DOI: 10.22092/spj.2024.365379.1352

"نهال و بذر"
جلد ۳۹، شماره ۴، سال ۱۴۰۲

مقاله پژوهشی

ارزیابی برخی خصوصیات فنولوژیکی و زراعی ژنوتیپ‌های یولاف زراعی (*Avena sativa* L.)

Evaluation of Some Phenological and Agronomic Characteristics of Cultivated Oat (*Avena sativa* L.) Genotypes

شکیبا شاهمرادی[1*]، بهزاد سرخی لله لو[2]، ویدا قطبی[3]، سیمین طاهری اردستانی[4] و حمیدرضا نیکخواه[5]

۱- دانشیار، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
۲ و ۳- استادیار، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
۴- پژوهشگر، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
۵- دانشیار، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۸/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۰۶

چکیده

شاهمرادی، ش.، سرخی لله لو، ب.، قطبی، و.، طاهری اردستانی، س. و نیکخواه، ح. ر. ۱۴۰۲. ارزیابی برخی خصوصیات فنولوژیکی و زراعی ژنوتیپ‌های یولاف زراعی (*Avena sativa* L.). **نهال و بذر ۳۹:** ۵۴۴-۵۲۷.

کلکسیون‌های ژرم‌پلاسم در بانک‌های ژن منابع ژنتیکی ارزشمندی را برای مواجهه با چالش‌های امروز و آتی کشاورزی در محیط‌های مستعد تنش فراهم می‌کنند. در این پژوهش، ۱۴ ژنوتیپ یولاف زراعی و یک رقم شاهد (یورو) جمعاً ۱۵ ژنوتیپ از کلکسیون یولاف بانک ژن گیاهی ملی ایران، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سه سال زراعی۱۴۰۲- ۱۳۹۹ در مزرعه پژوهشی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر در کرج ارزیابی شدند. خصوصیات مورد ارزیابی شامل روز تا ظهور خوشه، روز تا گلدهی، روز تا رسیدن فیزیولوژیکی، ارتفاع گیاه، تعداد سنبلچه در خوشه، طول خوشه، عملکرد علوفه، عملکرد دانه و وزن هزاردانه بود. میانگین روز تا گلدهی در رقم یورو ۱۷۳ روز و برای ژنوتیپ شماره ۱ (G1) ۱۸۸ روز بود. این ترتیب برای روز تا رسیدن فیزیولوژیکی متفاوت بود، به طوریکه ژنوتیپ‌های شماره ۱۳،۱۰،۷، ۵ و رقم یورو در گروه ژنوتیپ‌های زودرس قرار داشتند و ژنوتیپ شماره ۱ دیررس ترین بود. ژنوتیپ‌های شماره ۳ و ۶ با میانگین ارتفاع گیاه بالای ۱۰۰ سانتیمتر بلندترین ارتفاع گیاه را در میان ژنوتیپ های یولاف زراعی مورد مطالعه داشتند. ژنوتیپ شماره ۱۵(رقم یورو) با منشاء استرالیا با میانگین ارتفاع گیاه کمتر از ۸۰ سانتیمتر کوتاه ترین ژنوتیپ بود. ژنوتیپ‌های شماره ۳، ۹ و ۱۴ با میانگین عملکرد علوفه خشک بیش از ۱/۵ کیلوگرم در مترمربع، برتر از ژنوتیپ های دیگر بودند. ژنوتیپ شماره ۲ و شماره ۱۵ (رقم یورو) به ترتیب کمترین میانگین عملکرد علوفه خشک را به خود اختصاص دادند. با توجه به نتایج این پژوهش، روزتا ظهور خوشه و روز تاگلدهی نقش موثری در تعیین عملکرد علوفه ژنوتیپ های یولاف زراعی داشتند. بررسی ضرایب همبستگی بین صفات نشان داد که همبستگی مثبت و معنی دار بین روز تا رسیدن فیزیولوژیکی و وزن هزار دانه وجود داشت. با توجه به نتایج پژوهش حاضر، تعدادی از ژنوتیپ های یولاف زراعی دارای خصوصیات فنولوژیکی و زراعی مطلوب بودند که می توانند در برنامه های به نژادی یولاف زراعی و برای مطالعات تکمیلی مورد استفاده قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: یولاف، روز تا ظهور خوشه، روز تا گلدهی، عملکرد علوفه خشک، وزن هزاردانه، عملکرد دانه.

* نگارندگان مسئول: shakibashahmoradi@gmail.com تلفن: ۰۲۶۳۲۷۰۱۲۶۰

2023© Seed and Plant. This is an open access article distributed under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0), which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source.

مقدمه

نظام‌های کشاورزی مدرن صنعتی، در حال حاضر، مهمترین تهدید برای تنوع زیستی می‌باشد (Khoury *et al*., 2014; Gepts, 2006). یکی از پیامدهای جدی از دست دادن تنوع زیستی، جایگزین شدن نژادها و ژنوتیپ های بومی و سازگار محلی با تک‌کشتی هیبریدهای یکنواخت ژنتیکی و ارقام اصلاح شده است (Frison *et al*., 2011). به بیان دیگر کشاورزی مدرن سبب کاهش تنوع زیستی کشاورزی شده است. در حال حاضر غالب جوامع بشری تنها با تکیه بر ۱۲ محصول کشاورزی غذا تولید می کنند و امرار معاش می‌کنند. از این تعداد، محصولات گندم، برنج، ذرت و سیب‌زمینی ۶۰ درصد از جیره غذایی را تشکیل می‌دهند (Esquinas, 2010).

نظام‌های سنتی تولید کشاورزی در گذشته نقش حیاتی در تکامل و حفظ تنوع در مزرعه ایفا کرده‌اند و با کاهش آسیب‌پذیری در برابر تنش‌های محیطی، پایداری تولید محصول کشاورزان را تضمین فراهم کرده اند. ارقام بومی، گونه‌های زراعی هستند که دارای ویژگی‌های ناهمگن و سازگاری‌های محلی هستند، از این‌رو منابع ژنتیکی ارزشمندی برای مواجهه با چالش‌های امروز و آتی کشاورزی در محیط‌های مستعد تنش را فراهم می‌کنند (Dwivedi *et al*., 2016). این ارقام بومی ممکن است دارای خصوصیات فنولوژیکی متغیر و عملکرد کم تا متوسط باشند، اما اغلب ارزش غذایی بالایی دارند (Dwivedi *et al*., 2016). بنابراین، بهره‌برداری از تنوع موجود در کلکسیون های منابع ژنتیکی به‌ویژه در غلات دانه‌ای و علوفه‌ای، می‌تواند تضمین‌کننده پایداری تولید در نظام های زراعی باشد. بانک‌های ژن گیاهی ملی و بین المللی در سرتاسر دنیا دارای منابع ارزشمند ژنتیکی از ژرم پلاسم گیاهان مختلف هستند که بخش عمده‌ای از آن‌ها به توده های بومی اختصاص دارد (Dwivedi *et al*., 2016).

