

نشریه علمی یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی
جلد ۱۴، شماره ۱، سال ۱۴۰۴

بهرنگ، اولین رقم گلرنگ علوفه‌ای مناسب شرایط دیم مناطق سرد و معتدل کشور

Behrang, the first forage safflower variety suitable for cold and moderate rainfed conditions of Iran

سید سعید پورداد^۱، مهدی جمشید مقدم^۲، حسن خمیس آبادی^۳، خشنود علیزاده^۴، عبدالله شریعتی^۵،
سارا علیپور^۶ و حسین هداوند میرزایی^۷

- ۱ و ۷- به ترتیب، استاد و استادیار، پژوهشگاه بیوتکنولوژی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
- ۲ و ۶- به ترتیب، استادیار و مربی، موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه (سرارود)، ایران.
- ۳- دانشیار، موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
- ۴- استاد، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران.
- ۵- محقق، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، سنندج، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۲/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۲۹

چکیده

پورداد، س. س.، جمشید مقدم، م.، خمیس آبادی، ح.، علیزاده، خ.، شریعتی، ع.، علیپور، س.، و هداوند میرزایی، ح. ۱۴۰۴. بهرنگ، اولین رقم گلرنگ علوفه‌ای مناسب شرایط دیم مناطق سرد و معتدل کشور. نشریه علمی یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی (۱): ۱۴۳-۱۴۱.

مهم‌ترین عامل محدودکننده در بخش تولید دام و طیور، کمبود منابع علوفه و محدودیت شدید آب در توسعه کشت گیاهان علوفه‌ای در کشور است. با معرفی ارقام گلرنگ علوفه‌ای برای مناطق دیم کشور می‌توان ضمن تأمین بخشی از علوفه مورد نیاز کشور، فشار بر مراتع را نیز کاهش داد. گلرنگ رقم بهرنگ در سال ۱۳۸۸ در ارزیابی بخشی از کلکسیون گلرنگ شناسایی و از طریق گزینش و خالص سازی توده داراب ۴ حاصل شده است. در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ تعداد ۲۴ ژنوتیپ بی‌خار گزینش شده به همراه سه رقم شاهد در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم سرارود بررسی شدند و مشخص شد که رقم بهرنگ از نظر صفات عملکرد علوفه‌تر و خشک بالاتر از میانگین ژنوتیپ‌ها بوده و از نظر صفات کیفی علوفه وضعیت مطلوبی داشت. عملکرد تعداد ۱۴ ژنوتیپ برتر گزینش شده در سال‌های زراعی ۹۳-۱۳۹۲ تا ۹۶-۱۳۹۵ از نظر سازگاری و پایداری عملکرد علوفه بررسی و نتایج نشان داد که رقم بهرنگ دارای بیشترین میانگین عملکرد علوفه‌تر و خشک به ترتیب با ۱۸۳۴۵ و ۶۸۱۱ کیلوگرم در هکتار بود و بهترین رتبه در بین ژنوتیپ‌های تحت بررسی داشته و از نظر عملکرد علوفه‌تر و خشک پایدارترین ژنوتیپ بوده و همچنین تجزیه گرافیکی (GGE بای پلات) نیز نشان داد که رقم بهرنگ برای دو صفت مذکور ژنوتیپی ایده‌آل محسوب می‌شود. ارزیابی رقم بهرنگ در شرایط دیم مزارع زارعین در دو منطقه روانسر

و دینور (کرم‌ناشاه) نشان داد که این رقم از نظر عملکرد علوفه تر و خشک به ترتیب با میانگین‌های ۹۷۷۸ و ۵۰۲۲ کیلوگرم در هکتار نسبت به رقم شاهد فرامان به ترتیب با میانگین‌های به ترتیب ۸۰۰۴ و ۴۲۶۹ کیلوگرم در هکتار برتری داشت. بررسی میانگین شاخص مهم ارزش نسبی خوراک (RFV) برای رقم فرامان و بهرنک به ترتیب ۱۷۲ و ۱۶۰ بوده و هر دو رقم از نظر شاخص RFV در رتبه ممتاز قرار داشتند. بررسی رقم بهرنک از نظر بیماری پژمردگی فوزاریومی نشان داد که واکنش این رقم نیمه مقاوم بود. در مجموع رقم جدید بهرنک با میانگین عملکرد علوفه تر، خشک و کیفیت علوفه بالا مناسب کشت پاییزه مناطق دیم معتدل سرد و کشت بهاره زود هنگام مناطق دیم سردسیر می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: پایداری، دیم، شاخص‌های کیفی علوفه، عملکرد علوفه تر و خشک، گلرنگ علوفه‌ای

مقدمه

با توجه به افزایش روز افزون جمعیت و تقاضا برای مصرف پروتئین حیوانی و متعاقب آن افزایش تعداد دام، چالش تامین علوفه شدیدتر می‌شود. در حال حاضر تعداد ۷۲ میلیون راس دام در کشور وجود دارد و مقدار تولید علوفه با کیفیت شامل یونجه، شبدر، ذرت علوفه‌ای و سایر گیاهان علوفه‌ای برابر ۱۶/۶ میلیون تن است (Anonymous, 2022). بر این اساس ۷۷ درصد علوفه با کیفیت مورد نیاز صنعت دام در کشور تولید شده و مابقی از طریق واردات و استفاده از علوفه بی کیفیت و چرای منابع طبیعی تامین می‌شود. گلرنگ زراعی با نام علمی (*Carthamus tinctorius* L.) مرکبان یا آستراسه، دارای مصارف صنعتی، دارویی و غذایی است (Pourdad, 2006). این گیاه قابلیت کشت به عنوان یک گیاه علوفه‌ای را داشته و در کشور کانادا در مواردی که تاریخ کشت گلرنگ به تاخیر افتاده یا قیمت دانه گلرنگ کاهش شدید داشته باشد، به صورت علوفه‌ای برداشت می‌شود. این گیاه می‌تواند بطور مستقیم نیز مورد چرای دام قرار گیرد (Bar-Tal et al., 2008). اسمیت (Smith, 1996) و ویچمن (Wichman, 1996) اظهار داشتند که علوفه گلرنگ قابلیت پلت شدن را دارد و ارزش تغذیه‌ای آن برابر و یا بهتر از علوفه یولاف یا یونجه است. علوفه گلرنگ زمانی مناسب خواهد بود که قبل از غنچه‌دهی و یا دقیقاً در زمان غنچه‌دهی برداشت شود (Bergland et al., 2007).

جبّاری و همکاران (Jabbari et al., 2023)

اعلام کردند که برداشت گلرنگ در مرحله شروع گلدهی با ۱۹/۲۲ درصد دارای بیشترین میزان پروتئین خواهد بود. لنّدا و همکاران (Landau et al., 2004) اعلام نمودند که گلرنگ به علت دارا بودن میزان پروتئین بالا می‌تواند به عنوان یک مکمل پروتئینی در جیره غذایی دام‌ها و ماکیان مورد استفاده قرار گیرد. گلرنگ گیاهی مقاوم به خشکی بوده لذا علوفه گلرنگ می‌تواند به طور گسترده در خیلی از کشورهای جهان مخصوصاً کشورهای مناطق نیمه خشک توسعه یابد. کنجاله بجا مانده از بذر گلرنگ بعد از استخراج روغن، به عنوان غذای دام مصرف می‌شود. میزان پروتئین خام کنجاله نیز از ۲۰ تا ۲۵ درصد در کنجاله واجد پوسته و ۴۲ درصد در کنجاله فاقد پوسته متفاوت است. حذف پوسته از بذور عمدتاً اقتصادی نیست و معمولاً کنجاله گلرنگ دارای ۳۰ تا ۴۰ درصد فیبر خام است که برای دام‌های تک معده‌ای مانند خوک و طیور نامناسب است. این کنجاله برای گاو و در ترکیب با جیره غذایی گوساله و سایر دام‌ها استفاده شده است (Smith, 1996).

میزان بذر کشت شده برای تولید گلرنگ علوفه‌ای حدود دو برابر میزان بذر مورد نیاز در تولید دانه است. ارسلان و همکاران (Arslan et al., 2008) در منطقه تراکیای ترکیه میزان بذر ۴۸ کیلوگرم در هکتار را برای تولید علوفه در شرایط دیم استفاده کردند. دلفانی و همکاران (Delfani et al., 2018)

نیز با بررسی پنج میزان بذر ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار نشان دادند که برای رقم فرامان اختلاف معنی‌داری از نظر عملکرد علوفه‌ترین سه میزان بذر ۴۰، ۵۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار وجود نداشته لذا برای کشت علوفه‌ای این رقم در شرایط دیم میزان بذر ۴۰ کیلوگرم در هکتار را توصیه نمودند. ویچمن و همکاران (Wichman *et al.*, 2001) در بررسی خود بر روی علوفه گلرنگ اظهار داشتند که پتانسیل عملکرد علوفه خشک گلرنگ در منطقه گریت پلین شمالی در استرالیا بین ۲/۴۶ تا ۱۱/۵۵ تن در هکتار است.

