45^{d-f}	-	0.714^{e}	1.024^{cd}	-	28.21	33.52^{ab}	-	4.673^{d-f}	5.694^{d}	-
Kaghazkonan	28.27^{c-f}	17.95^{ef}	31.51^{b}	1.515^{de}	0.918^{c-e}	1.195^{c}	28.59	27.91^{a-c}	24.07^{ab}	5.422^{d-f}	5.038^{d}	3.676^{cd}
Maragheh	22.08^{ef}	18.23^{ef}	13.06^{cd}	8.840^{a}	6.380^{a}	3.026^{a}	32.26	32.93^{ab}	30.29^{a}	41.709^{a}	35.820^{a}	25.057^{a}
Eland	40.41^{a-d}	24.74^{c-e}	29.30^{b}	7.476^{b}	0.912^{c-e}	0.470^{cd}	30.98	24.86^{b-d}	22.62^{a-c}	18.875^{bc}	3.818^{d}	1.552^{d}
Shivankandi	27.21^{d-f}	19.51^{d-f}	24.06^{bc}	4.017^{c}	0.585^{de}	0.450^{cd}	26.68	23.52^{b-d}	14.25^{c}	15.807^{c}	2.950^{d}	1.753^{d}
Ghorol	34.10^{b-e}	25.48^{c-e}	54.70^{a}	1.117^{de}	1.106^{cd}	-	26.93	27.12^{b-d}	-	3.441^{ef}	4.428^{d}	-
Aghbolagh	27.47^{d-f}	5.72^{g}	-	0.983^{de}	0.265^{e}	-	27.44	17.81^{d}	-	3.843^{ef}	3.069^{d}	-
Alvaresi	46.01^{ab}	14.98^{f}	15.60^{cd}	2.012^{d}	1.367^{c}	0.511^{cd}	30.68	26.34^{b-d}	24.95^{ab}	4.418^{ef}	9.628^{c}	3.936^{cd}
Khiarak	26.28^{d-f}	19.95^{d-f}	9.35^{d}	1.855^{d}	0.913^{c-e}	0.326^{d}	30.18	26.94^{b-d}	30.33^{a}	7.242^{de}	5.102^{d}	2.678^{cd}
Saghazchi	22.64^{ef}	35.77^{ab}	-	1.312^{de}	1.246^{cd}	-	27.87	29.00^{a-c}	-	6.155^{d-f}	3.608^{d}	-
Ghareaghaj	25.66^{d-f}	-	5.68^{d}	4.104^{c}	-	0.494^{cd}	27.53	-	24.41^{ab}	17.143^{bc}	-	8.682^{c}
Armaghankhaneh	38.62^{b-d}	31.63^{bc}	-	1.474^{de}	0.768^{c-e}	-	28.09	21.02^{cd}	-	3.932^{ef}	2.610^{d}	-
Dashbolaq	25.61^{d-f}	18.96^{d-f}	-	1.121^{de}	0.778^{c-e}	-	29.28	27.42^{b-d}	-	4.321^{ef}	4.146^{d}	-
Goullujah	26.81^{d-f}	17.88^{ef}	-	1.277^{de}	0.533^{de}	-	33.56	20.91^{cd}	-	4.236^{ef}	2.991^{d}	-

S_1: تاریخ کاشت ۲۵ بهمن، S_2: تاریخ کاشت ۱۰ اسفند، S_3: تاریخ کاشت ۲۵ اسفند و -: عدم وجود داده برای صفت مورد نظر به دلیل عدم تکمیل مرحله رسیدگی
در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند
S_1: 13 Feb. sowing date, S_2: 28 Feb. sowing date, S_3: 15 Mar. sowing date and -: no data for intended trait due to not completing the maturing stage
In each column, means with same letter(s) are not significantly different based on Duncan Test ($P < 0.05$)

