مقاله پژوهشی

نشریه علمی تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ijrfpbgr.2022.358665.1418
جلد ۳۰، شماره ۱، صفحه ۱۵۷-۱۴۵ (۱۴۰۱) شناسه دیجیتال (DOR): 20.1001.1.17350891.1401.30.1.11.5

عملکرد علوفه و پایداری جمعیت‌های اصلاح‌شده و بومی یونجه (*Medicago sativa* L.)

علی مقدم

نویسنده مسئول مکاتبات، استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج

پست‌الکترونیکی: moghaddam_ali@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۲/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۴/۱۵

چکیده

معرفی و استفاده از ارقام پرمحصول و با کیفیت از اهداف بسیار مهم در تحقیقات و زراعت یونجه در کشور می‌باشد. بدین منظور آزمایشی با استفاده از ۳۲ ژنوتیپ، در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار طی دو سال ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ در موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج به اجرا درآمد. در سال اول آزمایش، دو چین و در سال دوم آزمایش، چهار چین (در مجموع شش چین) برداشت و یادداشت‌برداری شدند. صفات مورد بررسی شامل عملکرد علوفه تر و خشک، ارتفاع در زمان برداشت و تعداد ساقه در مترمربع بود. نتایج حاصل از تجزیه واریانس بر اساس طرح کرت های خردشده در زمان، اختلاف معنی‌داری بین میانگین چین‌ها، ژنوتیپ‌ها و اثر متقابل ژنوتیپ در چین نشان داد. مقایسه میانگین چین‌ها نشان داد که چین دوم در هر دو سال، دارای بیشترین عملکرد علوفه تر و خشک بود. ژنوتیپ‌های D203 ، D210 ، D207 و D206 به ترتیب با ۳/۳۴، ۳/۳۴، ۳/۳۳ و۳/۳۱ تن در هکتار بیشترین و ژنوتیپ Ranger با ۲/۲۱ تن در هکتار در چین کمترین میانگین عملکرد علوفه خشک را دارا بودند. ژنوتیپ‌های D207، D206، D203، D210 و LakLak به ترتیب دارای پایین‌ترین مقادیر آماره پایداری برتری و ژنوتیپ های D206، Galebani، D205، D207، Laklak و D201 دارای کمترین مقادیر واریانس پایداری شوکلا بودند. با توجه به نتایج حاصله به‌ویژه میانگین عملکرد علوفه خشک و پایداری ژنوتیپ‌ها در چین‌های مختلف، ژنوتیپ‌های D206، D207 و LakLak به عنوان ژنوتیپ های پایدار با عملکرد بالا انتخاب شدند.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع بوته، پایداری، تراکم ساقه ، جمعیت اصلاح‌شده، اثر متقابل ژنوتیپ در چین

مقدمه

ایران به‌عنوان یکی از مناطق پیدایش و تنوع ژنتیکی یونجه در جهان شناخته می‌شود. از نظر ژنتیکی و به‌نژادی ارقام بومی و تجاری مورد کشت و کار در کشور و دنیا، عموماً توده یا جمعیت‌های (Population) آزادگرده‌افشان با میزان تنوع یا پایه ژنتیکی متفاوت هستند. به علت سابقه طولانی زراعت یونجه در مناطق مختلف کشور، جمعیت یا توده‌های متنوع موجود نسبت به شرایط محیطی منطقه سازگار شده‌اند. سازگار شدن یک جمعیت به شرایط محیطی یک منطقه منجر به تغییر در فراوانی ژن‌های آن جمعیت به‌ویژه ژن‌هایی که نقشی را در سازگاری داشته‌اند، خواهد شد. توده یا جمعیت یونجه سازگار شده به شرایط محیطی یک منطقه را اکوتیپ (Ecotype) می‌نامند. یونجه‌های همدانی و قره‌یونجه به‌عنوان معروف‌ترین یونجه‌های ایرانی در مناطق معتدل و سردسیر کشور دارای اکوتیپ‌های متعددی هستند که در شرایط آبی و دیم مورد کشت و کار قرار می‌گیرند. اهداف برنامه‌های مرسوم

به‌نژادی یونجه عمدتاً بر روی سه موضوع افزایش قابلیت عملکرد علوفه، افزایش دوام و افزایش قابلیت کیفیت علوفه متمرکز می‌باشند (Mc Caslin, 1996). روش‌های به‌نژادی مورد استفاده در گیاهان دگرگشن، در اصلاح یونجه هم مورد استفاده قرار می‌گیرند. به علت اتوتتراپلوئید بودن، یونجه اثرهای سوء درون زادآوری (Inbreeding) شدیدی از خود نشان می‌دهد. بنابراین در استفاده از روش‌های اصلاحی که اشکال مختلف درون زادآوری به‌ویژه خودگشنی در آنها به‌کار رفته باشد، بایستی احتیاط کرد. Rotili و همکاران (1990) بیان کردند که به‌دلیل موفقیت‌های ناچیز و محدود در افزایش عملکرد علوفه در یونجه، به‌نژادگران عمده فعالیت‌های خود را در گذشته روی اصلاح نسبت به مقاومت به آفات، بیماری‌ها، دوام بیشتر و سازگاری وسیع‌تر معطوف کرده‌اند. آنان بهبود ژنتیکی برای عملکرد علوفه در یونجه را در قرن گذشته در حدود ۱۰٪ ذکر کردند. از اولین روش‌های انتخاب یک رقم مناسب برای زراعت در یک منطقه می‌توان به معرفی (Introduction) ارقام پرمحصول و مناسب و گزینش اکوتیپ‌های (Ecotype Selection) برتر اشاره کرد. در یک بررسی چهارساله روی ۱۰ اکوتیپ و رقم ایرانی و خارجی در تبریز گزارش شد که اکوتیپ عمو زین‌الدین (قره‌یونجه) دارای بیشترین عملکرد علوفه تر و خشک نسبت به بقیه ارقام بود (Memarzadeh, 1988). در یک بررسی روی ۱۰ رقم یونجه ایرانی و خارجی در شهرکرد، چنین نتیجه‌گیری شد که رقم همدانی بهمراه ارقام رامندی و پایک کاملاً مناسب منطقه بوده و قابل توصیه است (Notghi Taheri, 1996). در یک بررسی چهارساله دیگر روی هشت رقم ایرانی و خارجی در اراک، چنین نتیجه‌گیری شد که ارقام مورد بررسی تفاوت معنی‌داری با شاهد (همدانی) از نظر عملکرد علوفه تر و خشک و همچنین درصد پروتئین نشان ندادند (Talebnezhad, 1998). Noormand Moayyed و همکاران (2016) در بررسی عملکرد ۴۹ اکوتیپ یونجه در منطقه تبریز در دو شرایط آبی و دیم، تفاوت معنی‌داری را بین اکوتیپ‌ها از نظر عملکرد علوفه خشک گزارش کردند. برای معرفی ارقام مناسب برای کشور لهستان، در آزمایشی سه ساله بر روی ۱۹ رقم عمدتاً آمریکایی، سه رقم مناسب جهت معرفی انتخاب شدند (Staszewski & Bodzon, 2002). Turan و همکاران (2017) در مقایسه سه اکوتیپ داخلی با سه رقم خارجی، چنین نتیجه گرفتند که رقم خارجی CW-3567 به ترتیب با عملکرد علوفه تر و خشک ۴۳/۲ و ۱۶/۲ تن در هکتار به همراه اکوتیپ‌های وان و کایساری می‌تواند برای کشت در شرایط اقلیمی آناتولی شرقی مناسب باشد.