یولاف از گونه های مهم غلات در کشورهای درحال توسعه است و گونه زراعی مورد کشت آن *Avena sativa* L. و نام عمومی آن یولاف سفید پوشینه‌دار است (White, 1995). در گذشته این گیاه اغلب برای خوراک دام استفاده می‌شد و استفاده اندکی در جیره غذایی انسان داشت. اما امروزه مصرف آن به عنوان خوراک انسان افزایش یافته است و این امر ناشی از افزایش آگاهی و توجه نسبت به نقش این غله در تامین سلامتی انسان می‌باشد (Ahmad *et al*., 2010). یولاف در مقایسه با سایر غلات، برای تولید در نواحی حاشیه‌ای با آب و هوای مرطوب و خاک‌هایی با حاصلخیزی پایین، مناسب شناخته شده است (Hoffmann, 1995). بسیاری از ارقام یولاف در فصول کوتاه با رژیم نور روز طولانی به گل می‌روند و می‌رسند.

نواحی عمده کشت یولاف به طور عمده در عرض جغرافیایی ۴۰ تا ۶۰ درجه شمالی در آمریکا، اروپا و آسیا قرار دارد. بخش کوچکتری از محصول جهانی یولاف در نیمکره جنوبی در

کشورهای آمریکای جنوبی، استرالیا و نیوزلند تولید می شود (Forsberg and Reeves, 1992). در اکثر کشورها از جمله کشورهای اروپایی، سطح زیر کشت یولاف در دهه‌های گذشته کاهش یافته است. در سال‌های اخیر نیاز به یولاف برای مصرف انسان، خصوصا به دلیل ویژگی های مفید غذایی دانه و فیبر محلول آن، افزایش پیدا کرده است و از آنجا که سطح زیر کشت یولاف نسبت به اکثر غلات بسیار کمتر است، سرمایه‌گذاری در به نژادی یولاف زراعی نیز به میزان کمتری انجام شده است. یولاف گیاهی با مصارف غذایی، دارویی و علوفه‌ایی است که با عنایت به موضوع تغییر و بازنگری در الگوی کشت مناطق و توجه به گیاهان چند منظوره سازگار و متحمل و از همه مهمتر از لحاظ خصوصیات علوفه‌ایی می‌تواند برای ورود به نظام های زراعی در مناطق مختلف کشور مورد توجه قرار گیرد. بنابراین، توجه به تنوع و ژرم‌پلاسم‌های مناسب و سازگار این گیاه و سرمایه گذاری در برنامه به نژادی آن برای معرفی ارقام با عملکرد دانه و علوفه بالا و با کیفیت مطلوب برای توسعه سطح زیر کشت و افزایش تولیدآن صروری است.

به‌نژادگران معمولا از طریق دورگ گیری بین ژرم‌پلاسم سازگار محلی و تشکیل جمعیت، اقدام به تولید ارقام جدید می‌کنند. تبادل ژرم‌پلاسم بین به‌نژادگران رایج است، اما اغلب در داخل محدوده اقلیمی سازگاری گیاه رخ می‌دهد. برنامه‌های به نژادی ناحیه‌ای یولاف ممکن است متکی به بخش کوچکی از تنوع ژنتیکی موجود در این گونه زراعی باشد. بورستمایر و همکاران (Buerstmayr *et al.*, 2007) تنوع صفات زراعی و کیفیت دانه در ۱۲۰ ژنوتیپ بهاره یولاف با منشاء جهانی را بررسی و مشاهده نمودند که برای بسیاری از صفات مربوط به کیفیت دانه، ژرم‌پلاسم بومی آسیا نسبت به یولاف‌های اروپایی، برتری داشتند. تنوع ژنتیکی یولاف با استفاده از اطلاعات شجره‌ای (Rodgers *et al*., 1983; Souza and Sorrells, 1989)، صفات گیاهی (Souza and Sorrells, 1991) و نشانگرهای مولکولی O'Donoughue *et al*., 1994; (Li *et al*., 2000) مورد بررسی قرار گرفته است همچنین ارزیابی تنوع ژنتیکی درکلکسیون یولاف بانک ژن گیاهی ملی ایران انجام گرفته (Shahmoradi *et al*., 2019) و نتایج نشان‌دهنده تنوع بالایی در صفات مورد ارزیابی بود که می‌توان از آن در برنامه‌های به‌نژادی بهره جست. شناسایی و معرفی ژنوتیپ‌های مناسب و سازگار با محیط‌های هدف از اهداف مهم در بررسی ژنوتیپ‌ها در سالها و مکان‌های مختلف می‌باشد.

با توجه به اهمیت روز افزون یولاف به عنوان گیاه دانه‌ای-علوفه‌ای، بخشی از نمونه‌های ژنتیکی یولاف زراعی موجود در بانک ژن گیاهی ملی ایران، شامل تعداد ۱۴ ژنوتیپ انتخابی از تحقیقات قبلی بر روی کلکسیون یولاف زراعی بانک ژن در این پژوهش ارزیابی شدند. ارزیابی این ژنوتیپ‌ها و شناسایی

خصوصیات فنولوژیکی و زراعی آنها اولین قدم در تهیه بانک اطلاعاتی و بهره‌برداری از آنها در برنامه‌های های به‌نژادی یولاف است.

مواد و روش ها

در این پژوهش خصوصیات فنولوژیکی و زراعی ۱۵ ژنوتیپ یولاف زراعی شامل ۱۴ ژنوتیپ از کلکسیون یولاف بانک ژن گیاهی ملی ایران، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، به همراه رقم معرفی شده یولاف زراعی به نام یورو (جدول۱) در قالب طرح بلوک های تصادفی در سه تکرار سال زراعی ۱۴۰۲-۱۳۹۹، در مزرعه پژوهشی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر در کرج ارزیابی شدند.

بذر ژنوتیپ‌های یولاف زراعی با تراکم ۳۰۰ بذر در مترمربع در دو خط دو متری با فاصله بین خطوط ۲۰سانتی مترکشت شدند. صفات اندازه‌گیری شده شامل صفات فنولوژیکی روزتاظهور خوشه، روزتاگلدهی و روزتارسیدن فیزیولوژیکی و صفات زراعی ارتفاع بوته، تعداد سنبلچه در خوشه، طول خوشه، عملکرد علوفه، عملکرد دانه (با حذف ۲۵ سانتیمتر از ابتدا و انتهای هر کرت) و وزن هزاردانه در مزرعه و در آزمایشگاه اندازه‌گیری و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

در این پژوهش همگنی واریانس خطاهای ازمایشی برای صفات مورد بررسی با استفاده از آزمون همگنی واریانس لون (Levene, 1960) و نرمال بودن داده‌ها تایید شد. تجزیه واریانس مرکب داده ها و مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی دار(LSD) با استفاده از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۲۵) انجام شد.