هدف از این تحقیق معرفی یک رقم گلرنگ علوفه‌ای با کیفیت تغذیه‌ای بالا و مناسب شرایط دیم کشور بود به گونه‌ای که بتواند در نظام زراعی دیم در تناوب با غلات و حبوبات کشت گردد.

مواد و روش‌ها

در ابتدا تعداد ۵۰۰ رقم، لاین، توده داخلی و خارجی گلرنگ در تاریخ کاشت پاییزه و در شرایط دیم در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم سرارود در سال زراعی ۱۳۸۹-۱۳۹۰ بررسی شدند و ژنوتیپ داراب ۴ (رقم بهرنگ) با توجه به خصوصیات زراعی مطلوب بصورت مشاهده‌ای انتخاب گردید. ۲۴ ژنوتیپ بی‌خار گزینش شده از آزمایش مقدماتی به همراه سه رقم دیگر در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ در کشت پاییزه برای عملکرد علوفه و سایر صفات زراعی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه

تکرار و در بررسی آزمایشگاهی از لحاظ شاخص‌های کیفیت علوفه مورد بررسی قرار گرفتند و ۱۴ ژنوتیپ گزینش شدند. این ژنوتیپ‌ها به همراه دو رقم شاهد فرامان و گلدشت به منظور بررسی سازگاری و پایداری عملکرد علوفه در سه ایستگاه تحقیقاتی سرارود (۲ سال)، قاملو (۳ سال) و مراغه (۴ سال) طی سال‌های زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۲ تا ۱۳۹۶-۱۳۹۵ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند. تفاوت در تعداد سال‌های آزمایش در ایستگاه‌ها به دلیل خشکسالی و شرایط اقلیمی بوده است. اندازه کرت‌های آزمایشی در آزمایش‌های مقدماتی شامل دو ردیف ۴ متری و در آزمایش‌های پیشرفته و سازگاری چهار ردیف ۴ متری بود. در کلیه آزمایش‌ها فاصله ردیف‌ها ۳۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر بود. با توجه به این که ژنوتیپ داراب ۴ در آزمایش سازگاری ژنوتیپ برتر بود برای ارزیابی در شرایط زارعین انتخاب شد. رقم بهرنگ با رقم شاهد فرامان در مزارع زارعین آزمایشی در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ در دو منطقه روانسر و صحنه در استان کرمانشاه و منطقه فاروج در استان خراسان شمالی مورد ارزیابی قرار گرفتند. مساحت هر کرت در آزمایش‌های مزارع زارعین نیز حدود ۳۰۰ متر مربع با فاصله ردیف‌های ۳۰ سانتی‌متر بود. در تمامی آزمایش‌های میزان کود نیتروژن و فسفر مصرفی برابر N₆₀ P₆₀ بوده و کشت بذور در عمق حدود ۲ تا ۳ سانتی‌متر

انجام شد.

در آزمایش‌های تکمیلی نیز به منظور ارزیابی ژنوتیپ‌های پیشرفته گلرنگ نسبت به بیماری پژمردگی فوزاریومی ۳۱ ژنوتیپ پیشرفته گلرنگ در بستر آلوده به قارچ عامل بیماری (Sick plot) کشت و در ابتدا و انتهای بلوک‌ها لاین حساس به بیماری (زرقان ۲۷۹) به عنوان شاهد کشت گردید. مایه تلقیح جدایه‌ای از قارچ *Fusarium solani* بود (Alipour, 2008)، و گیاهچه‌هایی که علائم زردی و پژمردگی نشان دادند به آزمایشگاه منتقل و از نظر آلودگی به قارچ عامل بیماری مورد بررسی قرار گرفتند (Saremi, 1998). به منظور بررسی دقیق‌تر وضعیت ارزش تغذیه‌ای علوفه رقم بهرننگ با رقم شاهد فرامان نمونه‌های گیاهی در آزمایش‌های تحقیقی-ترویجی استان‌های کرمانشاه و خراسان شمالی مورد بررسی قرار گرفتند. بلافاصله بعد از برداشت، نمونه‌ها در سایه خشک شده و به روش تجزیه تقریبی (A.O.A.C) هر یک از مواد مغذی شامل الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF یا Acid Detergent Fiber)، الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF یا Neutral Detergent Fiber)، ماده خشک (DM یا Dry Matter)، پروتئین خام (CP یا Crude Protein)، عصاره اتر یا EE (Ether Extract)، میزان خاکستر (Ash) و همچنین عناصر معدنی مهم در تغذیه دام از قبیل کلسیم (Ca) و فسفر (P) اندازه‌گیری شد. یکی

از روش‌های ارزشیابی علوفه مورد استفاده در تغذیه دام تعیین ارزش نسبی خوراک (RFV) است که محاسبه گردید. بررسی کیفیت علوفه در آزمایشگاه موسسه تحقیقات علوم دامی کشور (کرج) در سال ۱۳۹۲ انجام شد.

برای محاسبه پایداری از آماره‌های پایداری شاخص برتری لین و بینز (Lin and Binns, (Pi (1988)، پارامتر پایداری اکووالانس ریک (Wricke, 1962)، واریانس پایداری شوکلا (Shukla, 1972)، و شاخص سازگاری هندسی (GAI) برای کلیه ژنوتیپ‌ها استفاده شد. روش بای پلات توسط یان و همکاران (Yan et al., 2007) کاربرد وسیعی در بررسی اثر ژنوتیپ و ژنوتیپ × محیط طی چند سال اخیر داشته است. از نمودارهای این روش نیز در بررسی پایداری ژنوتیپ‌ها استفاده شد.

نتایج و بحث

بررسی ۵۰۰ ژنوتیپ گلرنگ در آزمایش بررسی مقدماتی منجر به گزینش ۲۴ ژنوتیپ با عملکرد مناسب شد. در این مرحله شدت گزینش بسیار بالا بود زیرا ژنوتیپ‌های بی‌خار با کاربرد علوفه‌ای مد نظر بود و تنها حدود ۳۲ درصد ژنوتیپ‌ها بی‌خار بودند. همچنین گزینش برای صفات رنگ گلچه قرمز و تولید بیشتر بیوماس نیز انجام شد. ژنوتیپ‌های گزینش شده عمدتاً از توده‌های بومی داخلی بودند. ارزیابی ۲۴ ژنوتیپ انتخابی به همراه ارقام شاهد نشان داد که رقم بهرننگ از نظر وزن هزار دانه، بالاتر از

میانگین ژنوتیپ‌ها بوده و در گروه دانه درشت‌ها قرار داشته و عملکرد دانه آن از میانگین ژنوتیپ‌ها (۴۹۱/۶ کیلوگرم در هکتار) و همچنین از دو شاهد بی‌خار گلدشت و فرامان نیز بالاتر بود. از نظر صفات مهم و اقتصادی عملکرد علوفه‌تر و خشک نیز به ترتیب با ۶۳/۷ و ۲۹ تن در هکتار بالاتر از میانگین ژنوتیپ‌ها بوده و در گروه آماری ژنوتیپ‌های دارای عملکرد بالا قرار داشت. عملکرد علوفه‌تر و خشک در رقم فرامان (شاهد) به ترتیب ۵۲ و ۲۳/۸ تن در هکتار بود (جدول مقایسه میانگین‌ها آورده نشده است). مقایسه شش صفت مهم کیفیت علوفه (جدول ۱) نشان داد که این رقم جدید از نظر میزان پروتئین خام (۱۰/۹ درصد) ۰/۴ درصد پایین‌تر از میانگین کل ژنوتیپ‌ها بوده و رتبه ۱۶ را داشت. علوی (Alavi, 2000) میانگین پروتئین خام یونجه را در شش منطقه کشور ۱۴/۹۰ درصد گزارش کرد. این درحالی است که میزان پروتئین خام کاه گندم تنها ۳/۳ درصد است. مقادیر بالای الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF) از انرژی قابل هضم پایین‌تری برخوردار بوده و مقادیر بالای الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF) میزان مصرف علوفه توسط دام را کاهش می‌دهد. در رقم بهرنگ NDF (۳۷/۹ درصد) در حد میانگین ژنوتیپ‌ها و میزان ADF (۲۷/۴ درصد) کمتر از میانگین کل ژنوتیپ‌ها بود. به‌طور کلی در لگوم‌ها مقادیر NDF کمتر از ۴۰ درصد و ADF کمتر از ۳۵ درصد بیانگر کیفیت مناسب

علوفه است و در مقایسه با لگوم‌های علوفه‌ای رقم گلرنگ بهرنگ از این نظر مطلوب بود. میزان ماده خشک مصرفی (DMI) رقم بهرنگ در حد میانگین ژنوتیپ‌ها (۳/۳ گرم بر کیلوگرم) بوده و قابلیت هضم ماده خشک مصرفی (DDM) آن (۶۷/۵ درصد) بالاتر از میانگین و با ژنوتیپ اسلام آباد ۴/۲ با بیشترین مقدار DDM در یک گروه آماری قرار داشت. لذا رقم بهرنگ از نظر این دو شاخص در حد مطلوب و مناسبی قرار داشت. مقادیر بالای شاخص ارزش نسبی خوراک (RFV) بیانگر کیفیت بالاتر علوفه است. مقدار RFV برای رقم جدید بهرنگ ۱۷۰/۶ بوده که اندکی بالاتر از میانگین ژنوتیپ‌های مورد بررسی بود.