از روش‌های پرکاربرد در اصلاح یونجه، گزینش توده‌ای و دوره‌های پی‌درپی این گزینش (گزینش دوره‌ای فنوتیپی) است. این روش از روش‌های انتخاب بدون آزمون نتاج است (Rumbaugh *et al.*, 1988). صفات با وراثت‌پذیری بالا معمولاً پاسخ خوبی به گزینش توده‌ای داده، ولی صفات با وراثت‌پذیری پائین همانند عملکرد علوفه دارای نتایج متغیری بوده‌اند. Takeda و همکاران (1998) برای افزایش مقاومت به آفات دو دوره گزینش توده‌ای را انجام دادند. آنان بیان کردند که تنوع زیادی بین بوته‌ها برای مقاومت به آفات مورد بررسی وجود داشت. در سال ۱۳۶۴ طرح ملی با عنوان سلکسیون توده‌ای در توده‌های یونجه ایرانی در استان‌های یونجه‌خیز کشور همانند آذربایجان‌شرقی، غربی، همدان، کرمان، یزد، سیستان و بلوچستان و کرج آغاز شد. ژرم‌پلاسم پایه این برنامه اصلاحی در هر استان، اکوتیپ‌های همان استان بود. بعد از انجام چند دوره از سلکسیون و آزمایش‌های مقایسه عملکرد، بذر حاصل در پایان تکثیر و به‌عنوان ارقام اصلاح‌شده بدون وارد شدن به مرحله معرفی و نام‌گذاری، در اختیار زارعان قرار داده شد. Moghaddam (2003) طی سه دوره گزینش دوره‌ای فنوتیپی با کنترل بر هر دو والد، اقدام به اصلاح اکوتیپ مهاجران یونجه همدانی کرد. Mofidian و Rahjoo (2014) با هدف بهبود عملکرد کمی و کیفی، چهار دوره گزینش توده‌ای روی اکوتیپ گلوانی قره یونجه را انجام دادند. این پژوهش با هدف مقایسه عملکرد یونجه‌های اصلاح‌شده طی سه دهه گذشته در مراکز تحقیقاتی به همراه یونجه‌های اصلاح‌شده در دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران که مناسب زراعت در مناطق سرد و معتدل سرد کشور هستند اجرا شد.

مواد و روش

این پژوهش با هدف مقایسه عملکرد علوفه جمعیت‌های اصلاح‌شده یونجه اجرا شد. بدین منظور تعداد ۳۲ ژنوتیپ در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار به مدت دو سال (۱۳۹۱ و ۱۳۹۲) ارزیابی گردید. این پروژه در ایستگاه تحقیقاتی ۴۰۰ هکتاری مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج اجرا شد. عرض جغرافیایی ایستگاه ۵۰ درجه و ۵۵ دقیقه شرقی و طول جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۵ دقیقه شمالی است. ارتفاع ایستگاه از سطح دریا ۱۲۵۴ متر می‌باشد. اسامی و برخی از مشخصات ژنوتیپ‌های مورد بررسی در جدول ۱ آورده شده است. کاشت ژنوتیپ‌ها در خردادماه ۱۳۹۱ بعد از تهیه زمین و انجام عملیات آماده‌سازی انجام شد. در ابتدا و انتهای هر تکرار دو خط حاشیه کشت گردید. هر کرت آزمایشی شامل یک خط پنج متری بوده و کلیه ژنوتیپ‌ها بدون حاشیه در کنار هم کشت شدند. فاصله بین خطوط ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بین تکرارها یک و نیم متر در نظر گرفته شد. میزان بذر مصرفی بر اساس ۲۰ کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید. کلیه یادداشت‌برداری‌ها پس از حذف نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت انجام شد.

صفات مورد بررسی شامل عملکرد علوفه تر و خشک، ارتفاع در زمان برداشت و تعداد ساقه در مترمربع بود. برای تعیین عملکرد علوفه خشک (ماده خشک) حدود ۲۰۰ گرم از علوفه تر برداشتی (یک مترمربع) به‌طور تصادفی انتخاب و در آون به مدت ۷۲ ساعت در درجه حرارت ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک شد. پس از تعیین درصد رطوبت، عملکرد علوفه خشک بر مبنای تن در هکتار محاسبه شد. برای ثبت صفت تعداد ساقه، یک نمونه ۰/۵ مترمربعی از هر کرت آزمایشی برداشت و کلیه ساقه‌های با ارتفاع بیش از ۲۰ سانتی‌متر شمارش گردید و بعد اعداد به مترمربع تبدیل شدند. برای تعیین ارتفاع در زمان برداشت، ارتفاع سه بوته که نماینده کرت آزمایشی بودند، اندازه‌گیری شده و میانگین آنها در تجزیه‌های آماری استفاده شدند. 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 طرح کرت خردشده در زمان با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد. عامل تکرار، تصادفی و سایر عوامل، ثابت در نظر گرفته شدند. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون استیودنت- نیومن- کویلز (SNK) در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. برای تعیین پایداری عملکرد علوفه خشک ژنوتیپ‌های مورد بررسی در چین‌های مختلف، آماره پایداری برتری (Lin and Binns, 1988) و واریانس پایداری شوکلا (Shukla, 1972) برای هر ژنوتیپ محاسبه گردید. مقادیر کمتر این آماره‌ها، نشان‌دهنده پایداری ژنوتیپ است.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی بر اساس طرح کرت‌های خردشده در زمان با استفاده از داده‌های شش چین برداشتی طی دو سال آزمایش (دو چین در سال اول و چهار چین در سال دوم) در جدول ۲ آورده شده است. نتایج نشان داد که اثر ژنوتیپ روی صفات تعداد ساقه در مترمربع و عملکرد علوفه تر در سطح احتمال پنج درصد بر عملکرد علوفه خشک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. اثر ژنوتیپ روی صفت ارتفاع بوته در سطح احتمال شش درصد معنی‌دار شد. معنی‌دار بودن اثر ژنوتیپ، بیانگر وجود تنوع و تفاوت بین میانگین ژنوتیپ‌های مورد بررسی در کلیه چین‌هاست. تفاوت و تنوع معنی‌دار مشاهده‌شده، ضمن فراهم کردن شرایط انتخاب ژنوتیپ‌های برتر، می‌تواند ناشی از متفاوت بودن خاستگاه و منشأهای جغرافیایی و درنتیجه پایه و زمینه‌های ژنتیکی متنوع ژنوتیپ‌های مورد بررسی باشد. عامل چین دارای تأثیر معنی‌داری روی کلیه صفات مورد بررسی در سطح احتمال یک درصد بود. تفاوت معنی دار بین میانگین صفات مورد بررسی در چین‌های مختلف (درون و بین سال‌ها) می‌تواند نقش مهمی را در برنامه‌ریزی تولید، فروش و ذخیره‌سازی علوفه توسط کشاورزان ایفا کند. Orloff و Putnam (2006) در آزمایشی تفاوت معنی دار بین عملکرد علوفه چین‌های مختلف را گزارش کردند. اثر متقابل ژنوتیپ در چین برای صفات ارتفاع بوته، عملکرد علوفه تر و عملکرد علوفه خشک در سطح احتمال یک

درصد برای صفت تعداد ساقه در مترمربع در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود.