ارتفاع ساقه

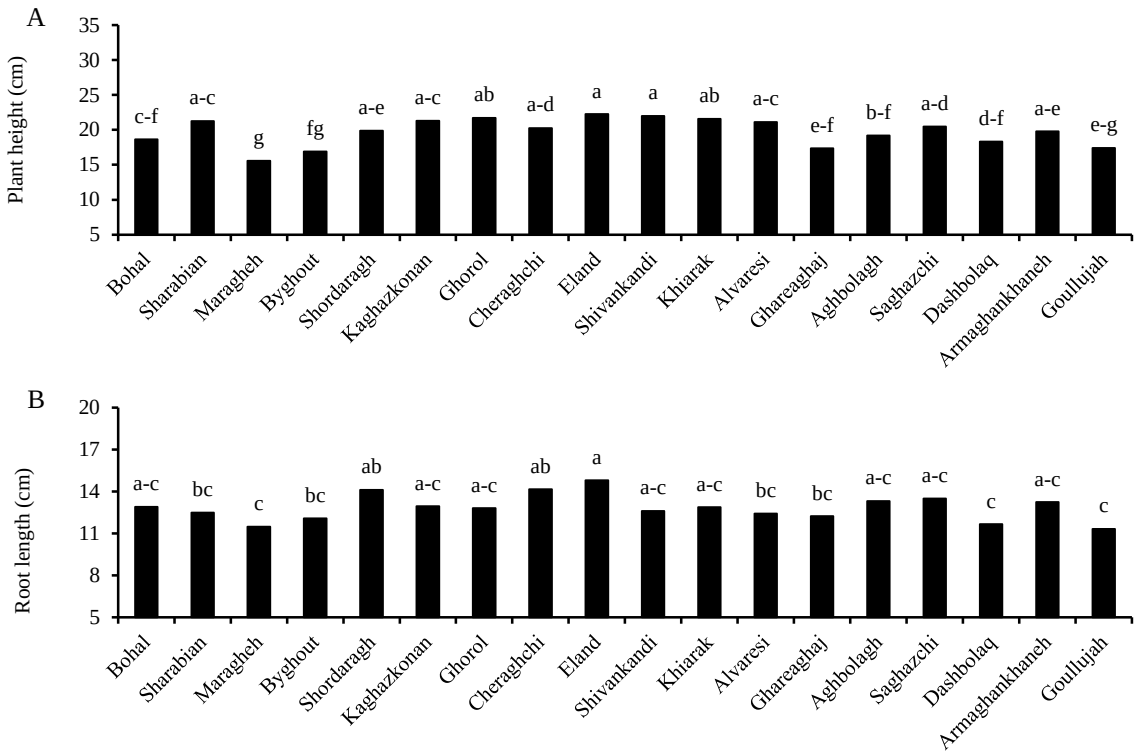
با وجود اینکه اثر تاریخ‌های مختلف کاشت و اثرات متقابل تاریخ کاشت × اکوتیپ بر صفت ارتفاع ساقه معنی‌دار نبود، اما اثر اکوتیپ‌های ماشک تلخ بر این صفت معنی‌داری (p≤۰/۰۱) گردید (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که اکوتیپ‌های الند و شیوان‌کندی بیشترین و اکوتیپ‌های مراغه، بایقوت و گلوجه کمترین ارتفاع ساقه را داشتند (شکل ۲-A). به‌علاوه نتایج آزمایش حاضر نشان داد که ارتفاع ساقه در اکوتیپ‌های مورد بررسی با تأخیر در کاشت کاهش داشته‌اند ولی این کاهش از لحاظ آماری معنی‌داری نبود. در

[DOI: 10.61186/jcb.15.45.23]

این رابطه امیدی و همکاران (۱۴) بیان داشتند که شرایط تنش گرما به خاطر توقف رشد رویشی و شروع فاز زایشی و تولید سنبله، ارتفاع بوته در گندم را کاهش داده است. رحمانی و همکاران (۱۸) در پژوهشی اثر تاریخ کاشت بر عملکرد سه رقم لوبیا قرمز در منطقه الیگودرز را مطالعه کردند و نشان دادند که تأخیر در تاریخ کاشت به دلیل کاهش طول دوره رشد رویشی گیاه باعث کاهش ارتفاع بوته گردید. این نتایج با نتایج آزمایش حاضر کاملاً مطابقت نداشت که می‌تواند به دلیل تفاوت در گونه گیاهی، تاریخ‌های کاشت و شرایط اقلیمی مکان آزمایش‌ها باشد.

طول ریشه

اثر تاریخ‌های مختلف کاشت و اثرات متقابل تاریخ کاشت و اکوتیپ تأثیر معنی‌داری بر طول ریشه در پایان رشد نداشت، ولی اثر اکوتیپ‌های ماشک تلخ بر این صفت در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین طول ریشه مربوط به اکوتیپ الند و کمترین آن مربوط به اکوتیپ‌های مراغه، گلوجه و داش‌بلاغ بود (شکل ۲-B). همچنین نتایج نشان داد که با تأخیر در کاشت، از طول ریشه در اکوتیپ‌های ماشک تلخ مورد بررسی کاسته شده است اما کاهش مشاهده‌شده از نظر آماری معنی‌داری نبود.



شکل ۲- مقایسه میانگین ارتفاع ساقه (A) و طول ریشه (B) در اکوتیپ‌های ماشک تلخ
(ستون‌هایی که دارای حروف مشابه می‌باشند دارای اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن نیستند)
Figure 2. Mean comparisons for plant height (A) and root length (B) in bitter vetch ecotypes
(Means in each column with same letter(s) are not significantly different based on Duncan Test ($P < 0.05$))

