

مقایسه عملکرد علوفه و شاخص سطح برگ در تعدادی ژنوتیپ‌های داخلی و خارجی یونجه (*Medicago sativa* L.)

علی مقدم*^۱ و سید محمد علی مفیدیان^۲

*^۱ - نویسنده مسئول مکاتبات، استادیار پژوهش، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج.

پست الکترونیکی: moghaddam_ali@yahoo.com

^۲ - استادیار پژوهش، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۸/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۲۵

چکیده:

این پژوهش به منظور مقایسه عملکرد علوفه و شاخص سطح برگ ژنوتیپ‌های مختلف یونجه طی دو سال و برآورد شاخص سطح برگ از طریق وزن برگ (خشک و تر) و ارتفاع بوته طی سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ به اجرا درآمد. در این آزمایش ۲۰ ژنوتیپ داخلی (سردسیری و گرمسیری) و خارجی یونجه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در بهار سال ۱۳۹۰ در مزرعه مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج کاشته شدند. نتایج تجزیه واریانس دو ساله عملکرد علوفه تر و خشک بیانگر تفاوت معنی‌دار بین میانگین ژنوتیپ‌ها بود. ژنوتیپ‌های Bami × Yazdi و Mesa sersa، KFA17 به ترتیب با ۴۱/۹۹، ۳۹/۸۴ و ۳۹/۱۵ تن در هکتار علوفه تر و ۹/۷۵، ۹/۴۱ و ۹/۱۶ تن در هکتار علوفه خشک بیشترین عملکرد علوفه سالیانه را دارا بودند. علیرغم تفاوت معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها از نظر نسبت برگ به ساقه، تفاوت معنی‌داری بین میانگین ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر شاخص سطح برگ مشاهده نشد. نتایج نشان داد که امکان برآورد سریع، دقیق و کم‌هزینه شاخص سطح برگ از طریق صفات وزن برگ و ارتفاع بوته میسر می‌باشد. در این بررسی، صفت وزن برگ (بویژه وزن تر برگ) نسبت به ارتفاع بوته کارایی بیشتری در برآورد شاخص سطح برگ از طریق یک مدل خطی (بدون ثابت) با ضریب تبیین بالا ($R^2 \geq 0.94$) داشت. چنین نتیجه گرفته شد که در گیاه یونجه هر ۱۰۰ گرم وزن برگ تر ۰/۳۵ متر مربع، هر ۱۰۰ گرم وزن برگ خشک ۱/۵۱ متر مربع و هر ۱۰ سانتی‌متر ارتفاع معادل ۰/۲۵ متر مربع سطح برگ دارا می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع بوته، نسبت برگ به ساقه، وزن برگ، وزن مخصوص برگ، یونجه

مقدمه

آزادگرده‌افشان، با میزان تنوع یا پایه ژنتیکی متفاوت، می‌باشند. به علت کشت و کار طولانی یونجه در هر منطقه، ارقام نسبت به شرایط آن منطقه سازگار شده و طی دوره زمانی طولانی‌گزینش طبیعی بر روی آن‌ها تأثیر نموده است. هر ساله، آزمایش‌های مقایسه ارقام متعددی در داخل

ایران به‌عنوان یکی از مناطق پیدایش یونجه در جهان، دارای تنوع وسیع ژنتیکی در ارتباط با این محصول است. به‌طور کلی، از نظر ژنتیکی و به‌نژادی ارقام یونجه مورد کشت در کشور و دنیا، عموماً توده یا جمعیت‌های

ویسکانسین و میشیگان نتیجه گرفتند که عملکرد ارقام پرمحصول یا کاهش یافته و یا در طی این دوره ثابت باقی مانده است. در حال حاضر نیز آزمایش‌های مقایسه عملکرد ارقام جدید یونجه، چه حاصل از برنامه‌های بهنژادی کشورها و چه ارقام خارجی در سرتاسر دنیا در حال انجام می‌باشد. به‌عنوان مثال، این آزمایش‌ها در ۲۲ ایالت از ایالت‌های آمریکا در حال انجام بوده که نتایج آن قابل مشاهده و دسترسی می‌باشد (Anonymous, 2019).

شاخص سطح برگ (LAI) یکی از صفات مهم و مؤثر بر عملکرد کمی و کیفی علوفه یونجه است. تعیین روابط رشدی گیاه در شناسایی صفات مطلوب اهمیت دارد و تحقیقات وسیعی معطوف به یافتن مدل‌هایی برای برآورد صفات موردنظر انجام شده است. شاخص سطح برگ (LAI) مستقیماً بر نفوذ و جذب نور توسط کانوپی تأثیر گذاشته و در تعادل گرمایی و تبخیر از سطح مزرعه دخیل می‌باشد. از طرف دیگر، شاخص سطح برگ می‌تواند از طریق افزایش نسبت برگ به ساقه تأثیر بسزایی در بهبود کیفیت علوفه یونجه دارد. مساحت برگ یکی از مهم‌ترین پارامترهایی است که در بررسی رشد، شبیه‌سازی و بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیک و اکولوژیک از جمله فتوسنتز، تعرق، فرسایش خاک، رقابت علف‌های هرز و بیلان انرژی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Jonckheere *et al.*, 2004). اندازه‌گیری سطح برگ نسبت به سایر قسمت‌های گیاه به‌خصوص در گیاهان لگومینوز همانند یونجه که دارای برگ‌های متعدد و کوچک هستند، بسیار مشکل و زمان‌بر است و نیاز به صرف هزینه دارد. بنابراین یک راهکار برای اندازه‌گیری سطح برگ، استفاده از روش‌های غیرمستقیم از قبیل یافتن معادلاتی برای برآورد سطح برگ با استفاده از خصوصیات گیاهی اندازه‌گیری شده، است. این روش‌ها عمدتاً بر اساس وزن و اندازه قسمت‌های مختلف گیاه می‌باشد (Gardner *et al.*, 1985). از مهم‌ترین این خصوصیات می‌توان به وزن برگ و ارتفاع بوته اشاره نمود. گزارش‌های متعددی در خصوص وجود رابطه نزدیک بین وزن خشک برگ یا کل اندام هوایی با سطح برگ در گندم