نتایج و بحث

خصوصیات فنولوژیکی

تجزیه واریانس مرکب داده ها نشان داد که اثر سال بر روی خصوصیات فنولوژیکی روزتا ظهور خوشه($p \leq 0.01$)، روزتا گلدهی ($p \leq 0.05$) و روزتا رسیدن فیزیولوژیکی ($p \leq 0.01$) معنی‌دار بود (جدول۲). تفاوت خصوصیات فنولوژیکی نیز در میان ژنوتیپ های در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. اثر متقابل سال × ژنوتیپ برای کلیه خصوصیات فنولوژیکی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود(جدول۲). معنی دار شدن اثر متقابل نشان داد که ژنوتیپ‌ها از نظر خصوصیات فنولوژیکی روزتا ظهور خوشه، روزتاگلدهی و روزتارسیدن فیزیولوژیکی درسال‌های مختلف واکنش متفاوتی داشتند.

جدول ۱- اطلاعات شناسنامه‌ای ژنوتیپ‌های یولاف زراعی مورد ارزیابی

Table 1. Identification information of evaluated cultivated oat genotypes

شماره ژنوتیپ Genotype no.	کد شناسایی بانک ژن کرج Karaj gene bank code	کد شناسایی بانک ژن آلمان IPK IPK gene bank code	Origin	منشاء
G1	61618	AVE 3077	Italy	ایتالیا
G2	61619	AVE 2840	Canada	کانادا
G3	61620	AVE 1731	Slovakia	اسلواکی
G4	61621	AVE 3428	United States of America	ایالات متحده آمریکا
G5	61625	AVE 3209	United States of America	ایالات متحده آمریکا
G6	61630	AVE 3418	United States of America	ایالات متحده آمریکا
G7	61631	AVE 3475	United States of America	ایالات متحده آمریکا
G8	61635	AVE 3288	United States of America	ایالات متحده آمریکا
G9	61642	AVE 4832	Germany	آلمان
G10	61643	AVE 3410	United States of America	ایالات متحده آمریکا
G11	61650	AVE 3461	United States of America	ایالات متحده آمریکا
G12	61651	AVE 4663	Kenya	کنیا
G13	61653	AVE 5094	United States of America	ایالات متحده آمریکا
G14	22609	AVE 2260	Canada	کانادا
G15	Euro	-	Australia	استرالیا

Gene bank-Leibniz Institute (IPK)

جدول ۲ - تجزیه واریانس مرکب برای خصوصیات فنولوژیکی ژنوتیپ های یولاف زراعی در سه فصل زراعی ۱۴۰۲-۱۳۹۹

Table 2. Combined analysis of variance for phenological cultivated oat genotypes in 2020-23 cropping seasons

S.O.V.	منبع تغییر	درجه آزادی d.f.	روزتا ظهور خوشه Day to panicle emergence	روز تاگلدهی Day to flowering	روز تارسیدن فیزیولوژیکی Day to physiological maturity
Year (Y)	سال	2	76.58**	29.36 *	2252.65**
Y × Block	سال در بلوک	6	5.06	3.16	19.85
Genotype (G)	ژنوتیپ	14	136.81**	115.64**	49.88**
G ×Y	ژنوتیپ × سال	28	7.76**	8.21**	11.72**
Error	خطا	84	1.42	1.46	5.49
C.V. (%)	درصد ضریب تغییرات تغییرات(٪)		0.68	0.67	1.08

and *: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively. *و: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد.

مقایسه میانگین صفات ژنوتیپ‌های یولاف زراعی در سه سال زراعی، در جدول۳ ارائه شده است. مقایسه میانگین میانگین خصوصیات فنولوژیکی نشان داد که روزتا ظهور خوشه و روزتاگلدهی، رقم یورو (G15) و ژنوتیپ شماره ۱۳ (G13) کوتاهترین میانگین ها را داشتند و دارای گلدهی زودتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها بودند (جدول ۳). میانگین خصوصیات روز تاگلدهی در رقم یورو به ترتیب ۱۷۰، ۱۷۵ و ۱۷۴ روز و در ژنوتیپ شماره۱، به ترتیب ۱۹۲، ۱۸۶ و ۱۸۷ روز بود. این ترتیب برای روزتارسیدن متفاوت بود، به طوریکه ژنوتیپ‌های شماره ۵،۷،۱۰،۱۳ و رقم یورو در گروه ژنوتیپ‌های زودرس قرار داشتند و ژنوتیپ شماره ۱ دیررس‌ترین ژنوتیپ در میان ژنوتیپ‌های مورد بررسی بود (جدول۳).

جدول۳- مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ × سال بر خصوصیات فنولوژیکی ژنوتیپ های یولاف زراعی

Table 3. Mean comparison of the genotype × year interaction effect on phenological characteristics of cultivated oat genotypes

ژنوتیپ	روز تا ظهور خوشه Day to panicle emergence			روز تا گلدهی Day to flowering			روز تا رسیدن فیزیولوژیکی Day to physiological maturity		
Genotype	2020-21	2021-22	2022-23	2020-21	2021-22	2022-23	2020-21	2021-22	2022-23
G1	186	183	184	192	186	187	235	216	217
G2	170	172	173	177	176	177	225	209	209
G3	178	174	175	181	179	180	227	213	213
G4	170	173	175	177	178	180	225	211	212
G5	170	172	174	175	176	177	219	210	211
G6	176	176	178	181	181	182	225	211	213
G7	175	176	176	180	181	181	221	211	211
G8	178	178	178	182	183	183	225	211	212
G9	174	177	178	178	182	183	221	211	212
G10	172	175	176	176	179	179	220	210	210
G11	171	174	175	176	179	179	222	211	211
G12	172	173	173	179	178	178	224	213	213
G13	165	171	172	173	176	176	219	211	212
G14	174	174	176	178	181	181	223	215	213
G15	164	170	169	170	176	174	220	209	211
LSD (5%)		1			1			2	

خصوصیات زراعی

تجزیه واریانس مرکب داده ها نشان داد که اثر سال بر ارتفاع گیاه، طول خوشه، تعداد سنبلچه در خوشه، سطح برگ پرچم و وزن هزار دانه در سطح احتمال یک در صد معنی دار بود (جدول ۴). تفاوت بین ژنوتیپ های یولاف زراعی نیز برای ارتفاع گیاه، طول خوشه و تعداد سنبلچه در خوشه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد(جدول۴). اثر ژنوتیپ بر عملکرد علوفه خشک ($p \leq 0.05$) و وزن هزار

دانه($p \leq 0.01$) معنی‌دار شد. اثر متقابل ژنوتیپ × سال بر کلیه صفات مورد ارزیابی به جز طول خوشه و تعداد سنبلچه در خوشه معنی‌دار بود(جدول۴). این نشان دهنده واکنش متفاوت عملکرد دانه، عملکرد علوفه خشک، وزن هزاردانه و ارتفاع گیاه ژنوتیپ های یولاف زراعی مورد مطالعه به شرایط متفاوت فصل‌های زراعی بود (جدول ۴).