آزمون بارتلت برای بررسی متجانس بودن واریانس اشتباهات آزمایشی انجام و فرض صفر مبنی بر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین واریانس اشتباهات آزمایشی مورد تایید قرار گرفت. لذا تجزیه واریانس مرکب ۱۶ ژنوتیپ برتر گزینش شده از آزمایش سال قبل از نظر برخی صفات زراعی در ۹ محیط آزمایشی (مراغه ۴ سال، قاملو ۳ سال و سرارود ۲ سال) انجام و نتایج نشان داد که اثر محیط و اثر متقابل ژنوتیپ × محیط برای ۷ صفت تحت بررسی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. همچنین اختلاف بین ژنوتیپ‌ها برای عملکرد دانه، علوفه‌تر و خشک، تعداد روز تا شروع گلدهی، ارتفاع بوته و وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد و برای صفت تعداد دانه در غوزه در سطح احتمال

جدول ۱- مقایسه میانگین صفات کیفیت علوفه و عملکرد علوفه تر و خشک در ژنوتیپ‌های پیشرفته گلرنگ در شرایط دیم، سرارود ۹۲-۱۳۹۱
Table 1. Mean comparison of the forage quality traits, wet and dry forage yield of advanced safflower genotypes in rainfed conditions, Sararood 2012-2013.

ژنوتیپ Genotype	CP (%)	NDF (%)	ADF (%)	DMI (gkg ⁻¹)	DDM (%)	RFV	عملکرد علوفه تر (تن در هکتار) WY (tha ⁻¹)	عملکرد علوفه خشک (تن در هکتار) DY (tha ⁻¹)
Islamabad 1/1	12.1 abcd	40.1 bc	32.3 abc	5.3 a	63.74 efg	266.3 a	63.6 abc	21.9 defg
Islamabad 4/3	10.6 cde	38.7 bcd	31.3 abcde	3.1 bcd	64.5 cdefg	155.2 cde	47.8 cd	21.3 defg
Islamabad 6/2	10.2 de	37.9 bcde	28.6 bcdefg	3.2 bcd	66.6 abcdef	164.6 bcde	70.3 a	32.8 a
Islamabad 4/4	10.5 cde	38.3 bcde	29.3 abcdefg	3.2 bcd	66.1 abcdefg	161.7 bcde	56.3 abcd	24.5 bcdefg
Islamabad 4/2	13.9 a	30.8 g	25.5 g	3.9 b	69.0 a	209.1 b	65.8 abc	27.3 abcde
Islamabad 5/3	10.6 cde	36.0 cdef	29.7 abcdefg	3.4 bcd	65.9 abcdefg	171.7 bcde	63.1 abc	27.7 abcd
Islamabad 7/3	10.4 de	40.3 bc	32.0 abc	3.0 bcd	63.7 efg	151.0 cde	56.8 abcd	23.9 bcdefg
Darab1	11.2 bcde	36.2 cdef	30.3 abcdef	3.3 bcd	65.3 bcdefg	167.9 bcde	62.4 abc	25.8 bcdef
Darab2	10.8 cde	39.3 bcd	31.8 abcd	3.1 bcd	64.2 defg	152.2 cde	52.9 abcd	20.0 fg
Darab3	12.7 abcd	36.0 cdef	33.8 a	3.3 bcd	62.5 g	161.9 bcde	43.9 d	17.6 g
Darab4 (Behrang)	10.9 bcde	37.9 bcde	27.4 cdefg	3.3 bcd	67.5 abcd	170.6 bcde	63.7 abc	29.0 abc
Darab5	13.1 abc	33.0 efg	28.2 cdefg	3.7 bcd	66.9 abcde	189.3 bcd	65.8 abc	30.1 ab
Darab6	12.5 acde	38.5 bcd	29.4 abcdefg	3.1 bcd	65.9 abcdefg	161.4 bcde	63.7 abc	23.6 bcdefg
Darab7	11.9 abcde	36.1 cdef	29.6 abcdefg	3.4 bcd	65.9 abcdefg	171.5 bcde	51.0 bcd	21.7 defg
Darab8	11.2 bcde	38.1 bcde	29.4 abcdefg	3.2 bcd	66.0 abcdefg	161.2 bcde	56.2 abcd	22.4 cdefg
Darab9	12.5 abcd	32.2 fg	26.5 fg	3.7 bc	68.3 ab	197.8 bc	50.5 bcd	22.5 cdefg
Darab10	11.6 abcde	36.8 cdef	28.1 cdefg	3.3 bcd	67.0 abcde	171.5 bcde	48.3 cd	21.5 defg
Darab11	10.1 de	38.5 bcd	28.5 cdefg	3.1 bcd	66.7 abcde	161.5 bcde	47.6 cd	19.9 fg
Darab12	10.5 cde	38.5 bcd	31.0 abcdef	3.1 bcd	64.8 bcdefg	157.7 bcde	48.8 cd	21.6 defg
Darab13	13.4 ab	33.1 efg	26.9 efg	3.3 bcd	67.9 abc	191.4 bcd	55.3 abcd	23.6 bcdefg
Darab14	11.7 abcde	35.9 cdef	27.4 defg	3.4 bcd	67.6 abcd	175.3 bcde	49.4 cd	20.7 efg
401	10.7 cde	41.0 bc	31.9 abcd	3.1 bcd	64.1 defg	154.0 cde	61.9 abcd	27.7 abcd
47	11.3 abcde	34.3 defg	25.3 g	3.5 bcd	69.2 a	187.5 bcde	59.8 abcd	27.6 abcd
LRV51/20 Varamin6	9.3 e	42.6 ab	32.3 abc	2.9 cd	63.7 efg	142.6 de	60.1 abcd	28.0 abcd
faraman	11.3 bcde	36.9 cdef	28.1 cdefg	3.3 bcd	67.1 abcde	170.5 bcde	52.0 bcd	23.8 bcdefg
Goldasht	9.3 e	43.0 ab	31.6 abcd	2.9 cd	64.3 defg	143.5 de	52.5 abcd	23.3 bcdefg
Sina	12.4 abcd	46.0 a	33.1 ab	2.7 d	63.1 fg	135.6 e	68.4 ab	23.5 bcdefg
Mean میانگین	11.3	37.6	29.6	3.3	65.8	170.5	57.0	24.2

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی دار ندارند.

Means, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level using Duncans's multiple range test.
CP: پروتئین خام، NDF (Neutral Detergent Fiber): الیاف نامحلول در شوینده خنثی، ADF (Acid Detergent Fiber): الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، DMI (Dry Matter Intake): میزان ماده خشک مصرفی (gkg⁻¹)، DDM (Digestible Dry Matter): قابلیت هضم ماده خشک مصرفی (%) و RFV (Relative Feed Value): ارزش نسبی خوراک

پنج درصد معنی دار بود (جدول تجزیه واریانس آورده نشده است). با توجه به معنی دار شدن اثر متقابل ژنوتیپ × محیط، بررسی پایداری برای صفات مهم اقتصادی عملکرد علوفه تر و خشک انجام شد.

نتایج رتبه‌بندی عملکرد علوفه تر (جدول ۲) در ۹ محیط تحت بررسی نشان داد که رقم بهرنگ با میانگین ۱۸۳۴۵/۴ کیلوگرم در هکتار و میانگین رتبه ۵/۲۲ بهترین عملکرد و رتبه را داشت. برتری میانگین عملکرد این رقم جدید با سایر ژنوتیپ‌ها به گونه‌ای بود که با ژنوتیپ بعدی اختلافی حدود ۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار داشت. بهرنگ بعد از دو ژنوتیپ Islamabad7/3 و Darab6 کمترین انحراف معیار رتبه را داشت اما این ژنوتیپ‌ها دارای عملکردهای پایین بوده و پایداری عملکرد علوفه تر آنها در بیشتر مناطق پایین بوده است. بررسی بیشتر پایداری عملکرد علوفه تر نشان داد که رقم بهرنگ کمترین مقدار شاخص برتری لین و بینز (Pi) و بیشترین شاخص میانگین هندسی GAI را داشته و از نظر این دو شاخص، پایدارترین اما از لحاظ دو شاخص اکووالانس ریک (W^2i) و واریانس پایداری شوکلا (Gi^2) دارای پایداری متوسط بودند. این رقم از نظر شاخص مجموع رتبه (RS) نیز به همراه ژنوتیپ داراب ۸ پایدارترین ژنوتیپ بود. روش‌های برآورد پایداری به دو گروه استاتیک و دینامیک تقسیم شده‌اند (Becker, 1981). شاخص مجموع رتبه به عنوان یک روش دینامیک که به‌نژادگران را در گزینش ژنوتیپ‌های پایدار یاری می‌کند برای تشخیص ژنوتیپ

پایدار گلرنگ نسبت به سایر روش‌های پارامتریک کارایی بهتری داشت (Jamshidmoghaddam and Pourdad, 2009).

