Sari Agriculture Sciences and Natural Resources University

Journal of Crop Breeding Vol. 15, No 47, Autumn 2023 p: 30-40

"Research paper"

Introduction of "Nafis" the First Iranian Improved Alfalfa Synthetic Variety

Hassan Monirifar[1], Rasoul Kanani Notash[2], Mohammad Ebrahim Sadeghzadeh[3] and Nader Zahi[4]

1- Horticulture and Crops Research Department, East Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Tabriz, Iran, (Corresponding author: monirifar@yahoo.com)
2- Horticulture and Crops Research Department, East Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Tabriz, Iran
3- East Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Tabriz, Iran
4- Organization of agricultural jahad of East Azarbaijan province
Received: 2 August, 2022 Accepted: 19 February, 2023

Extended Abstract

Introduction and Objective: Alfalfa (*Medicago sativa* L.), as the "queen of forage plants", is the most important fodder plant all over the world, including Iran. One of the common methods in alfalfa breeding is the improvement of synthetic verities. Numerous research activities for breeding and cultivation of alfalfa have been done in Iran, but so far only two improved populations have been introduced. This research was done to introduce the first synthetic variety of alfalfa using alfalfa-rich germplasm.

Materials and Methods: For evaluation of the general combining ability of Azarbaijan alfalfa ecotypes with polycross test and selection of synthetic variety parents, 30 native ecotypes were collected from the Azarbaijan region, and polycross nurseries were conducted in East Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Tabriz, Iran. The 30 half-sib families resulting from polycross nurseries were planted individually in pots and 30-day old seedlings were transplanted to the field and various traits were measured for 3 years. Based on 30 half-sib family's evaluation, 11 ecotypes were selected as parents for synthetic variety. The selected superior ecotypes were polycrossed under controlled conditions and the synthetic variety was produced. The synthetic cultivar was evaluated in several projects and several locations over several years along with parental ecotypes and control cultivars.

Results: Statistical analyses showed significant differences among alfalfa half-sib families and it is possible to select parents. The narrow sense heritability values of fresh and dry forage yield, plant height, and ratios of the fresh and dry weight of leaves to the fresh and dry weight of stem were estimated as 51%, 50%, 46%, 11%, and 19% respectively. According to the ability of the general combination of ecotypes and especially based on fresh and dry forage yield, the top eleven ecotypes were selected for synthetic seed production. Considering 30% selection intensity, the expected genetic gain response for fresh and dry forage yield was calculated as 3.2 and 1.58 tons, respectively, which was expected to be 18% and 17.5% for fresh and dry forage yield, respectively. The ratios of fresh and dry weight of leaves to fresh and dry weight of stem showed low narrow sense heritability, so the expected genetic gain responses for them were very low.

Conclusion: Based on the results of several studies, the average yield of fresh and dry forage yield of the synthetic variety was 38609 and 10231 (Kg/ha), respectively. The superiority of this variety for fresh and dry forage yield in comparison with control cultivar was about 22%. The results of several research projects showed that the improved modified synthetic variety has the necessary superiority to be introduced as a new agricultural variety to the farmers for widespread cultivation and introduced and it was introduced as the first synthetic variety named Nafis.

Keywords: Forage yield, Genetic gain, Half-sib family, Heritability, Polycross

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-30]

[DOI: 10.61186/jcb.15.47.30]

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

"مقاله پژوهشی"

معرفی "نفیس" اولین رقم یونجه سنتتیک اصلاح شده در ایران

حسن منیری‌فر[۱]، رسول کنعانی نوتاش[۲]، محمدابراهیم صادق‌زاده[۳] و نادر زاهی[۴]

۱- بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان‌شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران، (نویسنده مسوول: monirifar@yahoo.com)

۲- بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان‌شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش وترویج کشاورزی تبریز، ایران

۳- مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان‌شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش وترویج کشاورزی، تبریز، ایران

۴- سازمان جهاد کشاورزی استان آذربایجان‌شرقی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۵/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۳۰

صفحه: ۳۰ تا ۴۰

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: یونجه (*Medicago sativa* L.)، به‌عنوان "ملکه نباتات علوفه‌ای"، مهم‌ترین گیاه علوفه‌ای در سراسر جهان از جمله ایران است. یکی از روش‌های رایج در اصلاح یونجه، معرفی ارقام سنتتیک است. در کشور ایران فعالیت‌های پژوهشی متعددی برای اصلاح و به زراعی یونجه صورت گرفته است ولی تاکنون تنها دو جمعیت اصلاح شده معرفی شده است و این پژوهش برای معرفی اولین رقم سنتتیک یونجه با استفاده از ژرم‌پلاسم غنی یونجه ایران صورت گرفت.

مواد و روش‌ها: به‌منظور ارزیابی قابلیت ترکیب عمومی اکوتیپ‌های یونجه منطقه آذربایجان از طریق آزمون پلی‌کراس و انتخاب والدین برتر برای تولید واریته سنتتیک، ۳۰ اکوتیپ بومی منطقه آذربایجان در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان‌شرقی در خزانه پلی‌کراس کشت شدند. پس از جمع آوری بذور ناتنی تولید شده از خزانه پلی‌کراس، ابتدا بصورت انفرادی در گلدان کشت و سپس در یک ماهگی به مزرعه منتقل شدند و صفات مختلف در آنها به‌مدت سه سال اندازه‌گیری شد. با ارزیابی ۳۰ خانواده ناتنی، یازده اکوتیپ برای تولید بذر سنتتیک انتخاب شدند. اکوتیپ‌های برتر انتخاب شده در شرایط کنترل شده با هم تلاقی یافتند و رقم سنتتیک تولید شد. رقم سنتتیک تولیدی در پروژه‌های متعدد و در چندین مکان و طی چند سال به‌همراه اکوتیپ‌های والدی و ارقام شاهد مورد ارزیابی قرار گرفت.

یافته‌ها: تجزیه‌های آماری نشان داد که تنوع گسترده‌ای بین خانواده‌های ناتنی وجود دارد و با استفاده از این تنوع، امکان گزینش والدها فراهم است. میزان وراثت‌پذیری خصوصی عملکرد تر، عملکرد خشک، ارتفاع، نسبت وزن‌تر برگ به وزن‌تر ساقه و وزن‌خشک برگ به وزن‌خشک ساقه به‌ترتیب ۵۱٪، ۵۰٪، ۴۶٪، ۱۱٪ و ۱۹٪ برآورد گردید. با توجه به میزان قابلیت ترکیب عمومی اکوتیپ‌ها و به ویژه با لحاظ عملکرد علوفه‌تر و خشک، یازده اکوتیپ برتر برای تولید بذر سنتتیک انتخاب شدند. با اعمال گزینش با شدت ۳۰٪، میزان پاسخ مورد انتظار برای عملکرد تر و خشک به‌ترتیب ۳/۲ و ۱/۵۸ تن در هکتار محاسبه گردید که انتظار می‌رفت از نظر عملکرد تر ۱۸٪ و از نظر عملکرد خشک ۱۷/۵٪ بازدهی وجود داشته باشد. با توجه به پائین بودن وراثت‌پذیری صفات وزن برگ به وزن ساقه در حالت تر و خشک، میزان پاسخ برای صفات فوق، بسیار کم بود.

نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج بررسی‌های متعدد، میانگین عملکرد علوفه‌تر و ماده خشک رقم سنتتیک تولیدی به‌ترتیب ۳۸۶۰۹ و ۱۰۲۳۱ کیلوگرم در هر هکتار و عملکرد رقم شاهد نیز به‌ترتیب ۳۱۵۸۹ و ۸۳۷۱ کیلوگرم در هکتار شد. برتری این رقم از نظر عملکرد علوفه‌تر و خشک نسبت به عملکرد رقم شاهد حدود ۲۲٪ شد. در مجموع نتایج حاصل از اجرای پروژه‌های تحقیقاتی متعدد، نشان داد که رقم سنتتیک اصلاح شده از برتری لازم برای معرفی به‌عنوان یک رقم جدید زراعی به بهره‌برداران و کشت و زرع گسترده آن برخوردار است و به‌عنوان اولین رقم سنتتیک به نام نفیس معرفی شد.

