

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

ماندگار، رقم جدید یونجه با عملکرد علوفه و پایداری مطلوب و مناسب برای کشت در مناطق سرد و معتدل سرد

Mandegar, new alfalfa cultivar, with appropriate forage yield and stability, suitable for cultivation in cold and moderated cold regions

سیدمحمدعلی مفیدیان^۱، علی مقدم^۲، وحید رهجو^۳، حسن منیری فر^۴، سیدعلی طباطبایی^۴، محمد شاهوردی^۵، کامبیز خوارزمی^۶، مصطفی جعفریانی^۷، غلامرضا طاهریون^۸، شیرین فرزادفر^۹، محمد تقی فیض بخش^{۱۰} و جهانبخش سوری^{۱۱}

- ۱ و ۲- ترتیب، استادیار و دانشیار، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
- ۳- دانشیار، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران.
- ۴- دانشیار، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی یزد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران.
- ۵- استادیار، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بروجرد، ایران.
- ۶- محقق، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، خوی، ایران.
- ۷- محقق، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.
- ۸- محقق، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی زنجان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زنجان، ایران.
- ۹- دانشیار، موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
- ۱۰- دانشیار، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران.
- ۱۱- محقق، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۱/۳۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۵/۰۴

چکیده

مفیدیان، م. ع.، مقدم، ع.، رهجو، و.، منیری فر، ح.، طباطبایی، ع.، شاهوردی، م.، خوارزمی، ک.، جعفریانی، م.، طاهریون، غ. ر.، فرزادفر، ش.، فیض بخش، م. ت.، سوری، ج. ۱۴۰۴. ماندگار، رقم جدید یونجه با عملکرد علوفه و پایداری مطلوب و مناسب برای کشت در مناطق سرد و معتدل سرد. نشریه علمی یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی (۱): ۲۹-۱.

اصلاح ژنوتیپ‌ها با عملکرد علوفه بالا و با سازگاری عمومی یا خصوصی به مناطق عمده تولید علوفه کشور، نقش بسزایی در پایداری تولید علوفه یونجه در کشور دارد. یونجه رقم ماندگار (KFA6) حاصل اصلاح ژنوتیپ گله‌بانی از جمعیت قره یونجه است. این ژنوتیپ، از سال ۱۳۸۹ در دو مرحله تحت گزینش توده‌ای قرار گرفت. ژنوتیپ

اصلاح شده (KFA6)، حاصل از گزینش در یک محیط ایزوله کشت شد و تلاقی پلی کراس بین کلیه بوته‌ها انجام شد. آزمایش مقایسه عملکرد مقدماتی ژنوتیپ اصلاح شده (KFA6) با ۳۱ ژنوتیپ از جمله ژنوتیپ اولیه گله‌بانی به مدت دو سال (۱۳۹۱ و ۱۳۹۲) در کرج انجام شد. متوسط عملکرد علوفه خشک ژنوتیپ اصلاح شده KFA6 بدون اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد از میانگین ۳۱ ژنوتیپ و نیز متوسط عملکرد ژنوتیپ اولیه گله‌بانی و ژنوتیپ‌های منشأ قره یونجه بیشتر بود. برای مقایسه عملکرد علوفه و تعیین سازگاری (ارزش زراعی)، ژنوتیپ اصلاح شده KFA6 به همراه نه ژنوتیپ غالب مناطق سرد و معتدل سرد کشور، در پنج منطقه کرج، تبریز، خوی، بروجرد و مشهد طی سال‌های ۱۳۹۵ الی ۱۳۹۷ مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که ژنوتیپ اصلاح شده KFA6 با میانگین مجموع عملکرد علوفه خشک سالیانه ۱۴ تن در هکتار، ۲/۳۶ تن در هکتار نسبت به ژنوتیپ اولیه گله‌بانی افزایش عملکرد داشته و هم‌چنین بر اساس آماره پایداری برتری محاسبه شده با مقدار ۲/۶۲، ژنوتیپی پایدار نسبت به متوسط ژنوتیپ‌ها بود. مقادیر پروتئین خام (CP)، فیبر نامحلول در شوینده اسیدی (ADF)، فیبر خام (CF) و خاکستر کل در ژنوتیپ اصلاح شده KFA6 بدون اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد، به ترتیب برابر با ۱۸/۷۵، ۳۴/۸، ۳۹/۴۹ و ۷/۴۲ درصد به دست آمد. نتایج آزمایشات تکمیلی نشان داد که ژنوتیپ اصلاح شده KFA6 با میانگین ۱۸۵/۷ کیلوگرم در هکتار در سال تثبیت بیولوژیکی نیتروژن، میانگین بهره‌وری آب بر اساس عملکرد علوفه خشک و زیست‌توده کل در شرایط آبیاری کامل به ترتیب برابر با ۱/۱۰ و ۱/۶۹ کیلوگرم بر متر مکعب آب مصرفی، و تحمل بالاتر به بیماری ویروس موزاییک یونجه، در مقایسه با ژنوتیپ‌های بومی دیگر برتر بود. با توجه به مجموع نتایج، این ژنوتیپ با نام ماندگار مخصوص کشت در مناطق سرد و معتدل سرد نام‌گذاری و معرفی شد.

واژه‌های کلیدی: پایداری عملکرد، کیفیت علوفه، گزینش توده‌ای، بهره‌وری مصرف آب، معرفی رقم، قره یونجه.

مقدمه

یونجه با نام علمی *Medicago sativa* L. با سابقه کشت چند هزار ساله، مهم ترین و قدیمی ترین گیاه علوفه ای مورد کشت در ایران است (Karimi, 1990; Thompson and Paull, 1990). این محصول نقش عمده ای در برنامه های ملی بخش کشاورزی و تأمین پروتئین دارد. آمار بلندمدت سطح زیر کشت این گیاه در کشور، همواره بیش از ۶۰۰ هزار هکتار بوده که در حدود ۸۰ درصد آن مربوط به یونجه های سردسیری کشور است و در طی سالیان متمادی و شرایط مختلف، کم تر دست خوش نوسانات شدید قرار گرفته است. سطح زیر کشت یونجه در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۲، حدود ۵۶۷ هزار هکتار با متوسط عملکرد علوفه خشک ۱۰/۹۵ تن در هکتار (آبی) و تولید کل در حدود ۶ میلیون تن گزارش شده است (Anonymous, 2023). استان های آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، اردبیل، زنجان، همدان و اصفهان که دارای اقلیم سرد و معتدل سرد می باشند، بیشترین سطح زیر کشت یونجه را دارا هستند. به علت بومی بودن این گیاه و سابقه طولانی زراعت یونجه در مناطق مختلف کشور، تنوع ژنتیکی با ارزشی در قالب جمعیت یا توده های متنوعی که نسبت به شرایط محیطی منطقه خود سازگار شده اند، وجود دارد. به نژادی از طریق انتخاب یکی از مهم ترین پایه های اولیه به نژادی یونجه است (Hill et al., 1963). اصلاح ژنوتیپ ها و ارقام

جدید با عملکرد علوفه بالا و با سازگاری عمومی یا خصوصی به مناطق عمده تولید علوفه کشور، نقش بسزایی در پایداری تولید علوفه یونجه در کشور دارد. بر همین اساس، در سال ۱۳۹۵ یونجه آبی رقم امید به عنوان اولین رقم یونجه در ایران و ارقام آذر، نفیس و آهنگ به ترتیب در سال های ۱۳۹۸، ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ توسط مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر معرفی شده اند. ژنوتیپ اصلاح شده KFA6 (رقم ماندگار) با عملکرد علوفه و سازگاری عمومی مطلوب در اقلیم سرد و معتدل سرد کشور و هم چنین میزان تثبیت بیولوژیکی بالای نیتروژن، شایستگی لازم جهت معرفی به عنوان یک رقم جدید را داشت.

مواد و روش ها

برای معرفی رقم یونجه ماندگار، آزمایشات مختلفی اجرا شد که به ترتیب به آن ها اشاره می شود. در ابتدا به منظور اصلاح و بهبود کیفیت و عملکرد ژنوتیپ گله بانی از جمعیت قره یونجه آذربایجان شرقی، برای دستیابی به یک رقم جدید از روش گزینش توده ای (دو مرحله)، استفاده شد. در مرحله اول، عملیات کاشت در قطعه زمین ایزوله ۲۰۰۰ متری، بر روی ردیف هایی با فاصله ۵۰ سانتی متر و فاصله بوته ۲۰ سانتی متر روی ردیف انجام شد. کل قطعه ایزوله با حذف حواشی به ۲۴ شبکه تقسیم شد. پس از یک بار برداشت و چین برداری، در هر

شبکه کلیه خطوط و بوته‌ها با دقت مورد بازرسی قرار گرفتند و پس از ارزیابی مشاهده‌ای خصوصیات مورفولوژی و ظاهری، با شدت بالای گزینش (۵۰ درصد)، برترین بوته‌های شاداب، قوی، پربرگ و سالم بدون علائم آفات، بیماری و سرما حفظ گردید به‌طوری که در هر شبکه بوته‌های منتخب در قالب پلی کراس توسط حشرات گرده افشان و به‌صورت آزاد گرده افشانی تلاقی یافتند. بذر حاصل، جهت رسیدن به تعادل ژنتیکی در مزرعه‌ای ایزوله همانند سال قبل کاشته شد. در مرحله دوم، با توجه به شدت بالای بوته‌های گزینش شده، اقدام به حذف بوته‌های نامطلوب، خارج از تیپ و بوته‌های با گل سفید با شدت گزینش کم شد و بدین ترتیب دو مرحله گزینش بر روی ژنوتیپ گله‌بانی انجام شد و بذور یکنواخت از بوته‌های برتر حاصل شد. ژنوتیپ حاصل بعد از گزینش با نام (یونجه علوفه‌ای اصلاح شده در کرج) KFA6 در پروژه‌های بعدی مورد استفاده قرار گرفت.

در بررسی مقدماتی، ۳۲ ژنوتیپ شامل ژنوتیپ‌هایی از توده همدانی، قره یونجه، گرمسیری و نیمه گرمسیری و با هدف مقایسه عملکرد علوفه جمعیت‌های اصلاح شده یونجه از جمله ژنوتیپ گزینش شده (دو دوره گزینش شده) گله‌بانی (KFA6)، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به مدت دو سال (۱۳۹۱ و ۱۳۹۲) در ایستگاه تحقیقاتی ۴۰۰

هکتاری مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج بررسی شدند. اسامی و برخی از مشخصات ژنوتیپ‌های مورد بررسی در جدول ۱ آورده شده است. هر کرت آزمایشی شامل یک خط پنج متری بوده و همه ژنوتیپ‌ها بدون حاشیه به‌دنبال هم کشت شدند. فاصله بین خطوط ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بین تکرارها ۱/۵ متر در نظر گرفته شد. میزان بذر مصرفی بر اساس ۲۰ کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید.