جدول ۱- اسامی و خصوصیات ژنوتیپ‌های مورد بررسی

Table 1. Name and characteristics of genotypes in the study

ردیف No.	نام ژنوتیپ Genotypes name	مشخصات ژنوتیپ	Genotypes Characteristics
1	LakLak	جمعیت اصلاح‌شده–سردسیری (همدانی)	Improved population – cold region
2	Amo zeinedin	اکوتیپ اصلاح‌شده– سردسیری (قره یونجه)	Improved ecotype – cold region
3	KFA17	اکوتیپ اصلاح‌شده– سردسیری (همدانی)	Improved ecotype – cold region
4	Synkaraj	سنتتیک چند نژادی –سردسیری (همدانی–قره‌یونجه)	Multi-strain synthetic- cold region
5	KFA6	اکوتیپ اصلاح‌شده– سردسیری (قره‌یونجه)	Improved ecotype – cold region
6	Hamedani	جمعیت اصلاح‌شده– سردسیری	Improved population – cold region
7	SynTabriz	سنتتیک چند نژادی– سردسیری (همدانی–قره‌یونجه)	Multi-strain synthetic- cold region
8	Cody	رقم خارجی	Foreign variety
9	KFA16	اکوتیپ اصلاح‌شده– سردسیری (همدانی)	Improved ecotype – cold region
10	Ranger	رقم خارجی	Foreign variety
11	Ghargholog	اکوتیپ بومی– سردسیری (قره‌یونجه)	Local variety- cold region
12	Mohajeran	اکوتیپ بومی –سردسیری(همدانی)	Local variety- cold region
13	MFA	جمعیت اصلاح‌شده– سردسیری (مشهد)	Improved population – cold region
14	Gharayonjeh	اکوتیپ بومی– سردسیری	Local variety- cold region
15	Galebani	اکوتیپ بومی– سردسیری (قره‌یونجه)	Local variety- cold region
16	D201	جمعیت اصلاح‌شده – معتدل	Improved population – Temperate
17	D202	جمعیت اصلاح‌شده – معتدل	Improved population – Temperate
18	D203	جمعیت اصلاح‌شده – معتدل	Improved population – Temperate
19	D204	جمعیت اصلاح‌شده – معتدل	Improved population – Temperate
20	D205	جمعیت اصلاح‌شده – معتدل	Improved population – Temperate
21	D206	جمعیت اصلاح‌شده – معتدل	Improved population – Temperate
22	D207	جمعیت اصلاح‌شده – معتدل	Improved population – Temperate
23	D208	جمعیت اصلاح‌شده – معتدل	Improved population – Temperate
24	D209	جمعیت اصلاح‌شده – معتدل	Improved population – Temperate
25	D210	جمعیت اصلاح‌شده – معتدل	Improved population – Temperate
26	D211	جمعیت اصلاح‌شده – معتدل	Improved population – Temperate
27	D212	جمعیت اصلاح‌شده – معتدل	Improved population – Temperate
28	D213	جمعیت اصلاح‌شده – معتدل	Improved population – Temperate
29	D214	جمعیت اصلاح‌شده – معتدل	Improved population – Temperate
30	D215	جمعیت اصلاح‌شده – معتدل	Improved population – Temperate
31	D216	جمعیت اصلاح‌شده – معتدل	Improved population – Temperate
32	D217	جمعیت اصلاح‌شده – معتدل	Improved population – Temperate

معنی‌دار بودن اثرمتقابل ژنوتیپ در چین بیانگر واکنش متفاوت ژنوتیپ‌ها در چین‌های مورد بررسی می‌باشد که امکان انتخاب ژنوتیپ‌های پرمحصول به‌ویژه در چین‌های ابتدایی (برای استفاده از آب سبز) و انتهایی فصل رشد (برای ذخیره‌سازی مصرف در پاییز و زمستان) را فراهم می‌کند. Zamanian (2003) در آزمایشی برای ارزیابی عملکرد کمی و کیفی ارقام یونجه در چین‌های مختلف، وجود اثر متقابل معنی‌دار رقم در چین را گزارش کرد. Turan و

همکاران (2017) طی بررسی دوساله بر روی سه اکوتیپ داخلی با سه رقم خارجی، تفاوت معنی‌داری بین میانگین ارتفاع بوته ژنوتیپ‌های مورد بررسی مشاهده نکردند ولی بیان کردند که اثرمتقابل سال در ژنوتیپ معنی‌دار بود.

جدول ۲- تجزیه واریانس کرت خردشده در زمان برای صفات مورد اندازه‌گیری

Table 2. Split plot in time ANOVA for studied traits

S. O. V.	منبع تغییر	درجه آزادی	Mean Squares میانگین مربعات			
		D. F.	ارتفاع ساقه Plant Height	تعداد ساقه Stem No.	عملکرد علوفه تر در چین Fresh Yield /cut	عملکرد علوفه خشک در چین Dry Yield/ cut
Replication	تکرار	2	1206.7	10749.8	86.6	2.9
Genotype	ژنوتیپ	31	99.6^{+}	3549.6^{*}	22.9^{*}	1.5^{**}
Error1	خطای ۱	62	61.6	1901.1	12.5	0.8
Cut	چین	5	2613.7^{**}	894918.3^{**}	623.4^{**}	43.8^{**}
Gen. x Cut	ژنوتیپ× چین	155	70.7^{**}	2408.6^{*}	10.4^{**}	0.77^{**}
Rep. x Cut	تکرار× چین	10	311.0^{**}	27851^{**}	26.4^{**}	2.7^{**}
Error 2	خطای ۲	310	44.5	1887.2	5.8	0.35

ns، +، * و **: به‌ترتیب برابر با عدم اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال اشتباه ۶، ۵ و ۱ درصد

ns =Non-Significant, +, * and ** significant at 0.06, 0.05 and 0.01 probability level, respectively.