نتایج روش گرافیکی GGE بای پلات نشان داد که مولفه‌های اصلی اول و دوم به ترتیب ۴۷/۰ و ۳۷/۹ درصد و در مجموع ۸۴/۹ درصد کل تغییرات را توجیه کرده که بیانگر اعتبار بالای بای پلات در توجیه تغییرات G+GE است. نتایج بررسی همزمان پایداری و عملکرد علوفه تر ژنوتیپ‌ها از طریق رسم نمودار مختصات محیط متوسط (شکل ۱) نشان داد که رقم جدید بهرنگ بیشترین عملکرد علوفه تر را در بین تمامی ژنوتیپ‌ها دارا بود. محور عمودی بیانگر اثر متقابل ژنوتیپ × محیط بوده و رقم بهرنگ به دلیل داشتن کوتاه‌ترین تصویر بر روی محور عمودی پایدارترین ژنوتیپ بود. همچنین نمودار ژنوتیپ ایده‌آل (شکل ۲)، نشان داد که بهرنگ نزدیک‌ترین رقم به ژنوتیپ ایده‌آل بوده و بیشترین عملکرد را داشته و به علت نزدیکی بسیار زیاد آن به محور میانگین محیط دارای بیشترین پایداری نیز بود. فاصله زیاد سایر ژنوتیپ‌ها با بهرنگ بیانگر تفاوت زیاد میانگین عملکرد این رقم با سایر ژنوتیپ‌ها بوده که توسط نتایج رتبه‌بندی نیز قبلاً تایید شده بود. بررسی اثر متقابل ژنوتیپ × محیط از طریق روش GGE بای پلات در گلرنگ بهاره نشان داد که بای پلات‌های مختصات محیط متوسط و ژنوتیپ ایده‌آل به خوبی توانستند ژنوتیپ‌های پایدار را شناسایی نمایند (Pourdad and Jamshidmoghaddam, 2012).

جدول ۲- میانگین، رتبه و انحراف معیار رتبه عملکرد علوفه تر (کیلوگرم در هکتار) ژنوتیپ‌های گلرنگ در محیط‌های مختلف

Table 2. Mean, rank and standard deviation of rank for wet forage yield (kg ha⁻¹) of safflower genotypes in different environments.

ژنوتیپ Genotype	سرارود ۱۳۹۲-۹۳		سرارود ۱۳۹۵-۹۶		قاملو ۱۳۹۲-۹۳		قاملو ۱۳۹۳-۹۴		قاملو ۱۳۹۴-۹۵		مراغه ۱۳۹۲-۹۳		مراغه ۱۳۹۳-۹۴		مراغه ۱۳۹۴-۹۵		مراغه ۱۳۹۵-۹۶		میانگین رتبه	انحراف معیار رتبه	میانگین عملکرد علوفه تر
	Sar.2013-14	(R)	Sar.2016-17	(R)	Gam.2013-14	(R)	Gam.2014-15	(R)	Gam.2015-16	(R)	Mar. 2013-14	(R)	Mar. 2014-15	(R)	Mar. 2015-16	(R)	Mar. 2016-17	(R)	Rank Mean	Rank SD	Average WY
faraman	51950	12	33000	12	6269	5	6196	5	8989	9	12980	2	3267	5	5702	16	2406	1	7.4	5.08	14995
Darab8	56150	8	36000	8	4824	12	6613	2	7611	15	10160	6	3095	9	10370	1	1489	8	7.7	4.39	15146
Darab14	49410	14	34500	10	5593	8	5116	12	6380	16	8836	8	2290	11	6349	14	1842	2	10.6	4.22	13369
Islamabad 5/3	63050	5	38000	6	7857	4	6320	3	8788	10	13120	1	1001	1	8695	7	1494	7	6.6	4.39	16481
Islamabad 1/1	63600	4	35000	9	10380	2	4278	15	8056	13	7771	12	4109	2	10320	3	1380	10	7.8	5.09	16099
Behrang	63710	2	48500	2	14730	1	5324	10	11300	1	8869	7	3120	7	8117	8	1438	9	5.2	3.67	18345
Darab10	48310	15	36000	8	6087	6	5511	8	8744	11	6062	15	3658	3	10360	2	774	15	9.2	5.09	13945
Darab11	47590	16	38000	6	5612	7	4878	13	9162	7	11090	4	5466	1	5952	15	1528	5	8.2	5.21	14364
Darab7	51010	13	40000	5	4656	13	4627	14	10310	2	6731	13	2253	12	9235	4	776	14	10.0	4.85	14399
Darab2	52890	9	51000	1	10080	3	6231	4	9000	8	6502	14	2303	10	8708	6	1744	3	6.4	4.16	16495
Darab5	65590	1	22800	13	4433	14	5178	11	9456	4	7807	11	3325	4	6435	12	809	13	9.2	4.84	13981
Darab6	63660	3	34000	11	5631	9	4627	14	8739	12	8781	9	1364	14	7781	9	1495	6	9.7	3.61	15120
Islamabad 7/3	56810	7	40000	5	4331	15	5836	6	8022	14	8143	10	1712	13	7162	10	849	12	10.2	3.60	14763
Goldasht	52450	10	37000	7	4920	11	5560	7	9371	6	4988	16	3119	8	8943	5	760	16	9.6	4.10	14123
LRV51/20	60120	6	46000	3	5456	10	5447	9	9400	5	10980	5	1125	15	6375	13	1609	4	7.8	4.21	16279
Varamin6																					
Darab13	52170	11	41500	4	4256	16	6862	1	9756	3	11900	3	3190	6	6476	11	1215	11	7.3	5.07	15258

WY: Wet forageYield (kg ha⁻¹), R: rank, Sar.: Sararood, Gam.: Gamloo, Mar.: Maragheh

WY: عملکرد علوفه تر (کیلوگرم در هکتار)، R: رتبه، Sar.: سرارود، Gam = قاملو، Mar.: مراغه

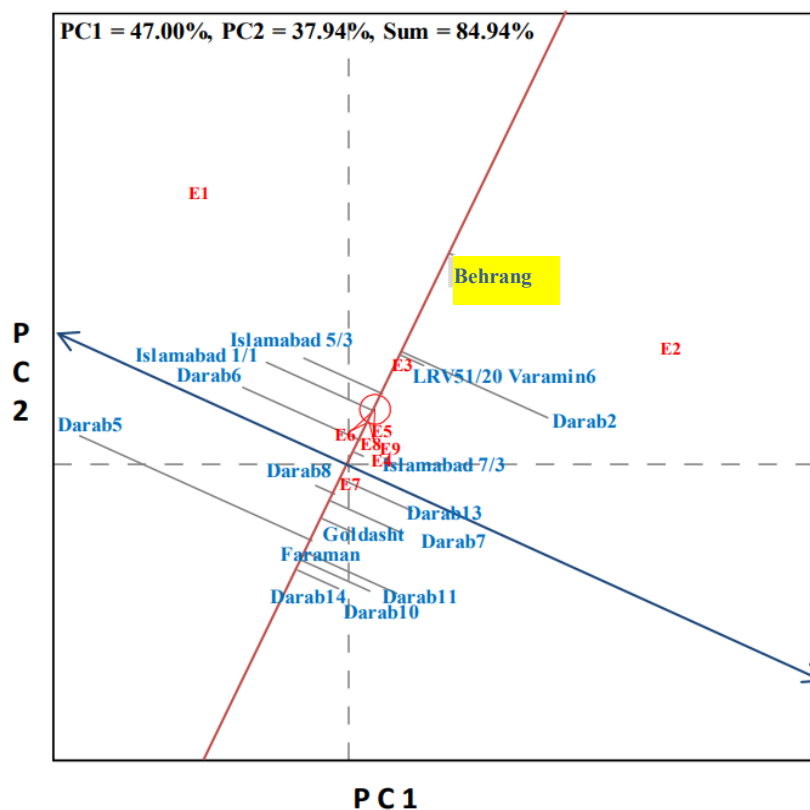
جدول ۳- برآورد برخی پارامترهای پایداری عملکرد برای میزان عملکرد علوفه‌تر ژنوتیپ‌های گلرنگ در ۹ محیط

Table 3. Estimation of some yield stability parameters for wet forage yield of safflower genotypes in 9 environments.