صفات مورد بررسی شامل عملکرد علوفه تر و خشک، ارتفاع در زمان برداشت و تعداد ساقه در متر مربع بود. در سال اول، دو چین و در سال دوم، چهار چین برداشت شد. محاسبات آماری با استفاده از داده‌های شش چین برداشتی طی دو سال در قالب آزمایش کرت خردشده در زمان و با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد. برای تعیین پایداری عملکرد علوفه خشک ژنوتیپ‌های مورد بررسی در چین‌های مختلف، آماره پایداری برتری (Lin and Binns, 1988) برای هر ژنوتیپ محاسبه شد. مقادیر کم‌تر این آماره، نشان‌دهنده پایداری ژنوتیپ در تولید عملکرد بالا می‌باشد. به‌منظور ارزیابی سازگاری و مقایسه عملکرد کمی، کیفی و پایداری ژنوتیپ اصلاح شده یونجه KFA6 در مرحله نهایی، تعداد ۱۰ ژنوتیپ اصلاح شده امیدبخش که از مرحله قبلی آزمایشات مقدماتی مقایسه عملکرد انتخاب شده بودند، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به مدت دو سال (۱۳۹۶ و ۱۳۹۷) مورد ارزیابی قرار گرفتند.

جدول ۱- اسامی و مشخصات ژنوتیپ‌های مورد بررسی در مرحله مقدماتی طی دو سال ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲

Table 1. Characteristics of genotypes studied on preliminary experiment during 2012-2013

ردیف No.	ژنوتیپ Genotype	ماهیت Nature	مشخصات Characteristic	ژنوتیپ اصلاح شده	ردیف No.	ژنوتیپ Genotype	ماهیت Nature	مشخصات Characteristic	ژنوتیپ اصلاح شده
1	LakLak (101)	Hamedani	همدانی	Improved genotype	17	D202	Moderate معتدل	Improved genotype	ژنوتیپ اصلاح شده
2	Amo zeinedin (102)	Gharahyunjeh	قره یونجه	Improved genotype	18	D203	Moderate معتدل	Improved genotype	ژنوتیپ اصلاح شده
3	KFA17(AHANG) (103)	Hamedani	همدانی	Improved genotype	19	D204	Moderate معتدل	Improved genotype	ژنوتیپ اصلاح شده
4	Synkaraj (104)	Coldess	سردسیری	Multi strain synthetic	20	D205	Moderate معتدل	Improved genotype	ژنوتیپ اصلاح شده
5	KFA6(105)	Gharahyunjeh	قره یونجه	Improved genotype	21	D206	Moderate معتدل	Improved genotype	ژنوتیپ اصلاح شده
6	Hamedani (106)	Coldess	سردسیری	Improved genotype	22	D207	Moderate معتدل	Improved genotype	ژنوتیپ اصلاح شده
7	SynTabriz (107)	Coldess	سردسیری	Multi strain synthetic	23	D208	Moderate معتدل	Improved genotype	ژنوتیپ اصلاح شده
8	Cody (108)	Coldess	سردسیری	Exotic cultivar	24	D209	Moderate معتدل	Improved genotype	ژنوتیپ اصلاح شده
9	KFA16(109)	Hamedani	همدانی	Improved genotype	25	D210	Moderate معتدل	Improved genotype	ژنوتیپ اصلاح شده
10	Ranger (110)	Coldess	سردسیری	Exotic cultivar	26	D211	Moderate معتدل	Improved genotype	ژنوتیپ اصلاح شده
11	Gharghologh (111)	Gharahyunjeh	قره یونجه	Local ecotype	27	D212	Moderate معتدل	Improved genotype	ژنوتیپ اصلاح شده
12	Mohajeran (112)	Hamedani	همدانی	Local ecotype	28	D213	Moderate معتدل	Improved genotype	ژنوتیپ اصلاح شده
13	MFA (113)	Coldess	سردسیری	Improved genotype	29	D214	Moderate معتدل	Improved genotype	ژنوتیپ اصلاح شده
14	Gharahyunjeh (Azar-114)	Coldess	سردسیری	Improved genotype	30	D215	Moderate معتدل	Improved genotype	ژنوتیپ اصلاح شده
15	Galebani (115)	Gharahyunjeh	قره یونجه	Local ecotype	31	D216	Moderate معتدل	Improved genotype	ژنوتیپ اصلاح شده
16	D201	Moderate	معتدل	Improved genotype	32	D217	Moderate معتدل	Improved genotype	ژنوتیپ اصلاح شده

این پروژه در پنج منطقه شامل ایستگاه تحقیقاتی ۴۰۰ هکتاری مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج و ایستگاه‌های تحقیقاتی طرق مشهد، بروجرد، خوی و تبریز اجرا شد. لازم به ذکر است که این آزمایش با تمام ارقام جدید و قدیم با منشأ و جایگاه‌های مختلف انجام شد. مواد ژنتیکی مورد بررسی در این آزمایش شامل شش ژنوتیپ اصلاح شده و انتخابی از آزمایش مقایسه عملکرد مقدماتی توسط مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر با ۱۰۱، ۱۰۳، ۱۰۴، ۱۰۵، ۱۰۷ و ۱۱۳ و تعداد چهار ژنوتیپ اصلاح شده دریافتی از دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، انتخابی از آزمایش مقایسه عملکرد مقدماتی با شماره‌های ۲۰۱، ۲۰۳، ۲۰۷ و ۲۱۰ بودند. مشخصات ژنوتیپ‌های مورد آزمایش در جدول ۲ آورده شده است.

میزان بذر مصرفی بر اساس ۲۵ کیلوگرم در هکتار محاسبه شد و کاشت در شهریور ماه سال ۱۳۹۵ انجام شد. هر کرت آزمایشی شامل سه خط سه متری با فاصله بین خطوط ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بین تکرارها یک متر و بدون خط نکاشت بین کرت‌ها بود. صفات مورد بررسی شامل عملکرد علوفه تر و خشک، ارتفاع در زمان برداشت، سرعت رشد مجدد پس از هر برداشت و نمره خواب پاییزی بود. همه یادداشت‌برداری‌ها پس از حذف نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت انجام شد. برای تعیین عملکرد علوفه خشک (ماده خشک)، حدود ۱۰۰۰ گرم از علوفه تر برداشتی به‌طور تصادفی انتخاب و در

آون به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک شد. پس از تعیین درصد رطوبت، عملکرد علوفه خشک بر مبنای کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید. با توجه به هزینه اندازه‌گیری‌های کیفی علوفه و هم‌چنین حجم بالای تعداد نمونه‌های ارسالی به آزمایشگاه، تنها علوفه خشک چین چهارم برداشت علوفه در کرج در هر دو سال، پس از آسیاب کردن برای اندازه‌گیری صفات کیفیت علوفه شامل پروتئین خام، خاکستر کل، فیبر خام و فیبر نامحلول در شوینده اسیدی (ADF)، توسط دستگاه NIR مورد استفاده قرار گرفت. در پایان، محاسبات آماری و تجزیه مرکب داده‌های پنج مکان مورد آزمایش با استفاده از نرم افزار SPSS صورت گرفته و مقادیر LSD برای صفات مختلف در سطح احتمال پنج درصد محاسبه گردید. قبل از انجام تجزیه مرکب، آزمون بارتلت (Bartlett, 1937) برای تأیید همگن بودن و یکنواختی واریانس اشتباه‌های آزمایشی مناطق و سال‌های آزمایش انجام شد. بر اساس نتیجه آزمون بارتلت، منطقه خوی از انجام تجزیه مرکب حذف گردید. بنابراین، دو تجزیه واریانس مجزا شامل، تجزیه مرکب برای چهار منطقه کرج، تبریز، مشهد و بروجرد و تجزیه واریانس دوساله برای منطقه خوی صورت گرفت. جهت ارزیابی پایداری ژنوتیپ‌های مورد بررسی، آماره برتری (Lin and Binns, 1988) برای همه ژنوتیپ‌ها محاسبه گردید.

جدول ۲- اسامی و منشأ ژنوتیپ‌های مورد بررسی در مرحله ارزیابی نهایی طی دو سال ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷

Table 2. Name and origin of genotypes studied in final evaluation during 2017-2018

ردیف No.	ژنوتیپ Genotype	اقلیم مطلوب/ماهیت ژنوتیپ Climate Preference/Genotype identity	مشخصات Characteristics	ردیف No.	ژنوتیپ Genotype	اقلیم مطلوب/ماهیت ژنوتیپ Climate Preference/Genotype identity	مشخصات Characteristics
1	LakLak	سردسیری-همدانی Coldness-Hamedani	ژنوتیپ اصلاح شده - مرکز تحقیقات خراسان رضوی Improved genotype from Hamedan	6	MFA	سردسیری Coldness	ژنوتیپ اصلاح شده - مرکز تحقیقات خراسان رضوی Improved genotype from Khorasan Razavi
2	KFA17(AHANG)	سردسیری-همدانی Coldness-Hamedani	ژنوتیپ اصلاح شده از روستای مهاجران-همدان Improved genotype from Mohajeran valley-Hamedan	7	201	معتدل Moderate	ژنوتیپ اصلاح شده - دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران Improved genotype from Agriculture college, Tehran Univ.
3	Synkaraj	سردسیری Coldness	سنتتیک چند نژادی اصلاح شده در کرج Multi strain cultivar improved in Karaj	8	203	معتدل Moderate	ژنوتیپ اصلاح شده - دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران Improved genotype from Agriculture college, Tehran Univ.
4	KFA6	سردسیری - قره یونجه Coldness-Gharahyunjeh	ژنوتیپ اصلاح شده از روستای گل‌بان - مرند، آذربایجان شرقی Improved genotype from Galeban valley in East Azarbaijan	9	207	معتدل Moderate	ژنوتیپ اصلاح شده - دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران Improved genotype from Agriculture college, Tehran Univ.
5	SynTabriz	سردسیری Coldness	سنتتیک چند نژادی اصلاح شده در تبریز Multi strain cultivar improved in Tabriz	10	210	معتدل Moderate	ژنوتیپ اصلاح شده دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران Improved genotype from Agriculture college, Tehran Univ.