وزن خشک اندام هوایی

تاریخ‌های مختلف کاشت، اکوتیپ‌های ماشک تلخ و اثرات متقابل آن‌ها تأثیر معنی‌داری در سطح یک درصد بر وزن خشک اندام هوایی داشتند (جدول ۱). وزن خشک اندام هوایی برای اکثر اکوتیپ‌های ماشک تلخ با تأخیر در کاشت از یک روند کاهشی تبعیت نمود (جدول ۲). به نظر می‌رسد کاهش در مدت‌زمان چرخه زندگی گیاه با تأخیر در تاریخ کاشت و مصادف شدن دوره پر شدن دانه با استرس گرمایی انتهای فصل سبب کاهش وزن خشک اندام هوائی می‌شود (۱۳). در تاریخ کاشت اول، اکوتیپ شربیان، در تاریخ کاشت دوم اکوتیپ‌های بهل و شربیان و در تاریخ کاشت سوم اکوتیپ قوروول دارای بیشترین وزن خشک اندام هوایی بودند (جدول ۲). کاهش در عملکرد بیولوژیک در اثر گرما توسط امیدی و همکاران (۱۴) در گندم نیز گزارش گردیده است. همچنین رحمانی و همکاران (۱۸) مشاهده کردند که وزن خشک ساقه با تأخیر در کاشت در لوبیا قرمز کاهش یافته است.

عملکرد دانه

تاریخ‌های مختلف کاشت، اکوتیپ‌های ماشک تلخ و اثرات متقابل آن‌ها تأثیر معنی‌داری در سطح یک درصد بر

[DOI: 10.61186/jcb.15.45.23]

عملکرد دانه داشتند (جدول ۱). عملکرد دانه اکثر اکوتیپ‌ها با تأخیر در کاشت کاهش یافت (جدول ۲). در این آزمایش در تاریخ کاشت ۲۵ بهمن: اکوتیپ‌های مراغه و در رتبه بعد الند، در تاریخ کاشت ۱۰ و ۲۵ اسفند: اکوتیپ‌های مراغه و در رتبه بعد بایقوت پر تولیدترین اکوتیپ‌های مورد مطالعه بودند (جدول ۲). لازم به ذکر است که اکوتیپ قره‌آغاج در دومین تاریخ کاشت و اکوتیپ‌های بهل، شربیان، شوردرق، قورول، آغ‌بلاغ، سقزچی، داش‌بلاغ، ارمغان‌خانه و گلوجه در سومین تاریخ کاشت به دلیل عدم تکمیل مرحله رسیدگی، موفق به تولید دانه نشدند و همان‌طور که پیشتر گفته شد آن‌ها به‌عنوان اکوتیپ‌های بسیار حساس به تنش انتهای آخر فصل در شرایط آب و هوایی رفسنجان در نظر گرفته شدند. اکوتیپ‌های مراغه و بایقوت توانستند با داشتن کمترین مقادیر برای صفات روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی، روز تا پایان گل‌دهی و روز تا پایان رسیدگی برتری خود را نسبت به سایر اکوتیپ‌ها در شرایط کشت تأخیری و تنش گرمای انتهای فصل در شرایط آب و هوایی رفسنجان نشان دهند. تنش گرمای انتهای فصل از یک‌سو 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 (۱۴). کاهش در عملکرد دانه در شرایط کشت تأخیری در گندم توسط امیدی و همکاران (۱۴) و همچنین موسوی و همکاران (۱۳) و در لوبیا قرمز توسط رحمانی و همکاران (۱۸) نیز گزارش شده است. عملکرد ژنوتیپ‌ها، نتیجه واکنش‌های سازگاری آن‌ها به شرایط اقلیمی و زراعی مناطق مختلف رویش آن‌ها است (۳)، لذا همان‌طور که انتظار می‌رفت تنوع قابل ملاحظه‌ای بین اکوتیپ‌ها از لحاظ عملکرد وجود داشت.

وزن هزار دانه

اعمال تاریخ‌های مختلف کاشت، اکوتیپ‌های ماشک تلخ و اثرات متقابل آن‌ها تأثیر معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۱) بر وزن هزار دانه داشتند (جدول ۱). به‌طور کلی وزن هزار دانه با تأخیر در کاشت از یک روند کاهشی پیروی کرده است (جدول ۲). در شرایط تنش گرمای انتهای فصل، با تسریع رسیدگی گیاه، دوره پر شدن دانه کاهش یافته و نهایتاً باعث تولید دانه‌های کوچک‌تری می‌شود (۱۷). نتایج مقایسه میانگین‌ها حاکی از عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین اکوتیپ‌های مورد بررسی از لحاظ این صفت در تاریخ کاشت اول بود، اما در تاریخ کاشت دوم اکوتیپ چراغچی بیشترین مقدار این صفت را به خود اختصاص داد. در تاریخ کاشت سوم اکوتیپ‌های خیارک و مراغه بیشترین وزن هزار دانه را نشان دادند. در مقابل اکوتیپ‌های بسیار حساس به تنش انتهای آخر فصل در شرایط آب و هوایی رفسنجان موفق به تولید دانه نشدند. نتایج به‌دست آمده در پژوهش حاضر با نتایج امیدی و همکاران (۱۴) و موسوی و همکاران (۱۳) که کاهش در وزن هزار دانه را در شرایط کشت تأخیری و تنش گرمایی انتهایی فصل در گندم گزارش کردند، مطابقت دارد. کاهش در وزن صد دانه در اثر تأخیر در کاشت توسط رحمانی و همکاران (۱۸) در لوبیا قرمز نیز مشاهده شده است.