مقایسه میانگین ها نشان دادکه ژنوتیپ‌های شماره ۳ و شماره ۶ با میانگین ارتفاع گیاه بالای ۱۰۰ سانتیمتر بلندترین ارتفاع گیاه را در میان ژنوتیپ های یولاف زراعی مورد مطالعه داشتند(جدول۵). ژنوتیپ شماره ۱۵ (رقم یورو) با منشاء استرالیا با میانگین ارتفاع گیاه کمتر از ۸۰ سانتیمتر کوتاه ترین ژنوتیپ بود. ژنوتیپ‌های شماره ۳، ۹ و ۱۴با میانگین عملکرد علوفه خشک بیش از ۱/۵ کیلوگرم در مترمربع، برتر از ژنوتیپ های دیگر بودند. ژنوتیپ شماره ۲ و شماره ۱۵ (رقم یورو) به ترتیب کمترین میانگین عملکرد علوفه خشک را به خود اختصاص دادند (جدول۵).

رابطه بین خصوصیات فنولوژیکی و زراعی

در بررسی ضرایب همبستگی بین خصوصیات مورد ارزیابی، بالاترین ضریب همبستگی بین روز تا ظهور خوشه و روز تا گلدهی ($r = ۰/۹۲^{**}$) مشاهده شد (جدول ۶). درحالیکه بین این دو صفت فنولوژیکی و روز تا رسیدن فیزیولوژیکی همبستگی معنی‌دار نبود. بنابراین، با در نظر گرفتن نتایج پژوهش های قبلی، به نظر می‌رسد این صفت بیشتر تحت تاثیر شرایط محیطی بوده و از شرایط آب و هوایی (افزایش دما و کاهش رطوبت نسبی هوا) در انتهای فصل زراعی تاثیر می‌پذیرد (Shahmoradi, 2022). از سوی دیگر همبستگی بین روز تا ظهور خوشه و روز تا گلدهی با ارتفاع گیاه، طول خوشه، تعداد سنبلچه در خوشه وعملکرد علوفه خشک مثبت و معنی‌دار بود (جدول ۶). این رابطه ها نشان می‌دهد که تاخیر در ظهور خوشه باعث افزایش ارتفاع گیاه، طول خوشه، تعداد سنبلچه در خوشه وعملکرد علوفه خشک در ژنوتیپ‌های یولاف زراعی مورد مطالعه شد. بنابراین، استنباط می شود خصوصیات روزتا ظهور خوشه و روزتاگلدهی نقش موثری در تعیین عملکرد علوفه خشک یولاف داشتند. این یافته ها با نتایج سایر پژوهشگران همخوانی دارد (Yan *et al.*, 2007). همبستگی بین روز تا ظهور خوشه و روز تا گلدهی با عملکرد دانه و وزن هزار دانه منفی و در سطح احتمال یک در صد معنی دار بود (جدول ۶).

بر خلاف روز تاظهور خوشه و روزتا گلدهی، روز تا رسیدن فیزیولوژیکی همبستگی منفی معنی‌داری با ارتفاع گیاه ($r=-۰/۲۵^{**}$)، طول خوشه ($r=-۰/۴۳^{**}$) و سطح برگ پرچم ($r=-۰/۵۴^{**}$) داشت و همبستگی آن با وزن هزار دانه مثبت و در سطح احتمال یک درصد ($r=۰/۵۰^{**}$) معنی‌دار بود. بنابراین، بر اساس این روابط نتیجه گیری می شود که ژنوتیپ های دیررس‌تر، وزن هزار دانه بالاتری داشتند (جدول ۶). عملکرد علوفه خشک با ارتفاع

جدول ۴ - تجزیه واریانس مرکب برای خصوصیات زراعی ژنوتیپ‌های یولاف زراعی در سه فصل زراعی ۱۴۰۲-۱۳۹۹

Table 4. Combined analysis of variance for agronomic characteristics of cultivated oat genotypes in 2020-23 cropping seasons

S.O.V.	منبع تغییر	درجه آزادی df	ارتفاع گیاه Plant height	طول خوشه Panicle length	تعداد سنبلچه درخوشه Spikelet panicle^{-1}	سطح برگ پرچم Flag leaf area	عملکرد علوفه خشک Dry forage yield	عملکرد دانه Grain yield	وزن هزاردانه 1000 grain weight
Year (Y)	سال	2	2323.16*	944.34*	4866.06**	8891.4**	1.02	6296.63	6.73**
Y × Block	سال × بلوک	6	620.12	4.62	103.11	12.95	0.28	23424.5	0.12
Genotype (G)	ژنوتیپ	14	1081.41**	109.14**	2359.9**	73.99	0.28*	16067.2	1.82**
G × Y	ژنوتیپ × سال	28	82.92**	5.69	132. 01	39.81**	0.14*	15737.7**	0.09**
Error	خطا	84	31.28	7.9	99.54	18.05	0.07	3340.4	0.04
C.V. (%)	درصد ضریب تغییرات تغییرات(٪)		5.88	12.26	20.83	16.89	19.20	16.04	7.19

**and *: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

*و**: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد.

جدول۵- مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ × سال بر خصوصیات زراعی ژنوتیپ های یولاف زراعی

Table 5. Mean comparison of the genotype × year interaction effect on agronomic characteristics of cultivated oat genotypes