واژه‌های کلیدی: پاسخ به گزینش، پلی‌کراس، خانواده ناتنی، عملکرد علوفه، وراثت‌پذیری

مقدمه

یونجه از مهم‌ترین گیاه علوفه‌ای در سراسر جهان و ایران است. این محصول سرشار از پروتئین و انواع ویتامین‌ها است که علوفه بسیار مغذی برای تولید محصولات دامی و لبنی فراهم می‌کند (Lei *et al*., 2017). یونجه همچنین یک عامل تفکیک ناپذیر از تناوب در سیستم‌های زراعی است که با تثبت نیتروژن موجب حاصلخیزی خاک شده و ساختار خاک را برای تولید محصولات بعدی بهبود می‌بخشد (Lopes *et al*., 2015).

یونجه در ایران در سطح بیش از ۵۶۵ هزار هکتار کشت می‌شود و تولید سالانه آن بیش از ۶/۱ میلیون تن است و از نظر میزان تولید در بین محصولات زراعی دارای رتبه پنجم است. بیش از ۲۱ درصد محصول یونجه در کشور در استان‌های آذربایجان شرقی و غربی تولید می‌شود (Lopes *et al*., 2015). گفته می‌شود که خاستگاه یونجه منطقه شمال غرب ایران، منطقه آناتولی شمال ترکیه و منطقه قفقاز می‌باشد (Ghanizadeh *et al*., 2014).

در شرایطی که روز به روز تامین مواد غذایی با تهدیداتی مواجه هست (Fernandez *et al*., 2019; Julier *et al*., 2017)، یونجه با تضمین شرایط زیست محیطی، نقش مهمی در تامین و خودکفایی پروتئین برای تغذیه در جوامع محلی و روستایی دارد (Pilorgé & Muel, 2016). با این حال، پایداری اقتصادی و میزان بهبود ژنتیکی عملکرد محصول در این گیاه نه تنها نسبت به غلات، بلکه نسبت به سایر لگوم‌های چند ساله نیز پایین است (Annicchiarico *et al*., 2015).

علیرغم اهمیت زراعی این گیاه، پیشرفت‌های حاصل از برنامه‌های اصلاحی در این گیاه بخاطر توارث تترازومی، پسروی خویش آمیزی شدید و پیچیدگی ساختار ژنتیکی آن نسبت به گیاهان دیگر چندان چشمگیر نبوده است (Khodarahmpour *et al*., 2017). پیشرفت ژنتیکی توسط عوامل متعددی چون سرمایه‌گذاری کم، چرخه طولانی انتخاب، عدم امکان انتخاب واقعی هیبریدها یا لاین‌ها و وجود اثرات متقابل بزرگ ژنوتیپ × محیط (Annicchiarico *et al*., 2015) همچنین وجود مقدار زیاد واریانس ژنتیکی غیر افزایشی

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-30]

[DOI: 10.61186/jcb.15.47.30]

(Bingham, 1994; Gallais, 1984; Woodfield, 1995) محدود می‌شود. روش‌های گزینشی متعددی برای اصلاح یونجه و سایر محصولات علوفه‌ای پیشنهاد شده است (Posselt, 2010). این روش‌ها ممکن است بر اساس گزینش فنوتیپی تک بوته‌های منتخب (توده‌ای)، گزینش مواد کلنی تکرار شده و انواع گزینش‌های ژنوتیپی بر اساس نتاج ناتنی یا نتاج حاصل از نسل های خودباروری صورت گیرد. واحد گزینشی عمدتا والدهای کلن شده (گزینش بین خانواده‌ای) یا بوته‌های نتاج (گزینش بین و درون خانواده‌ها) هستند. سایر روش‌های گزینشی همانند گزینش خانواده‌های تنی نیز می‌توانند به کار گرفته شوند ولی به کارگیری آنها در اصلاح یونجه بسیار نادر هستند (Nguyen & Sleper, 1983).

امکان گزینش ژنوتیپ‌های والدی برای واریانس ژنتیکی افزایشی (واریانس مورد نظر برای سنتتیک‌های با تعداد والد متوسط تا زیاد) منحصرا با ارزیابی نتاج ناتنی فراهم می‌شود. در گزینش فنوتیپی تک بوته‌ها یا ژنوتیپ‌های کلن شده، هر دو واریانس افزایشی و غیر افزایشی در ارزش والدی همزمان حضور دارند. همچنین در گزینش بر اساس ارزیابی نتاج حاصل از خودباروری، علاوه بر واریانس ژنتیکی افزایشی، پسرفتگی حاصل از خودباروری در ارزش های والدی نیز نقش دارد (Annicchiarico *et al*., 2015).

تعیین دقیق روش‌های گزینشی کارا برای عملکرد یونجه و سایر گیاهان علوفه‌ای آزاد گرده افشان، علیرغم اهمیت آن برای متخصصین اصلاح نباتات مغفول مانده است. آنیکیاریکو و پستی (Annicchiarico & Pecetti, 2021) ۹ طرح اصلاحی یونجه شامل ارزیابی کلن‌های تکرار شده، خانواده های ناتنی، نسل اول و دوم خودباروری با و بدون گزینش درون خانواده‌ای را بررسی کردند. مقایسات بر اساس بازده واقعی برای عملکرد ماده خشک در طی بیش از ۴۳ ماه و پایداری گیاه در شرایط کشت آبی و دیم صورت گرفت. با در نظر گرفتن واحد زمان و میزان هزینه سالیانه برای بررسی عملکرد و پایداری، بیشترین بازده ژنتیکی در آزمون نتاج ناتنی ملاحظه شد. گزینش بین و درون خانواده های ناتنی در رتبه دوم، گزینش بر اساس نتاج خودبارور نسل اول در رتبه سوم قرار گرفتند.

با توجه به اینکه در انجام گزینش بر اساس نتاج خانواده‌های ناتنی نسبت به سایر روش‌ها، هزینه‌ها چندان گزاف نیستند و همچنین این روش در اصلاح یونجه (Rumbaugh, 1988) و سایر گیاهان علوفه‌ای (Woodfield & Bingham, 1995) معمول است، لذا مشخص شدن برتری این روش مطلوب به نظر می‌رسد. آنیکیاریکو و پستی (Annicchiarico & Pecetti, 2021) در بررسی خود پیشنهاد کردند که در طرح اصلاحی بر اساس گزینش خانواده‌های ناتنی، حداقل ۱۰ تا ۱۱ والد برای ایجاد رقم سنتتیک انتخاب شوند.

انتخاب دقیق والدین از منابع مختلف که بتواند احتمال هتروزیس را در تلاقی افزایش دهد، برای اصلاح ارقام سنتتیک ضروری است. کارایی کلی ارقام سنتتیک عمدتا به تعداد اجزای والدینی، توانایی ترکیب‌پذیری عمومی آن‌ها، توانایی ترکیب‌پذیری خصوصی آن‌ها و کل مقدار هتروزیس آن‌ها بستگی دارد. ارقام سنتتیک می‌توانند توسط کشاورزان برای تولید تجاری یا توسط اصلاح‌گران به‌عنوان منبع گزینش لاین‌های جدید مورد استفاده قرار گیرند.

در گزینش براساس آزمون نتاج ناتنی، والدین برتر براساس عملکرد نتاج ناتنی انتخاب و در یک بلوک تلاقی ایزوله با یکدیگر تلاقی می‌یابند، لذا ضریب کنترل والدین برابر ۲ خواهد بود. مهم‌ترین تفاوت گزینش خانواده‌های ناتنی و گزینش براساس آزمون ناتنی، واحد نوترکیبی است. این روش توسط فالکنر (Falconer, 1983) به عنوان یک روش گزینش خانواده‌ای توصیف شده است و از نظر بازده در هر دوره بسیار موثر است. با وجود این بین چرخه‌های گزینشی به یک سال اضافی برای تشکیل خانواده‌های ناتنی نیاز است ولی با توجه به اینکه گزینش براساس آزمون نتاج ناتنی معمولا برای گزینش والدین و ایجاد واریته سنتتیک بکار می‌رود و کمتر به عنوان یک گزینش دوره‌ای مداوم استفاده می‌شود، لذا از این جهت بسیار سودمند است (Nguyen & Sleper, 1983).

ولی‌زاده و همکاران (Valizadeh *et al*., 2011)، ۳۰ اکوتیپ یونجه را متشکل از ۲۸ رقم بومی به همراه دو رقم اصلاح شده جمع‌آوری و در دو ایستگاه تحقیقاتی کشت نمودند. پس از ارزیابی والدها در دو خزانه اولیه و آزمون نتاج پلی‌کراس آن‌ها در دو ایستگاه، ۱۲ رقم والدی برتر را تشخیص دادند و در پایان با تشکیل یک خزانه پلی‌کراس اصلی در قالب طرح آزمایشی مربع لاتین نسبت به تولید بذر سنتتیک یک اقدام نمودند. آن‌ها نشان دادند که با توجه به سازگاری ارقام بومی یونجه طی هزاران سال به بوم زیست‌های گوناگون کشور و وجود تنوع بالا، استفاده از آن‌ها در تولید و معرفی ارقام جدید با هزینه بسیار اندک امکان پذیر است.