ژنوتیپ‌ها Genotypes	میانگین عملکرد علوفه‌تر Average wet yeild	میانگین رتبه Rank mean	انحراف معیار رتبه Standard deviation of rank	شاخص برتری $10^{-5} \times \Pi$ Superiority measure	شاخص سازگاری هندسی Geometric adaptability index	اکووالانس ریک $10^{-5} \times W^2i$ Wricke ecovalance	واریانس پایداری شوکلا $10^{-5} \times 6i^2$ Shukla stability variance	مجموع رتبه Sum of rank
faraman	14995	7.4	5.08	287.29	8971.0	653.87	79.93	19
Darab8	15146	7.7	4.39	245.07	8527.0	181.81	9.71	9
Darab14	13369	10.6	4.22	383.17	7484.0	434.54	48.70	21
Islamabad 5/3	16481	6.6	4.39	140.48	8256.9	518.71	53.84	10
Islamabad 1/1	16099	7.8	5.09	182.00	8932.8	805.41	95.33	18
Behrang	18345	5.2	3.67	23.19	9864.7	721.49	79.79	9
Darab10	13945	9.2	5.09	368.00	7658.9	726.24	90.76	27
Darab11	14364	8.2	5.21	338.36	8572.5	884.95	113.43	26
Darab7	14399	10.0	4.85	275.62	7156.8	407.26	42.58	15
Darab2	16495	6.4	4.16	136.44	8890.2	1812.05	239.24	17
Darab5	13981	9.2	4.84	532.42	7064.8	3175.25	433.89	30
Darab6	15120	9.7	3.61	239.03	7425.9	739.59	85.28	19
Islamabad 7/3	14763	10.2	3.60	205.34	6974.6	104.12	3.61	10
Goldasht	14123	9.6	4.10	303.72	7209.5	276.48	24.12	16
LRV51/20 Varamin6	16279	7.8	4.21	103.64	7724.2	743.60	84.45	14
Darab13	15258	7.3	5.07	225.38	8286.7	470.94	51.18	12

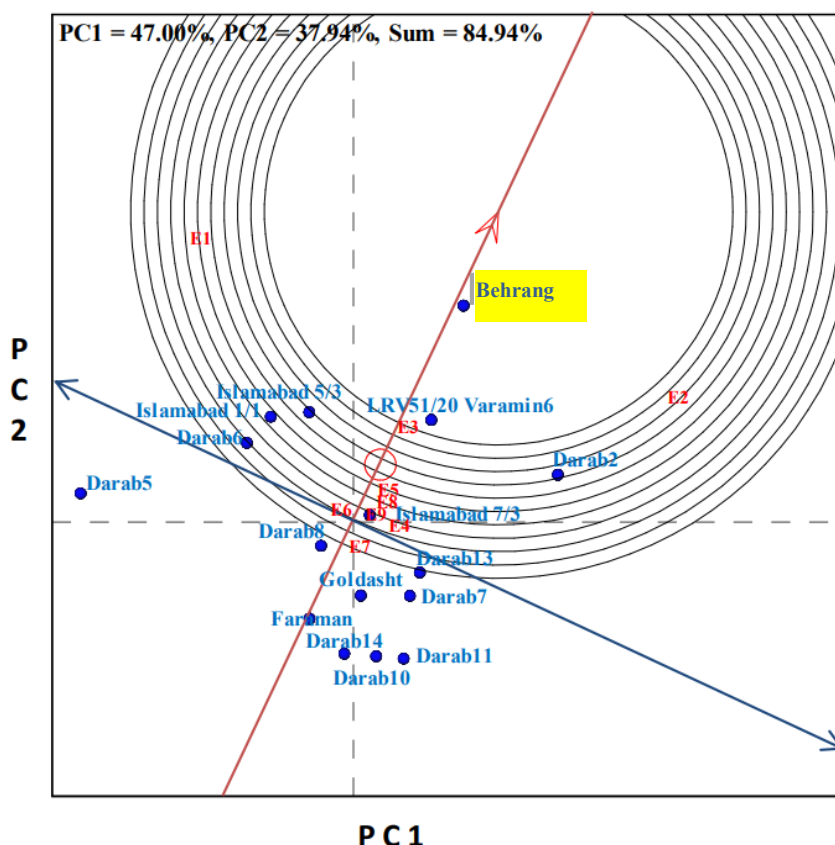
شاخص برتری لین و بینز (P_i) و بیشترین میانگین هندسی GAI را داشته لذا از نظر این دو شاخص، پایدارترین ژنوتیپ و از نظر دو شاخص اکووالانس ریک (W^2i) و واریانس پایداری شوکلا ($6i^2$) دارای پایداری متوسط بود. این رقم از نظر شاخص مجموع رتبه (RS) نیز همراه با داراب ۶ به عنوان پایدارترین ژنوتیپ‌ها شناخته شدند.

نتایج رتبه‌بندی برای عملکرد علوفه خشک (جدول ۴) نشان داد رقم بهرنگ با میانگین ۶۸۱۱ کیلوگرم در هکتار و میانگین رتبه ۴/۴ دارای بهترین عملکرد و رتبه بود. انحراف معیار رتبه آن (۳/۴۳) بعد از Islamabad7/3 کمترین انحراف معیار را داشت. بررسی پایداری عملکرد علوفه خشک به وسیله شاخص‌های پایداری (جدول ۵) نشان داد که بهرنگ کمترین مقدار



شکل ۱- بای پلات مختصات محیط متوسط (AEC) برای گزینش همزمان عملکرد علوفه تر و پایداری ژنوتیپ‌های گلرنگ

Figure 1. Average environment coordinate (AEC) biplot to select wet forage yield and stability simultaneously in safflower genotypes.



شکل ۲. بای پلات مقایسه ژنوتیپ‌های گلرنگ با ژنوتیپ ایده آل برای عملکرد علوفه تر
Figure 2. Biplot of comparison of the safflower genotypes with the ideal genotype for wet forage yield.

دلیل داشتن تصویر نسبتاً کوتاه بر روی محور عمودی نسبت به اکثر ژنوتیپ‌ها دارای پایداری نسبتاً بیشتری بوده است. همچنین نمودار ژنوتیپ ایده آل که دارای بیشترین عملکرد و پایداری است (شکل ۴)، نشان داد که رقم جدید بعد از داراب ۵ نزدیک‌ترین رقم به ژنوتیپ ایده آل بود. ضمن این که فاصله بین این دو ژنوتیپ هم زیاد نبود. اما به علت نزدیکی بیشتر بهرنگ به محور میانگین محیط این رقم دارای پایداری بیشتری نسبت به داراب ۵ بود.

نتایج روش گرافیکی GGE بای پلات نشان داد که مولفه‌های اصلی اول و دوم به ترتیب ۸۳/۲ و ۷/۲ درصد و در مجموع ۹۰/۴ درصد کل تغییرات را توجیه می‌کنند که بیانگر اعتبار بالای بای پلات در توجیه تغییرات G+GE است. نتایج بررسی همزمان پایداری و عملکرد علوفه خشک ژنوتیپ‌ها از طریق رسم نمودار مختصات محیط متوسط (شکل ۴) نشان داد که رقم بهرنگ بعد از داراب ۵ دارای بیشترین عملکرد علوفه خشک در بین تمامی ژنوتیپ‌ها بود. همچنین این ژنوتیپ به

جدول ۴- میانگین، رتبه و انحراف معیار رتبه عملکرد علوفه خشک (کیلوگرم در هکتار) ژنوتیپ‌های گلرنگ در محیط‌های مختلف

Table 4. Mean, rank and standard deviation of rank for dry forage yield (kg ha^{-1}) of safflower genotypes in different environments.