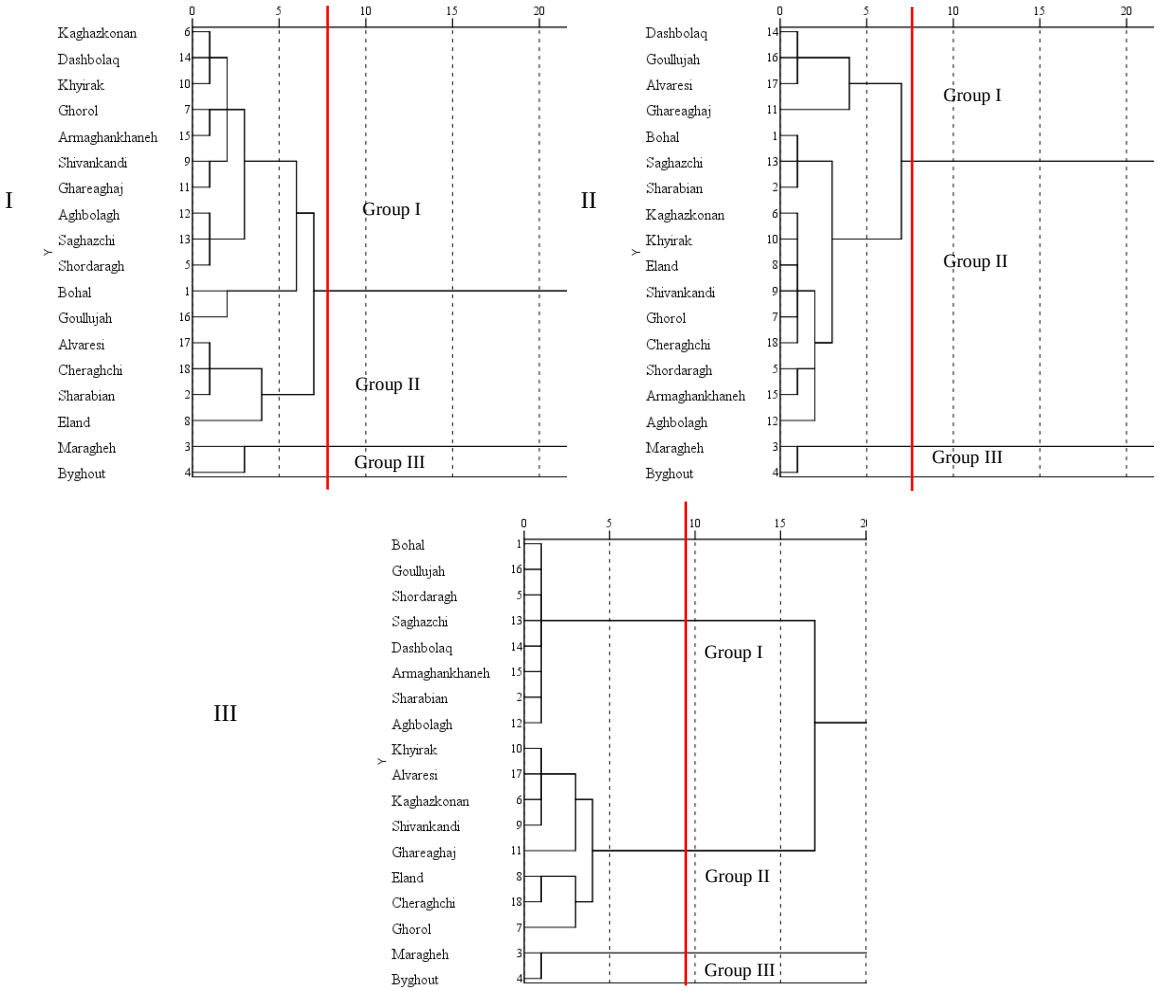
شاخص برداشت

اثر تاریخ‌های مختلف کاشت، اکوتیپ‌های ماشک تلخ و اثرات متقابل تاریخ کاشت × اکوتیپ بر شاخص برداشت معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود (جدول ۱). در مجموع تأخیر در تاریخ کاشت بر روی شاخص برداشت اکوتیپ‌های ماشک تلخ اثر کاهشی گذاشت (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که اکوتیپ‌های مراغه و بایقوت بیشترین شاخص برداشت را در هر سه تاریخ کاشت به خود اختصاص دادند (جدول ۲). اکوتیپ‌های ذکرشده به دلیل مطلوب بودن وزن هزار دانه و عملکرد دانه، شاخص برداشت بالایی را تولید نمودند. از طرف دیگر اکوتیپ‌های بسیار حساس به تنش انتهای آخر فصل در شرایط اقلیمی رفسنجان به دلیل عدم تولید دانه، دارای شاخص برداشت صفر بودند. اگرچه تأخیر در کاشت باعث کاهش هم‌زمان رشد رویشی و زایشی می‌شود، ولی به نظر می‌رسد که رشد زایشی گیاه از محدودیت‌های رشدی ایجاد شده ناشی از تأخیر در کاشت از جمله تنش گرمایی انتهای فصل تأثیر بیشتری می‌پذیرد که منجر به کاهش شاخص برداشت می‌گردد. البته مکانیسم‌های تحمل به گرما در ژنوتیپ‌های متحمل باعث تأثیرپذیری کمتر این ژنوتیپ‌ها از تنش گرما شده و کاهش شاخص عملکرد در این ژنوتیپ‌ها کمتر مشاهده می‌شود (۱۴). نتایج آزمایش حاضر در خصوص کاهش شاخص برداشت در شرایط کشت تأخیری و تنش گرمایی انتهایی فصل با نتایج گزارش شده توسط امیدی و همکاران (۱۴) و موسوی و همکاران (۱۳) در گندم و رحمانی و همکاران (۱۸) در لوبیا قرمز تطابق دارد.