در کشور ایران فعالیت‌های پژوهشی متعددی در خصوص اصلاح و به زراعی یونجه صورت گرفته است ولی تاکنون تنها دو جمعیت اصلاح شده به نام‌های رقم امید مخصوص کشت در مناطق گرمسیری (Rahnama *et al*., 2018) و رقم آذر ویژه کشت در مناطق سرد و سرد معتدل معرفی (Monirifar *et al*., 2020) شده است و این پژوهش برای معرفی اولین رقم سنتتیک یونجه در کشور با استفاده از ژرم‌پلاسم غنی یونجه صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

اصلاح این رقم با تشکیل خزانه تولید نتاج پلی‌کراس برای تعیین قابلیت ترکیب عمومی شروع و با انتخاب والدین برتر از طریق آزمون نتاج پلی‌کراس (برادر- خواهران ناتنی) ادامه یافت. بر اساس آزمون نتاج، اکوتیپ‌های برتر انتخاب شد و در شرایط کنترل شده تلاقی یافته و رقم سنتتیک تولید شد. رقم سنتتیک تولیدی در چندین پروژه ارزیابی شده است (شکل ۱).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-30]
[DOI: 10.61186/jcb.15.47.30]



شکل۱- شمای کلی از نحوه اصلاح رقم سنتتیک یونجه
Figure 1. Graphical description of synthetic variety breeding

برای انتخاب و معرفی این رقم از نتایج پروژه‌های تحقیقاتی ذیل استفاده شده است:

تعیین قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی از طریق آزمون پلی‌کراس و انتخاب اکوتیپ‌های والدی این بخش از پژوهش شامل ایجاد خزانه پلی‌کراس و آزمون نتاج بود. مواد گیاهی در این بررسی شامل ۳۰ رقم یونجه بود که با مراجعه حضوری به مناطق مورد کشت یونجه و زارعین یونجه کار و کسب اطمینان از بومی بودن بذور، از منطقه آذربایجان جمع‌آوری شد.

الف- خزانه پلی کراس

خزانه پلی‌کراس در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان‌شرقی واقع در اراضی خسروشاه تشکیل شد. برای تشکیل خزانه از طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۲ تکرار استفاده گردید. کاشت در اردیبهشت ماه سال ۱۳۸۱ صورت گرفت. در هر بلوک از هر رقم یک ردیف با جهت شمال- جنوب کاشته شد. طول ردیف‌ها ۵ متر و فاصله بین آنها نیم متر در نظر گرفته شد. در مجموع در هر بلوک ۳۰ خط کاشته شد. استفاده از تکرار زیاد به منظور فراهم سازی بهتر تلاقی تصادفی ارقام با یکدیگر صورت گرفت. همچنین برای کاهش تلاقی بین گیاهان یک رقم، هر رقم در هر بلوک تنها در یک ردیف کاشته شد. وجین علف‌های هرز به طور مرتب به صورت دستی انجام یافت و طی دوره رشد، در مواقع لزوم مزرعه آبیاری شد و با توجه به وجود شرایط ایزولاسیون، بر روی مزرعه توری کشیده نشد ولی در چندین محل از مزرعه، کندوهای فعال زنبور عسل قرار داده شد تا امر گرده افشانی تسهیل شود. در سال دوم کشت با رسیدن بذور که از قهوه‌ای رنگ شدن غلاف‌ها تشخیص داده شد، بذور هر رقم به صورت جداگانه جمع‌آوری گردید. از بذور هر رقم از هر تکرار به‌مقدار مساوی توزین و مخلوط گردید و در نهایت ۳۰ توده بذری متعلق به ۳۰ خانواده ناتنی بدست آمد.

ب- آزمون نتاج

ابتدا بذر خانواده‌های ناتنی در گلدان‌های کوچک کاشته شد و این کار برای رعایت دقیق تراکم در مزرعه صورت گرفت. از هر خانواده بیش از ۲۵۰ گلدان به ابعاد ۱۰۰× ۸۰ × ۶۵ میلی متر و در مجموع بیش از ۷۵۰۰ گلدان کشت شد. در هر گلدان ۲ تا ۳ بذر کاشته شد و پس از سبز کردن، با تنک کردن گیاهچه‌های اضافی، در هر گلدان تنها یک گیاهچه نگهداری شد. در سن یک ماهگی گیاهچه‌ها به مزرعه منتقل شدند. طرح آزمایشی مورد استفاده در مزرعه، طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار بود و صفات عملکرد علوفه تر، عملکرد علوفه خشک، نسبت برگ به ساقه و ارتفاع بوته یادداشت برداری شد و تجزیه واریانس گردیدند و بر اساس امید ریاضی منابع تغییر، اجزای واریانس ژنتیکی برآورد شدند. باید توجه داشت که در در تتراپلوئیدها، کوواریانس بین برادران و خواهران ناتنی علاوه بر $\frac{1}{4}\sigma_A^2$ ،$\frac{1}{36}\sigma_D^2$ (واریانس غالبیت) را نیز برآورد می‌کند. با فرض اینکه واریانس غالبیت کوچک و قابل صرف نظر است، اریب وارده چندان زیاد نخواهد بود و در آنصورت $\text{Cov (HS)} = \frac{1}{4}\sigma_A^2$ (Falconer, 1983). بر اساس امید ریاضی، از طریق جزء $\sigma_F^2 =$ بین خانواده‌های ناتنی، وراثت‌پذیری محاسبه گردید (Nguyen & Sleper, 1983):

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-30]
[DOI: 10.61186/jcb.15.47.30]

$$h^2 = \frac{\sigma_F^2}{\sigma_{PFM}^2} = \frac{\sigma_F^2}{\sigma_F^2 + \frac{\sigma_e^2}{r}}$$

$$\Delta G = ck\frac{\sigma_F^2}{\sigma_{PFM}} = ck\frac{(1/4)\,\sigma_A^2}{\sigma_{PFM}}$$

در فرمول‌های فوق، h^2، σ_F^2، σ_e^2، ΔG، c و k به‌ترتیب وراثت‌پذیری خصوصی، واریانس ژنتیکی بین خانواده‌های ناتنی، اشتباه آزمایشی، بازده ژنتیکی، ضریب کنترل والدین و دیفرانسیل استاندارد گزینشی می‌باشند.

برآورد و پیش‌بینی پاسخ به گزینش

با توجه به امیدهای ریاضی میانگین مربعات، اجزاء واریانس برآورد گردید و براساس آنها میزان پاسخ به گزینش محاسبه شد. میزان پاسخ به گزینش براساس آزمون نتاج ناتنی با شدت گزینشی ۳۰٪ برای صفات عملکرد تر، عملکرد خشک، ارتفاع و نسبت وزن‌تر برگ به وزن‌تر ساقه و وزن برگ خشک به وزن ساقه خشک مورد بررسی قرار گرفت. با برآورد واریانس افزایشی، وراثت‌پذیری خصوصی بر اساس میانگین فنوتیپی و پیش‌بینی بازده ژنتیکی با گزینش خانواده‌های ناتنی برآورد شد (Nguyen & Sleper, 1983).

پلی‌کراس اکوتیپ‌های منتخب یونجه و تولید بذر سنتتیک

پروژه پلی‌کراس اکوتیپ‌های منتخب یونجه و تولید بذر سنتتیک در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی اجرا شد. برای تشکیل خزانه از طرح مربع لاتین با ۱۱ تکرار استفاده گردید. کاشت در اردیبهشت ماه سال ۱۳۸۷ صورت گرفت. بذور ارقام مورد نظر بر اساس تراکم ۹ کیلوگرم در هکتار در پاکت‌های جداگانه توزین گردیدند. در هر بلوک از هر یازده اکوتیپ منتخب یک ردیف با جهت شمال - جنوب کاشته شد. طول ردیف‌ها سه متر و فاصله بین آن‌ها نیم متر در نظر گرفته شد. در مجموع در هر بلوک یازده خط کاشته شد. استفاده از تکرار زیاد به‌منظور فراهم سازی بهتر تلاقی تصادفی ارقام با یکدیگر صورت گرفت. همچنین برای کاهش تلاقی بین گیاهان یک رقم، هر رقم در هر بلوک تنها در یک ردیف کاشته شد. برای ایجاد شرایط ایزولاسیون بر روی مزرعه توری کشیده شد و در چندین محل از مزرعه، کندوهای فعال زنبور عسل قرار داده شد تا امر گرده افشانی تسهیل شود. در سال دوم و سوم کشت با رسیدن بذور که از قهوه‌ای رنگ شدن غلاف‌ها تشخیص داده شد، بذور جمع‌آوری گردید. پس از تولید رقم سنتتیک در چندید پروژه مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته است.