از آنجا که ویروس موزائیک یونجه (*Alfalfa mosaic virus-AMV*) یکی از مهم‌ترین ویروس‌های آلوده کننده یونجه می‌باشد (Koepper, 1942)، واکنش ژنوتیپ اصلاح شده KFA6 به همراه هشت ژنوتیپ KFA1، KFA7، KFA9، KFA15، KFA16، KFA17 همدانی و قره یونجه و سه ژنوتیپ خارجی دیابلوورده، سکونل و سی‌ریور در برابر آلودگی به دو جدایه ملایم و شدید AMV (به ترتیب AMV و AMVm) در شرایط گلخانه‌ای و در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تکرار مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت. گیاهان در دو مرحله پس از جوانه زنی و در مرحله چهار تا شش برگی، با دو جدایه AMV و AMVm به روش مکانیکی، مایه زنی شدند. گیاهان حدود سه هفته پس از مایه زنی، در دو نوبت از نظر وضعیت آلودگی به ویروس به کمک آزمون الیزا، مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای ارزیابی واکنش ژنوتیپ‌ها و تیپ آلودگی از نظر بروز علائم برگی (نشانه symptoms) بیماری، یک بار ۳۴ تا ۳۵ روز بعد از مایه زنی اول و نوبت دوم حدود ۲۸ تا ۳۰ روز پس از نوبت اول، از روش نمره دهی صفر تا چهار مطابق روش هیروکی و میچینسکی (Hiruki and Miczynski, 1987) استفاده شد. برای تعیین واکنش ژنوتیپ اصلاح شده KFA6 به بیماری سفیدک داخلی یونجه (Downy Mildew of Alfalfa)، دو آزمایش، هر کدام در دو شرایط آلودگی طبیعی در مزرعه و هم چنین آلودگی مصنوعی در گلخانه،

اجرا شد. در آزمایش اول، ژنوتیپ اصلاح شده KFA6 به همراه ۱۴ ژنوتیپ یونجه در مزرعه (همدان، زنجان و گرگان) و گلخانه (کرج) طی سال‌های ۱۳۸۶ الی ۱۳۸۸ مورد بررسی قرار گرفتند. در آزمایش دوم، ژنوتیپ اصلاح شده KFA6 به همراه ۱۰ ژنوتیپ یونجه طی سال‌های ۱۳۹۱ الی ۱۳۹۳ مورد بررسی قرار گرفتند. مشخصات اجرای این آزمایش همانند آزمایش اول بود. آزمایش مزرعه‌ای در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد و هر کرت آزمایشی شامل سه خط کاشت به طول شش متر و فاصله ردیف ۵۰ سانتی متر بود. دو ژنوتیپ یونجه یزدی و نیکشهری به ترتیب به عنوان شاهد های حساس و نسبتاً مقاوم در نظر گرفته شدند. هم چنین، دو خط کاشت بین کرت‌های آزمایشی از ژنوتیپ حساس کشت شد. نمونه برداری از ژنوتیپ‌های مورد آزمایش در مزرعه، عمدتاً به دلیل وقوع بارندگی و وجود شرایط مساعد بیماری در بهار طی اوج شدت بیماری در چین اول در سال‌های اول و دوم پس از کشت (سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ در آزمایش اول و سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ در آزمایش دوم) انجام شد. پس از بازدیدهای متوالی از تیمارهای آزمایش، به محض مشاهده وقوع بیماری سفیدک داخلی در کرت‌های آزمایش، نمونه‌ای از ۲۰ ساقه برداشت شده از هر کرت در داخل کیسه پلاستیکی قرار گرفته و به آزمایشگاه منتقل گردید. در آزمایشگاه، با بررسی دقیق برگ‌های مربوط به ساقه‌های چیده شده، درصد آلودگی هر تیمار

مشخص گردید. میزان آلودگی ژنوتیپ‌ها (مقاومت ژنوتیپ‌ها) براساس شاخص شدت بیماری (Disease severity) مطابق با روش تایر و همکاران (Thyre *et al.*, 1978) بر مبنای درصد آلودگی برگ‌ها، از پنج کلاس مختلف ۰ تا ۴ تعیین گردید. بررسی واکنش ژنوتیپ یونجه اصلاح شده KFA6 به بیماری سفیدک داخلی در شرایط گلخانه‌ای، به کمک آلودگی مصنوعی گیاهچه‌های ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در هر دو آزمایش ذکر شده، در کرج و بر اساس روش استوتوایل و اسکینر (Stuteville and Skinner, 1987) انجام شد. بدین منظور، هر ژنوتیپ یونجه در چهار تکرار بررسی و در هر تکرار ۱۰ بوته در نظر گرفته شد. برای تهیه سوسپانسیون اسپور، از برگ‌های واجد اسپور که تازه از مزرعه به آزمایشگاه منتقل شده بودند استفاده شد. سوسپانسیون اسپور پس از تنظیم غلظت به میزان ۱۰^۵ کفایتی در هر میلی لیتر آب مقطر استریل به کمک لام هماسیتومتر، بر روی گیاهچه‌های یونجه هفت روزه اسپری شدند. پس از ظهور علائم بیماری، نسبت به تعیین کلاس‌های مختلف تیپ آلودگی (Infection Type = IT) و واکنش ژنوتیپ‌های مورد آزمایش براساس روش تایر و همکاران (Thyre *et al.*, 1978) اقدام گردید.

برای برآورد میزان تثبیت بیولوژیکی نیتروژن در ژنوتیپ اصلاح شده KFA6، این بررسی با استفاده از ۱۲ ژنوتیپ یونجه در قالب طرح آماری آلفا لاتیس در سه تکرار به مدت چهار سال (۱۳۹۴-۱۳۹۰) در مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه

نهال و بذر کرج اجرا شد. سال اول (۱۳۹۰) به عنوان سال استقرار در نظر گرفته شد و اندازه گیری و ثبت داده‌ها در سال‌های ۱۳۹۱ الی ۱۳۹۴ صورت گرفت. هر کرت آزمایشی شامل ۱۰ ردیف کاشت با فاصله ۴۰ سانتی متر و طول چهار متر بود. میزان بذر مصرفی در هر کرت، بر مبنای ۲۵ کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید. یادداشت برداری‌ها بر روی صفات عملکرد اندام هوایی تر و خشک، عملکرد کاهبن تر و خشک، عملکرد ریشه تر و خشک (تا عمق ۳۰ سانتی متر)، تعیین درصد نیتروژن در اندام هوایی، کاهبن و ریشه در کرت‌های آزمایشی یونجه انجام شد. برآورد تثبیت بیولوژیکی نیتروژن با روش اختلاف نیتروژن صورت گرفت (Unkovich *et al.*, 2008) بر طبق این روش، گیاه لگوم و هم‌چنین گیاه مرجع (گیاهی که تثبیت نیتروژن انجام نمی‌دهد) هم‌زمان بایستی در یک مزرعه مورد بررسی قرار گیرند. بنابراین علاوه بر کرت‌های آزمایشی یونجه، در ابتدا و انتهای هر بلوک ناقص یک کرت آزمایشی از گیاه مرجع کاشته شد. گیاه مرجع در این بررسی شامل مخلوطی از سه گونه متفاوت گراس چند ساله بود. این سه گونه شامل علف باغ (*Dactylis glomerata*)، فستوکا (*Festuca arundinacea*) و لولیوم چند ساله (*Lolium perenne* L.) بودند. تجزیه واریانس سه ساله داده‌های آزمایش بر اساس مدل اندازه‌های تکراری یا اندازه‌گیری‌های مکرر (Repeated measures) بر پایه طرح آماری آلفا لاتیس و با استفاده از رویه آمیخته (Proc Mixed)

در نرم افزار SAS 9.1 انجام شد.

برای تعیین نمره خواب پاییزی ژنوتیپ اصلاح شده KFA6، پژوهشی به همراه ۱۹ ژنوتیپ یونجه سردسیری، گرمسیری و خارجی تحت دو آزمایش مجزا به صورت کشت معمول (متداول) و کشت با فاصله (غیر متداول)، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و در دو منطقه کرج و خوی طی سه سال از ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۵ اجرا شد. کاشت در اردیبهشت سال ۱۳۹۳ صورت گرفت. سال اول به عنوان سال استقرار در نظر گرفته شد و اندازه گیری صفات و ثبت داده‌ها در سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ انجام شد. در آزمایش کاشت متداول، هر ژنوتیپ با توجه به میزان قوه نامیه، به نسبت مصرف ۲۰ کیلوگرم بذر در هکتار در دو ردیف به طول پنج متر و فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی متر و در آزمایش کاشت با فاصله، هر ژنوتیپ با فاصله ۵۰ سانتی متر بین دو بوته در دو ردیف به طول پنج متر با فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی متر کشت گردید. به منظور ثبت صفت نمره خواب پاییزی ژنوتیپ‌های مورد آزمایش، همه ژنوتیپ‌ها در اول مهر ماه (سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵) به عنوان نقطه اعتدال پاییزی برداشت شدند و سپس در روز ۲۸ مهر ماه (چهار هفته پس از برداشت)، ارتفاع بوته‌ها اندازه گیری و ثبت شد. همه تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم افزار SPSS انجام و مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها با روش توکی در سطح احتمال اشتباه پنج درصد انجام شد.

برای برآورد میزان بهره‌وری آب ژنوتیپ

اصلاح شده KFA6 در تولید علوفه و زیست توده کل در شرایط مختلف، مطالعه‌ای طی سال‌های ۹۷-۱۳۹۵ در کرج با چهار رژیم مختلف آبیاری، شامل محیط بدون تنش آبی و تنش قطع آب از ابتدای تیر ماه به مدت ۲۰، ۴۰ و ۶۰ روز (تیمارهای خواب تابستانه) انجام شد. در این پژوهش، ژنوتیپ اصلاح شده KFA6 به همراه نه ژنوتیپ داخلی و خارجی (سردسیری و گرمسیری) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در کرت‌های آزمایشی با سه ردیف کاشت به طول چهار متر و فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی متر با میزان مصرف بذر ۲۵ کیلوگرم در هکتار مورد بررسی قرار گرفتند. زمان کاشت ۱۵ شهریور ۱۳۹۵ بود و سال اول به عنوان سال استقرار یونجه در نظر گرفته شد. زمان شروع آبیاری در تمام تیمارها، میزان ۷۰ میلی متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر کلاس A بود. در آزمایش‌های قطع ۲۰، ۴۰ و ۶۰ روزه آبیاری از اول تیر ماه، میزان تبخیر از سطح تشتک تبخیر کلاس A در این مدت به ترتیب در سال اول، ۲۲۰، ۴۲۵ و ۶۲۲ و در سال دوم، ۲۶۴، ۵۵۹ و ۸۴۲ میلی متر بود. برای تعیین حجم آب مصرفی با استفاده از کنتور حجمی در هر آبیاری در هر محیط، ۲۴ ساعت قبل از آبیاری، نمونه برداری از خاک محیط مورد نظر انجام شد و درصد رطوبت وزنی خاک جهت محاسبه میزان آب آبیاری (Doorenbos and Kassam, 1979) مشخص گردید.

نتایج و بحث

برای انجام دوره‌های گزینش و خالص‌سازی ژنوتیپ گله‌بانی، پس از حذف حواشی، مزرعه ایزوله به ۲۴ شبکه تقسیم شد که با شدت گزینش بالا، بوته‌های برتر برای بذرگیری انتخاب شدند و در تلاقی شرکت کردند. بنابراین، تنها بوته‌های انتخابی (از نظر فنوتیپی) در تلاقی شرکت داده شد و کنترل بر روی هر دو والد ماده و نر صورت پذیرفت. لازم به ذکر است که تلاقی بین بوته‌ها به صورت آزاد گرده افشانی توسط حشرات گرده افشان به‌ویژه زنبور عسل صورت گرفته که تحت عنوان پلی کراس مطرح می‌گردد. بعد از انجام تلاقی و جمع‌آوری بذور از بوته‌های انتخابی، بذور مخلوط و بوجاری شدند. در دور اول گزینش، حدود ۴ کیلوگرم و در دور دوم در سال ۱۳۹۰، حدود ۸ کیلوگرم بذر حاصل از تلاقی بین بوته‌ها به دست آمد. بذر حاصله با نام KFA6 در آزمایشات مقدماتی و سازگاری و آزمایشات تکمیلی بعد مورد ارزیابی قرار گرفت.