گروه‌بندی اکوتیپ‌ها با استفاده از تجزیه خوشه‌ای در تاریخ‌های مختلف کاشت

در این آزمایش از تجزیه خوشه‌ای به روش Ward به‌منظور گروه‌بندی اکوتیپ‌های ماشک تلخ مورد مطالعه در تاریخ‌های مختلف کاشت بر اساس عملکرد و برخی صفات مرتبط با آن استفاده شد و بر این اساس اکوتیپ‌ها در تاریخ کاشت ۲۵ بهمن (شکل ۳–I)، ۱۰ اسفند (شکل ۳–II) و ۲۵ اسفند (شکل ۳–III) در سه گروه طبقه‌بندی شدند.

[DOI: 10.61186/jcb.15.45.23]



شکل ۳- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای اکوتیپ‌های ماشک تلخ بر اساس صفات مورد بررسی در تاریخ‌های کاشت ۲۵ بهمن (I)، ۱۰ اسفند (II) و ۲۵ اسفند (III)

Figure 3. Cluster analysis dendrogram of bitter vetch ecotypes based on the studied traits in sowing dates of 13 Febuary (I), 28 Febuary (II) and 15 March (III)

در تاریخ‌های مختلف کاشت خط برش دندروگرام در نقطه‌ای که بیشترین فاصله را بین گروه‌ها ایجاد کرد در نظر گرفته شد و نتایج آن با استفاده از تجزیه تابع تشخیص مورد تأیید قرار گرفت (جدول ۳). پس از گروه‌بندی، هر گروه به‌عنوان یک تیمار و اکوتیپ‌های هر گروه نیز به‌عنوان تکرار در نظر گرفته شد و داده‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی نامتعادل مورد تجزیه قرار گرفتند (جدول ۴).

جدول ۳- نتایج تجزیه تابع تشخیص گروه‌بندی اکوتیپ‌های ماشک تلخ بر اساس صفات مورد بررسی در تاریخ‌های مختلف کاشت

Table 3. The results of discrimination function analysis for grouping bitter vetch ecotypes based on studied traits in different sowing dates

Predicted group membership based on discrimination analysis گروه‌های پیش‌بینی شده بر اساس تجزیه تابع تشخیص									
		Group I گروه اول		Group II گروه دوم		Group III گروه سوم		Total کل	
Sowing date تاریخ کاشت	Cluster analysis groups گروه‌های تجزیه خوشه‌ای	Count تعداد	% درصد	Count تعداد	% درصد	Count تعداد	% درصد	Count تعداد	% درصد
13 Feb. (۲۵ بهمن)	I	12	100	0	0	0	0	12	100
	II	0	0	4	100	0	0	4	100
	III	0	0	0	0	2	100	2	100
28 Feb. (۱۰ اسفند)	I	3	75.0	1	25.0	0	0	4	100
	II	1	8.3	11	91.7	0	0	12	100
	III	0	0	0	0	2	100	2	100
15 Mar. (۲۵ اسفند)	I	8	100	0	0	0	0	8	100
	II	0	0	8	100	0	0	8	100
	III	0	0	0	0	2	100	2	100

[DOI: 10.61186/jcb.15.45.23]

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی بین گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای در تاریخ‌های مختلف کاشت
Table 4. Mean comparison of studied traits among the groups of cluster analysis in different sowing dates