ارزیابی رقم سنتتیک یونجه

الف: یازده اکوتیپ به همراه رقم سنتتیک تولید شده و یک رقم بومی رایج محلی به عنوان شاهد در دو ایستگاه تحقیقاتی ملکان و تیکمه‌داش استان آذربایجان‌شرقی مورد ارزیابی قرار گرفتند. اکوتیپ‌های مورد بررسی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار کشت شدند. داده‌های حاصل به صورت مرکب برای دو مکان (ملکان و تیکمه‌داش) مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند. ایستگاه تیکمه‌داش در ۷۵ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان تبریز واقع شده است و از نظر آب و هوایی دارای تابستان های معتدل و زمستان های سرد می‌باشد. ارتفاع آن از سطح دریا ۲۰۰۰-۱۸۰۰ متر است. حداقل مطلق دما در زمستان ۲۵- درجه سلسیوس و حداکثر مطلق در تابستان تا ۳۲ درجه سلسیوس ثبت شده است. متوسط بارندگی براساس آمار ده ساله، ۳۸۶ میلی متر است. همچنین بیشتر از ۵ ماه از سال، منطقه پوشیده از برف و یخبندان است و از نظر تیپ‌بندی اقلیمی، جزو اقلیم فرا سرد می‌باشد.

ایستگاه ملکان در طول شرقی ۴۶ درجه و ۴ دقیقه و عرض شمالی ۳۷ درجه و ۸ دقیقه واقع شده است. ارتفاع آن از سطح دریا ۱۲۸۵ متر است متوسط بارندگی ۳۰۰ میلی‌متر است. بافت خاک عمدتا لومی و در بعضی مناطق رسی لومی است. pH خاک در حدود ۷ الی ۸ است. بافت خاک محل آزمایش لومی-شنی بود.

ب: رقم سنتتیک تولیدی به همراه یک رقم بومی به‌عنوان شاهد رایج محلی و چهار اکوتیپ دیگر در منطقه عین‌الدین استان آذربایجان‌شرقی مطابق عرف رایج زارعین محلی به مدت چهار سال مورد ارزیابی قرار گرفتند. اکوتیپ‌های مورد بررسی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار کشت شدند. داده‌های حاصل مربوط به عملکرد علوفه‌تر و ارتفاع ارقام به صورت مرکب و سالانه مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند و همچنین مقاومت ارقام به آفت سرخرطومی برگ و بیماری لکه‌برگی یادداشت‌برداری شد.

ج: رقم سنتتیک تولید شده با رقم شاهد محلی در روستای نوجه‌ده واقع در دشت تبریز مورد ارزیابی قرار گرفت. قطعه مورد نظر با همکاری زارع پیشرو در پاییز آماده شده بود. کاشت به صورت کرتی و در بهار سال ۱۳۹۰ انجام یافت. سال اول به عنوان سال استقرار در نظر گرفته شد و در سال دوم و سوم از میزان عملکرد علوفه و همچنین ارتفاع بوته‌ها یادداشت‌برداری شد. در هر چین از هر مزرعه سه قطعه به مساحت ۲۵ متر مربع انتخاب و عملکرد علوفه آنها اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری ارتفاع به هنگام برداشت علوفه در هر مزرعه ۱۵ بوته انتخاب و ارتفاع بوته اندازه‌گیری شد و با میانگین‌گیری از آنها، ارتفاع بوته برآورد شد.

د: در این بخش از پژوهش، رقم سنتتیک تولیدی به همراه یک رقم بومی رایج محلی به عنوان شاهد در منطقه بستان‌آباد در قالب پروژه ترویجی و مطابق عرف رایج محلی مورد ارزیابی قرار گرفت.

نتایج و بحث

تعیین قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی از طریق آزمون پلی‌کراس و انتخاب اکوتیپ‌های والدی نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده نشان داد که بین خانواده‌های ناتنی از نظر عملکرد علوفه‌تر و خشک، ارتفاع و نسبت وزن برگ به وزن ساقه در حالت تر و خشک اختلاف معنی‌دار وجود دارد (جدول ۱).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-30]
[DOI: 10.61186/jcb.15.47.30]

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده در ۳۰ خانواده ناتنی یونجه
Table 1. Analysis of variance for measured traits in 30 alfalfa half- sib families

منابع تغییر Sources of variation	درجه آزادی Degree of freedom	میانگین مربعات Mean of squares				
		عملکرد علوفه تر Fresh forage yield	عملکرد علوفه خشک Dry forage yield	ارتفاع بوته Plant height	وزن‌تر برگ/ وزن‌تر ساقه Leaves fresh yield/Stem fresh yield	وزن‌خشک برگ/ وزن‌خشک ساقه Leaves dry yield/Stem dry yield
Replication (R)	2	398.1**	97.0**	328.3**	4.7×10^{-5}ns	4.5×10^{-5}ns
Half- sib Family (F)	29	66.6**	16.5**	67.8**	4.0×10^{-4}**	7.0×10^{-4}**
Error 1 (R×F)	58	4.2	1.0	7.5	1.7×10^{-4}	1.3×10^{-4}
Year (Y)	2	3.8ns	1.1ns	280**	1.2×10^{-2}**	7.9×10^{-3}**
Half- sib Family × Year	4	153.8**	37.7**	86.9**	1.2×10^{-4}ns	2.0×10^{-4}ns
R × Y	58	5.7**	1.4**	7.3**	1.6×10^{-4}**	2.6×10^{-5}**
Error 2 (R×F×Y)	116	3.1	0.7	3.4	9.1×10^{-5}	9.0×10^{-5}
Coefficient of variation (%)		14.1	12.1	10.7	13.3	11.6

Ns و **: غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

ns and **: no significant and significant at $P \leq 0.01$, respectively.

دادلی (Dudley, 1963) در تجزیه دیالل عملکرد و چندین صفت مرتبط با عملکرد در یونجه دریافت که قابلیت ترکیب عمومی و خصوصی برای بسیاری از آنها معنی‌دار است. بعدها در تحقیق دیگری دادلی و همکاران (Dudley *et al*., 1969) واریانس ژنتیکی را در واریته چروکی از طریق دیالل ناقص مورد مطالعه قرار دادند و برآوردهای معنی‌دار برای کل واریانس ژنتیکی، واریانس قابلیت ترکیب عمومی و کوواریانس والد – نتاج برای صفات عملکرد، بازیابی رشد بعد از چین اول و دوم، رشد بهاره و پاییزه گزارش نمودند. واریانس قابلیت ترکیب خصوصی برای هیچ یک از صفات معنی‌دار نبود، بدین معنی که اثر افزایشی ژنها زیاد بوده است. آنها بازده گزینشی مورد انتظار را برای عملکرد از طریق گزینش ۱۰٪ کلون‌های برتر و نوترکیبی آنها در یک رقم سنتتیک ۹/۳٪ گزارش نمودند. هیل (Hill Jr, 1983) در تجزیه دیالل ناقص برای صفت عملکرد در یونجه نشان داد که واریانس افزایشی یا به عبارت دیگر قابلیت ترکیب عمومی برای عملکرد و بسیاری از صفات وابسته معنی‌دار است.

در یونجه در رابطه با عملکرد علوفه (Hill Jr *et al*., 1972; Singh, 1978; Song & Walton, 1974; Sumberg *et al*., 1983)، عملکرد بذر (Song & Walton, 1974)، ارتفاع بوته (Frakes *et al*., 1961; Perry, 1987)، رشد مجدد بهاره (Hill Jr *et al*., 1972)، طول و تعداد ساقه (Frakes *et al*., 1961)، قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی از خصوصی مهم‌تر و معنی‌دار گزارش گردیده است. این نتایج نشان می‌دهد که در یونجه بکارگیری روش‌های مبتنی بر واریانس افزایشی می‌تواند موفقیت آمیز باشد. ال لاواتی و همکاران (Al Lawati *et al*., 2010) با تلاقی ۹ رقم یونجه برتر و برآورد قابلیت ترکیب عمومی و خصوصی نشان دادند که در عملکرد علوفه هیبریدهای حاصل، قابلیت ترکیب عمومی بیش از پنج برابر قابلیت ترکیب خصوص تاثیر دارد.