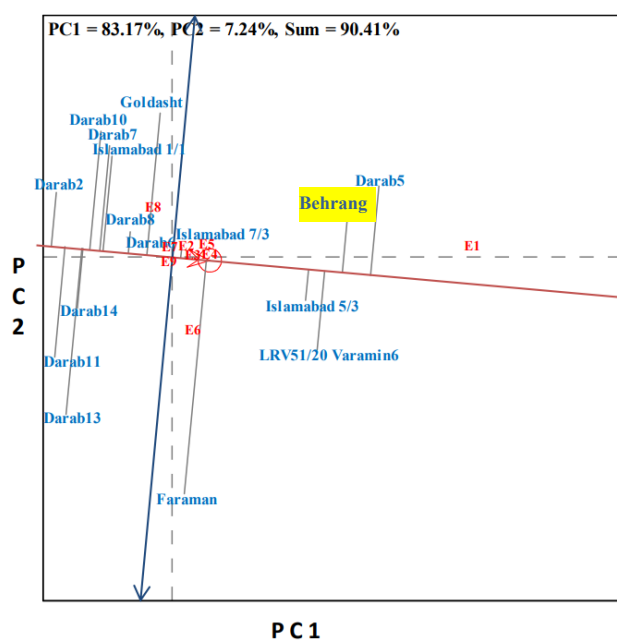
ژنوتیپ Genotypes	سرارود ۱۳۹۲-۹۳		سرارود ۱۳۹۵-۹۶		قاملو ۱۳۹۲-۹۳		قاملو ۱۳۹۳-۹۴		قاملو ۱۳۹۴-۹۵		مراغه ۱۳۹۲-۹۳		مراغه ۱۳۹۳-۹۴		مراغه ۱۳۹۴-۹۵		مراغه ۱۳۹۵-۹۶		میانگین رتبه	انحراف معیار رتبه	میانگین عملکرد علوفه خشک
	Sar.2013-14	(DY) (R)	Sar.2016-17	(DY) (R)	Gam.2013-14	(DY) (R)	Gam.2014-15	(DY) (R)	Gam.2015-16	(DY) (R)	Mar. 2013-14	(DY) (R)	Mar. 2014-15	(DY) (R)	Mar. 2015-16	(DY) (R)	Mar. 2016-17	(DY) (R)	Rank mean	Rank SD	Average DY
faraman	23790	6	10300	12	1956	2	2142	5	3139	10	4740	1	1021	5	2152	15	798	1	6.3	5.00	5560
Darab8	22360	9	10400	11	1822	3	2199	4	2796	15	3433	5	967	8	4867	1	512	7	7.0	4.33	5942
Darab14	20650	13	10100	13	1166	9	1682	12	2484	16	2781	9	716	11	2698	11	593	3	10.8	3.63	5213
Islamabad 5/3	27660	4	11700	1	1652	5	2907	1	3282	8	4095	2	313	16	3797	5	483	9	5.7	4.80	6780
Islamabad 1/1	21860	10	11100	5	1767	4	1202	16	2958	14	2364	11	1284	2	4349	2	407	10	8.2	5.17	5691
Behrang	28980	2	11500	2	2561	1	2227	2	4009	1	3071	7	867	9	3333	8	501	8	4.4	3.43	6811
Darab10	21480	12	10600	10	1117	11	1828	9	3354	6	2002	14	1143	3	4194	3	230	16	9.3	4.58	5604
Darab11	19880	16	10700	9	1550	6	1522	14	3300	7	3329	6	1708	1	2679	12	640	2	8.1	5.13	5470
Darab7	21700	11	10800	8	1378	7	1471	15	3644	3	2010	13	704	12	3871	4	248	15	9.8	4.49	5556
Darab2	19990	15	11200	4	980	13	2223	3	3096	11	1971	15	720	10	3397	7	557	4	9.1	4.78	4904
Darab5	30090	1	9600	14	803	15	2081	6	3524	4	2188	12	1039	4	2297	14	354	12	9.1	5.33	5775
Darab6	23570	7	11300	3	677	16	1579	13	3202	9	2840	8	426	14	2883	10	522	6	9.6	4.16	5222
Islamabad 7/3	23910	5	10900	7	898	14	1692	11	2973	13	2714	10	535	13	2927	9	307	13	10.6	3.09	5206
Goldasht	23300	8	10800	8	1161	10	2035	7	3364	5	1493	16	975	7	3462	6	255	14	9.0	3.71	5710
LRV51/20 Varamin6	27990	3	11000	6	1261	8	1935	8	3702	2	3726	4	352	15	2136	16	546	5	7.4	5.00	6423
Darab13	20190	14	10800	8	992	12	1825	10	2999	12	3962	3	997	6	2578	13	402	11	9.9	3.59	4972

DY: Dry forage yield (kg ha^{-1}), R: rank, Sar.: Sararood, Gam.: Gamloo, Mar.: Maragheh
DY: عملکرد علوفه خشک (کیلوگرم در هکتار)، R: رتبه، Sar: سرارود، Gam = قاملو، Mar: مراغه

جدول ۵- برآورد برخی شاخص‌های پایداری عملکرد برای میزان عملکرد علوفه خشک ژنوتیپ‌های تحت بررسی گلرنگ در ۹ محیط

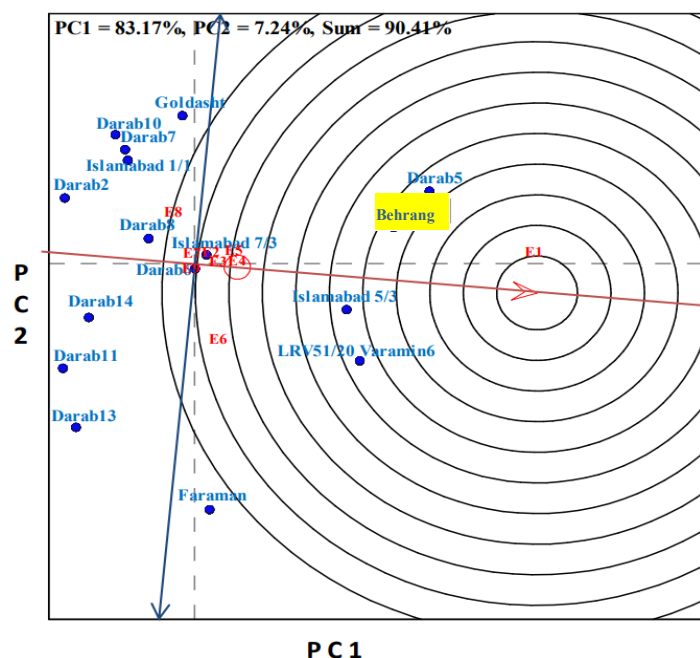
Table 5. Estimation of some yield stability indices for dry forage yield of safflower genotypes in 9 environments.

ژنوتیپ‌ها Genotype	میانگین عملکرد علوفه خشک Average dry yeild	میانگین رتبه Rank mean	انحراف معیار رتبه Standard deviation of rank	شاخص برتری $10^{-5} \times \Pi$ Superiority measure	شاخص سازگاری هندسی Geometric adaptability index	اکووالانس ریک $10^{-5} \times W^2i$ Wricke ecovalance	واریانس پایداری شوکلا $10^{-5} \times 6i^2$ Shukla stability variance	مجموع رتبه Sum of rank
faraman	5560	6.3	5.00	28.45	3104.7	63.73	6.48	10
Darab8	5942	7.0	4.33	36.83	3030.5	63.52	6.75	12
Darab14	5213	10.8	3.63	59.45	2454.6	81.35	9.54	26
Islamabad 5/3	6780	5.7	4.80	6.04	2839.3	149.66	17.76	15
Islamabad 1/1	5691	8.2	5.17	43.88	2721.7	68.82	7.50	14
Behrang	6811	4.4	3.43	4.26	3186.3	80.17	7.53	9
Darab10	5604	9.3	4.58	48.67	2471.9	69.54	7.69	20
Darab11	5470	8.1	5.13	64.16	2934.4	155.68	20.34	27
Darab7	5556	9.8	4.49	46.97	2368.7	58.16	5.98	16
Darab2	4904	9.1	4.78	64.96	2516.9	135.06	17.27	27
Darab5	5775	9.1	5.33	12.32	2447.0	446.56	59.47	20
Darab6	5222	9.6	4.16	32.17	2279.3	17.23	0.32	9
Islamabad 7/3	5206	10.6	3.09	29.80	2259.7	13.86	0.85	11
Goldasht	5710	9.0	3.71	35.22	2392.4	31.40	1.82	13
LRV51/20	6423	7.4	5.00	10.01	2530.1	204.70	25.47	18
Varamin6	4972	9.9	3.59	61.10	2567.7	129.53	16.49	25



شکل ۳. بای پلات مختصات محیط متوسط (AEC) برای گزینش همزمان عملکرد علوفه خشک و پایداری ژنوتیپ‌های گلرنگ

Figure 3. Average environment coordinate (AEC) biplot to select dry forage yield and stability simultaneously safflower genotypes.



شکل ۴. بای پلات مقایسه ژنوتیپ‌های گلرنگ با ایده آل برای عملکرد علوفه خشک

Figure 4. Biplot of comparison of the safflower genotypes with the ideal genotype for dry forage yield.

بررسی عملکرد و کیفیت علوفه در مزارع زارعین

بررسی عملکرد دانه، علوفه تر و خشک رقم بهرنگ و رقم فرامان به عنوان شاهد در دو منطقه روانسر و دینور در استان کرمانشاه در شرایط دیم (جدول ۶) نشان داد که عملکرد علوفه تر و خشک رقم بهرنگ به ترتیب با میانگین‌های ۹۷۷۸ و ۵۰۲۲ کیلوگرم در هکتار نسبت به رقم فرامان با میانگین‌های به ترتیب ۸۰۰۴ و ۴۲۶۹ کیلوگرم در هکتار در این دو منطقه برتری داشته و بر اساس آزمون t اختلافات معنی دار بود. اما برای عملکرد دانه اختلاف معنی داری بین دو ژنوتیپ در هر دو

منطقه وجود نداشت. در منطقه فاروج در استان خراسان شمالی نیز عملکردهای علوفه تر و خشک و دانه در دو ژنوتیپ بالا و بسیار نزدیک بود و انجام آزمون t برای این صفات نشان داد که اختلاف معنی داری بین آنها وجود ندارد. مقایسه رقم جدید بهرنگ با رقم فرامان (شاهد) در مزارع زارعین سه منطقه دینور و روانسر (کرمانشاه) و فاروج (خراسان شمالی) از نظر ۱۱ صفت کیفیت علوفه (جدول ۷) نشان داد که میزان ماده خشک ژنوتیپ‌ها به هم نزدیک بوده و میانگین پروتئین فرامان (۱۰/۵ درصد) قدری بالاتر از رقم بهرنگ (۱۰/۰ درصد) بود.