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در آزمایش مقدماتی عملکرد بر اساس طرح کرت خردشده در زمان، بر روی شش چین حاصل از دو سال برداشت علوفه نشان داد که اثر ژنوتیپ بر صفات تعداد ساقه در متر مربع و عملکرد علوفه در سطح احتمال پنج درصد و بر عملکرد علوفه خشک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل ژنوتیپ در چین برای صفات ارتفاع بوته، عملکرد علوفه تر و عملکرد علوفه خشک در سطح احتمال یک درصد و برای صفت تعداد ساقه در متر مربع، در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین صفات در ژنوتیپ‌های قره یونجه (قارقولوق آذربایجان غربی و قره یونجه آذربایجان شرقی که با اسم رقم آذر معرفی شد) و ژنوتیپ اولیه گله‌بانی (برای هر چین) و میانگین کل ۳۲ ژنوتیپ برای کلیه صفات مورد بررسی و همچنین مقادیر آماره پایداری برتری در جدول ۴ آورده شده است.

جدول ۳- تجزیه واریانس کرت خردشده در زمان برای صفات مورد بررسی

Table 3. ANOVA of split-plot in time for the studied traits

منبع تغییر SOV	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares				
		ارتفاع بوته Plant height	تعداد ساقه No. of stems	عملکرد علوفه تر Fresh forage yield	عملکرد علوفه خشک Dry forage yield	
Replication	تکرار	2	1206.7	10749.8	86.6	2.9
Genotype	ژنوتیپ	31	99.6 ⁺	3549.6 [*]	22.9 [*]	1.5 ^{**}
Cut	چین	5	2613.7 ^{**}	894918.3 ^{**}	623.4 ^{**}	43.8 ^{**}
Gen.×Cut	ژنوتیپ×چین	155	70.7 ^{**}	2408.6 [*]	10.4 ^{**}	0.77 ^{**}
Rep. ×Cut	تکرار×چین	10	311.0 ^{**}	27851 ^{**}	26.4 ^{**}	2.7 ^{**}
Error	خطا	310	44.5	1887.2	5.8	0.35
CV%	درصد ضریب تغییرات		8.7	15.3	21.1	20.1

* و ** به ترتیب برابر با عدم اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال اشتباه ۵ و ۱ درصد.

* and ** are non-significant, significant at 5 and 1 percent probability level, respectively.

جدول ۴ - مقایسه میانگین صفات مورد اندازه‌گیری ژنوتیپ‌های مورد بررسی برای میانگین هر چین
Table 4. Mean comparison of the studied traits of genotypes for each cutting harvest

ژنوتیپ Genotype	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	تعداد ساقه (در متر مربع) No. of stems (per m ²)	عملکرد علوفه تر (تن در هکتار) Fresh forage yield (tha ⁻¹)	عملکرد علوفه خشک (تن در هکتار) Dry forage yield (tha ⁻¹)
LakLak (101)	75.56 ab	309.33 a	12.21 abc	3.26 ab
Amo zeinedin (102)	75.67 ab	298.89 abc	10.51 a-d	2.82 a-d
KFA17(AHANG) (103)	72.06 b	276.00 abc	11.27 a-d	3.07 abc
Synkaraj (104)	74.39 ab	291.33 abc	11.32 a-d	3.13 abc
KFA6(105)	74.17 ab	290.67 abc	10.91 a-d	3.04 abc
Hamedani (106)	77.28 ab	289.78 abc	11.06 a-d	2.91 abc
SynTabriz (107)	73.78 ab	292.00 abc	11.00 a-d	2.99 abc
Cody (108)	73.50 ab	297.11 abc	10.11 bcd	2.55 bcd
KFA16(109)	72.83 b	283.56 abc	10.65 a-d	2.78 a-d
Ranger (110)	75.06 ab	258.44 abc	8.48 d	2.21 d
Gharghologh (111)	73.39 b	279.56 abc	10.84 a-d	2.79 a-d
Mohajeran (112)	73.72 ab	253.11 bc	9.74 cd	2.55 bcd
MFA (113)	77.17 ab	271.56 abc	11.99 abc	3.08 abc
Gharayonjeh (Azar-114)	75.33 ab	282.89 abc	10.49 a-d	2.56 bcd
Galebani (115)	76.94 ab	278.00 abc	11.22 a-d	2.84 a-d
D201	79.33 ab	304.44 ab	12.52 abc	3.12 abc
D202	76.22 ab	291.11 abc	11.01 a-d	2.90 abc
D203	78.39 ab	290.67 abc	12.91 ab	3.34 a
D204	78.50 ab	284.44 abc	12.22 abc	3.20 ab
D205	79.33 ab	272.22 abc	10.26 bcd	2.64 a-d
D206	78.72 ab	286.22 abc	12.57 abc	3.31 a
207	75.28 ab	278.67 abc	12.88 ab	3.33 a
D208	75.78 ab	284.89 abc	11.08 a-d	2.92 abc
D209	73.53 ab	286.89 abc	12.21 abc	3.20 ab
D210	76.00 ab	295.78 abc	13.35 a	3.34 a
D211	74.03 ab	273.22 abc	10.98 a-d	2.84 a-d
D212	81.83 a	290.44 abc	12.89 ab	3.27 ab
D213	77.39 ab	296.22 abc	12.65 abc	3.19 abc
D214	78.17 ab	289.00 abc	11.89 abc	3.03 abc
D215	80.33 ab	290.67 abc	12.40 abc	3.13 abc
D216	76.25 ab	246.22 c	9.93 bcd	2.47 cd
D217	76.17 ab	264.89 abc	10.29 bcd	2.68 a-d

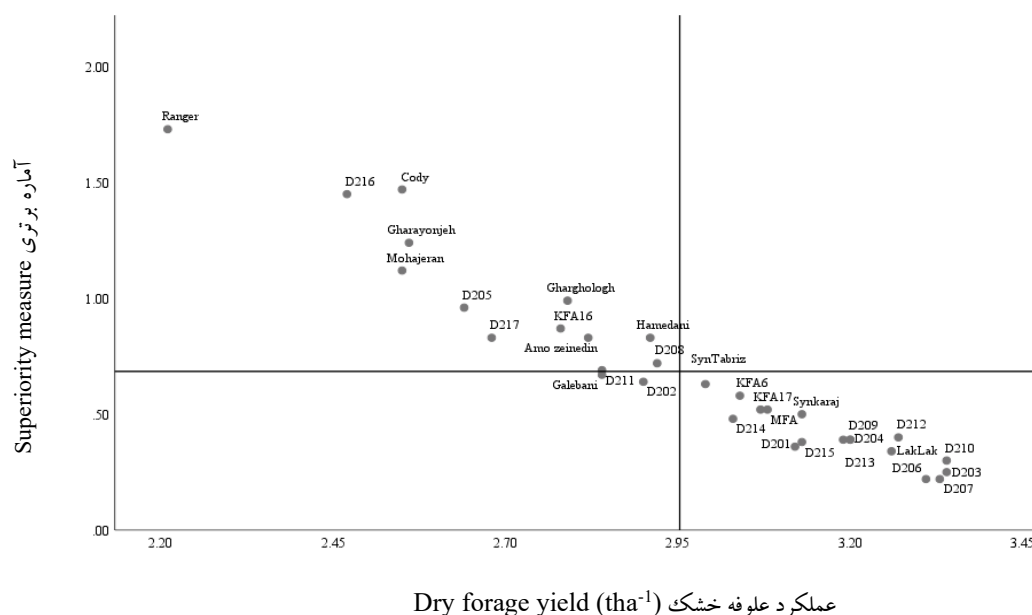
در هر ستون، اعداد با حروف مشابه در سطح احتمال ۰/۰۵ آزمون S.N.K. با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means in each column with a similar letter have non- significant difference at 5% probability level based on SNK test.

بر اساس دو معیار اصلی عملکرد علوفه خشک و آماره برتری، میانگین عملکرد علوفه خشک ژنوتیپ اصلاح‌شده KFA6 (ژنوتیپ ۱۰۵)، به میزان هفت درصد بیشتر از ژنوتیپ اولیه (ژنوتیپ ۱۱۵، گله‌بانی) بود. هم‌چنین، علاوه‌بر برتری آن نسبت به میانگین کل ۳۲ ژنوتیپ،

ژنوتیپ‌های مورد مقایسه کمتر بود (شکل ۱)، بنابراین، ژنوتیپ اصلاح شده KFA6 با هدف ادامه بررسی‌های میدانی در قالب آزمایش‌های مقایسه عملکرد چند منطقه‌ای به همراه ژنوتیپ‌های برتر دیگر، انتخاب شد.

نسبت به ژنوتیپ‌های منشأ قارقولوق (ژنوتیپ ۱۱۱) از توده قره یونجه (آذربایجان غربی) و قره یونجه (ژنوتیپ ۱۱۴، رقم آذر-آذربایجان شرقی) نیز به ترتیب ۹ و ۱۸ درصد برتری داشت. از طرفی، مقادیر آماره برتری آن نیز از میانگین



شکل ۱- نمودار پراکنش آماره پایداری برتری در مقابل میانگین عملکرد علوفه خشک (تن در هکتار) ۳۲ ژنوتیپ یونجه مورد بررسی

Fig. 1. Diversity of superiority measure versus mean of dry forage yield (tha^{-1}) for 32 genotypes.

و تحلیل قرار گرفت. تجزیه واریانس مرکب چهار منطقه کرج، تبریز، مشهد و بروجرد طی دو سال ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ در جدول ۵ و تجزیه واریانس دو ساله منطقه خوی بر مبنای طرح کرت خرد شده در زمان، در جدول ۶ آورده شده است.

در ارزیابی نهایی عملکرد علوفه ژنوتیپ‌های اصلاح شده یونجه، طبق نتایج به دست آمده از آزمون بارتلت منطقه خوی دارای اشتباه آزمایشی ناهمگن با بقیه مناطق بود و از تجزیه واریانس مرکب حذف شد و به طور جداگانه مورد تجزیه

جدول ۵- تجزیه واریانس مرکب صفات مورد بررسی در چهار منطقه و دو سال ۱۳۹۶-۱۳۹۷

Table 5. Combined ANOVA for the studied traits in four locations and two years (2017-2018)

S.O.V.	منبع تغییرات	درجه آزادی df	عملکرد علوفه تر Fresh forage yield	عملکرد علوفه خشک Dry forage yield
Location (L)	مکان	3	19731.07**	694.14**
Rep. (L)	تکرار (مکان)	8	468.37	23.82
Genotype (G)	ژنوتیپ	9	231.01*	12.56**
G×L	ژنوتیپ×مکان	27	226.14*	11.63**
G×Rep (L)	ژنوتیپ×تکرار (مکان)	72	114.93	4.57
Year (Y)	سال	1	9545.77**	946.85**
Y×L	سال×مکان	3	4488.05**	396.98**
Y×G	سال×ژنوتیپ	9	78.87**	3.77**
Y×L×G	سال×مکان×ژنوتیپ	27	72.1**	3.63**
Y×Rep (L)	سال×تکرار (مکان)	8	77.35*	5.17**
Residual	باقیمانده	72	29.02	1.38
CV%	درصد ضریب تغییرات		9.28	8.05

* و ** به ترتیب بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال اشتباه ۵ درصد و ۱ درصد می‌باشد.