در این پژوهش نیز برای برآورد میزان قابلیت ترکیب پذیری عمومی، اختلاف میانگین هر یک از خانواده‌های ناتنی از میانگین کل برای صفات عملکرد تر، عملکرد خشک، ارتفاع و نسبت وزن برگ به وزن ساقه محاسبه شد (جدول ۲). با توجه به همبستگی بسیار معنی‌دار نسبت وزن برگ به ساقه در حالت تر با نسبت وزن برگ به ساقه در حالت خشک (۰/۹۳۸)، به لحاظ اهمیت بیشتر (Annicchiarico, 2006)، فقط حالت خشک در جدول ذکر شد. خانواده‌هایی که در صدر جدول قرار گرفتند، نشان دادند که والدین آنها دارای قابلیت ترکیب بهتری نسبت به دیگر والدین هستند. خانواده های ناتنی متعلق به اکوتیپ‌های ساتلو، قره یونجه، الهرد، لغلان، بافتان، خواجه، سیوان، ایلان جوق، دیزج صفر علی، خسروانق و قره‌بابا از نظر عملکرد تر در رتبه‌های برتر قرار گرفتند و قابلیت ترکیب عمومی آنها حداقل بیش از یک تن با میانگین جامعه اختلاف داشت. میزان همبستگی عملکرد تر و خشک برابر ۰/۹۶۹ و بسیار معنی‌دار بود، بنابراین خانواده‌های ناتنی منتخب از نظر عملکرد خشک نیز برتر بودند. قابلیت ترکیب عمومی خانواده ناتنی که در رتبه دوازدهم قرار گرفت از نظر عملکرد تر و خشک به‌ترتیب ۴۱۰ و ۷۰ کیلوگرم اختلاف داشت، لذا انتخاب آن بعنوان والد برتر برای تولید واریته سنتتیک منطقی به نظر نرسید و ۱۱ اکوتیپ انتخاب شد. یازده اکوتیپ برتر از نظر عملکرد، از نظر ارتفاع نیز در صدر جدول مربوط به قابلیت ترکیب عمومی ارتفاع قرار داشتند و تنها استثنا اکوتیپ خسروانق بود که در رتبه دوازدهم و اکوتیپ سفیده خان در رتبه یازدهم قرار گرفت.

همبستگی عملکرد با نسبت وزن برگ به ساقه در حالت‌تر یا خشک معنی‌دار ولی پایین بود، بنابراین اکوتیپ‌های برتر از لحاظ صفات کیفی با اکوتیپ‌های برتر از نظر عملکرد مطابقت کامل نداشتند. اگر چه تعدادی از اکوتیپ‌های برتر از نظر عملکرد همچون ساتلو، بافتان، ایلان جوق و قره‌بابا در رتبه‌های برتر از نظر صفت فوق قرار گرفتند.

گزارشات متعددی مبنی بر استفاده از آزمون پلی‌کراس در اصلاح گیاهان مختلف وجود دارد. اسمولیکوا و همکاران (Smolikova *et al*., 1991) مجموعه‌ای از ژنوتیپ‌های یونجه را از نظر ۴۳ صفت کمی و کیفی مورد ارزیابی قرار دادند و ۱۲ ژنوتیپ را برای پلی‌کراس انتخاب کردند. آزمون نتایج پلی‌کراس برای برآورد قابلیت ترکیب عمومی و انتخاب اجزا واریته سنتتیک مورد استفاده قرار گرفت و برترین ژنوتیپ‌ها از نظر قابلیت ترکیب عمومی برای تولید علوفه و دانه انتخاب و به عنوان ژرم پلاسم مناسب برای کارهای اصلاحی آتی، معین گردیدند. واچونووا و همکاران (Vachunova *et al*., 1992) دو مجموعه پلی‌کراس متشکل از ۳۰ و ۹ کلن یونجه را از نظر صفات عملکرد، علوفه‌تر و دانه در چندین منطقه و به مدت چند سال مورد ارزیابی قرار دادند و بهترین خانواده‌ها را نسبت به واریته شاهد مشخص نمودند. ضمنا گزارش نمودند که در آزمون پلی‌کراس با اجزای بیشتر، نتیجه بهتری حاصل می‌شود. هالاجیک و همکاران (Halgic *et al*., 1992) با جمع‌آوری

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-30]
[DOI: 10.61186/jcb.15.47.30]

جمعیت‌ها و اکوتیپ‌های متعدد یونجه از مناطق مختلف و بکار بردن روش اصلاحی پلی‌کراس توانستند دو واریته اصلاح شده "میرنا" و "پوساونیا" را معرفی کنند. داکیک (Dukic, 1992) برای مطالعه تنوع ژنتیکی و برآورد قابلیت ترکیب عمومی صفت تولید بذر در ۱۷ ژنوتیپ یونجه از آزمون پلی‌کراس استفاده نمود و بهترین نتاج از نظر عملکرد بذر و پایداری تولید طی ۴ سال مشخص و به عنوان بهترین ها از نظر قابلیت ترکیب عمومی معرفی کرد. ولی‌زاده و همکاران (Valizadeh *et al*., 2011) چندین اکوتیپ یونجه منطقه آذربایجان را بررسی و در نهایت با انتخاب ۱۲ اکوتیپ برتر براساس آزمون نتاج، نسبت به تولید بذر سنتتیک اقدام نمودند. با توجه به امیدهای ریاضی میانگین مربعات، اجزاء واریانس برآورد گردید و براساس آنها وراثت پذیری خصوصی محاسبه گردید. میزان وراثت پذیری خصوصی عملکرد تر، عملکرد خشک، ارتفاع، نسبت وزن‌تر برگ به وزن‌تر ساقه و وزن‌خشک برگ به وزن‌خشک ساقه به‌ترتیب ۶۰٪، ۵۹٪، ۵۰٪، ۱۱٪ و ۱۹٪ برآورد گردید (جدول ۳). جولیر و همکاران (Julier *et al*., 2000) وراثت پذیری نسبت برگ به ساقه، عملکرد علوفه، تعداد ساقه و ارتفاع بوته را به‌ترتیب ۳۴، ۴۸، ۵۳ و ۴۵ درصد گزارش نمودند.

برآورد و پیش بینی پاسخ به گزینش

با اعمال گزینش با شدت ۳۰٪، میزان پاسخ مورد انتظار برای عملکرد تر و خشک به‌ترتیب ۳/۲ و ۱/۵۸ تن محاسبه گردید که انتظار می‌رفت از نظر عملکرد تر ۱۸٪ و از نظر عملکرد خشک ۱۷/۵٪ نسبت به میانگین کل بازدهی وجود داشته باشد (جدول ۴). با توجه به پائین بودن وراثت‌پذیری صفات وزن‌تر برگ به وزن‌تر ساقه و وزن‌خشک برگ به وزن‌خشک ساقه، میزان پاسخ برای صفات فوق مطابق انتظار بسیار کم است و چون وراثت‌پذیری وزن‌خشک برگ به وزن‌خشک ساقه در حدود دو برابر وزن‌تر برگ به وزن‌تر ساقه است، لذا میزان بازده و درصد پاسخ آن حدود دو برابر شده است.

نتایج ارزیابی رقم سنتتیک در ایستگاه‌های تیکمه‌داش و ملکان

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که اثرات مربوط به مکان، اکوتیپ و سال در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است و اثر متقابل اکوتیپ با مکان تنها برای صفت ارتفاع در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. رقم سنتتیک بیشترین عملکرد علوفه را تولید نمود و به عنوان برترین ژنوتیپ در یک گروه مستقل قرار گرفت. از نظر ارتفاع بوته رقم سنتتیک و اکوتیپ قره یونجه، بیشترین ارتفاع بوته را داشتند و در گروه مشترک قرار گرفتند (جداول ۵).