ژنوتیپ	ارتفاع گیاه (سانتی متر) Plant height (cm)			سطح برگ پرچم (سانتی متر مربع) Flag leaf area (cm^2)			عملکرد علوفه خشک (کیلوگرم در متر مربع) Dry forage yield ($kg\ m^{-2}$)			وزن هزاردانه (گرم) 1000 grain weight (g)			عملکرد دانه (گرم در متر مربع) Grain yield ($g\ m^{-2}$)		
Genotype	2020-21	2021-22	2022-23	2020-21	2021-22	2022-23	2020-21	2021-22	2022-23	2020-21	2021-22	2022-23	2020-21	2021-22	2022-23
G1	90.3	85.0	91.3	34.4	34.5	32.2	1.3	1.6	1.7	31.0	26.9	28.7	435.6	339.8	353.7
G2	80.3	78.7	85.3	26.8	22.5	31.1	0.9	1.2	1.4	32.0	28.7	28.0	211.8	376.9	389.8
G3	105.0	104.7	115.0	34.0	23.7	24.3	1.2	1.8	2.0	30.3	25.8	24.4	455.0	414.8	407.4
G4	87.3	95.3	107.0	15.5	25.1	23.8	0.8	1.2	1.8	32.2	24.6	25.7	347.7	322.2	375.9
G5	78.3	89.3	97.7	22.2	22.1	17.9	1.0	1.2	1.5	31.0	24.2	25.0	333.3	391.7	446.3
G6	106.7	106.7	116.0	20.2	25.5	18.4	1.0	1.2	1.5	37.0	25.5	25.3	338.2	261.1	301.9
G7	79.0	91.3	101.7	19.8	23.4	19.8	1.0	1.4	1.5	35.0	25.5	26.5	411.9	347.2	365.7
G8	88.3	100.3	108.3	22.5	23.3	19.0	1.2	1.5	1.7	33.1	24.1	19.8	398.8	227.8	252.8
G9	103.3	97.3	109.3	21.6	32.6	17.0	1.4	1.7	1.9	22.7	15.2	15.9	360.7	306.5	267.6
G10	84.3	99.0	98.3	21.9	20.5	18.7	1.1	1.4	1.5	35.2	28.5	24.2	309.5	386.1	370.4
G11	88.7	96.7	113.7	24.2	23.1	20.9	1.1	1.2	1.6	29.4	21.2	21.4	369.8	293.5	288.9
G12	91.0	91.0	106.0	43.0	36.6	27.6	0.9	1.3	1.7	28.9	24.0	24.8	328.2	363.0	432.4
G13	92.7	97.3	112.0	18.2	31.6	23.2	0.9	1.4	1.7	29.8	25.8	24.5	307.1	358.3	376.9
G14	106.7	97.3	105.3	32.7	32.0	25.3	1.6	1.5	2.0	33.8	27.3	27.7	464.3	406.5	379.6
G15	51.7	71.0	77.7	21.8	27.7	29.0	1.0	1.1	1.4	42.3	38	39.4	323.4	475.9	529.3
LSD (5%)		5.24			0.65			0.25			1.9			54.2	

جدول۶- ضرایب همبستگی بین خصوصیات فنولوژیکی و زراعی ژنوتیپ‌های یولاف زراعی مورد بررسی براساس روش پیرسون (درجه آزادی = ۱۳)

Table 6. Correlation coefficients between phenological and agronomic characteristics of cultivated oat genotypes based on Pearson's method (d.f. = 13)

خصوصیت Characteristic	روز تا ظهور خوشه Day to panicle emergence (DPE)	روز تا گلدهی Day to flowering (DF)	روز تا رسیدن فیزیولوژیکی Day to physiological maturity (DM)	ارتفاع گیاه Plant heigh t (PH)	طول خوشه Panicle length (PL)	تعداد سنبلچه در خوشه Spikelet panicle^{-1} (NSP)	سطح برگ پرچم Flag leaf area (FLA)	عملکرد علوفه خشک Dry forage yield (DFY)	وزن هزاردانه 1000 grain weight (1000GW)	عملکرد دانه Grain yield (GY)
DPE	1									
DF	0.92**	1								
DM	0.04	0.12	1							
PH	0.40**	0.40**	-0.25**	1						
PL	0.58**	0.56**	-0.43 **	0.68**	1					
NSP	0.40**	0.33**	-0.19*	0.45**	0.52**	1				
FLA	0.22**	0.20*	-0.54**	0.44**	0.49**	0.08	1			
DFY	0.42**	0.31**	-0.44**	0.55**	0.62**	0.61**	0.41**			
1000GW	-0.31**	-0.31**	0.50**	-0.56**	-0.60**	-0.48**	-0.35**	0.01	1	
GY	-0.31**	-0.33**	0.04	-0.13	-0.28**	-0.07	0.00	0.09	0.43**	1

**and *: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

*و**: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد.

گیاه، طول خوشه و تعداد سنبلچه در خوشه همبستگی مثبت و معنی دار داشت (جدول ۶). این روابط نشان‌دهنده نقش این خصوصیاتدر تعیین عملکرد علوفه خشک بود.کبده و همکاران (Kebede *et al.*, 2023b) نیز نتایج مشابهی در را گزارش کردند.

خصوصیات فنولوژیکی نقش بسزایی در سازگاری گیاه یولاف نسبت به شرایط اقلیمی مختلف دارد. تغییر در زمان‌بندی فصلی رویدادهای چرخه زندگی (فنولوژی)، به ویژه زمان گلدهی و رشد دانه، امکان تنظیم چرخه زندگی یولاف را برای مطابقت با محدودیت‌های اقلیمی فراهم می‌کند. این تنوع برای کشت یولاف در چنین طیف وسیع جغرافیایی حیاتی است (Trevaskis *et al.*, 2022). خصوصیات زراعی و فنولوژیکی در انتخاب، به نژادی و توصیف واریته‌های گیاهی یا ژنوتیپ‌های مختلف استفاده می‌شوند. پایداری این ویژگی‌ها در مواجهه با تغییرات محیطی می‌تواند سودمندی آنها را در شرایطی که گونه‌های گیاهی باید به طور قابل اعتماد شناسایی شوند، تعیین کند (Santos *et al.*, 2017).

در پژوهش حاضر ارزیابی خصوصیات فنولوژیکی و زراعی ژنوتیپ‌های یولاف زراعی درسال‌های نشان داد که این خصوصیات تحت تاثیر تغییرات آب و هوایی در سالهای مختلف قرار گرفتند. پژوهش های سایر پژوهشگران نیز نشان داده است که عوامل آب و هوایی بر فنولوژی و فرایندهای فیزیولوژیک گیاه تاثیر گذارند و تفاوت این عوامل در سال‌های مختلف موجب تغییر در این خصوصیات می شود (Shahmoradi, 2022; Shavrukove *et al.*, 2017). نتایج پژوهش حاضر نشان داد که خصوصیات فنولوژیکی روز تا ظهور خوشه و روزتاگلدهی نقش موثری در تعیین عملکرد علوفه خشک ژنوتیپ های زراعی یولاف مورد مطالعه داشتند. پژوهشگران رابطه کلی بین خصوصیات فنولوژیکی و عملکرد محصول، از طریق سازگاری و پتانسیل عملکرد، را محدود به یک اقلیم خاص ندانسته‌اند .(Yan *et al.*, 2007) به طور خلاصه، تنوع در خصوصیات فنولوژیکی سازگاری یولاف را با اقلیم‌های مختلف امکان‌پذیر می‌سازد و عامل اصلی تعیین‌کننده عملکرد محصول می‌باشد (Trevaskis *et al.*, 2022).