نتایج مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها (در هر چین) برای کلیه صفات مورد بررسی بر اساس آزمون SNK در سطح احتمال پنج درصد در جدول ۳ آورده شده است. در مورد ارتفاع بوته، ژنوتیپ‌های شماره D212 با ۸۱/۸ سانتی‌متر بیشترین میانگین ارتفاع بوته را در هنگام برداشت داشتند که تفاوت معنی‌داری با ژنوتیپ‌های KFA17، KFA16 و Ghargholog به‌ترتیب با ۷۲/۰۶، ۷۲/۸۳ و ۷۳/۳۹ سانتی‌متر نشان دادند (جدول ۳). در آزمایشی هشت ساله برای مقایسه عملکرد شش رقم خارجی و دو رقم داخلی یونجه در چین، بیشترین میانگین هشت ساله ارتفاع در بین ارقام ۷۲/۲ سانتی‌متر و کمترین آن ۵۸ سانتی‌متر گزارش شد (Han *et al*., 2013). یادآوری می‌شود که در بررسی آنها میانگین سالیانه ارتفاع در بین ارقام از ۴۶/۹ تا ۸۲/۵ سانتی‌متر متغیر بود. در آزمایش دیگری، برای مقایسه چهار رقم خارجی با چهار رقم و جمعیت داخلی یونجه در چهار منطقه طی دو سال، بیشترین و کمترین میانگین ارتفاع بوته بین ۵۷/۳ و ۶۴/۰ سانتی‌متر گزارش شد (Moghaddam et al., 2021). در تحقیقی Turan و همکاران (2017) حداقل و حداکثر ارتفاع بوته را ۷۷/۹ و ۸۲/۳ سانتی‌متر گزارش کردند.

در ارتباط با صفت تعداد ساقه در مترمربع، ژنوتیپ LakLak با میانگین ۳۰۹/۳ عدد ساقه در مترمربع در هر چین بیشترین تعداد ساقه را در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی داشت که تفاوت معنی‌داری از ژنوتیپ‌های D216 و Mohajeran به‌ترتیب با ۲/ ۲۴۶ و ۲۵۳/۱ عدد ساقه نشان داد (جدول ۳). در یک بررسی چهار ساله در منطقه کرج روی ۱۲ جمعیت داخلی یونجه، حداقل و حداکثر تعداد ساقه در مترمربع به‌ترتیب ۳۳۸/۲ و ۳۷۹/۸ بدست آمد (Moghaddam *et al*., 2020). در بررسی آنها، میانگین تعداد ساقه در مترمربع ژنوتیپ‌های KFA6، KFA16 و KFA17 به‌ترتیب برابر با ۳۳۸/۲، ۳۵۴/۷ و ۳۴۵/۴ بود. تفاوت میانگین تعداد ساقه در مترمربع بین نتایج این بررسی با این مقاله می‌تواند ناشی از تفاوت تراکم حاصل از مدیریت متفاوت مزرعه در دو آزمایش و همچنین تفاوت در سال‌های یادداشت‌برداری و اندازه‌گیری صفت مورد نظر باشد. همان‌طور که قبلاً اشاره شد، در این مقاله از چین

اول سال اول (سال کاشت) اقدام به ثبت صفات گردید ولی در بررسی مذکور (Moghaddam *et al.*, 2020)، یادداشت‌برداری‌ها از چین اول سال دوم (سال بعد از کاشت) شروع شده بود. بدیهی است که میانگین برخی از صفات همانند تعداد ساقه در مترمربع یا عملکرد علوفه در سال اول نسبت به سال‌های بعدی در گیاه یونجه کمتر می باشد. Han و همکاران (2013) در آزمایش هشت ساله مقایسه عملکرد ارقام یونجه را در چین گزارش کردند. سال چهارم آزمایش بیشترین عملکرد را در بین سال‌های بررسی داشت.

در مورد عملکرد علوفه تر، ژنوتیپ‌های شماره D210 و Ranger با ۱۳/۳۵ و ۸/۴۸ تن در هکتار به‌ترتیب بیشترین و کمترین میانگین عملکرد علوفه تر را داشتند. در ارتباط با عملکرد علوفه خشک به‌عنوان مهمترین صفت در گزینش ژنوتیپ‌ها و ارقام برتر، ژنوتیپ‌های شماره D203، D210، D207 و D206 به‌ترتیب با ۳/۳۴، ۳/۳۴، ۳/۳۳ و ۳/۳۱ تن در هکتار بیشترین و ژنوتیپ Ranger با ۲/۲۱ تن در هکتار کمترین میانگین عملکرد علوفه خشک را دارا بودند (جدول ۳). مجموع عملکرد علوفه خشک دو سال (۶ چین) و میانگین سال اول و دوم ژنوتیپ‌های مورد بررسی در شکل ۱ نشان داده شده است. در سال اول، ژنوتیپ D210 با ۸/۳۲ تن در هکتار بیشترین و ژنوتیپ D216 با ۳/۵۲ تن در هکتار کمترین و در سال دوم، ژنوتیپ D214 با ۱۳/۴۷ تن در هکتار بیشترین و ژنوتیپ Mohajeran با ۸/۹۴ تن در هکتار کمترین عملکرد علوفه خشک را داشتند. Bernousi و Hasanzade Ghorttappe (2017) در یک بررسی دو ساله در منطقه ارومیه، میانگین سالیانه عملکرد علوفه خشک ارقام مورد بررسی را بین ۶/۶ و ۷/۸۷ تن در هکتار گزارش کردند. Han و همکاران (2013) در آزمایش خود گزارش کردند که بیشترین میانگین هشت ساله عملکرد علوفه خشک در بین ارقام مورد بررسی برابر با ۲۴/۲ و کمترین آن برابر با ۱۷ تن در هکتار بود. Turan و همکاران (2017) طی بررسی دوساله بر روی سه اکوتیپ داخلی با سه رقم خارجی، تفاوت معنی‌داری را بین میانگین ژنوتیپ‌های مورد بررسی مشاهده کردند، به‌طوری‌که اکوتیپ وان و رقم خارجی CW-3567 به ترتیب با عملکرد علوفه تر ۴۳/۶ و ۴۳/۲ تن در هکتار و عملکرد علوفه خشک ۱۶/۲ و ۱۵/۵ تن در هکتار را داشتند.