مقایسه ارقام برتر یونجه با شاهد محلی در منطقه عین‌الدین استان آذربایجان‌شرقی

تجزیه واریانس مرکب داده‌های حاصل طی چهار سال آزمایش نشان داد که بین ارقام مورد بررسی و همچنین سال‌های آزمایش از نظر صفات عملکرد علوفه‌تر و ارتفاع به ترتیب در سطح احتمال ۵ و یک درصد اختلاف معنی‌دار وجود دارد ولی اثرات متقابل سال× بلوک و سال× رقم غیرمعنی‌دار بود و بیشترین میانگین عملکرد علوفه‌تر (۲۵۷۸۵ کیلوگرم در هکتار) و ارتفاع بوته (۸۶ سانتی‌متر) متعلق به رقم سنتتیک بود (جداول ارائه نشده است).

ارزیابی رقم سنتتیک در دشت تبریز

عملکرد علوفه‌تر رقم شاهد و سنتتیک در سه چین به‌ترتیب برابر ۲۶۴۰۰ و ۳۰۴۰۰ کیلوگرم در هکتار و اختلاف آنها معنی‌دار بود و عملکرد علوفه‌تر در رقم سنتتیک حدود ۱۵٪ بیش از رقم شاهد بود. در همان سال، ارتفاع رقم شاهد و رقم سنتتیک به‌ترتیب برابر ۶۶ و ۷۷ سانتی‌متر بود. در سال دوم آزمایش نیز رقم سنتتیک نسبت به رقم شاهد به طور معنی‌داری عملکرد علوفه‌تر بیشتری داشت و برتری رقم سنتتیک بیشتر بروز یافت. در این سال، رقم شاهد و سنتتیک در یک چین به‌ترتیب ۱۱۴۰۰ و ۱۴۰۰۰کیلوگرم در هکتار عملکرد علوفه تولید و ۶۸ و ۷۹ سانتی‌متر ارتفاع داشتند. در سال دوم برتری رقم سنتتیک نسبت به رقم شاهد از نظر عملکرد علوفه ۲۲٪ بود. برتری رقم سنتتیک نسبت به رقم شاهد از نظر ارتفاع در هر دو سال بررسی تقریباً ثابت و برابر ۱۶ درصد بود (جدول ۶). در مجموع، برتری رقم سنتتیک تولید شده نسبت به رقم شاهد محلی محرز شد. در مورد واریته‌های بلغاری پریستا ۳ و ۴ یونجه که به روش پلی‌کراس اصلاح شده‌اند، گزارش مشابهی وجود دارد. آنها هر یک به‌ترتیب دارای ۹ و ۶ والد هستند. پریستا ۳ نسبت به شاهد از نظر عملکرد ماده خشک ۱۸/۷٪ و از نظر عملکرد بذر ۱۵/۴٪ برتر است و این برتری در مورد پریستا ۴ به ترتیب ۱۳/۷٪ و ۱۹٪/۲ است. این دو واریته از نظر عملکرد تر و پروتئین خام نیز نسبت به واریته شاهد برتر هستند (Petkova & Mirchev, 1994).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-30]

[DOI: 10.61186/jcb.15.47.30]

جدول ۲- میانگین و قابلیت ترکیب عمومی خانواده‌های ناتنی برای صفات عملکرد علوفه‌تر، عملکرد علوفه خشک، ارتفاع بوته و نسبت وزن برگ به ساقه در حالت خشک

Table 2. The means and the general combination of 30 half- sib families for fresh forage yield, dry forage yield, plant height and leaf dry weight to shoot dry weight

نسبت وزن برگ به ساقه در حالت خشک Dry weight of leaves/Dry weight of stems		خانواده ناتنی Half-sib family	ارتفاع بوته (سانتی متر) Plant height (cm)		خانواده ناتنی Half-sib family	عملکرد علوفه خشک (تن/ هکتار) Dry forage yield (tons/ha)		خانواده ناتنی Half-sib family	عملکرد علوفه تر (تن/ هکتار) Fresh forage yield (tons/ha)		خانواده ناتنی Half-sib family
قابلیت ترکیب Combining ability	میانگین Mean		قابلیت ترکیب Combining ability	میانگین Mean		قابلیت ترکیب Combining ability	میانگین Mean		قابلیت ترکیب Combining ability	میانگین Mean	
0.026	0.46	7	7.53	80.59	7	3.41	12.43	7	6.68	24.82	7
0.021	0.46	21	4.16	77.22	30	2.23	11.24	30	4.50	22.65	30
0.005	0.46	22	3.77	76.83	29	1.92	10.93	29	3.87	22.02	29
0.001	0.44	13	3.31	76.37	3	1.71	10.73	3	3.46	21.61	3
0.001	0.44	2	2.82	75.88	23	1.56	10.57	21	3.15	21.29	21
0.001	0.44	10	2.73	75.79	22	1.45	10.46	23	2.93	21.07	23
0.001	0.44	11	2.64	75.70	21	1.34	10.35	5	2.70	20.85	5
0.001	0.44	16	2.45	75.51	5	1.27	10.28	22	2.56	20.70	22
0.001	0.44	20	1.87	74.93	25	0.88	9.89	25	1.78	19.92	25
0.000	0.43	6	1.24	74.30	13	0.83	9.84	27	1.66	19.81	27
0.000	0.43	17	1.01	74.07	12	0.54	9.55	13	1.09	19.24	13
0.000	0.43	25	0.94	74.00	27	0.07	9.08	12	0.41	18.56	12
-0.001	0.43	5	-0.15	72.91	10	-0.14	8.87	10	-0.28	17.86	10
-0.01	0.43	8	-0.49	72.57	16	-0.34	8.67	2	-0.65	17.50	8
-0.002	0.43	3	-0.58	72.48	8	-0.35	8.66	8	-0.70	17.45	2
-0.002	0.43	23	-0.67	72.39	9	-0.52	8.50	9	-1.05	17.10	9
-0.002	0.43	26	-1.11	71.94	11	-0.56	8.45	1	-1.14	17.01	1
-0.002	0.43	27	-1.65	71.41	20	-0.59	8.42	16	-1.20	16.94	16
-0.002	0.43	30	-1.66	71.40	6	-0.70	8.31	11	-1.42	16.73	11
-0.003	0.43	9	-1.91	71.15	1	-0.87	8.14	6	-1.77	16.38	6
-0.003	0.43	12	-1.95	71.11	2	-0.93	8.08	20	-1.89	16.26	20
-0.003	0.43	19	-1.95	71.11	18	-1.15	7.87	18	-2.32	15.83	19
-0.003	0.43	29	-2.06	71.00	15	-1.15	7.87	19	-2.32	15.83	18
-0.004	0.43	1	-2.17	70.89	4	-1.17	7.84	15	-2.36	15.78	15
-0.004	0.43	24	-2.59	70.47	14	-1.27	7.74	4	-2.58	15.57	4
-0.005	0.43	14	-2.64	70.42	24	-1.34	7.67	26	-2.71	15.43	26
-0.006	0.43	15	-2.81	70.25	26	-1.36	7.65	24	-2.75	15.40	24
-0.007	0.43	18	-2.91	70.14	28	-1.41	7.61	28	-2.85	15.30	28
-0.010	0.42	28	-3.25	69.81	19	-1.47	7.54	14	-2.97	15.18	14
-0.016	0.42	4	-3.95	69.11	17	-1.91	7.10	17	-3.86	14.29	17

جدول۳ - میزان وراثت پذیری خصوصی و واریانس افزایشی برای صفات مختلف یونجه

Table 3. Narrow sense heritability and additive variance for different alfalfa traits

وزن‌خشک ساقه/ وزن‌خشک برگ Dry weight of leaves/Dry weight of stems	وزن‌تر ساقه/ وزن‌تر برگ Fresh weight of leaves/Fresh weight of stems	ارتفاع بوته Plant height	عملکرد علوفه خشک Dry forage yield	عملکرد علوفه تر Fresh forage yield	
19	11	46	50	51	وراثت پذیری خصوصی Narrow sense heritability (%)
0.0000156	0.00007	21.04	4.52	18.48	واریانس افزایشی Additive variance

جدول ۴- میزان پاسخ به گزینش براساس آزمون نتاج ناتنی برای صفات یونجه با شدت ۳۰٪

Table 4. The expected gain based on half- sib progeny selection for alfalfa traits with 30% intensity

وزن‌خشک ساقه/ وزن‌خشک برگ Dry weight of leaves/Dry weight of stems	وزن‌تر ساقه/ وزن‌تر برگ Fresh weight of leaves/Fresh weight of stems	ارتفاع بوته (سانتی متر) Plant height (cm)	عملکرد علوفه خشک (تن/ هکتار) Dry forage yield (tons/ha)	عملکرد علوفه تر (تن/ هکتار) Fresh forage yield (tons/ha)	
0.0063	0.0033	3.86	1.58	3.2	میزان پاسخ Expected genetic gain response
1.4	0.68	5	17.5	18	درصد پاسخ نسبت به میانگین کل (٪) Responses relative to the total average(٪)