در پژوهش حاضر عملکرد علوفه خشک با ارتفاع گیاه، طول خوشه و تعداد سنبلچه در خوشه همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان داد. برخی پژوهشگران دیگر نیز وجود ارتباط مثبت و معنی‌داری بین عملکرد علوفه خشک و ارتفاع گیاه را گزارش نموده‌اند (Rady, 2018) و از آن به‌عنوان معیاری مهم برای انتخاب ژنوتیپ‌های گیاهان علوفه‌ای برتر استفاده کردند (Mofidian and Moghadam, 2013).

عملکرد یک صفت کمی و پیچیده است که توسط ژن‌های متعددی کنترل می‌شود و تحت‌تأثیر کنش‌ها و برهمکنش‌های صفات مختلف و همچنین تأثیر ژنوتیپ، محیط و برهمکنش‌های آنها قرار می‌گیرد (Yan *et al.*, 2000). امروزه با توجه به چالش‌های ناشی از تغییر اقلیم وعوامل محیطی غیرقابل پیش‌بینی، پایداری و ثبات در تولید

محصـــولات زراعی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار اســـت. عملکرد ژنوتیپ‌ها معمولاً به دلیل وجود برهمکنش ژنوتیپ و محیط در بین محیط های مختلف در نوســـان اســـت. برهمکنش ژنوتیپ و محیط نتیجه تغییرات در عملکرد نســـبی ژنوتیپ به دلیل پاسخ‌های متفاوت ژنوتیپ‌ها نسبت به تغییرات محیط اســـت (Sharifi *et al*., 2017) و زمانی رخ می‌دهد که اثر متقابل ژنوتیپ × محیط معنی‌دار باشـــد. در پژوهش حاضـــر نیز اثر متقابل ژنوتیپ × محیط معنی‌دار شـــد و نشـــان داد که واکنش ژنوتیپ‌های مختلف به عوامل محیطی متفاوت بود. این یافته با نتایج کبده و همکاران همســـو بود (Kebede *et al*., 2023a).

معرفی ژنوتیپ‌های برتر ســـازگار و با عملکرد بـالا، هـدف نهـایی بـه‌نژادگران برای کـاهش آسیب‌پذیری محصول در شرایط محیطی مختلف است. پژوهشگران نشان داده اند که ارقام مدرن ی یـولاف زراعـی کـه دارای عـملـکـرد دانـه بـالا می باشند، دارای وزن دانه بالا، حساسیت بیشتری نسبت به شرایط نامطلوب رشد پس از گرده‌افشانی دارنـد (Peltonen-Sainio, 1994). در پژوهش حاضر نیز رقم یورو (شاهد) با وجود عملکرد دانه مطلوب و وزن هزار دانـه بـالا، پـایـداری عملکرد بالایی نسبت به ارقام بومی نشان نداد.

با توجه به نتایج پژوهش حاضـــر، تعدادی از ژنوتیـپ هـای یولاف زراعی مورد مطـالعـه دارای خصوصیات فنولوژیکی و زراعی مطلوب بودند که می توانند در برنامه های به نژادی یولاف زراعی و برای مطالعات تکمیلی مورد استفاده قرار گیرند.

سپاسگزاری

این مقاله با استفاده از داده های حاصل از پروژه تحقیقاتی ســـفارشـــی وزارت جهاد کشـــاورزی با شماره مصوب ۹۸۱۱۵۰-۲۶۹-۰۳-۰۳-۲۴ سازمان تحقیقـات، آموزش و ترویج کشـــاورزی تهیـه و نگارش شـــده اســـت. اعتبار این پروژه تحقیقاتی توسط وزارت جهاد کشاورزی تامین شد، بنابراین، نگارندگان بدین وسـیله از کلیه همکاران سـازمان تـحـقـیـقـات آمـوزش و تـرویـج کشـــاورزی و کارشـناسـان دفتر غلات و محصـولات اسـاسـی وزارت جـهـاد کشـــاورزی، بـویـژه شـــادروان ســـرکارخانم دکتر آیدا رحمانی، که با همکاری و پشـــتیبانی آنها اجرای این پژوهش میســـر شـــد، سپاسگزاری می کنند.

عدم تعارض منافع

نگارندگان اعلام می‌کنند که با یکدیگر و ســـایر اشـــخاص حقوقی یا حقیقی تعارض منافع ندارند.

Reference

Ahmad, A., Anjum, F.M., Zahoor, T., Nawaz, H. and Ahmed, Z. 2010. Extraction and characterization of β-glucan from oat for industrial utilization. *International Journal of*

Biological Macromolecules, 46, pp.304-309. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2010.01.002

Annicchiarico, P. 2002. Genotype × environment interaction: Challenges and opportunities for plant breeding and cultivar recommendations. 115 pp.

Buerstmayr, H., Krenn, N., Stephan, U., Grausgruber, H. and Zechner, E. 2007. Agronomic performance and quality of oat (*Avena sativa* L.) genotypes of worldwide origin produced under Central European growing conditions. *Field Crops Research, 101*, pp.343-351. DOI: 10.1016/j.fcr.2006.12.011

Dwivedi, S.L., Ceccarelli, S. Blair, M.W., Upadhyaya, H.D., Are, A.K. and Ortiz, R. 2016. Landrace germplasm for improving yield and abiotic stress adaptation. *Trends in Plant Science, 21*(1), pp.31-42. DOI: 10.1016/j.tplants.2015.10

Esquinas-Alcázar, J. 2010. Protecting crop genetic diversity for food security: political, ethical and technical challenges. *Nature, 6*, pp.946-953. DOI: 10.1038/nrg1729

Evans, L.T. 1993. Crop evolution, adaptation and yield. Cambridge University Press, New York. 500 pp.

Forsberg, R.A. and Reeves, D.L. 1992. Breeding oat varieties for improved grain quality. Pp. 751-775. In: Marshall, H. G. and Sorrells, M.E. (eds.) *Oat Science and Technology*. American Society of Agronomy, Madison, USA.

Frison, E.A., Cherfas, J. and Hodgkin. T. 2011. Agricultural biodiversity is essential for a sustainable improvement in food and nutrition security. *Sustainability, 3*(1), pp.238-253. DOI: 10.3390/su3010238

Gepts, P. 2006. Plant genetic resources conservation and utilization: the accomplishment and future of a societal insurance policy. *Crop Science, 46*, pp.2278-2292.

Hoffmann, L.A. 1995. World production and use of oats. Pp. 34-61. In: Welch, R.W. (ed.) *The Oat Crop-Production and Utilization*. Chapman and Hall, London.

Khoury, C.K., Bjorkman, A.D., Dempewolf, H., Ramirez-Villegas, J., Guarino, L., Jarvis, A., Rieseberg, L.H. and Struik, P.C. 2014. Increasing homogeneity in global food supplies and the implications for food security. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 111*(11), pp.4001-4006. DOI: 10.1073/pnas.1313490111.