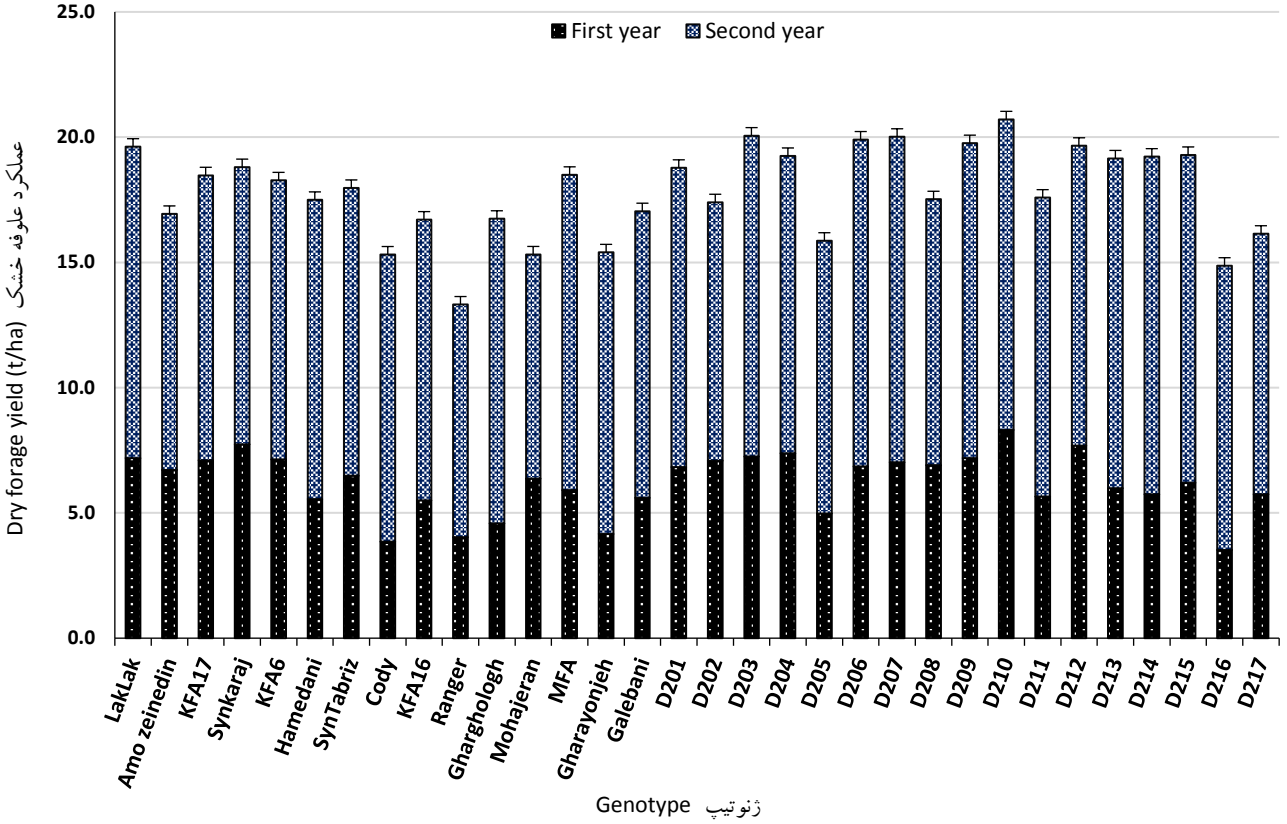
جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مورد اندازه‌گیری ژنوتیپ‌های مورد بررسی

Table 3. Ecotypes mean comparison of studied traits

ژنوتیپ Genotype	ارتفاع ساقه (سانتیمتر) Plant Height (cm)	تعداد ساقه (در مترمربع) Stem No. (per m^2)	عملکرد علوفه تر تن/هکتار در چین Fresh Yield per cut (t/ha)	عملکرد خشک تن/هکتار در چین Dry Yield per cut (t/ha)	آماره برتری Superiority measure	واریانس پایداری شوکلا Shukla's Stability variance
LakLak	75.6 ab	309.3 a	12.21 abc	3.26 ab	0.34	0.08
Amo zeinedin	75.7 ab	298.9 abc	10.51 a-d	2.82 a-d	0.83	0.25
KFA17	72.1 b	276.0 abc	11.27 a-d	3.07 abc	0.52	0.31
Synkaraj	74.4 ab	291.3 abc	11.32 a-d	3.13 abc	0.50	0.37
KFA6	74.2 ab	290.7 abc	10.91 a-d	3.04 abc	0.58	0.32
Hamedani	77.3 ab	289.8 abc	11.06 a-d	2.91 abc	0.83	0.32
SynTabriz	73.8 ab	292.0 abc	11.00 a-d	2.99 abc	0.63	0.14
Cody	73.5 ab	297.1 abc	10.11 bcd	2.55 bcd	1.47	0.69
KFA16	72.8 b	283.6 abc	10.65 a-d	2.78 a-d	0.87	0.14
Ranger	75.1 ab	258.4 abc	8.48 d	2.21 d	1.73	0.27
Ghargholog	73.4 b	279.6 abc	10.84 a-d	2.79 a-d	0.99	0.47
Mohajeran	73.7 ab	253.1 bc	9.74 cd	2.55 bcd	1.12	0.21
MFA	77.2 ab	271.6 abc	11.99 abc	3.08 abc	0.52	0.17
Gharayonjeh	75.3 ab	282.9 abc	10.49 a-d	2.56 bcd	1.24	0.37
Galebani	76.9 ab	278.0 abc	11.22 a-d	2.84 a-d	0.67	0.05
D201	79.3 ab	304.4 ab	12.52 abc	3.12 abc	0.36	0.08
D202	76.2 ab	291.1 abc	11.01 a-d	2.90 abc	0.64	0.19
D203	78.4 ab	290.7 abc	12.91 ab	3.34 a	0.25	0.31
D204	78.5 ab	284.4 abc	12.22 abc	3.20 ab	0.39	0.42
D205	79.3 ab	272.2 abc	10.26 bcd	2.64 a-d	0.96	0.07
D206	78.7 ab	286.2 abc	12.57 abc	3.31 a	0.22	0.04
D207	75.3 ab	278.7 abc	12.88 ab	3.33 a	0.22	0.07
D208	75.8 ab	284.9 abc	11.08 a-d	2.92 abc	0.72	0.47
D209	73.5 ab	286.9 abc	12.21 abc	3.20 ab	0.39	0.19
D210	76.0 ab	295.8 abc	13.35 a	3.34 a	0.30	0.34
D211	74.0 ab	273.2 abc	10.98 a-d	2.84 a-d	0.69	0.11
D212	81.8 a	290.4 abc	12.89 ab	3.27 ab	0.40	0.48
D213	77.4 ab	296.2 abc	12.65 abc	3.19 abc	0.39	0.36
D214	78.2 ab	289.0 abc	11.89 abc	3.03 abc	0.48	0.14
D215	80.3 ab	290.7 abc	12.40 abc	3.13 abc	0.38	0.12
D216	76.3 ab	246.2 c	9.93 bcd	2.47 cd	1.45	0.60
D217	76.2 ab	264.9 abc	10.29 bcd	2.68 a-d	0.83	0.12

در هر ستون میانگین‌های با حروف مشابه در سطح احتمال ۰/۰۵ اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