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-30]

[DOI: 10.61186/jcb.15.47.30]

جدول ۵- میانگین عملکرد علوفه خشک و ارتفاع بوته در اکوتیپ‌های یونجه مورد بررسی در ایستگاه‌های ملکان و تیکمه‌داش در سال‌های ۱۳۹۳ -۱۳۸۹

Table 5. Alfalfa synthetic variety and ecotypes dry forage yield and plant heigh means in Malekan and Tikmahdash stations in 2013-2015

اکوتیپ Ecotype	میانگین Mean	
	عملکرد علوفه خشک (کیلوگرم/ هکتار) Dry forage yield (kg/ha)	ارتفاع بوته (سانتی متر) Plant height (cm)
Leghlan	8550b	49bc
Sivan	8669b	50bc
Sattelou	8890b	56b
Gharababa	8429bc	44c
Baftan	7596c	48bc
Ilanjough	7188cd	51bc
Kkaje	8410bc	49bc
Dizaj-Safarali	9399b	55b
Joshin	8611b	52bc
Alhord	7009d	49bc
Ghara-Yonje	9442b	63a
Synnthetic	11224a	65a
Check	7299c	50bc

جدول ۶- مقایسه میانگین عملکرد علوفه‌تر و ارتفاع رقم سنتتیک و شاهد در دشت تبریز

Table 6. The means of alfalfa synthetic variety and check ecotype for fresh forage yield and plant height in Tabriz plain

سال Year	صفت Trait	رقم Variety		درصد تفاوت+ Differences percentage+	آماره t t	سطح احتمال Probability level
		شاهد Check	سنتتیک Synthetic			
2012	ارتفاع بوته (سانتی متر) Plant height (cm)	66	77	+16.6	7.77	0.008
	عملکرد علوفه در سه چین (کیلوگرم در هکتار) Total forage yield for 3 cuts (kg/ha)	26400	30400	+15.1	2.24	0.015
2013	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	68	79	+16.1	2.07	0.05
	عملکرد علوفه در یک چین (کیلوگرم در هکتار) Forage yield for one cut (kg/ha)	11400	14000	+22.8	2.09	0.05

+: درصد تفاوت از طریق حاصل‌ضرب نسبت مقدار صفت رقم سنتتیک به مقدار رقم شاهد در ۱۰۰ محاسبه شده است.

+: The difference percentage is calculated by the product of the ratio of the trait value of the synthetic variety to the value of the control variety in 100.

مقایسه رقم سنتتیک یونجه با شاهد محلی در منطقه بستان‌آباد

مجموع عملکرد رقم شاهد و رقم سنتتیک در سال ۱۳۹۴ به‌ترتیب ۲۹۸۹۰ و ۳۳۴۷۹ کیلوگرم علوفه‌تر بود که رقم سنتتیک نسبت به رقم شاهد ۱۲ درصد برتری نشان داد. در سال ۱۳۹۵ نیز مجموع عملکرد علوفه‌تر رقم شاهد و سنتتیک به‌ترتیب ۳۲۲۴۹ و ۴۳۹۰۶ کیلوگرم علوفه‌تر بود که برتری رقم سنتتیک نسبت به رقم شاهد به ۳۶ درصد ارتقا یافت. در سال ۱۳۹۶ هر دو رقم در سه چین برداشت شد و مجموع عملکرد علوفه‌تر رقم شاهد و سنتتیک به‌ترتیب ۳۲۲۸۹ و ۳۸۴۹۸ کیلوگرم در هکتار بود که حاکی از برتری رقم سنتتیک نسبت به رقم شاهد به میزان ۱۹ درصد بود. در هر سه سال مورد بررسی، عملکرد علوفه‌تر رقم سنتتیک نسبت به رقم شاهد در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌دار داشت. در مجموع عملکرد علوفه سه سال رقم شاهد و سنتتیک به‌ترتیب ۹۳۸۹۱ و ۱۱۵۸۸۳ کیلوگرم علوفه‌تر تولید کردند که در مجموع سه سال بررسی رقم سنتتیک نسبت به رقم شاهد از نظر میزان تولید علوفه‌تر ۲۳ درصد برتری نشان داد. میانگین عملکرد علوفه‌تر رقم شاهد و سنتتیک به‌ترتیب ۳۱۵۸۹ و ۳۸۶۰۹ کیلوگرم درهر هکتار برآورد شد. چنانچه پیشتر گزارش گردید، در پروژه تعیین قابلیت ترکیب پذیری عمومی اکوتیپ‌های یونجه منطقه آذربایجان از طریق آزمون پلی‌کراس با اعمال گزینش با شدت ۳۰٪، میزان پاسخ مورد انتظار نسبت به میانگین کل جمعیت برای عملکرد تر و خشک به‌ترتیب ۱۸٪ و ۱۷/۵٪ بود ولی حدود ۲۲ درصد مشاهده شد. همچنین در آن پژوهش میزان پیشرفت ژنتیکی برای ارتفاع بوته پنج درصد و در حدود سه سانتی‌متر پیش‌بینی شده بود. در این آزمایش، همچنین مقدار صفت درصد وزن برگ به وزن کل بوته در رقم شاهد و سنتتیک به‌ترتیب ۴۳ و ۵۴/۵ درصد بود که حاکی از برتری مطلق رقم سنتتیک نسبت به رقم شاهد از نظر این صفت مهم خوشخوراکی و کیفیت علوفه است. میانگین ارتفاع بوته به هنگام برداشت علوفه (ده درصد گلدهی) در رقم سنتتیک و شاهد به‌ترتیب ۷۸ و ۷۰ سانتی‌متر بود که اختلاف معنی‌دار با یکدیگر نشان ندادند. در هر دو رقم میانگین ارتفاع در چین دوم بیشتر از چین اول و سوم بود. میانگین میزان ماده خشک در هر دو رقم برابر ۲۶/۵ درصد بود و دو رقم مورد بررسی از نظر این صفت هیچ اختلافی با یکدیگر نداشتند.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج آزمایشات متعدد برتری این رقم را ثابت نمود. میانگین عملکرد علوفه‌تر و ماده خشک رقم سنتتیک تولیدی به ترتیب ۳۸۶۰۹ و ۱۰۲۳۱ کیلوگرم در هر هکتار و عملکرد رقم شاهد نیز به‌ترتیب ۳۱۵۸۹ و ۸۳۷۱ کیلوگرم در هکتار شد که برتری این رقم از نظر عملکرد علوفه‌تر و خشک نسبت به عملکرد رقم شاهد حدود ۲۲٪ شد. این رقم می‌تواند در شرایط اقلیمی سرد و سرد معتدل کشت گردد. با توجه به اینکه در بیش از ۵۰۰ هزار هکتار از یونجه‌کاری‌های کشور اکوتیپ‌های سردسیری کشت می‌شود، بنابراین این ژنوتیپ می‌تواند در شرایط اقلیمی مشابه نیز مورد استفاده قرار گیرد. ویژگی‌های این رقم در جدول ۷ ارائه شده است.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-30]

[DOI: 10.61186/jcb.15.47.30]

جدول ۷- خصوصیات رقم یونجه سنتتیک "نفیس"

Table 7. Characteristics of "Nafis" alfalfa synthetic variety

ویژگی یا صفت Trait	رقم سنتتیک "نفیس" "Nafis" synthetic variety	شاهد Check
عملکرد علوفه تر (کیلوگرم در هکتار) Fresh forage yield (kg/ha)	38609	31589
عملکرد ماده خشک (کیلوگرم در هکتار) Dry forage yield (kg/ha0	10231	8371
ارتفاع بوته (سانتی متر) Plant height(cm)	78	70
درصد پروتئین خام Crude Prtein (%)	23.4	18.17
درصد قابلیت هضم ماده خشک Dry matter digestibility percentage (DMD)	32.2	26.7
درصد دیواره سلولی بدون همی سلولز Acid detergent fiber (ADF)	15.6	13.6
درصد دیواره سلولی Natural detergent fiber (NDF)	50.9	46.7
نسبت وزن برگ به بوته در حالت تر Fresh weight of leaves/Fresh weight of stems	0.545	0.435
نسبت وزن برگ به بوته در حالت خشک Dry weight of leaves/Dry weight of stems	0.474	0.390

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر از نتایج چندین پروژه مصوب موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر تهیه شده است. از همکاران بخش ذرت و گیاهان علوفه‌ای موسسه و بخش زراعی و باغی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی به جهت همکاری‌های صمیمانه آنها در تامین امکانات و مساعدت در انجام این پژوهش‌ها، تقدیر و تشکر می‌شود.