Kebede, G., Worku, W., Jifar, H. and Feyissa, F. 2023a. Stability analysis for fodder yield of oat (*Avena sativa* L.) genotypes using univariate statistical models under diverse environmental conditions in Ethiopia. *Ecological Genetics and Genomics, 29,* 100202. DOI: 10.1016/j.egg.2023.100202

Kebede, G., Worku, W., Feyissa, F., Jifar, H., Faji, M., Kehaliew, A., Dejene, M.,

Geleti, D., Assefa, G., Alemayehu, M., Balehegn, M. and Adesogan, A. T. 2023b. Genetic diversity assessment of oat (*Avena sativa* L.) genotypes for agro-morphological traits: I. Heritability and genetic gain. Pp. 359-380 In: Feyissa, F., Wondatir, Z., Fita, L. and Jembere, T. (eds.) *Livestock Research Proceedings*. Ethiopian Institute of Agricultural Research. Addis Ababa, Ethiopia

Levene, H. 1960. Robust tests for equality of variances. Pp. 278-292. In: Olkin, I. (ed.) *Contributions to Probability and Statistics*. Stanford University Press, Palo Alto.

Li, C.D., Rossnagel, B.G. and Scoles, G.J. 2000. The development of oat microsatellite markers and their use in identifying relationships among *Avena* species and oat varieties. *Theoretical and Applied Genetics, 101*, pp.1259-1268. DOI:10.1007/s001220051605

Lin, C.S. and Binns, M.R. 1988. A method for analyzing cultivar × location × year experiments: a new stability parameter. *Theoretical and Applied Genetics*, *76*, pp. 425-430.

Mofidian, A. and Moghaddam, A. 2013. Analysis of ecotype × location interaction in cold -region alfalfa ecotypes. *Iranian Journal of Crop Sciences, 15*(2), pp.181-195. DOI: 20.1001.1.15625540.1392.15.2.7.7

O'Donoughue, L.S., Souza, E., Tanksley, S.D. and Sorrells, M.E. 1994. Relationships among North American oat varieties based on restriction fragment length polymorphisms. *Crop Science, 34*, pp.1251–1258. DOI: 10.2135/cropsci1994.0011183X003400050021x

Peltonen-Sainio, P. 1994. Characteristics associated with reduced yield stability in oats. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science, 44*(3), pp.179-183. DOI: 10.1080/09064719409410242

Rady, H.Y. 2018. Genotypic and environmental interaction effects on forage yield and its related traits of some summer forage crops. *Journal of Plant Production, 9*(10), pp.815-820. DOI: 10.21608/jpp.2018.36437

Rodgers, D.M., Murphy, J.P. and Frey, K.J. 1983. Impact of plant breeding on the grain yield and genetic diversity of spring oats. *Crop Science, 23*, pp.737-740. DOI: 10.2135/cropsci1983.0011183X002300040032x

Santos, J., Scheffer-Basso, M. S., Canali Lângaro, N. and Brammer, P. S. 2017. Instability of the expression of morphological and phenological descriptors to environmental variation in white oat. *Semina: Ciências Agrárias, 38*(2), pp.683-698. DOI: 10.5433/1679 0359.2017v38n2p683

Trevaskis, B., Harris Felicity, A.J., Bovill, W.D., Rattey, A.R., Khoo, K.H.P., Boden, S.A. and Hyles, J. 2022. Advancing understanding of oat phenology for crop

adaptation. *Frontiers in Plant Science, 13.* DOI: 10.3389/fpls.2022.955623

Trevaskis, B. 2018. Developmental pathways are blueprints for designing successful crops. *Frontiers in Plant Science, 9, 745*. DOI: 10.3389/fpls.2018.00745

Shahmoradi, Sh., Zahravi, M. and Ghanavati, F. 2019. Evaluation of genetic diversity in some oat species (*Avena* spp.) of Iran. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 27*(1), pp.28-44. DOI: 10.22092/IJRFPBGR.2019.120253

Shahmoradi, Sh. 2022. Evaluation of quality and quantity in forage and grain yield of Iranian rye ecotypes. *Journal of Crops Improvement, 24*(3), pp.855-867. DOI: 10.22059/jci.2022.328142.2592

Sharifi, P., Aminpanah, H., Erfani, R., Mohaddesi, A. and Abbasian, A. 2017. Evaluation of genotype × environment interaction in rice based on AMMI model in Iran. *Rice Science*, *24,* pp.173-180. DOI: 10.1016/j.rsci.2017.02.001.

Shavrukov, Y., Kurishbayev, A., Jatayev, S., Shvidchenko, V., Zotova, L., Koekemoer, F., de Groot, S., Soole, K. and Langridge, P. 2017. Early flowering as a drought escape mechanism in plants: How can it aid wheat production? *Front Plant Science*, *8*, 1950. DOI: 10.3389/fpls.2017.01950

Souza, E. and Sorrells, M.E. 1989. Pedigree analysis of North American oat varieties released from 1951-1985. *Crop Science, 29*, pp.595-601. DOI: 10.2135/cropsci1989.0011183X002900030008x

Souza, E. and Sorrells, M.E., 1991. Relationships among 70 North American oat germplasm: I. cluster analysis using quantitative characters. *Crop Science, 31*, pp.599-605. DOI: 10.2135/cropsci1991.0011183X003100030010x

White, E.M. 1995. Structure and development of oats. Pp. 88-119. In: Welch, R.W. (ed.) *The Oat Crop: Production and Utilization.* Chapman and Hall, London, UK.

Yan, W., Hunt, L.A., Sheng, Q. and Szlavnics, Z. 2000. Cultivar evaluation and mega-environment investigation based on the GGE Biplot. *Crop Science, 40*, pp.597-605. DOI: 10.2135/cropsci2000.403597x

Yan, W. and Rajcan, I. 2002. Biplot analysis of test sites and trait relations of soybean in Ontario. *Crop Science*, *42*, pp.11-20. DOI: 10.2135/cropsci2002.1100.

Yan, W., Molnar, S. J., Fregeau-Reid, J., McElroy, A. and Tinker, N. A. 2007. Associations among oat traits and their responses to the environment. *Journal of Crop Improvement, 20,* pp.1–29. DOI: 10.1300/J411v20n01.01

RESEARCH ARTICLE

Evaluation of Some Phenological and Agronomic Characteristics of Cultivated Oat (*Avena sativa* L.) Genotypes

Sh. Shahmoradi[1*], B. Sorkhi Lalehloo[2], V. Ghotbi[3], S. Taheri Ardestani[4] and H. R. Nikkhah[5]

1. **Associate Prof., Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran.**
2. **and 3. Assistant Prof., Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran.**
4. **Researcher, Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran.**
5. **Associate Prof., Razavi Khorasan Agricultural and Natural Resources Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Mashhad, Iran.**

ABSTRACT

Shahmoradi, Sh., Sorkhi Lalehloo, B., Ghotbi, V., Taheri Ardestani, S. and. Nikkhah, H. R. 2023. Evaluation of some phenological and agronomic characteristics of cultivated oat (Avena sativa L.) genotypes**.** *Seed and Plant, 39,* pp.527-544 (in Persian).