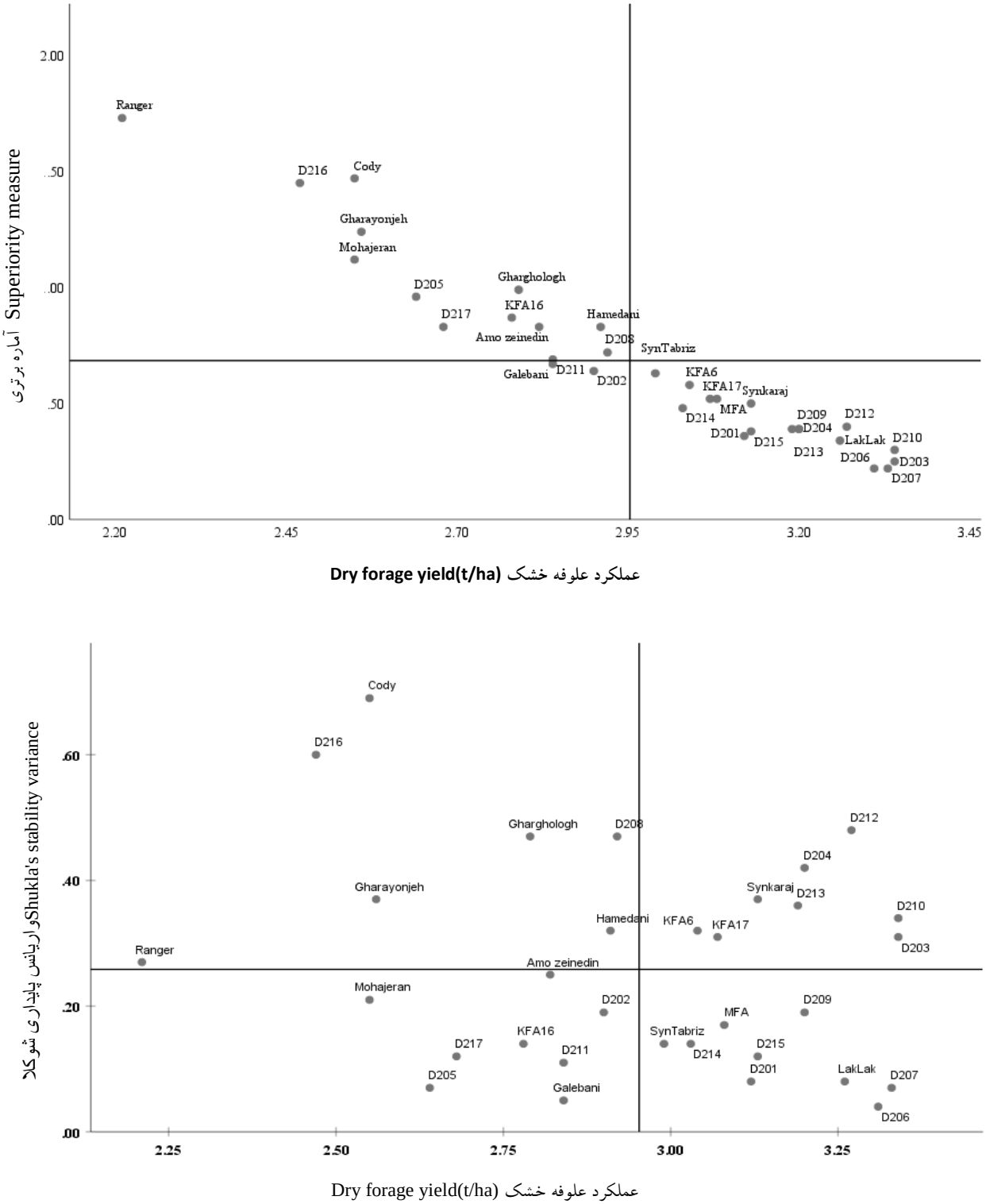
Means with a common letter in each column don't show significant difference at 5% probability level.



شکل ۱- میانگین عملکرد علوفه خشک سالیانه و مجموع دوسال (تن در هکتار) ژنوتیپ‌های مورد بررسی

Fig. 1. Average annual and total two years dry forage yield (t ha^{-1}) of studied genotypes.

همانطور که در بخش مواد و روش آزمایش بیان شد، پایداری ژنوتیپ‌ها با محاسبه دو آماره برتری و واریانس شوکلا بررسی گردید. ژنوتیپ‌های D207، D206، D203، D210 و LakLak به‌ترتیب با ۰/۲۲، ۰/۲۲، ۰/۲۵، ۰/۳۰ و ۰/۳۴ پایین‌ترین مقادیر آماره پایداری برتری را داشته و به عنوان پایدارترین ژنوتیپ‌های مورد بررسی در تولید عملکرد علوفه خشک بالا در چین‌های مختلف شناسایی شدند (جدول ۳). با توجه به نتایج حاصل از محاسبه واریانس شوکلا، ژنوتیپ‌های D206، Galebani، D205، D207، Laklak و D201 به‌ترتیب با مقادیر ۰/۰۴، ۰/۰۵، ۰/۰۷، ۰/۰۷، ۰/۰۸ و ۰/۰۸ کمترین میزان واریانس اثر متقابل را داشتند. پراکنش ژنوتیپ‌های مورد بررسی با استفاده از مقادیر محاسبه شده آماره‌های پایداری برتری و واریانس شوکلا را در مقابل عملکرد علوفه خشک در شکل ۲ نشان داده شده است. با تکیه بر دو معیار، انتخاب ژنوتیپ‌هایی که دارای میانگین عملکرد علوفه خشک بالا و از سویی مقادیر پایین آماره پایداری هستند (با توجه به نتایج هر دو آماره)، به عنوان ژنوتیپ‌های پایدار با عملکرد بالا (ژنوتیپ‌های D206، D207 و LakLak) انتخاب می‌شوند.

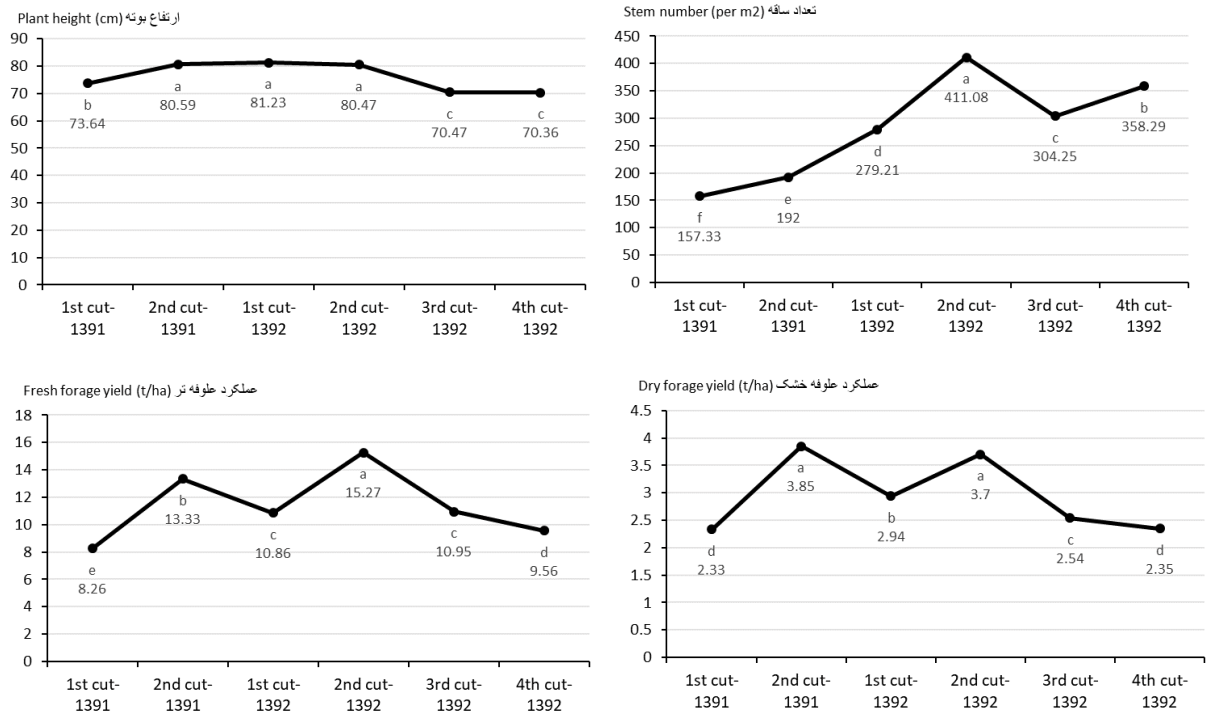


شکل ۲- نمودار پراکنش آماره پایداری برتری و واریانس پایداری شوکلا در مقابل میانگین عملکرد علوفه خشک (تن در هکتاردر چین) ۳۲ ژنوتیپ یونجه مورد بررسی

Fig. 2 – Scatter plot of Superiority statistic and Shukla's stability variance against mean dry forage yields (t/ha per cut) of 32 alfalfa genotypes.