*, ** are significant at 5% and 1% level of probability, respectively

جدول ۶- تجزیه واریانس مرکب صفات مورد بررسی در منطقه خوی طی سال‌های ۱۳۹۶-۱۳۹۷

Table 6. Combined ANOVA for the studied traits in Khoi during two years (2017-2018)

S.O.V.	منبع تغییرات	درجه آزادی df	عملکرد علوفه تر Fresh forage yield	عملکرد علوفه خشک Dry forage yield
Replication (R)	تکرار	2	4.19	0.00
Genotype (G)	ژنوتیپ	9	13.69**	1.01 ^{ns}
G×R	ژنوتیپ×تکرار	18	1.35	0.594
Year (Y)	سال	1	3011.83**	368.03**
Y×G	سال×ژنوتیپ	9	0.97 ^{ns}	0.27 ^{ns}
Y×R	سال×تکرار	2	1.82	0.00
Residual	باقیمانده	18	1.41	0.88
CV%	درصد ضریب تغییرات		10.31	8.75

** و ns به ترتیب بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

** and ns are respectively significant at 1 percent probability level and non-significant.

مکان و سال معنی‌دار بود (جدول ۵). این نتیجه نشان می‌دهد که انتخاب ژنوتیپ/ژنوتیپ‌های برتر، با توجه به میانگین عملکرد و نیز پایداری ژنوتیپ‌ها در مناطق مورد بررسی بایستی صورت پذیرد. بدین منظور، میانگین عملکرد علوفه

نتایج تجزیه واریانس مرکب دو ساله (۱۳۹۶-۱۳۹۷) برای صفت عملکرد علوفه خشک و تر در تمام مکان‌های مورد پژوهش (چهار منطقه)، نشان داد که اثر ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ در مکان و هم‌چنین ژنوتیپ در

خشک ژنوتیپ‌های مورد بررسی به تفکیک مناطق اجرا، به همراه مقادیر آماره پایداری برتری در جدول ۷ آورده شد. ژنوتیپ اصلاح شده KFA6 در مناطق تبریز، مشهد، خوی، کرج و بروجرد به ترتیب با عملکرد علوفه خشک ۱۲/۴۲، ۱۶/۱۷، ۱۰/۸۲، ۱۰/۸۵ و ۱۹/۷۸ تن در هکتار به همراه سایر ژنوتیپ‌های هم گروه، بیشترین عملکرد علوفه خشک را دارا بود. در تمام مناطق به جز کرج، عملکرد علوفه خشک ژنوتیپ اصلاح شده KFA6 بیش از میانگین عملکرد علوفه خشک ۱۰ ژنوتیپ بود و در منطقه تبریز و مشهد رتبه دوم را در بین ۱۰ ژنوتیپ داشت.

با توجه به متوسط عملکرد علوفه خشک ژنوتیپ‌ها و مقادیر آماره پایداری برتری ژنوتیپ، ژنوتیپ اصلاح شده KFA6 با میانگین ۱۴/۸ تن در هکتار عملکرد علوفه خشک در چهار منطقه و دو سال، تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد با عملکردهای بالاتر از خود نداشت و از طرفی حدود ۱/۴ درصد برتری عملکرد نسبت به میانگین کل ژنوتیپ‌ها نشان داد. در منطقه خوی نیز عملکرد علوفه خشک ژنوتیپ اصلاح شده KFA6 تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد با بالاترین عملکردها نداشت و از میانگین عملکرد ۱۰ ژنوتیپ، مقدار ۱۰۰ کیلوگرم عملکرد بیشتر نشان داد. از لحاظ آماره پایداری در چهار منطقه و پنج منطقه

همراه با منطقه خوی، به ترتیب با ۲/۷۲ و ۲/۲۴ نسبت به میانگین ژنوتیپ‌ها مقادیر کمتری داشت و به عبارت دیگر جزو ژنوتیپ‌های با پایداری بیش از متوسط گزارش شد. میانگین خصوصیات کیفیت علوفه ژنوتیپ‌های مورد بررسی و ژنوتیپ اصلاح شده (KFA6) در جدول ۸ آورده شده است. اثر ژنوتیپ، در تجزیه واریانس ساده، برای تمامی صفات کیفیت علوفه غیر معنی‌دار بود. ژنوتیپ synkaraj با ۱۹/۶۳ درصد و پس از آن ژنوتیپ اصلاح شده KFA6 با ۱۸/۷۵ درصد بیشترین میزان پروتئین خام را در بین مواد آزمایشی داشتند. قابل ذکر است که درصد فیبر نامحلول در شوینده اسیدی (ADF)، فیبر خام و خاکستر کل در ژنوتیپ اصلاح شده KFA6 به ترتیب برابر با ۳۴/۸، ۳۹/۴۹ و ۷/۴۲ درصد بود که نشان‌دهنده خصوصیات مناسب کیفیت علوفه آن می‌باشد.

با توجه به نتایج آزمایش سازگاری در پنج منطقه، در خصوص عملکرد کمی و صفات کیفی، چنین می‌توان نتیجه گرفت که ژنوتیپ‌های (رقم آهنگ) KFA6، KFA17، Synkaraj، ۲۰۱ و Laklak دارای عملکرد کمی و کیفی و همچنین پایداری عمومی مناسبی در مناطق سرد و معتدل سرد کشور می‌باشند. بنابراین، همراه با معرفی ژنوتیپ KFA17 با نام رقم آهنگ از این فهرست، به معرفی ژنوتیپ KFA6 اقدام شد.

جدول ۷- میانگین دو ساله (۹۷-۱۳۹۶) عملکرد علوفه خشک (تن در هکتار) و آماره پایداری برتری ژنوتیپ‌های مورد بررسی یونجه به تفکیک مناطق اجرا
Table 7. Biennial mean (2017-2018) of dry forage yield (tha^{-1}) and superiority measure of the studied genotypes in different locations

ژنوتیپ Genotype	مشهد Mashhad	تبریز Tabriz	بروجرد Borojerd	کرج Karaj	میانگین چهار منطقه Mean (Mashhad, Tabriz, Borojerd, Karaj)	خوی Khoi	آماره برتری رتبه Superiority measure	
							چهار منطقه Mean	پنج منطقه Mean
							(Four locations)	(Five locations)
LakLak	15.72	12.13	21.00	11.67	15.13	10.53	1.80	1.51
KFA17(AHANG)	16.07	11.33	19.10	13.13	14.91	10.38	2.52	2.12
Synkaraj	14.30	11.17	21.45	13.52	15.11	10.02	2.02	1.80
KFA6	16.17	12.42	19.78	10.85	14.80	10.82	2.72	2.24
SynTabriz	15.10	11.18	18.08	10.35	13.68	10.72	5.93	4.79
MFA	16.27	12.48	17.37	10.57	14.17	10.38	5.00	4.11
201	15.18	11.78	21.92	14.15	15.76	11.18	0.72	0.58
203	15.93	10.95	20.00	13.03	14.98	11.12	1.55	1.25
207	14.20	11.12	17.15	12.47	13.73	11.33	4.92	3.94
210	15.02	11.13	14.78	13.97	13.73	10.75	7.69	6.20
میانگین کل Total mean	15.40	11.57	19.06	12.37	14.60	10.72	3.49	2.85
LSD _{5%}	2.46	2.46	2.46	2.46	1.23	0.93	1.80	1.51
میزان برتری عملکرد نسبت به میانگین کل (کیلوگرم در هکتار)					200	100		
Superiority of yield to total mean (kgha^{-1})								

جدول ۸- میانگین دوساله صفات کیفی ژنوتیپ‌های مورد بررسی در کرج

Table 8. Biennial mean of qualitative traits of the studied genotypes in Karaj

ژنوتیپ Genotype	پروتئین خام Crude protein (%)	فیبر نامحلول در شوینده اسیدی Acid detergent fiber (%)	خاکستر Ash (%)	فیبر خام Crude fiber (%)
LakLak	18.61	34.25	7.40	39.51
KFA17(AHANG)	18.71	34.32	7.44	38.06
Synkaraj	19.63	34.34	7.39	39.28
KFA6	18.75	34.80	7.42	39.49
SynTabriz	18.35	34.42	7.34	38.91
MFA	18.41	34.97	7.36	39.89
201	18.45	34.12	7.45	39.86
203	18.23	34.39	7.46	40.22
207	18.59	34.28	7.37	40.68
210	17.96	33.83	7.44	40.02
Mean میانگین	18.57	34.37	7.41	39.59

سویه شدید و ملایم ویروس موزائیک یونجه با میانگین شدت بیماری ۱/۹ نشان داد که قرار گرفتن در گروه متحمل به بیماری، علاوه بر تحمل نسبی این ژنوتیپ اصلاح شده نسبت به ژنوتیپ منشأ قره یونجه با شدت بیماری ۳/۱، این ژنوتیپ اصلاح شده نسبت به ژنوتیپ‌های بومی دیگر نیز تحمل بالاتری نسبت به بیماری ویروس موزائیک یونجه نشان داد.

نتایج ارزیابی مزرعه‌ای و گلخانه‌ای ژنوتیپ اصلاح شده KFA6 نسبت به بیماری سفیدک داخلی یونجه، در جدول ۱۰ آورده شده است. در مجموع، ژنوتیپ اصلاح شده KFA6 در سال‌های مختلف و مناطق مختلف واکنش‌های متفاوتی را نشان داد ولی میانگین واکنش‌های مزرعه‌ای دو ساله در دو مکان اجرا در مقایسه با ارقام شاهد حساس و نیمه مقاومی که در دست بود (جدول ۱۰) حاکی از آن است که به‌طور کلی این رقم نسبت به بیماری سفیدک داخلی حساس می‌باشد.

در بررسی بیماری ویروس موزائیک یونجه، نتایج آزمون الیزا تأیید کننده آلوده شدن تمام گیاهان مایه‌زنی شده با جدایه‌های مورد بررسی بود. شدت بیماری در ژنوتیپ‌های KFA16، KFA17 و قره یونجه از بیشترین مقدار (در مورد تیمار با جدایه AMVm از ۲/۸ تا ۳/۳ و در مورد تیمار AMVs از ۳/۲ تا ۳/۶) برخوردار بوده و ژنوتیپ‌های KFA9، همدانی، KFA15، KFA1، KFA6، KFA7 و سکوتل با میانگین شدت بیماری ۱/۳ تا ۲/۳، تقریباً در یک گروه قرار گرفته و دو رقم دیابلوورده و سی‌ریور کمترین میزان شدت بیماری (به ترتیب ۰/۲ تا ۰/۸) در تیمار با AMVm و ۰/۸ تا ۱ در تیمار با AMVs) را داشتند. متوسط میزان شدت بیماری در ارقام مایه‌زنی شده با جدایه AMVs حدود ۰/۳ واحد نسبت به متوسط شدت بیماری ناشی از AMVm بیشتر بود (جدول ۹). نتیجه نهایی واکنش ژنوتیپ اصلاح شده KFA6 در برابر هر دو نوبت و هر دو

جدول ۹- میانگین شدت بیماری ویروس موزائیکی یونجه در ارقام یونجه مایه‌زنی شده در دو نوبت مختلف و دو سویه ملایم و سویه شدید

Table 9. Mean of Alfalfa mosaic virus-AMV in alfalfa cultivars with two times infections and two strains (AMVm, AMVs)

ژنوتیپ Genotype	سویه ملایم ویروس AMVm			سویه شدید ویروس AMVs			میانگین شدت بیماری در دو نوبت و دو سویه مختلف Mean of all
	میانگین Mean	نوبت دوم 2th time	نوبت اول 1 st time	میانگین Mean	نوبت دوم 2th time	نوبت اول 1 st time	
KFA1	1.2	1.2	1.2	1.8	1.8	1.8	1.6
KFA6	1.8	1.8	1.8	2.0	2.0	2.0	1.9
KFA7	1.8	1.8	1.8	2.2	2.2	2.2	2.0
KFA9	2.2	2.2	2.2	2.4	2.4	2.4	2.3
KFA15	2.0	2.0	2.0	2.2	2.2	2.2	2.1
KFA16	3.3	3.3	3.2	3.5	3.6	3.4	3.4
KFA17	3.1	3.2	3.0	3.3	3.4	3.2	3.2
Diabloverde دیابلوورده	0.2	0.2	0.2	0.8	0.8	0.8	0.5
Siriver سی ریور	0.8	0.8	0.8	1.0	1.0	1.0	0.9
Sequel سکوئل	1.2	1.2	1.2	1.3	1.4	1.1	1.3
Hamedani همدانی	2.2	2.2	2.2	2.4	2.4	2.4	2.3
Gharahyunjeh قره یونجه	2.8	2.8	2.8	3.3	3.4	3.2	3.1

جدول ۱۰- میانگین درصد شدت بیماری سفیدک داخلی یونجه در ژنوتیپ اصلاح شده KFA6 در مقایسه با ارقام شاهد (حساس و مقاوم) در سال‌ها و مناطق مختلف

Table 10. Mean of disease severity of alfalfa downy mildew in KFA6 genotype compared to susceptible and resistant cultivars across different years and locations.