Sowing date تاریخ کاشت	Cluster analysis groups گروه‌های تجزیه خوشه‌ای	Days to 50% flowering روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی	Days to flowering end روز تا پایان گل‌دهی	Days to maturing end روز تا پایان رسیدگی	Plant height ارتفاع ساقه	Root length طول ریشه	Above ground bimass وزن خشک اندام هوائی	Grain yield عملکرد دانه	Thousand kernel weight وزن هزار دانه	Harvest index شاخص برداشت
13 Feb. (۲۵ بهمن)	I	102.75^{a}	114.30^{a}	137.25^{a}	19.91^{a}	12.25^{a}	26.66^{b}	1.76^{b}	29.13^{a}	7.11^{b}
	II	104.25^{a}	113.66^{a}	139.16^{a}	22.02^{a}	13.70^{a}	45.47^{a}	2.98^{b}	29.42^{a}	7.37^{b}
	III	71.66^{b}	76.66^{b}	117.00^{b}	16.19^{b}	11.82^{a}	20.22^{c}	6.31^{a}	30.41^{a}	31.30^{a}
28 Feb. (۱۰ اسفند)	I	93.41^{a}	99.12^{a}	119.25^{b}	18.06^{b}	11.22^{b}	12.95^{a}	0.66^{b}	18.67^{a}	4.19^{b}
	II	93.47^{a}	99.25^{a}	127.45^{a}	21.22^{a}	13.33^{a}	25.98^{a}	0.82^{b}	26.81^{a}	3.54^{b}
	III	60.16^{b}	64.00^{b}	101.00^{c}	16.75^{b}	11.03^{b}	17.45^{a}	5.40^{a}	31.38^{a}	31.17^{a}
15 Mar. (۲۵ اسفند)	I	91.58^{a}	96.54^{a}	-	18.02^{b}	12.73^{a}	-	-	-	-
	II	91.12^{a}	97.95^{a}	122.27^{a}	21.13^{a}	14.22^{a}	24.24^{a}	0.47^{b}	19.90^{b}	2.91^{b}
	III	54.66^{b}	59.00^{b}	100.00^{b}	15.77^{b}	12.49^{a}	12.74^{b}	2.50^{a}	29.22^{a}	21.54^{a}

در هر تاریخ کاشت، میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه در هر ستون می‌باشند دارای اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن نیستند
In each sowing date, means of clusters (column) with same letter(s) are not significantly different based on Duncan Test ($P < 0.05$)

در تاریخ کاشت ۲۵ بهمن ۱۲ اکوتیپ در گروه اول، ۴ اکوتیپ در گروه دوم و ۲ اکوتیپ در گروه سوم، در تاریخ کاشت ۱۰ اسفند ۴ اکوتیپ در گروه اول، ۱۲ اکوتیپ در گروه دوم و ۲ اکوتیپ در گروه سوم و در تاریخ کاشت ۲۵ اسفند ۸ اکوتیپ در گروه اول، ۸ اکوتیپ در گروه دوم و ۲ اکوتیپ در گروه سوم قرار گرفتند (شکل ۳). نتایج مقایسه میانگین‌ها گروه‌ها نشان داد (جدول ۴) که در تاریخ کاشت اول، اکوتیپ‌های گروه ۲ شامل آلوارس، چراغچی، شربیان و الند بالاترین مقادیر صفات روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی، روز تا پایان گل‌دهی، روز تا پایان رسیدگی، ارتفاع ساقه و وزن خشک اندام هوائی و گروه ۳ شامل اکوتیپ‌های مراغه و بایقوت کمترین مقادیر صفات فوق را نشان دادند. بالعکس اکوتیپ‌های گروه ۳ بیشترین مقادیر صفات عملکرد دانه و شاخص برداشت و اکوتیپ‌های گروه ۲ کمترین مقادیر این صفات را داشتند. در تاریخ کاشت دوم بالاترین مقادیر صفات روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی، روز تا پایان گل‌دهی، روز تا پایان رسیدگی، ارتفاع ساقه و طول ریشه در اکوتیپ‌های گروه دوم (بهل، سقزچی، شربیان، کاغذکنان، خیارک، الند، شیوان‌کندی، قورول، چراغچی، شوردرق، ارمغان‌خانه و آغ‌بلاغ) و کمترین مقادیر صفات مذکور در اکوتیپ‌های گروه سوم (مراغه و بایقوت) مشاهده شد. از طرفی بیشترین مقادیر صفات عملکرد دانه و شاخص برداشت را اکوتیپ‌های گروه سوم و کمترین مقادیر این صفات را اکوتیپ‌های گروه دوم دارا بودند (جدول ۴). نتایج (جدول ۴) بیانگر این بود که در تاریخ کاشت سوم اکوتیپ‌های گروه ۲ (شامل خیارک، آلوارس، کاغذکنان، شیوان‌کندی، قره‌آغاج، الند، چراغچی و قورول) بالاترین مقادیر صفات روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی، روز تا پایان گل‌دهی، روز تا پایان رسیدگی، ارتفاع ساقه و وزن خشک اندام هوائی و اکوتیپ‌های گروه ۳ (مراغه و بایقوت) کمترین مقادیر صفات فوق را به خود اختصاص دادند. در مقابل اکوتیپ‌های گروه ۳ بیشترین مقادیر صفات عملکرد دانه و شاخص برداشت و اکوتیپ‌های گروه ۲ کمترین مقادیر این صفات را داشتند. در این تاریخ کاشت اکوتیپ‌های گروه ۱ به دلیل عدم تکمیل مرحله رسیدگی، موفق به تولید دانه نشدند و همان‌گونه که قبلاً بیان شد آن‌ها به‌عنوان اکوتیپ‌های بسیار حساس به تنش انتهای فصل در شرایط آب و هوایی رفسنجان در نظر گرفته شدند.