میانگین صفات در چین‌های برداشتی با استفاده از آزمون SNK در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شده که نتایج در شکل ۳ آورده شده است. همان‌طور که توضیح داده شد، در این بررسی دو چین در سال اول و چهار چین در سال دوم آزمایش برداشت و تحت یادداشت‌برداری صفات قرار گرفت. چین اول سال دوم همراه با چین‌های دوم در دو سال آزمایش به‌ترتیب با ۸۱/۲۳، ۸۰/۵۹ و ۸۰/۴۷ بیشترین میانگین ارتفاع بوته را در بین چین‌های برداشتی داشتند، در حالی که چین‌های سوم و چهارم در سال دوم آزمایش به‌ترتیب با ۷۰/۴۷ و ۷۰/۳۶ کمترین میانگین ارتفاع بوته را نشان دادند (شکل ۳). در ارتباط با تعداد ساقه در مترمربع، چین اول سال اول و چین دوم سال دوم اجرای آزمایش با ۱۵۷/۳ و ۴۱۱/۱ عدد ساقه در مترمربع به‌ترتیب کمترین و بیشترین میانگین تعداد ساقه را دارا بودند (شکل ۳). با توجه به نتایج حاصل (شکل ۴) مشاهده می‌گردد که روند افزایشی تعداد ساقه در مترمربع از چین اول سال اول شروع و در چین دوم سال دوم آزمایش به حداکثر خود می رسد. با افزایش اندازه طوقه همزمان با افزایش سن مزرعه، گیاه یونجه توانایی تنظیم تعداد ساقه در بوته را با توجه به تراکم مزرعه، زمان برداشت و مواد غذایی قابل‌دسترس خواهد داشت، به‌طوری‌که به این دلیل مشاهده شد که تعداد ساقه در چین دوم سال دوم به حداکثر می‌رسد.

در مورد عملکرد تر علوفه، چین دوم سال دوم و چین اول سال اول اجرای آزمایش با ۱۵/۲۷ و ۸/۲۶ تن در هکتار به‌ترتیب بیشترین و کمترین میانگین عملکرد علوفه تر را داشتند (شکل ۳). در ارتباط با عملکرد علوفه خشک به‌عنوان مهمترین صفت در گزینش ژنوتیپ‌ها و ارقام برتر، چین دوم در سال اول و دوم به‌ترتیب با ۳/۸۵ و ۳/۷ تن در هکتار بیشترین و چین اول سال اول و چین چهارم سال دوم به‌ترتیب با ۲/۳۳ و ۲/۳۵ تن در هکتار کمترین میانگین عملکرد علوفه خشک را دارا بودند (شکل ۳). روند تغییرات دو صفت عملکرد تر و خشک علوفه در چین‌های مورد بررسی کاملاً مشابه هم بود. در یک بررسی دوساله بر روی شش ژنوتیپ یونجه در تبریز، عملکرد علوفه تر در چین اول (سال دوم کاشت)، در سه سطح مختلف آبیاری به‌ترتیب با ۱۲۶/۴، ۱۴۴/۹ و ۱۵۲/۶ گرم در بوته و همچنین عملکرد ماده خشک (گرم/بوته) به‌ترتیب با ۴۳/۲، ۴۹/۷ و ۵۴/۸ گرم در بوته نسبت به چین‌های دیگر بالاتر بود (Monirifar *et al*., 2020). در یک پژوهش سه‌ساله دیگری روی ۱۲ ژنوتیپ یونجه در همدان، گزارش شد که میانگین سه‌ساله عملکرد علوفه تر و خشک در چین دوم یونجه به ترتیب با ۱۳/۴۰ و ۳/۱۳ تن در هکتار بیشترین مقدار در بین چین‌های مختلف برداشت یونجه بود، همچنین در این پژوهش چین دوم یونجه بیشترین ارتفاع بوته زمان برداشت، تعداد ساقه در مترمربع و سرعت رشد دوباره را به‌ترتیب با ۷۷/۴۳ سانتیمتر، ۱۹۶/۸۳ عدد و ۴۱/۳۴ سانتیمتر داشت (Souri *et al*., 2010). در تحقیق دیگری Zamanian (2003) بیان کرد که عملکرد علوفه چین اول در سال دوم آزمایش بیشترین و عملکرد چین آخر (سوم) در همان سال کمترین مقدار را در کرج داشت. چین‌های بهاره (چین اول و دوم) به دلیل شرایط دمایی و رطوبتی مطلوب و امکان بروز حداکثر توان زیستی گیاه در تولید زیست‌توده، معمولاً دارای عملکرد علوفه تر و خشک بالاتری نسبت به سایر چین‌ها بودند.



شکل ۳- تغییرات میانگین ارتفاع بوته، تعداد ساقه در مترمربع، عملکرد علوفه تر و خشک در چین‌های برداشتی طی دو سال آزمایش

Fig. 3. Changes in average of plant height (cm), stem number per m2, fresh and dry forage yield (t ha^{-1}) in different cuttings during two years

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که تنوع معنی‌داری بین چین‌ها و ژنوتیپ‌های مورد بررسی از لحاظ چهار صفت مهم و اقتصادی عملکرد علوفه تر و خشک، تعداد ساقه در مترمربع و ارتفاع بوته وجود دارد که امکان انتخاب ژنوتیپ های برتر را برای توصیه به کشاورزان فراهم می‌کند. چین دوم در هر دو سال بررسی بیشترین عملکرد علوفه تر و خشک را در بین چین‌های برداشتی داشتند. با توجه به نتایج حاصل به‌ویژه میانگین عملکرد علوفه خشک و پایداری ژنوتیپ‌ها در چین‌های مختلف، ژنوتیپ‌های D206، D207 و LakLak به عنوان ژنوتیپ‌های پایدار با عملکرد بالا برای منطقه کرج و مناطق مشابه انتخاب شدند. ژنوتیپ‌های برتر این بررسی می‌توانند برای تولید ارقام ترکیبی (سنتتیک) نیز مورد استفاده قرار گیرند.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از جناب آقای دکتر بهمن یزدی صمدی (استاد دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران)، مهندس کمال قدردان (تکنسین بازنشسته دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران) و دکتر علیرضا بهشتی (دانشیار بازنشسته مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی) بدلیل در اختیار گذاشتن مواد ژنتیکی کمال سپاس و تشکر را داریم. همچنین از زحمات جناب آقای دکتر سید محمدعلی مفیدیان در کلیه مراحل اجرای آزمایش تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع مورد استفاده