منابع

Al Lawati, A., Pierce, C., Murray, L., & Ray, I. (2010). Combining ability and heterosis for forage yield among elite alfalfa core collection accessions with different fall dormancy responses. *Crop Science*, *50*(1), 150-158.

Annicchiarico, P. (2006). Diversity, genetic structure, distinctness and agronomic value of Italian lucerne (*Medicago sativa* L.) landraces. *Euphytica*, *148*(3), 269-282.

Annicchiarico, P., Barrett, B., Brummer, E. C., Julier, B., & Marshall, A. H. (2015). Achievements and challenges in improving temperate perennial forage legumes. *Critical Reviews in Plant Sciences*, *34*(1-3), 327-380.

Annicchiarico, P., & Pecetti, L. (2021). Comparison among nine alfalfa breeding schemes based on actual biomass yield gains. *Crop Science*, *61*(4), 2355-2371.

Bingham, E., Groose, R., Woodfield, D., & Kidwell, K. (1994). Complementary gene interactions in alfalfa are greater in autotetraploids than diploids. *Crop Science*, *34*(4), 823-829.

Dudley, J. W. (1963). Effects of Accidental Selfing on Estimates of General and Specific Combining Ability in Alfalfa 1. *Crop Science*, *3*(6), 517-519.

Dudley, J. W., Busbice, T., & Levings III, C. (1969). Estimates of Genetic Variance in 'Cherokee'Alfalfa (*Medicago sativa* L.) 1. *Crop Science*, *9*(2), 228-231.

Dukic, D. (1992). Genetic variability in seed yield in lucerne. *Savremena Poljoprivreda*, *40*, 69-73.

Falconer, D. (1983). Introduction to quantitative genetics., 2nd edn.(Longman: New York).

Fernandez, A., Sheaffer, C., Tautges, N., Putnam, D., & Hunter, M. (2019). Alfalfa, wildlife, and the environment. *National Alfalfa and Forage Alliance*.

Frakes, R., Davis, R., & Patterson, F. (1961). The Breeding Behavior of Yield and Related Variables in Alfalfa. III. General and Specific Combining Ability 1. *Crop Science*, *1(3): 210-212*.

Gallais, A. (1984). An analysis of heterosis vs. inbreeding effects with an autotetraploid cross-fertilized plant: *Medicago sativa* L. *Genetics*, *106*(1), 123-137 .

Ghanizadeh, N., Moghaddam, A., & Khodabandeh, N. (2014). Comparing the yield of alfalfa cultivars in different harvests under limited irrigation condition. *International Journal of Biosciences*, *4*(1), 131-138.

Halgic, S., Gasperov, S., Kolic, B., & Lovrec, L. (1992). Trends in breeding perennial herbage crops. *Sjemenarstvo, 9:* 265-268.

Hill Jr, R. (1983). Heterosis in Population Crosses of Alfalfa 1. *Crop Science*, *23*(1), 48-50.

Hill Jr, R., Leath, K., & Zeiders, K. (1972). Combining Ability Among Four-Clone Alfalfa Synthetics 1. *Crop Science*, *12*(5), 627-630.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-30]

[DOI: 10.61186/jcb.15.47.30]

Julier, B., Gastal, F., Louarn, G., Badenhausser, I., Annicchiarico, P., Crocq, G., Le Chatelier, D., Guillemot, E., & Emile, J. (2017). Alfalfa (lucerne) in European cropping systems. *Legumes in Cropping Systems*, 168-191.

Julier, B., Huyghe, C., & Ecalle, C. (2000). Within-and among-cultivar genetic variation in alfalfa: Forage quality, morphology, and yield. *Crop Science*, *40*(2), 365-369.

Khodarahmpour, Z., & Motamedi, M. (2017). Study of genetic diversity of alfalfa (*Medicago sativa* L.) genotypes via multivariate analysis. *Journal of Crop Breeding, 8 (19)* :169-163 (In Persian).

Lei, Y., Hannoufa, A., & Yu, P. (2017). The use of gene modification and advanced molecular structure analyses towards improving alfalfa forage. *International journal of molecular sciences*, *18*(2), 298.

Lopes, A. R., Bello, D., Prieto-Fernández, Á., Trasar-Cepeda, C ,Manaia, C. M., & Nunes, O. C. (2015). Relationships among bulk soil physicochemical, biochemical, and microbiological parameters in an organic alfalfa-rice rotation system. *Environmental Science and Pollution Research*, *22*(15), 11690-11699.

Monirifar, H. (2016). Development and evaluation of a synthetic alfalfa variety for tolerance to salinity. *Journal of Crop Breeding, 8 (18)* :176-182 (In Persian).

Monirifar, H., Memarzade, M., Majidi, M., Kanani Notash, R., Sadeghzade, M., Zahi, , A., Imani, A., Mirfakhraei, N., & Bairami, H. 2020. Azar, a new variety of alfalfa with optimal quality for cultivation in cold and semi-cold regions. *Baztab, 2(6)*: 10-11 (In Persian).

Nguyen, H & ,Sleper, D. (1983). Theory and application of half-sib matings in forage grass breeding. *Theoretical and Applied Genetics*, *64*(3), 187-196.

Perry, M. C., McIntosh, M., Wiebold, W., & Welterlen, M. (1987). Genetic analysis of cold hardiness and dormancy in alfalfa. *Genome*, *29*(1), 144-149.

Petkova, D., & Mirchev, M. (1994). Use of the polycross method in developing cv. Prista 3 alfalfa. *Genetics and Breeding*.

Pilorgé, E., & Muel, F. (2016). What vegetable oils and proteins for 2030? Would the protein fraction be the future of oil and protein crops? *OCL*, *23*(4), D402.

Posselt, U. K. (2010). Breeding methods in cross-pollinated species. In *Fodder crops and amenity grasses* (pp. 39-87). Springer.

Rahnama, A., Abadouz, G., Shoshi Dezfouli, A. A., Danaei, A. K., Tabatabaee, S. A., Miri, K., & Dehghani, A. (2018). "Omid" improved alfalfa population suitable for sub tropical regions. *Research Achievements for Field and Horticulture Crops, 7(1)*: 63-70 (In Persian).

Rumbaugh, M., Caddel, J., & Rowe, D. (1988). Breeding and quantitative genetics. *Alfalfa and alfalfa improvement*, *29*, 777-808.

Singh, S. (1978). Genetic basis of seed setting in alfalfa. *Theoretical and Applied Genetics*, *51*(6), 297-304.

Smolikova, M., Nedbalkova, B., Pelikan, J., Ptackova, M., & Bystricka, A. (1991). Selection of lucerne genotypes for synthetic populations. *Scientific Studies-OSEVA, Research Institute for Fodder Plants. Troubsko (CSFR).*

Song, S., & Walton, P. (1974). General Combining Ability and Its Interaction with Environments in a 7× 7 Diallel Cross Population of Alfalfa 1. *Crop Science*, *14*(5), 663-666.

Sumberg, J., Murphy, R., & Lowe, C. (1983). Selection for Fiber and Protein Concentration in a Diverse Alfalfa Population 1. *Crop Science*, *23*(1), 11-14.

Vachunova, A., Rod, J., Vagnerova. V., & Mrazek, O. (1992). Significance of selection traits and environmental conditions for the selection of components for synthetic varieties in lucerne. *Genetika a Slechteni-UVTIZ (CSFR).*

Valizadeh, M., Mohayeji, M., Yasinzadeh, N., Nasrullazadeh, S., & Moghaddam, M. (2011). Genetic diversity of synthetic alfalfa generations and cultivars using tetrasomic inherited allozyme markers. *Journal of Agricultural Science and Technology*, *13*, 425-430.

Wilkins, P., & Humphreys, M. 2003. Progress in breeding perennial forage grasses for temperate agriculture. *The Journal of Agricultural Science*, *140*(2), 129-150.

Woodfield, D., & Bingham, E. (1995). Improvement in two-allele autotetraploid populations of alfalfa explained by accumulation of favorable alleles. *Crop Science*, *35*(4), 988-994.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-30]

[DOI: 10.61186/jcb.15.47.30]