موقعیت Location	زنجان Zanjan	همدان Hamedan	زنجان Zanjan	همدان Hamedan	میانگین مزرعه‌ای Mean of fields	میانگین گلخانه‌ای Greenhouse
سال Year	۱۳۹۱ 2012	۱۳۹۱ 2012	۱۳۹۲ 2013	۱۳۹۲ 2013		۱۳۹۲ 2013
KFA6 (S)	50	17.3	90	56.6	53.5	65
Yazdi (S)	70	63.3	91.6	76.6	75.4	67.5
Kiseverdi (MR)	5.7	3.3	31.6	6.6	11.8	7.5

۱۳/۵۷ و ۱۳/۳۸ تن در هکتار و کمترین میانگین مربوط به ژنوتیپ‌های KFA16 و KFA2 با متوسط ۱۲/۰۶ و ۱۲/۱۰ تن در هکتار بود (جدول ۱۱). در خصوص عملکرد علوفه خشک کاهبن در هکتار، بیشترین میانگین

میانگین سه ساله صفات مورد بررسی در آزمایش برآورد میزان تثبیت بیولوژیکی نیتروژن نشان داد که بیشترین میانگین عملکرد علوفه خشک مربوط به ژنوتیپ‌های بمی، KFA6 و ژنوتیپ اصلاح شده KFA17 به ترتیب با متوسط ۱۳/۸۳،

جدول ۱۱- مقایسه میانگین سه ساله صفات اندازه گیری شده در ژنوتیپ‌های مورد بررسی.

Table 11. Three years mean comparisons of recorded traits of genotypes

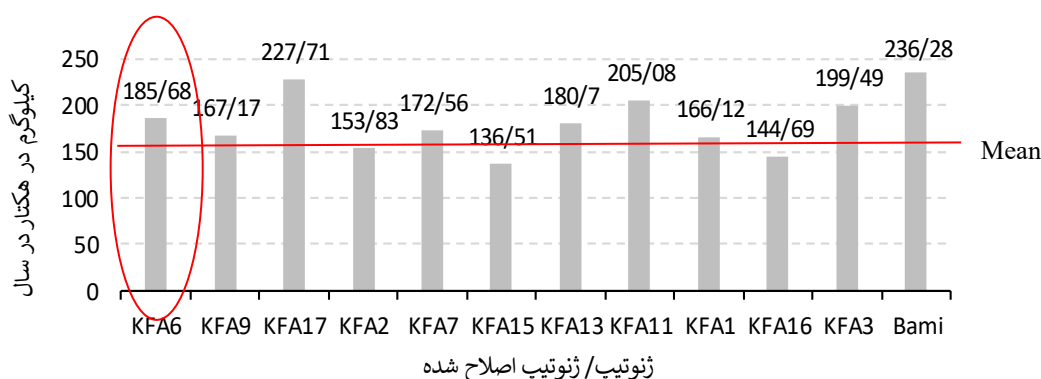
ژنوتیپ Genotype	عملکرد خشک اندام هوایی (تن در هکتار) Shoot dry matter (tha ⁻¹)	عملکرد خشک کاهبن (تن در هکتار) Stubble dry matter (tha ⁻¹)	عملکرد خشک ریشه (تن در هکتار) Root dry Matter (tha ⁻¹)	زیست توده کل (تن در هکتار) Total biomass yield (tha ⁻¹)	درصد نیتروژن اندام هوایی Shoot nitrogen content (%)	درصد نیتروژن کاهبن Stubble nitrogen Content (%)	درصد نیتروژن ریشه Root nitrogen Content (%)	تثبیت بیولوژیکی نیتروژن (کیلوگرم در هکتار در سال) Biological nitrogen fixation (kg ha ⁻¹ y ⁻¹)
KFA6	13.57 ab	2.08a	5.86a	21.63 ab	2.68 ab	1.7a	1.4a	185.68 abc
KFA9	12.38 ab	1.97a	6.23a	20.46 b	2.72 ab	1.6a	1.4a	167.17 abc
KFA17	13.38 ab	2.03a	7.34a	22.79 ab	2.80 a	1.5a	1.6a	227.71 ab
KFA2	12.10 b	1.86a	5.75a	19.72 b	2.78 ab	1.6a	1.4a	153.83 bc
KFA7	12.88 ab	2.02a	7.55a	22.51 ab	2.63 b	1.7a	1.3a	172.56 abc
KFA15	12.34 ab	2.03a	5.98a	20.42 b	2.71 ab	1.5a	1.1a	136.51 c
KFA13	12.57 ab	2.08a	7.00a	21.49 ab	2.79 ab	1.6a	1.4a	180.70 abc
KFA11	12.83 ab	2.07a	7.11a	21.89 ab	2.73 ab	1.6a	1.6a	205.08 abc
KFA1	12.93 ab	2.01a	5.78a	20.77 ab	2.74 ab	1.6a	1.3a	166.12 abc
KFA16	12.06 b	1.93a	5.70a	19.77 b	2.70 ab	1.6a	1.5a	144.69 c
KFA3	12.32 ab	2.00a	8.03a	22.21 ab	2.77 ab	1.7a	1.5a	199.49abc
Bami	13.83 a	2.04a	8.33a	24.34 a	2.67 ab	1.6a	1.6a	236.28 a
Mean	12.77	2.01	6.72	21.5	2.73	1.6	1.4	181.32

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد با هم تفاوت معنی دار ندارند.

-Based on Duncan's test, means in a column with the same letter do not differ significantly ($p < 0.05$).

نیترژن در ژنوتیپ اصلاح شده KFA6 به میزان ۱۸۵/۶۸ کیلوگرم در هکتار در سال تعیین شد که بالاتر از متوسط میزان تثبیت بیولوژیکی نیترژن ژنوتیپ‌های مورد بررسی با میانگین ۱۸۱/۳۲ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۱۱ و شکل ۲).

مربوط به ژنوتیپ اصلاح شده KFA6 با متوسط ۲/۰۸ تن در هکتار و کمترین مربوط به ژنوتیپ KFA2 با متوسط ۱/۸۶ تن در هکتار بود (جدول ۱۱) که نشان‌دهنده طوقه بزرگ‌تر و تعداد ساقه بیشتر ژنوتیپ اصلاح شده KFA6 است. میانگین سه ساله مقدار تثبیت بیولوژیکی



شکل ۲- میانگین سه ساله تثبیت بیولوژیکی نیترژن (کیلوگرم در هکتار در سال) در ژنوتیپ‌های مورد بررسی

Fig. 2. Three years average of biological nitrogen fixation ($\text{kg ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$) of genotypes.

یونجه ایرانی، بدین ترتیب می‌توان بیان داشت که توده‌های قره یونجه و همدانی (با تمام ژنوتیپ‌های موجود در آن) دارای نمرات خواب ۴ تا ۵ می‌باشند. یونجه‌های مناطق معتدل کشور همانند KFA7 و یزدی دارای نمرات خواب ۶ تا ۷ و یونجه‌های گرمسیری کشور شامل نیکشهری، بغدادی و بمی دارای نمرات خواب پاییزی بین ۷ تا ۹ بودند.

میانگین (دو منطقه و دو سال) نمره خواب پاییزی ژنوتیپ اصلاح شده KFA6 و سایر ژنوتیپ‌های مورد بررسی، به تفکیک دو آزمایش (جدول ۱۲)، نشان داد که ژنوتیپ اصلاح شده KFA6 دارای نمره خواب بین ۴ تا ۵ می‌باشد. در هر دو آزمایش، ارقام متناسب به مناطق گرم و معتدل دارای نمرات خواب پاییزی بیشتری نسبت به ژنوتیپ‌های سردسیری بودند. در خصوص دسته‌بندی توده‌ها و ژنوتیپ‌های

جدول ۱۲- مقایسه میانگین نمره خواب پاییزی ژنوتیپ‌های مورد بررسی در مجموع دو مکان و دو سال.

Table 12. Mean comparisons of fall dormancy scores of genotypes over years and locations.

ردیف No.	ژنوتیپ Genotype	کشت معمول Conventional plantation				کشت با فاصله Spaced plantation			
		میانگین Mean	واریانس Variance	ضریب تغییرات %/CV	حداقل-حداکثر Min-Max	میانگین Mean	واریانس Variance	ضریب تغییرات %/CV	حداقل-حداکثر Min-Max
1	LakLak	3.8 fg	1.30	29.89	2.2 - 5.2	4.0 fg	0.12	8.76	3.2 - 4.6
2	KFA17(AHANG)	4.6 def	0.24	10.76	3.0- 5.8	4.3 efg	0.27	11.98	3.2 - 5.0
3	KFA16	4.3 efg	0.50	16.56	2.4 - 5.2	4.3 efg	0.21	10.74	3.0 - 5.0
4	KFA15	4.4 efg	0.40	14.43	2.1 - 5.4	4.1 efg	0.32	13.69	3.2 - 5.2
5	KFA2	4.4 efg	0.33	13.15	3.1 - 5.2	4.1 efg	0.16	9.59	3.0 - 4.8
6	KFA13	4.4 efg	0.55	17.00	3.4 - 5.6	4.0 efg	0.52	17.83	3.2 - 6.0
7	KFA6	4.3 efg	0.23	11.33	3.3 - 5.4	4.5 d-g	0.33	12.84	3.8 - 5.7
8	KFA9	4.3 efg	0.34	13.36	3.2 - 5.8	4.2 efg	0.24	11.57	3.0 - 5.8
9	KFA7	5.5 bcd	1.16	19.70	3.8 - 6.8	5.4 bcd	0.98	18.4	4.2 - 7.9
10	Nikshahri	6.9 a	3.02	25.20	4.2 - 9.4	6.0 a	4.07	33.49	4.0 - 9.5
11	Baghdadi	6.7 a	3.16	26.51	4.1 - 9.0	6.1 a	4.45	34.49	3.6 - 9.7
12	Yazdi	6.1 ab	1.97	23.00	4.3 - 8.4	5.5 abc	1.28	20.47	3.8 - 7.0
13	Bami (Shahdad)	6.2 ab	1.82	21.90	4.0 - 8.0	4.4 d-g	0.39	14.03	3.2 - 5.6
14	Bami 1	6.8 a	2.76	24.38	4.3 - 9.2	5.7 ab	2.05	25	4.0 - 9.0
15	Kisverdai	3.6 fg	1.13	29.31	2.4 - 5.2	4.1 efg	0.59	18.67	2.6 - 5.4
16	Mesa-sersa	5.7 bc	0.6	13.69	4.5 - 7.6	4.7 c-f	0.62	16.98	3.8 - 7.7
17	Diablo-verde	3.7 fg	1	26.81	2.4 - 5.1	3.9 fg	0.36	15.22	3.0 - 4.8
18	Commandor	3.5 g	0.37	17.4	2.3 - 4.4	3.3 g	0.68	23.52	2.4 - 5.4
19	Siriver	4.3 efg	0.41	15	3.4 - 5.2	4.3 efg	0.34	13.5	3.6 - 5.6
20	Sequel	4.9 cde	0.45	13.71	4.0 - 6.8	5.0 b-e	0.49	14.06	4.0 - 7.2
Total mean میانگین کل		4.9	1.09	19.16	2.1-9.4	4.6	0.92	17.24	2.4-9.7

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون، بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

-Means in each column with the same letter do not differ significantly ($p < 0.05$) using Tukey' range test.