– Bernousi, I., and Hasanzade Ghorttappe, A. 2018. Diallel analyses for dry forage yield among some alfalfa cultivars. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 26(1),

and dryland farming system. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 24(2), 314-322, DOI: 10.22092/ijrfpbgr.2016.109420. (In Persian)
– Notghi taheri, H. 1996. Forage yield trail of Alfalfa veraities. Final report of research project. Chaharmahal and Bakhtiari Agricultural and Natural Resources Research and Education Centre, AREEO, Shahrekord, Iran(In Persian).
– Orloff, S., and Putnam, D. 2006. Cutting schedule strategies to maximize returns. In: Proceedings, 2006 Western Alfalfa & Forage Conference, December 11-13, Reno, Nevada, USA.
– Rotili, P., Gnocchi, G., Scotti, C., and Zannone, L. 1999. Some aspects of breeding methodology in alfalfa. In proc. of the Alfalfa Genome Conference, Madison, WI, USA
– Rumbaugh, M. D., Caddel, J. L., and Rowe, D. E. 1988. Breeding and quantitative genetics. P. 777-08. *In*: A. A. Hanson, D. K. Barnes and R. R. Hill, Jr. (eds). Alfalfa and Alfalfa Improvement. Madison. Wisconsin. USA.
– Souri, J. 2010. Study and comparison of quality and quantity traits of selected ecotype from Hamadan alfalfa with other Hamadan alfalfa ecotypes. Project Final Report. Register No., 89/903, 89/08/08. 49 pp. Hamedan Agricultural and Natural Resources Research and Education Centre, AREEO, Hamedan, Iran. (In Persian)
– Staszewski, Z. and Bodzon, Z. 2002. Comparison of North American alfalfa varieties productivity in Poland. Abstracts for the 38th North American Alfalfa Improvement Conference, July 37-31, 2002, Sacramento, Ca, USA.
– Talebnezhad, A. Z. 1998. Quantitative and qualitative yield evaluation of foreign and local alfalfa varieties. Final report of research project. Markazi Agricultural and Natural Resources Research and Education Centre, AREEO, Iran. (In Persian)
– Takeda, Y., Uchiyama, K., Nakashima, K., and Yamaguchi, H. 1998. Individual variation in lepto-leaf spot resistance and effects of phenotypic recurrent selection on its resistance in alfalfa (*Medicago sativa* L.) Cultivars. Grassland Sci. 44 (1) 73-79.
– Turan, N., Celen, A. E., and Ozyazici, M. A. 2017. Yield and quality characteristics of some alfalfa (*Medicago sativa* L.) varieties grown in the eastern Turkey**.** Turkish Journal of field crops**,** 22(2), 160-165. DOI: 10.17557/tjfc.356236
– Zamanian, M. 2003. Quantitative and qualitative evaluation of alfalfa cultivars forage yield in different cuts. Journal of Agricultural Science and Natural Resources. 10(1), 73-82.(In Persian)
pp. 302-310, DOI: 10.22092/ijrfpbgr.2018.120265.1286 (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.
– Majidi, M. A. 1999. Masal selection in Iranian alfalfa populations. Final report of research project. Seed and Plant Improvement Institute (SPII), AREEO, Karaj, Iran. (In Persian)
– Mc Caslin, M. 1996. Trends in alfalfa breeding and improvement. In G. Lcaefield and C. Forsythe (eds.). Forage Variety testing symposium, Current status and Implications for the Futuer. Indiana. USA.
– Memarzadeh, A. 1988. Forage yield evaluation of ten foreign and Iranian alfalfa varieties under irrigated condition. Final report of research project. East Azarbaijan Agricultural and Natural Resource Research and Education Centre, AREEO, Tabriz, Iran. (In Persian)
– Mofidian, S. M. A. and Rahjoo, V. 2014. Mass selection in Ghara-yunjeh Ecotype (Galehbani) for the purpose of improving the purity of population. Final report of research project. Register No., 46223, 93/09/03. 28 p. Seed and Plant Improvement Institute (SPII), AREEO, Karaj, Iran. (In Persian)
– Moghaddam, A. 2003. Mass selection in Mohajeran ecotype of Hamedani alfalfa. Final report of research project. Register No. Seed and Plant Improvement Institute (SPII), AREEO, Karaj, Iran.(In Persian)
– Moghaddam, A., Mofidian, S. M. A. and Abbassi, M. R. 2020. Estimation of biological nitrogen fixation rate of Iranian alfalfa ecotypes. Final report of research project. Seed and Plant Improvement Institute (SPII), AREEO, Karaj, Iran. (In Persian)
– Moghaddam, A., Asaadi, M., Tabatabaee, S. A. Shoshi Dezfuli, A., and Mofidian, S. M. A. 2021. Determination of Value for Cultivation and Use (VCU) and forage yield evaluation of five foreign alfalfa cultivars (*Medicago sativa* L.). Final report of research project. Seed and Plant Improvement Institute (SPII), AREEO, Karaj, Iran. (In Persian)
– Monirifar, H. and Abdollahi, N. 2014. Introducing some Iranian Ecotypes of Alfalfa. Journal of Plant Physiology and Breeding, 4(1): 35-45.(In Persian)
– Monirifar, H., Moghaddam, A., Ahmadi-Adl, R. and Moradian, P. 2020. Identification suitable genotypes of Ghara- Yonjeh alfalfa for water deficit. Project Final Report. Register No., 57575, 99/03/03. 56 pp. East Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Centre, AREEO, Tabriz, Iran. (In Persian)
– Noormand Moayyed, F., Jafari, A. A. and Razban Haghighi, A. 2016. Evaluation of drought tolerance in alfalfa (Medicago sativa) accessions under normal

Forage yield and stability of improved and local populations of alfalfa (*Medicago sativa* L.)

A. Moghaddam

Corresponding author, Assist. Prof., Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, I.R. Iran. Email: moghaddam_ali@yahoo.com

Received: 22.02.2022 Accepted: 15.04.2022

Abstract

The improvement and use of high quality and productive cultivars are priority goals in alfalfa (*Medicago sativa* L.) farming and research in the country. This study was conducted using 32 alfalfa genotypes in a RCB design with three replications during 2012 and 2013 at Seed and Plant Research Institute (SPII), Karaj, Iran. In the first year of the experiment, two cuts and in the second year, four cuts (six cuts in total) were taken and recorded. The studied traits included fresh and dry forage yield, plant height at harvest time and stem number per square meter. The ANOVA results based on the split plot design in time showed a significant difference among cuts, genotypes, and genotype by cutting interaction. Mean comparisons of the cuts revealed that the second cut had the highest fresh and dry forage yield in both years. The genotypes of D203, D210, D207, D206 with average values of 3.34, 3.34, 3.33, and 3.31 (t ha^{-1} per cut), and Ranger with 2.21(t ha^{-1} per cut) had the highest and lowest means of forage dry yield, respectively. D207, D206, D203, D210 and LakLak genotypes had the lowest superiority index and D206, Galebani, D205, D207, Laklak, and D201 genotypes had the lowest Shukla's stability variance, respectively. According to the obtained results of dry forage yield and the stability indices, the genotypes D206, D207 and LakLak were selected as the most stable and productive genotypes.

Keywords: Plant heights, stability, stem density, genotype by cut interaction, improved variety.