Germplasm collections in gene banks provide valuable genetic resources for responding to the current and future challenges imposed by changing climate. In this research, 14 genotypes from the oat collection of the national plant gene bank of Iran and cv. Euro, were evaluated using in 2020-2023 cropping seasons in the research field station of Seed and Plant Improvement Institute in Karaj, Iran. The experimental design was randomized complete block design with three replications. Mean day to flowering for cv. Euro (G15) was 173, and for genotype no. 1 (G1) was 188 days. Mean day to physiological maturity grouped G13, G10, G7, G5 and cv. Euro as early maturity, and G1 was identified as late maturity genotypes. The tallest genotypes were G3 and G6 with mean plant height taller than 100 cm, and cv. Euro with less than 80 cm plant height was the shortest. Genotypes, G3, G9 and G14 with mean dry forage yield greater than 1.5 kg m^{-2} were superior in comparison with other genotypes. Cultivar Euro and G3 had higher mean grain yield among evaluated genotypes. The results of this research showed that day to panicle emergence and day to flowering had significant role in determination of dry forage yield of studied cultivated oat genotypes. The results of this research can be used in the cultivated oat breeding programs and supplementary studies.

Keywords: Oat, day to panicle emergence, day to flowering, dray forage yield, 1000 grain weight, grain yield.

Introduction

Traditional agricultural production systems have played a vital role in the evolution and preservation of diversity in the field, and by reducing vulnerability to environmental stresses, could guarantee the sustainability of crop production. Landraces are native populations of agricultural species that are heterogeneous and local adaptations, therefore, they provide valuable genetic resources to lessen the current and future challenges of agriculture in stress prone environments. These local ecotypes may have variable phenology and low to moderate yields, but often have high nutritional value. Therefore, exploiting the diversity in genetic resources, especially for grains and fodder, can guarantee the stability of production in agricultural systems. National and international gene banks around the world have valuable genetic resources of germplasm of different plants, most of which are landraces (Dwivedi *et al.,* 2016). Assessment of genetic diversity in the oat collection of the national plant gene bank of Iran has shown high diversity in different traits, which can be used in cultivated oat breeding programs (Shahmoradi *et al.,* 2019). Considering the growing importance and demand for fodder and grain of this plant as feed and food, phenological and agronomic characteristics of 14 genotypes of the cultivated oat accessions available in the national plant gene bank of Iran were evaluated.

Materials and Methods

In this research, phenological and agronomic characteristics of 14 cultivated oat accessions along with cv. Euro (check), received from South Australia, were evaluated. The experiment was carried out using randomized complete block design with three replications in the research field station of Seed and Plant Improvement Institute in Karaj, Iran. Seeds of oat genotypes were planted in two two-meter lines with row spacing of 20 cm and seeding density of 300 seeds m^{-2}. The evaluated characteristics included day to panicle emergence, day to flowering, day to maturity, plant height, spikelets $panicle^{-1}$, panicle length, dry forage yield, grain yield and 1000 grain weight. The homogeneity of error variances for the examined traits was confirmed using the Levene variance uniformity test and the normality of the data. Then, combined analysis of variance was performed using SPSS software (version 25). Means were compared using least significant differences (LSD) test at the 5% probability level.

Results and Discussion

Combined analysis of variance showed that year, genotype and genotype × year interaction was significant on some phonological and agronomic characteristics. The significant genotype × year interaction effect indicated that oat genotypes responded differently to different years' environmental conditions. Other researchers have also shown that environmental conditions in different years had significant effect on plant phenological and agronomic characteristics as well as on physiological process in plants (Shavrukove *et al.,* 2017). Genotypes were significantly different for day to flowering and day to physiological maturity as well as for dry forage yield, grain yield, 1000 grain

weight and plant height (Kebede *et al.*, 2023b).

Mean day to flowering for cv. Euro (G15), with Australian origin, was 173, and for genotype no. 1 (G1) was 188 days. Mean day to physiological maturity grouped G13, G10, G7, G5 and cv. Euro as early maturity, and G1 was identified as late maturity genotypes. The tallest genotypes were G3 and G6 with mean plant height taller than 100 cm, and cv. Euro with less than 80 cm plant height was the shortest. Genotypes, G3, G9 and G14 with mean dry forage yield greater than 1.5 kg m^{-2} were superior in comparison with other genotypes. Kebede *et al.* (2023b) also reported variation in dry forage yield among oat genotypes. Cultivar Euro and G3 had higher mean grain yield among evaluated genotypes.

The results of this research showed that day to panicle emergence and day to flowering had significant role in determination of dry forage yield of studied cultivated oat genotypes. There was positive and significant relationship between day to physiological maturity and 1000 grain weight. Based on the results of this research, some of the studied genotypes had desirable phenological and agronomic characteristics and can be used in the cultivated oat breeding programs and supplementary studies.

References

Dwivedi, S.L., Ceccarelli, S. Blair, M.W., Upadhyaya, H.D., Are, A.K. and Ortiz, R. 2016. Landrace germplasm for improving yield and abiotic stress adaptation. *Trends in Plant Science, 21*(1), pp.31-42. DOI: 10.1016/j.tplants.2015.10

Kebede, G., Worku, W., Feyissa, F., Jifar, H., Faji, M., Kehaliew, A., Dejene, M., Geleti, D., Assefa, G., Alemayehu, M., Balehegn, M. and Adesogan, A. T. 2023b. Genetic Diversity Assessment of Oat (*Avena sativa* L.) Genotypes for Agro-morphological Traits: I. Heritability and Genetic Gain. Pp. 359-380 In: Feyissa, F., Wondatir, Z., Fita, L. and Jembere, T. (eds.) *Livestock Research Proceedings*. Ethiopian Institute of Agricultural Research. Addis Ababa, Ethiopia

Shahmoradi, Sh., Zahravi, M. and Ghanavati, F. 2019. Evaluation of genetic diversity in some oat species (*Avena* spp.) of Iran. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 27*(1), pp.28-44. DOI: 10.22092/IJRFPBGR.2019.120253

Shavrukov, Y., Kurishbayev, A., Jatayev, S., Shvidchenko, V., Zotova, L., Koekemoer, F., de Groot, S., Soole, K. and Langridge, P. 2017. Early flowering as a drought escape mechanism in plants: How can it aid wheat production? *Front Plant Science*, *8*, 1950. DOI: 10.3389/fpls.2017.01950

*Corresponding author: shakibashahmoradi@gmail.com Tel.: +982632701260

Received: 06 November 2023
Accepted: 26 January 2024

2023© Seed and Plant. This is an open access article distributed under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0), which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source.