نتایج ارزیابی بهره‌وری آب (جدول ۱۳) نشان داد که بهره‌وری آب محاسبه شده بر اساس عملکرد علوفه خشک و هم‌چنین زیست‌توده کل در خصوص ژنوتیپ اصلاح‌شده KFA6، در شرایط آبیاری کامل به ترتیب برابر با ۱ و ۱/۷ کیلوگرم بر مترمکعب آب مصرفی بود. با اعمال تیمارهای قطع آب به مدت ۲۰، ۴۰ و ۶۰ روز، بهره‌وری آب در ژنوتیپ اصلاح‌شده KFA6 افزایش نشان داد به‌طوری که بیشترین بهره‌وری آب در تیمار قطع ۶۰ روزه آب به ترتیب ۱/۲ و ۲/۶ کیلوگرم بر متر مکعب برای عملکرد علوفه خشک و عملکرد کل زیست‌توده بود (جدول ۱۳). این نکته بیانگر نقش عمده چین‌های بهاره (قبل از قطع آب) در عملکرد سالیانه یونجه و هم‌چنین مصرف آب بالاتر (در قیاس با علوفه تولیدی) در چین‌های تابستانه می‌باشد. یکی از ویژگی‌های عمده ژنوتیپ اصلاح‌شده KFA6، افزایش قابل ملاحظه بهره‌وری تولید علوفه و زیست‌توده در تنش قطع آبیاری بلندمدت ۶۰ روزه و هم‌چنین نسبت بالای بخش قابل برداشت به غیر قابل برداشت بود که بیانگر انتقال بیشتر مواد فتوسنتزی جهت تولید شاخ و برگ می‌باشد.

در مجموع، براساس نتایج آزمایشات سازگاری دو ساله در پنج منطقه (خوی، کرج،

مشهد، بروجرد و تبریز)، میانگین عملکرد علوفه خشک ژنوتیپ جدید (رقم ماندگار) ۱۴ تن در هکتار به‌دست آمد که نسبت به میانگین کلیه ژنوتیپ‌های موجود در آزمایش (ژنوتیپ‌های موجود در آزمایش نماینده یونجه همدانی و قره یونجه بودند) با عملکرد ۱۳/۸۲ تن در هکتار، برتری ۱/۴ درصدی نشان داد. محاسبه و مقایسه شاخص پایداری برتری (Superiority measure)، به‌عنوان آماره‌ای که هم بر پایداری و هم بر عملکرد نسبی تکیه دارد، نشان داد که ژنوتیپ جدید با عدد ۲/۶۲ پایداری قابل ملاحظه‌ای نسبت به میانگین ژنوتیپ‌های مورد بررسی با میانگین پایداری ۳/۳۵ داشت. وزن هزار دانه ژنوتیپ جدید ۲/۵ - ۲ گرم و تعداد دانه در غلاف آن ۵-۴ عدد می‌باشد. طبق بررسی صورت گرفته، میانگین تثبیت بیولوژیکی ژنوتیپ جدید ۱۸۵/۷ کیلوگرم در هکتار در سال برآورد گردید که می‌تواند نقش بسیار مهمی در تناوب‌های زراعی جهت کاهش مصرف کودهای نیتروژنه ایفاء نماید. میانگین بهره‌وری آب ژنوتیپ جدید در شرایط آبیاری نرمال، یک کیلوگرم علوفه خشک به ازای یک متر مکعب آب آبیاری بود. سایر خصوصیات مهم ژنوتیپ جدید در جدول ۱۴ آورده شده است.

جدول ۱۳- مقادیر بهره‌وری آب در عملکرد علوفه و زیست‌توده کل ژنوتیپ اصلاح‌شده KFA6 به تفکیک چهار رژیم آبیاری طی دو سال ۹۷-۱۳۹۵ در کرج
Table 13. Water consumption productivity of forage yield and biomass yield of KFA6 genotype under four irrigation regimes during 2016-2018.

رژیم آبیاری Irrigation regime	حجم و دفعات آبیاری Volume and times of Irri.	ژنوتیپ Genotype	عملکرد علوفه خشک (تن در هکتار) Dry forage yield (tha ⁻¹)	بهره‌وری آب در تولید علوفه (کیلوگرم بر متر مکعب) Water productivity of forage production (kgm ⁻³)	عملکرد زیست‌توده (تن در هکتار) Biomass yield (tha ⁻¹)	بهره‌وری آب در تولید کل زیست‌توده (کیلوگرم بر متر مکعب) Water productivity of biomass production (kgm ⁻³)	نسبت قسمت قابل برداشت به غیر قابل برداشت Harvestable to unharvestable yield ratio
آبیاری کامل Full irrigation	۱۰۸۶۶ مترمکعب در ۱۷ نوبت 10866 m ³ in 17 times	میانگین ژنوتیپ‌های گرمسیری Mean of warm-region's genotypes	10.99	1.01	17.45	1.57	1.9
		KFA6	11.98	1.10	18.35	1.69	2.0
		میانگین ژنوتیپ‌های سردسیری/معتدل Mean of cold/moderate-region's genotypes	10.06	0.93	16.46	1.51	1.6
قطع ۲۰ روزه آبیاری No -watering for 20 days	۹۳۹۱ مترمکعب در ۱۵ نوبت 9391 m ³ in 15 times	میانگین ژنوتیپ‌های گرمسیری Mean of warm-region's genotypes	8.91	0.95	15.54	1.65	1.5
		KFA6	10.28	1.09	16.48	1.75	1.8
		میانگین ژنوتیپ‌های سردسیری/معتدل Mean of cold/moderate-region's genotypes	8.17	0.87	13.98	1.49	1.4
قطع ۴۰ روزه آبیاری No -watering for 40 days	۸۲۸۹ مترمکعب در ۱۲ نوبت 8289 m ³ in 12 times	میانگین ژنوتیپ‌های گرمسیری Mean of warm-region's genotypes	6.92	0.84	14.37	1.74	1.0
		KFA6	7.22	0.87	14.37	1.73	1.0
		میانگین ژنوتیپ‌های سردسیری/معتدل Mean of cold/moderate-region's genotypes	6.04	0.73	12.53	1.51	1.0
قطع ۶۰ روزه آبیاری No -watering for 60 days	۵۳۷۹ مترمکعب در ۹ نوبت 5379 m ³ in 9 times	میانگین ژنوتیپ‌های گرمسیری Mean of warm-region's genotypes	6.17	1.15	13.70	2.55	0.9
		KFA6	6.23	1.16	13.86	2.58	0.9
		میانگین ژنوتیپ‌های سردسیری/معتدل Mean of cold/moderate-region's genotypes	5.86	1.09	11.69	2.18	1.1

جدول ۱۴- خصوصیات مورفولوژیک، زراعی و کیفی رقم یونجه ماندگار (KFA6) و توده گله‌بانی

Table 14. Morphological, agronomical and qualitative characteristics of Mandegar (KFA6) cultivar.

ردیف No.	Characteristics	مشخصات	Mandegar (KFA6)		گله‌بانی Galebani	
1	Fall dormancy score	نمره خواب پاییزی	4-5		4-5	
2	Nature of cultivar	نوع رقم	Population	جمعیت	Population	جمعیت
3	Origin	منشأ	Iran	ایران	Iran	ایران
4	Plant height (cm)	ارتفاع بوته	70-80		70-80	
5	Days to harvert	میانگین روز تا برداشت	35		-	
	Spring cut	چین بهاره	35-40		-	
	Summer cut	چین تابستانه	28-30		-	
	Fall cut	چین پاییزه	35-40		-	
6	Seeds per pod	تعداد دانه در غلاف	4-5		4-5	
7	1000 Seed weight (g)	وزن هزار دانه	2-2.5		2-2.5	
8	Seed yield (kg ^{ha} ⁻¹)	میانگین عملکرد بذر	364.8		-	
9	Dry forage yield (tha ⁻¹)	میانگین عملکرد علوفه خشک (سازگاری)	14.00		11.36	
10	Yield stability	پایداری عملکرد	High	بالا	Good	خوب
11	Biological nitrogen fixaton (kg ^{ha} ⁻¹ year ⁻¹)	تثبیت بیولوژیکی نیتروژن	185.7		-	-
12	Water consumption productivity (Normal irrigation) (kgm ⁻³)	میانگین بهره‌وری آب در شرایط نرمال	1.1		-	-
13	Crude protein (%)	درصد پروتئین خام	18.75		15.93	
14	ADF (%)	درصد فیبر نامحلول در شوینده اسیدی	34.8		33.77	
15	CF (%)	درصد فیبر خام	39.49		-	
16	ASH (%)	درصد خاکستر کل	7.42		9.44	
17	Alfalfa downy mildew	واکنش به بیماری سفیدک داخلی	Susceptible	حساس	-	
18	Alfalfa mosaic virus	واکنش به بیماری ویروس موزائیک یونجه	Semi-resistant	نیمه مقاوم	-	

با توجه به مجموع نتایج، این ژنوتیپ جدید یونجه با نام رقم ماندگار دارای عملکرد علوفه خشک و پایداری بالا، مناسب کشت و کار در اقلیم سرد و معتدل سرد کشور نام گذاری و معرفی شد.

توصیه ترویجی

نتایج حاصل از آزمایشات سازگاری و ترویجی در سال‌های مختلف نشان داد که ژنوتیپ جدید (رقم ماندگار)، عملکرد علوفه خشک بیش‌تری نسبت به ژنوتیپ‌های مورد کشت و کار در اقلیم سرد و معتدل سرد کشور را دارد. این رقم، سالانه به میزان ۲/۶۴ تن در هکتار عملکرد علوفه بیش‌تری نسبت به ژنوتیپ اولیه خود تولید می‌کند. از دیگر ویژگی‌های ممتاز ژنوتیپ جدید، میزان بالای تثبیت بیولوژیکی نیتروژن (۱۸۵/۷ کیلوگرم در هکتار در سال) و بهره‌وری آب مناسب در تولید علوفه و زیست‌توده کل، به‌ویژه نسبت به میانگین ارقام سردسیری/معتدل شاهد می‌باشد.