نتایج تجزیه خوشه‌ای نشان داد که در تفکیک اکوتیپ‌های مورد بررسی در تاریخ‌های مختلف کاشت صفات فنولوژیک (روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی، روز تا پایان گل‌دهی و روز تا پایان رسیدگی) مورد مطالعه نقش بسیار چشمگیری داشتند به‌طوری که در تاریخ کاشت ۲۵ بهمن در گروه‌های ۲ و ۳ به‌ترتیب اکوتیپ‌های دیررس و زودرس، در تاریخ کاشت ۱۰ اسفند در گروه‌های دوم و سوم به ترتیب اکوتیپ‌های دیررس و زودرس و در تاریخ کاشت ۱۰ اسفند در گروه‌های ۲ و ۳ به‌ترتیب اکوتیپ‌های دیررس و زودرس قرار داشتند. دیررسی اکوتیپ‌ها منجر به برخورد مراحل زایشی آن‌ها با گرمای انتهای فصل رشد در شرایط آب و هوایی رفسنجان شده و باعث افت شدید عملکرد دانه این اکوتیپ‌ها گردید. در مقابل زودرسی اکوتیپ‌ها منجر به تکمیل مراحل زایشی آن‌ها در شرایط مناسب رشدی در شرایط آب و هوایی رفسنجان شده و سبب تولید عملکرد دانه قابل قبول این اکوتیپ‌ها گشت. به‌طور کلی اکوتیپ‌های مراغه و بایقوت به‌عنوان اکوتیپ‌های زودرس شناخته شدند و با تولید عملکرد دانه بیشتر از لحاظ تحمل به تنش گرمای انتهای فصل در تاریخ‌های مختلف کاشت برتر از سایر اکوتیپ‌ها بودند. موسوی و همکاران (۱۳) در مطالعه اثر تاریخ کاشت و تنش گرمای انتهای فصل بر صفات فنولوژیک و اجزای عملکرد ۳۰ ژنوتیپ گندم نان از تجزیه خوشه‌ای به‌منظور گروه‌بندی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه استفاده کرده‌اند و نتایج تجزیه خوشه‌ای نقش بسیار مهم مراحل فنولوژیک در گروه‌بندی ارقام تجاری گندم را نشان داد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج به‌دست آمده در آزمایش حاضر روی ۱۸ اکوتیپ ماشک تلخ متعلق به مناطق شمال غرب کشور نشان داد که اعمال تنش گرمای انتهای فصل با تأخیر در تاریخ کاشت ارزش اکثر صفات مورد مطالعه در اکوتیپ‌های ماشک تلخ

[DOI: 10.61186/jcb.15.45.23]

مورد بررسی کاهش پیدا کرد، ولی میزان کاهش در میان اکوتیپ‌ها متفاوت بود. به‌طور کلی با توجه به نتایج مقایسات میانگین و تجزیه خوشه‌ای، اکوتیپ‌های مراغه و بایقوت متعلق به استان آذربایجان شرقی با داشتن مقادیر کمتر صفات روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی، روز تا پایان گل‌دهی، روز تا پایان رسیدگی و ارتفاع ساقه و مقادیر بیشتر عملکرد دانه و شاخص برداشت به‌عنوان اکوتیپ‌های متحمل‌تر به تنش گرمای انتهای فصل شناسایی گردیدند و لذا پیشنهاد می‌شود از آن‌ها در برنامه‌های اصلاحی آتی گیاه ماشک تلخ بهره گرفت.