جدول ۶- مقایسه میانگین عملکرد علوفه تر، خشک و دانه ارقام بهرنگ و فرامان در مزارع زارعین سه منطقه دیم در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰

Table 6. Mean comparison of wet and dry forage and seed yield of Behrang and Faraman varieties in three farmer's fields under rainfed condition, 2021-2022.

منطقه Location	Behrang بهرنگ			Faraman فرامان		
	عملکرد علوفه تر (کیلوگرم در هکتار) WY (kg ha ⁻¹)	عملکرد علوفه خشک (کیلوگرم در هکتار) DY (kg ha ⁻¹)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) SY (kg ha ⁻¹)	عملکرد علوفه تر (کیلوگرم در هکتار) WY (kg ha ⁻¹)	عملکرد علوفه خشک (کیلوگرم در هکتار) DY (kg ha ⁻¹)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) SY (kg ha ⁻¹)
روانسر Ravansar	11800.0	5270.0	1444.3	9530.0	4231.7	1260.6
دینور Dinavar	7755.0	4775.0	201.4	6478.0	4307.0	130.5
فاروج Faraj	10045.7	5115.7	410.0	10756.8	5365.3	430.0
میانگین Mean	9866.9	5053.6	685.2	8921.6	4634.7	607.0

WY: wet forage yield (kg ha⁻¹), DY: dry forage yield (kg ha⁻¹), SY: seed yield (kg ha⁻¹)

علوی (Alavi, 2000) میانگین پروتئین خام یونجه را در شش منطقه کشور ۱۴/۹۰ درصد گزارش کرد. این درحالی است که میزان پروتئین خام کاه گندم تنها ۳/۳ درصد

است. بیشترین مقدار کلسیم و فسفر متعلق به رقم بهرنگ و به ترتیب در مناطق دینور و روانسر بود. برای دو شاخص الیاف نامحلول در شوینده خشی (NDF) و الیاف نامحلول در شوینده

جدول ۷- میانگین برخی صفات کیفیت علوفه در ارقام بهرنگ و فرامان در مزارع زارعین سه منطقه دیم سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰

Table 7. Mean of some forage quality traits of Behrang and Faraman varieties in dryland farmer's fields, 2021-2022.

ژنوتیپ Genotype	منطقه Region	DM (%)	C.P (%)	Ca (%)	P (%)	Ash (%)	NDF (%)	ADF (%)	DMI (g/kg)	DDM (%)	RFV	میانگین RFV
بهرنگ Behrang	شیروان Shirvan	95.17	9.48	1.19	0.12	8.4	46.148	25.48	2.60	69.05	139.2	159.8
	روانسر Ravansar	93.41	10.85	1.48	0.33	9.47	39.13	30.60	2.99	65.06	150.8	
	دینور Dinavar	95.33	9.62	2.00	0.12	10.05	36.69	18.34	3.27	74.61	189.3	
	شیروان Shirvan	95.22	10.97	1.8	0.09	8.7	42.57	24.43	2.82	69.87	152.7	
فرامان Faraman	روانسر Ravansar	93.85	7.70	1.66	0.32	8.07	39.20	29.76	3.06	65.72	155.9	172.3
	دینور Dinavar	95.21	12.87	1.88	0.09	9.00	33.33	18.47	3.60	74.51	208.2	

DM (Dry matter): ماده خشک، CP (Crude protein): پروتئین خام، E.E (Ether extract): عصاره اتر، Ca: میزان کلسیم، P: میزان فسفر، Ash: خاکستر، NDF (Neutral detergent fiber): الیاف نامحلول در شوینده خنثی، ADF (Acid detergent fiber): الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، DMI (Dry matter Intake): میزان ماده خشک مصرفی (gkg^{-1})، DDM (Digestible dry matter): قابلیت هضم ماده خشک مصرفی (%) و RFV (Relative feed value): ارزش نسبی خوراک

اسیدی (ADF) علوفه‌های دارای مقادیر کمتر این دو شاخص مطلوب‌ترند. بطور کلی در لگوم‌ها مقادیر NDF کمتر از ۴۰ درصد و ADF کمتر از ۳۵ درصد بیانگر کیفیت مناسب علوفه است. مقادیر ADF در رقم فرامان و بهرننگ در کلیه مناطق کمتر از ۳۵ درصد و میزان ND نیز در هر دو رقم در مناطق روانسر و دینور کمتر از ۴۰ درصد و در شیروان بیش از ۴۰ درصد بود لذا این ارقام در مجموع از نظر این دو شاخص، دارای علوفه مناسبی تشخیص داده شدند. با توجه به این که میزان ماده خشک مصرفی (DMI) و درصد قابلیت هضم ماده خشک مصرفی (DDM) به ترتیب رابطه مستقیم و خطی با NDF و ADF دارند لذا مقادیر این دو شاخص نیز در دو رقم نزدیک به هم بود و در حد مطلوب و مناسبی قرار داشتند. بررسی ارزش نسبی خوراک (RFV) به عنوان مهم‌ترین شاخص کیفیت علوفه، نشان داد که این دو رقم در تمام مناطق دارای ارزش نسبی خوراک بالایی هستند و تنها بهرننگ در منطقه شیروان از نظر این شاخص کمتر از بقیه بود. میانگین این شاخص برای فرامان و بهرننگ به ترتیب ۱۷۲ و ۱۶۰ بود. براساس تعریف هوروکس و والنتاین (Horrocks and Vallentine, 1999) علوفه‌هایی که دارای RFV ۱۵۱ به بالا باشند، از نظر کیفیت از رتبه ممتاز برخوردار بودند. بنابراین دو ژنوتیپ دارای ارزش نسبی خوراک بالا و نزدیک به هم بوده و از این نظر در گروه علوفه‌های با کیفیت عالی یا ممتاز قرار گرفتند.

ارزیابی ژنوتیپ‌ها نسبت به بیماری پژمردگی فوزاریومی

بیماری پژمردگی فوزاریومی گلرنگ عمده‌تاً در مراحل اولیه رشد موجب مرگ گیاهچه‌ها می‌شود. نتایج بررسی واکنش ژنوتیپ‌های گلرنگ به بیماری پژمردگی فوزاریومی نشان داد که رقم بهرننگ به این بیماری نیمه مقاوم بود. بر اساس نتایج حاصل چهار ژنوتیپ متحمل، ۱۰ ژنوتیپ نیمه مقاوم و سه ژنوتیپ حساس بودند. این نتایج نشان داد که پاسخ اکثر ژنوتیپ‌های پیشرفته به عامل بیماری پژمردگی فوزاریومی به صورت نیمه مقاوم بوده است (جدول ۸).

توصیه ترویجی

بهرنگ به عنوان رقم علوفه‌ای جدید گلرنگ دارای میانگین عملکرد علوفه‌تر و خشک به ترتیب ۱۸۳۴۵ و ۶۸۱۱ کیلوگرم در هکتار، میانگین عملکرد دانه ۶۳۹ کیلوگرم در هکتار، میانگین ارتفاع بوته ۷۱ سانتی‌متر، میانگین وزن هزار دانه ۳۱/۵ گرم با گلچه‌های قرمز، برگ‌ها و براکته‌های بی‌خار و نیمه مقاوم به بیماری فوزاریوم و دارای میانگین شاخص ارزش نسبی خوراک ۱۶۰ (علوفه‌ای با کیفیت عالی) است. این رقم مناسب کشت پاییزه در شرایط دیم مناطق معتدل سرد و کشت بهاره زود هنگام در مناطق دیم سردسیر و در تناوب با غلات و حبوبات دیم می‌باشد. تراکم مطلوب این رقم حدود ۵۵ بوته در متر مربع است. مقدار بذر

جدول ۸- واکنش ژنوتیپ‌های گلرنگ نسبت به بیماری پژمردگی فوزاریومی در شرایط مزرعه. سرارود- سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲.

Table 8. Reaction of safflower genotypes to fusarium wilt under field condition, Sararood, 2013-14.

ژنوتیپ Genotype	درصد زنده مانی Stand (%)*	امتیاز Scale**	پاسخ به آلودگی Infection reaction
Faraman	90	4	MR
LRV51/20 varamin	85	7	S
Darab 8	90	5	T
Darab 14	87	4	MR
Behrang	90	4	MR
Darab 10	90	4	MR
Darab 11	90	4	MR
Darab 7	85	4	MR
Darab 2	90	5	T
Darab 5	85	4	MR
Darab 6	87	4	MR
Darab 13	87	5	T
Eslam abad 3/5	90	4	MR
Eslam abad 3/7	87	5	T
Eslam abad 1/1	90	4	MR
Goldasht	90	7	S
Zarghan279(check)	85	7	S

*Mean of two replications; **Data were assessed on the basis of 1 to 9 point scale.