مدیریت زراعی برای کاشت، داشت و برداشت یونجه رقم ماندگار همانند سایر ارقام سردسیر و نیمه سردسیر یونجه است. در انتخاب و آماده‌سازی زمین، به‌دلیل چند ساله بودن، باید دقت کامل صورت پذیرد. خاک دارای بافت شنی رسی یا لومی شنی با pH بین ۶ تا ۸/۵ مطلوب زراعت یونجه می‌باشند. زمین کاشت باید عاری از علف‌هرز، به‌ویژه علف‌های هرز چندساله باشد. بستر کاشت باید نرم و مسطح

باشد تا باعث تماس هرچه بیشتر بذر با ذرات خاک و جذب بهتر رطوبت و در نهایت داشتن جوانه‌زنی و سطح سبز یکنواخت گردد. عمق کاشت بذر بسته به نوع بافت خاک متفاوت است، ولی در هر حالت نباید بیش از ۲ سانتی‌متر باشد. در ارتباط با یونجه، دو تاریخ کاشت بهاره و پاییزه وجود دارد. زمان کشت پاییزه رقم ماندگار عموماً از اوایل تا اواخر شهریور ماه در مناطق سرد و معتدل و در کشت بهاره، بعد از اتمام سرما بسته به نوع مناطق می‌توان اقدام به کشت نمود. میزان بذر مصرفی برای مزرعه تولید علوفه در یونجه‌های سردسیری مانند رقم ماندگار، حدود ۲۵-۲۰ کیلوگرم در هکتار است. یونجه رقم ماندگار به‌دلیل دارا بودن سیستم ریشه‌ای گسترده و عمیق، بعد از استقرار کامل در زمین قادر است خشکی‌های طولانی مدت را بدون آن‌که به رشد مجدد آن لطمه‌ای وارد شود تحمل نماید. با توجه به این‌که میزان آب مورد نیاز به بافت و عمق خاک، میزان نزولات جوئی، دما، طول روز و عملیات کشت بستگی دارد، میزان مصرف آب در یونجه مناطق سرد ۹ تا ۱۲ هزار متر مکعب است. با برداشت چند چین محصول در سال از مزرعه یونجه، باید نسبت به مدیریت تغذیه این محصول توجه ویژه‌ای کرد. معمولاً از طریق تجزیه خاک و بافت گیاهی، کارشناسان مؤسسه تحقیقات خاک و آب اقدام به توصیه کودی می‌نمایند.

بهترین زمان کنترل علف‌های هرز یونجه رقم ماندگار زمانی است که گیاهچه در مراحل اولیه

زراعی، مکانیکی و شیمیایی باید جهت مبارزه با این آفت بهره برد. در نهایت، زمانی را باید برای برداشت چین‌ها انتخاب کنیم که حداکثر عملکرد کمی و کیفی را داشته و از طرفی به عملکرد چین‌های بعدی و دوام مزرعه یونجه آسیبی وارد نشود. بهترین زمان چین برداری علوفه رقم ماندگار، زمان ۱۰ درصد گلدهی است. برداشت علوفه در زراعت‌های بزرگ با ماشین موور انجام می‌شود و سپس با دستگاه ریک علوفه ردیف شده و بعد از ۷۲-۴۸ ساعت هواخوری، با ماشین بسته‌بندی (بیلر) شده و بسته‌ها به انبار جهت مصرف حمل می‌گردند. رطوبت مناسب درون بسته‌ها ۱۶-۱۴ درصد است.

رشد است. برای مبارزه با علف‌های هرز، انتخاب زمین مناسب، استفاده از بذر استاندارد و بوجاری شده، تراکم مناسب، رعایت اصول زراعی و مصرف به موقع علف‌کش‌های مؤثر و مناسب، از جمله راه‌های مبارزه است. در بیشتر کشورهای جهان، سس یکی از مهم‌ترین علف‌های هرز در مزارع یونجه به حساب می‌آید. دو روش مکانیکی و شیمیایی جهت مبارزه با سس پیشنهاد شده است. مهم‌ترین آفت یونجه در کشور، سرخرطومی برگ یونجه (Alfalfa weevil) بوده که معمولاً به واسطه مبارزه نادرست، چین اول یونجه را در اکثر مناطق کشور از بین می‌برد. مبارزه تلفیقی مهم‌ترین و علمی‌ترین راه مبارزه با این آفت است. به عبارت دیگر، از روش‌های

References

- Anonymous, 2023.** Statistics of agriculture, crops and horticulture. Statistics, Information and Communications Technology Center, Ministry of Agriculture Jihad, 87 pp (In Persian).
- Bartlett, M. S. 1937.** Properties of Sufficiency and Statistical Test. Proceedings of the Royal Society A, 160: 268-282. <https://doi.org/10.1098/rspa.1937.0109>
- Doorenbos, J., and Kassam, A. H. 1979.** Yield response to water. FAO Irrigation and Drainage, Paper 33, Rome, 193 pp.
- Hill, R. R. Jr., Sherwood, R. T., and Dudley, J. W. 1963.** Effect of recurrent phenotypic selection of resistance of alfalfa to two physiological races of *Uromyces striatus medicaginis*. Phytopathol., 53:432-435.
- Hiruki, C., and Miczynski, K. A. 1987.** Severe isolate of alfalfa mosaic virus and its impact on alfalfa cultivars grown in Alberta. Plant Dis., 71: 1014-1018. <https://doi.org/10.1094/PD-71-1014>
- Koepper, J. M. 1942.** Relative resistance of alfalfa species and varieties to rust caused by *Uromyces striatus* Phytopathol., 32:48-56.
- Karimi, H. 1990.** Alfalfa. Academic Press Center. 367pp (In Persian).
- Lin, C. S., and Binns, M. R. 1988.** A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. Can. J. Plant Sci. 68: 193-198. <https://doi.org/10.4141/cjps88-018>
- Stuteville, D. L., and Skinner, D. Z. 1987.** Effect of selection for downy mildew resistance in alfalfa on Saponin content. Crop Sci., 27: 906-908.

<https://doi.org/10.2135/cropsci1987.0011183X002700050015x>

- Thompson, P. J. M., and Paull, C. J. 1990.** Lucerne management handbook. (Second edition). Queensland Department of primary Industries, Brisbane. Australia.
- Thyre, B. D., Hartman, B. J., and Hunt, O. J., and McCormick, J. A. 1978.** Response of alfalfa cultivars to peronospora trifoliorum in Western Nevada. Plant Dis. Rep., 62: 338 –339.
- Unkovich, M., Herridge, D., Peoples, M., Cadisch, G., Boddey, R., Giller, K., Alves, B., and Chalk, P. 2008.** Measuring plant-associated nitrogen fixation in agricultural systems. ACIAR Monograph No. 136, 258 pp.

**Mandegar, new alfalfa cultivar, with appropriate forage yield and stability,
suitable for cultivation in cold and moderated cold regions**

**M. A. Mofidian¹, A. Moghaddam², V. Rahjoo², H. Monirifar³, A. Tabatabaee⁴,
M. Shahverdi⁵, K. Kharazmi⁶, M. Jafariani⁷, Gh. R. Taherioun⁸, Sh. Farzadfar⁹,
M. T. Feizbakhsh¹⁰ and J. Souri¹¹**

- 1 and 2. Assistant professor and Associate professor, respectively, Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.
3. Associate professor, Agronomy and Horticulture Department, East Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Training Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tabriz, Iran.
4. Associate professor, Agronomy and Horticulture Department, Yazd Agricultural and Natural Resources Research and Training Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran.
5. Assistant professor, Agronomy and Horticulture Department, Lorestan Agricultural and Natural Resources Research and Training Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Borojerd, Iran.
6. Assistant professor, Agronomy and Horticulture Department, West Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Training Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Khoi, Iran.
7. Researcher, Agronomy and Horticulture Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Training Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Mashad, Iran.
8. Researcher, Agronomy and Horticulture Department, Zanjan Agricultural and Natural Resources Research and Training Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Zanjan, Iran.
9. Associate professor, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.
10. Associate professor, Agronomy and Horticulture Department, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Training Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran.
11. Researcher, Agronomy and Horticulture Department, Hamedan Agricultural and Natural Resources Research and Training Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Hamedan, Iran.

ABSTRACT

Mofidian, M. A., Moghaddam, A., Rahjoo, V., Monirifar, H., Tabatabaee, A., Shahverdi, M., Kharazmi, K., Jafariani, M., Taherioun, Gh. R., Farzadfar, Sh., Feizbakhsh, M. T., and Souri, J. 2025. Mandegar, new alfalfa cultivar, with appropriate forage yield and stability, suitable for cultivation in cold and moderated cold regions. Research Achievements for Field and Horticulture Crops Journal 14 (1): 1-29. (in Persian).

Breeding of genotypes with high forage yield and broad and narrow-sense adaptability to the main forage production areas of the country, plays a significant role in the sustainability of alfalfa forage production. Alfalfa cultivar Mandegar (KFA6) is the result of breeding of Galebani genotype from Gharahyunjeh population. This genotype has been subjected to mass

selection since 2010 in two stages. Improved genotype (KFA6) was cultivated in an isolated field and polycross crosses were performed between all plants. The preliminary yield trial of the improved genotype (KFA6) with 31 genotypes, including the primary Galebani genotype, was conducted in a randomized complete block design with three replications for two years (2012 and 2013) in Karaj. The average of dry forage yield of the improved genotype KFA6 was higher than the average of 31 genotypes and also the average yield of the primary Galebani genotype and genotypes of the source of Gharahyunjeh population with a non-significant difference at 5% probability level. In order to compare forage yield and determine the adaptability (agronomic value), the improved genotype of KFA6 along with 9 dominant genotypes of cold and temperate cold regions of the country were studied in a randomized complete block design with three replications in five regions of Karaj, Tabriz, Khoy, Borujerd and Mashhad during 2016 to 2018. The results showed that the improved genotype of KFA6 with an average of annual dry forage yield of 14 tha^{-1} had an increase of 2.36 tha^{-1} compared to the initial Galebani genotype and also based on the stability statistic of the calculated superiority this genotype was a stable genotype with a value of 2.62 compared to the average value of studied genotypes. The values of crude protein (CP), acid detergent insoluble fiber (ADF), crude fiber (CF) and total ash in the improved genotype of KFA6 were 18.75, 34.8, 39.49 and 7.42%, respectively, with a non-significant difference at 5% probability level. The new genotype of KFA6 with an average of 185.7 kg ha^{-1} per year of biological fixation of nitrogen, the average water productivity based on dry forage yield and total biomass in full irrigation conditions equal to 1.10 and 1.69 kg m^{-3} , respectively, and its higher tolerance to alfalfa mosaic virus disease was an advantage over the other native genotypes. According to the all results, this genotype was named and introduced in the cold and temperate cold regions of Iran as Mandegar alfalfa cultivar.

Keywords: Cultivar Release, Forage Quality, Gharahyunjeh, Mass Selection, Water Use Productivity, Yield stability.

Corresponding author: amofidian@ymail.com

Tel.: +982634852052

Received: 26 June, 2025

Accepted: 20 April, 2025