منابع

1. Abbasi, M.R., S. Vaezi and N. Baghaie. 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 Persian).
2. Abdullah, A.Y., M.M. Muwalla, R.I. Qudsieh and H.H. Titi. 2010. Effect of bitter vetch (*Vicia ervilia*) seeds as a replacement protein source of soybean meal on performance and carcass characteristics of finishing Awassi lambs. Tropical Animal Health and Production, 42: 293-300.
3. Ahmadi, A. and D.A. Baker. 2000. Stomatal and nonstomatal limitations of photosynthesis under water stress conditions in wheat plant. Iranian Journal of Agriculture Science, 31(4): 813-825 (In Persian).
4. Ashraf, M. and P.J.C. Harris. 2005. Abiotic stresses-plant resistance through breeding and molecular approaches. The Haworth Press, New York, USA, 725 pp.
5. Ayeneh, A., M. Van Ginkel, M.P. Reynolds and K. Ammar. 2002. Comparison of leaf, spike, peduncle and canopy temperature depression in wheat under heat stress. Field Crops Research, 79: 173-184.
6. Chen, C., W.A. Payne, R.W. Smiley and M.A. Stoltz. 2003. Yield and water-use efficiency of eight wheat cultivars planted on seven dates in northeastern Oregon. Agronomy Journal, 95: 836-843.
7. Dehghani, M.R., S.R. Sahhafi and F. Hassanpour. 2021. Studying effect of phenological and morphological traits on seed yield of bitter vetch by Path and Biplot Analyses. Journal of Crop Breeding, 15 (38): 210-221 (In Persian).
8. Haddad, S.G. 2006. Bitter vetch grains as a substitute for soybean meal for growing lambs-livestock. Science, 99: 221-225.
9. Hall, A.E. 2001. Considerations of crop responses to environment in plant breeding. Crop responses to environment. CRC Press, Florida, USA, 248 pp.
10. Hassanpour, F. and S.R. Sahhafi. 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.
11. Min, K., L. Showman, A. Perera and R. Arora. 2018. Salicylic acid-induced freezing tolerance in spinach (*Spinacia oleracea* L.) leaves explored through metabolite profiling. Environmental and Experimental Botany, 156: 214-227.
12. Moshattati, A., Kh. Alami-Saied, S.A. Siadat, A.M. Bakhshandeh and M.R. Jalal-Kamali. 2010. Evaluation of terminal heat stress tolerance in spring bread wheat cultivars in Ahwaz conditions. Iranian Journal of Crop Sciences, 12(2): 85-99 (In Persian).
13. Musavi, S.F., M.R. Siahpoosh and K. Sorkheh. 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 Persian).
14. Omidi, M., M.R. Siahpoosh, R. Mamghani and M. Modarresi. 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 Persian).
15. Radmehr, M., Gh.A. Ayeneh and R. Mamaghani. 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 Persian).
16. Rahiminejad, M.R., M.H. Ehtemam and A. Neishaboori. 2000. Cytotaxonomic studies of some Iranian *Vicia* species (Fabacaea). Journal of Sciences of Islamic Republic of Iran, 11(1): 1-5.
17. Rahman, M.A., J. Chikushi, S. Yoshida and A.J.M.S. Karim. 2009. Growth and yield components of wheat genotypes exposed to high temperature stress under control environment. Bangladesh Journal of Agricultural Research, 34: 361-372.
18. Rahmani, T., H. Heidari Sharifabad and H. Madani. 2012. Effect of planting date and comparing yield between red bean cultivars in Ali-Ggoudarz, Lorestan, Iran. New Finding in Agriculture, 6(4): 321-335 (In Persian).
19. Rane, J. and S. Nagarajan. 2004. High temperature index for field evaluation of heat tolerance in wheat cultivars. Agricultural Systems, 79: 243 255.
20. Rastegar, M.A. 2005. Forage Crop Production. Berhamand Publisher, Tehran, Iran. 501 p (In Persian).
21. Reynolds, M.P., M. Balota, M.I.B. Delgado, I. Amani and R.A. Fischer. 1994. Physiological and morphological traits associated with spring wheat yield under hot, irrigated conditions. Australian Journal of Plant Physiology, 21: 717-730.
22. Sadeghi, G.H., J. Pourreza, A. Samei and H. Rahmani. 2009. Chemical composition and some antinutrient 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.

[DOI: 10.61186/jcb.15.45.23]

Evaluation of Terminal Heat Stress Tolerance in Some Bitter Vetch Ecotypes

Mohammad Mohammadi Lotfabad[1] and Seyyed Rasoul Sahhafi[2]

1- M.Sc. Student, Vali-e-Asr University of Rafsanjan
2- Assistant Professor, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, (Corresponding author: s.r.sahhafi@vru.ac.ir)
Received: 19 May, 2022 Accepted: 18 Jun, 2022

Extended Abstract

Introduction and Objective: Terminal heat stress as one of the major abiotic stresses has an important role in reducing growth and crop production in many areas of the world including central and southern Iran.

Material and Methods: To evaluate the effect of terminal heat stress on grain yield and some its related traits in bitter vetch, a field experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications on 18 bitter vetch ecotypes from four provinces (East Azerbaijan, West Azerbaijan, Ardabil and Zanjan) in the Research Field of Faculty of Agriculture at Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Iran in 2020-2021 cropping seasons. The ecotypes planted in three sowing dates (13 Feb., 28 Feb. and 15 Mar.) and the data were combined and run in a combined analysis of variance. The sowing dates were considered the plant will end with the heat of season. Days to 50% flowering, days to flowering end, days to maturing end, plant height, root length, biomass, grain yield, thousand kernel weight and harvest index were measured.

Results: The results of combined analysis of variance showed there were significant differences among the studied ecotypes for all traits in their reaction to terminal heat stress that were implicated high genetic diversity among ecotypes. According to the results of mean comparison of the evaluated traits, terminal heat stress (induced by delay in differnrt sowing dates) caused significant reduction in all traits except plant height and root length. Aso, the results showed that the interaction of sowing date and ecotypes had significant effects on the most of traits. Cluster analysis based on the measured traits at different sowing dates (13 Feb., 28 Feb. and 15 Mar.), was done and the studied bitter vetch ecotypes were divided into 3 groups in each sowing date.

Conclusion: Regarding to the results, Maragheh and Bayghout ecotypes both from East Azerbaijan in terms of tolerance to terminal heat stress were superior to other ecotypes and recommended for direct planting in Rafsanjan condition or using in breeding programs for terminal heat stress.

Keywords: Bitter vetch, Cluster analysis, Harvest index, Sowing date, Yield

[DOI: 10.61186/jcb.15.45.23]