S: حساس MR: نیمه مقاوم T: متحمل

S: Susceptible, MR: Moderately Resistant, T: Tolerant

مصرفی با توجه به وزن دانه و قوه نامیه بذر
در کشت پاییزه و بهاره به ترتیب حدود ۳۵ و ۳۰
کیلو گرم در هکتار خواهد بود. کشت به صورت
سطحی با عمق ۲ تا ۳ سانتی متر و با فواصل ردیف
۱۵ تا ۳۰ سانتی متر مناسب است. میزان مصرف
عناصر ازت و فسفر با توجه به آزمون خاک انجام
می شود و فرمول کلی کوددهی بر اساس N₆₀ P₆₀
در هکتار است. بهترین زمان برداشت برای حصول
علوفه‌ای با بیشترین کمیت و کیفیت، مرحله شروع
غنچه دهی (دکمه‌ای شدن غوزه) می باشد.

References

- Alavi, M. 2000.** Evaluation of data related to the nutritional value of the country's livestock feed sources (forage and wood). Final thesis of the Msc. degree in animal science, Imam Khomeini Higher Education Center. 105 pp. (in Persian).
- Alipour, S. 2008.** Important Safflower deseasis in Kermanshah provience. Proceeding of 18th Iranian plant pathology. Boali University, Hamadan Iran. Vol2: pp. 230. (in Persian).
- Anonymous, 2022.** Statistical Year Book of Agricultural Crops. 1st Volume: Filed Crops. Ministry of Jihad-e-Agriculture, Tehran, Iran. 165 pp. (in Persian).
- Arslan, B., Ates, E., Tekeli, A. S., and Esendal, E. 2008.** Feeding and agronomic value of

- field pea (*Pisum arvense* L.) safflower (*Carthamus tinctorius* L.) mixtures. Proceedings of the 7th International Safflower Conference, Wagga Wagga, Australia, November 3-6:18.
- Becker, H. C. 1981.** Correlations among some statistical measures of phenotypic stability. *Euphytica* 30: 835–840. Doi.org/10.1007/BF00038812
- Bar-Tal, A., Landau, S., Li-Xin, Z., Markovitz, T., Keinan, M., Dvash, L., Brener, S., and Weinberg, Z. G. 2008.** Fodder quality of safflower across an irrigation gradient and with varied nitrogen rates. *Agron. J.*, 100: 1499-1505. Doi.org/10.2134/agronj2007.0353
- Bergland, D. R., Riveland, N., and Bergman, J. 2007.** Safflower production. Dakota State University, South Dakota, 67 pp.
- Delfani, M., Hatami, A., Pourdad, S. S., Tahmasebi, Z., Fattahnia, F., and Jahansooz, M. R. 2018.** Effect of planting density and supplementary irrigation on quality and quantity of forage yield of two safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars. *Iranian Dryland Agron. J.*, 6(2):147-164. (in Persian). Doi.org/10.22092/idadj.2018.116304
- Horrocks, R. D., and Vallentine, J. F. 1999.** Harvested Forages. Academic Press, London, UK. 426 pp.
- Jabbari, H., Golzardi, F., Shariati, F., and Asadi, H. 2023.** Effect of harvesting time on quantitative and qualitative characteristics of safflower cultivars forage in autumn planting. *J. Crop Improv.*, 25 (1), 65-81. DOI: org/10.22059/jci.2022.335529.2654.
- Jamshid moghadam, M., and Pourdad, S. S. 2009.** Comparison of parametric and non-parametric methods for analysing genotype $\times$ environment interactions in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *J. of Agri. Sci.* 147: 601-612. Doi:10.1017/S0021859609990050
- Jamshid Moghadam, M., and Pourdad, S. S. 2013.** Genotype $\times$ environment interactions for seed yield in rainfed winter safflower (*Carthamus tinctorius* L.) multi-environmental trials in Iran. *Euphytica*.190:357-369. DOI:10.1007/s10681-012-0776-z
- Landau, S. L., Friedman, S., Brenner, S., Bruckental, I., Weinberg, Z. G., Ashbell, G., Hen, Y., Dvash, L., and Leshem, Y. 2004.** The value of safflower (*Carthamus tinctorius* L) hay and silage grown under Mediterranean conditions as forage for dairy cattle. *Livest. Prod. Sci.*, 88:(3):263-271. DOI: 10.1016/j.livprodsci.2003.11.011
- Lin, C. S., and Binns, M. R. 1988.** A method of analyzing cultivar $\times$ location $\times$ year experiments: A new stability parameter. *Theor. Appl. Genet.* 75:425-430. Doi: 10.1007/BF00265344.
- Pourdad, S. S. 2006.** Safflower. Sepehr publication. 123 pp. (in Persian).
- Pourdad, S. S., and Jamshid Moghaddam, M. 2013.** Study on genotype $\times$ environment interaction through GGE biplot in spring Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *J. of Crop Prod. and Procss.* 2 (6):99-108. (in Persian). 20.1001.1.22518517.1391.2.6.10.0.
- Saremi, H. 1998.** Ecology and taxonomy of fusarium species. Jihad-e-Daneshgahi of Mashhad University Publications. Mashhad, Iran.132 p. (in Persian).
- Shukla, G. K. 1972.** Some statistical aspects of partitioning genotype $\times$ environmental components of variability. *Heredity* 29: 237-242. DOI: 10.1038/hdy.1972.87
- Smith, J. R. 1996.** Safflower. 1st Edn., AOCS Press, USA., 624 pp.
- Wichman, D. 1996.** Safflower for forage. Proceedings of North American Safflower Conference, Jan. 17-18, Great Falls, Montana, Lethbridge, Canada, pp: 56-60.

- Wichman, D., Welty, L. E., Strang, L. M., Bergman, J. W., Westcott, M. P., Stallknecht, G. F., Riveland, N. R., and Ditterline, R. L. 2001.** Assessing the forage production potential of safflower in the Northern Great Plains and Inter-Mountain Regions. In Proceedings of the 5th International Safflower Conference, Williston, North Dakota and Sidney, Montana, USA.
- Wricke, G. 1962.** Über eine Methode zur Erfassung der ökologischen Streubreite in Feldversuchen. Z. Pflanzenzüchtg. 47: 92–96. DOI: 10.1007/BF01177596
- Yan, W., M. S. Kang, B. Ma, S. woods and P.L. Cornelius. 2007.** GGE biplot vs. AMMI analysis of genotype by environment data. Crop Sci., 47: 643-655. Doi.org/10.2135/cropsci2006.06.0374

Behrang, the first forage safflower variety suitable for cold and moderate rainfed conditions of Iran

S. S. Pourdad¹, M. Jamshid moghaddam², H. Khamis abadi³, Kh. Alizadeh⁴,
A. Shariati⁵, S. Alipour⁶ and H. Hadavand Mirzaee⁷

- 1 and 7. Professor and Assistsnt professor, respectively, Agricultural Biotechnology Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.
- 2 and 6. Assistsnt professor and Researcher, respectively, Dryland Agricultural Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Kermanshah, Iran.
3. Animal Science Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.
4. Professor, Field and Horticultural Crops Research Department, Azarbaijan gharbi, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Urmia, Iran.
5. Researcher, Field and Horticultural Crops Research Department, Kordestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Sanandaj, Iran.

ABSTRACT

Pourdad, S. S., Jamshid moghaddam, M., Khamis abadi, H., Alizadeh, Kh., Shariati, A., Alipour, S., and Hadavand Mirzaee, H. 2025. Behrang, the first forage safflower variety suitable for cold and moderate rainfed conditions of Iran. *Research Achievements for Field and Horticulture Crops Journal* 14 (1): 121-143. (in Persian).

Forage shortage and severe water lemitation are the most important factors for livestock and poultry production in the Iran. Releasing a forage safflower variety for drylands of Iran not only produce forage but also reduce the pressure on pastures. Behrang a new safflower variety received attention during screening of safflower collection in 2010 and then introduced by selection. Twenty-four selected spinless genotypes elongwith three check varieties were evaluated in Sararood agricultural research station in 2013 and it was revealed that Behrang was higher than average for seed, wet and dry forage yield and forage quality parameters was suitable in Behrang. Fourteen selected superior genotypes were evaluated during 2015 to 2018 for yield stability and adaptation. Results showed that Behrang with 18345 and 6811 kg ha^{-1} had the highest wet and dry forage yield, respectively, and its rank was the best among all genotypes and results of some stability parameters revealed that Behrang was a stable genotype for wet and dry forage yield. GGE Biplot also showed that Behrang was the closest genotype to ideal genotype with the highest wet and dry forage yield. On-farm trials conducted in Ravansar and Dinavar regions (Kermanshah province) under rainfed condition revealed that Behrang's wet and dry forage mean yield were 9778 and 5022 kg ha^{-1} , respectively, that was higer than Faraman's wet and dry forage mean yield (8004 and 4269 kg ha^{-1} , respectively). Relative feed value (RFV) for Framan and Behrang were 172 and 160, respectively, so both of them determined as high quality for forage use. Behrang reaction

against safflower fusarium wilt disease was moderate resistant. Overall, Behrang variety with high wet and dry forage yield and high forage nutrition quality was suitable for fall planting in semi-cold and early spring planting in the cold drylands of Iran.

Key words: Stability, Drylands, Forage nutrition quality indices, Wet and dry forage yield, Forage safflower.

Corresponding author: spourdad@ymail.com

Tel.: +982632701065

Received: 12, May, 2025

Accepted: 20, September, 2025