و خارج از کشور اجرا می‌شود. Yaghmouri (1994) در پژوهشی با عنوان مقایسه عملکرد ۱۰ رقم از یونجه‌های ایرانی و خارجی و بررسی سازگاری آن‌ها با شرایط مختلف محیطی چنین نتیجه گرفت که رقم دیابلورده نسبت به شاهد (همدانی) و سایر ارقام برتری دارد. Nazeri-jahromi (1995) طی دو آزمایش جداگانه در دو منطقه حاجی‌آباد و میناب استان هرمزگان بر روی پنج رقم داخلی بدین نتیجه رسید که رقم نیک شهری و بغدادی مناسب کشت در این استان می‌باشند. Notghi-taheri (1996) در شهرکرد در آزمایش بر روی ۱۰ رقم یونجه ایرانی و خارجی بیان کرد که رقم همدانی کاملاً مناسب منطقه بوده ولی ارقام رامندی و پایک نیز می‌توانند به همراه رقم همدانی در منطقه توسعه یابند. Taleb-nejad (1998) در یک بررسی چهارساله روی هشت رقم ایرانی و خارجی در اراک نتیجه گرفت که ارقام مورد بررسی تفاوت معنی‌داری با شاهد (همدانی) از نظر عملکرد علوفه‌تر و خشک و همچنین درصد پروتئین نشان ندادند. Moghaddam و Dezfolian (2004) در مقایسه پنج رقم خارجی متعلق به کشور یوگسلاوی با ارقام داخلی یونجه بیان داشتند که ارقام همدانی (۱۲/۹۸ تن در هکتار) و قره یونجه (۱۲/۷۹ تن در هکتار) دارای عملکرد بیشتری نسبت به ارقام خارجی بودند. آزمایش‌های مقایسه عملکرد ارقام خارجی در کشور از اواسط دهه ۸۰ تا سال ۱۳۹۷ متوقف شده بود ولی اخیراً تعدادی از شرکت‌های بخش خصوصی، با توجه به زمینه فعالیت و صرفه‌های اقتصادی اقدام به واردکردن تعدادی از ارقام اصلاح‌شده خارجی به کشور نموده‌اند. در خارج از کشور نیز سالیانه صدها آزمایش مقایسه عملکرد ارقام صورت می‌پذیرد. (2002 Staszewski & Bodzon) جهت معرفی ارقام مناسب برای کشور لهستان، آزمایشی را طی سه سال بر روی ۱۹ رقم عمدتاً آمریکایی انجام دادند که سه رقم مناسب جهت معرفی انتخاب کردند. Wiersma و همکاران (1997) با بررسی نتایج آزمون‌های مقایسه عملکرد ارقام یونجه طی سال‌های ۱۹۷۸ تا ۱۹۹۶ در ایالت‌های آیووا، مینه‌سوتا،

گردید. مشخصات ژنوتیپ‌های مورد بررسی شامل ۱۰ اکوتیپ سردسیری، پنج جمعیت و اکوتیپ گرمسیری و پنج رقم خارجی در جدول ۱ آمده است.

آبیاری به صورت نشتی هر هفت الی ۱۰ روز بسته به شرایط آب و هوایی صورت گرفت. در طول اجرای پژوهش، یادداشت برداری‌ها بعد از حذف ۰/۵ متر از ابتدا و انتهای هر ردیف، بر روی صفات عملکرد علوفه تر و خشک، نسبت برگ به ساقه (خشک و تر)، ارتفاع بوته و شاخص سطح برگ (LAI) در هر چین انجام گردید. اندازه‌گیری صفات شاخص سطح برگ و نسبت برگ به ساقه از یک نمونه علوفه برداشت شده در سطح ۰/۲۵ مترمربع از دو ردیف میانی هر کرت صورت گرفت. پس از جداسازی برگ از ساقه و توزین آن‌ها، مساحت برگ‌ها توسط دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ LI-Cor 3100 اندازه‌گیری گردید. وزن خشک برگ و ساقه‌های جدا شده در نمونه، پس از قرار دادن در آن با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت، ثبت گردید. جهت برآورد شاخص سطح برگ از طریق ارتفاع بوته، وزن تر و خشک برگ، بهترین مدل رگرسیونی با استفاده از میزان ضریب تبیین هر یک از مدل‌های برازش شده خطی، درجه دو و لگاریتمی انتخاب گردید. با توجه به ماهیت متغیرهای مورد استفاده در تجزیه رگرسیونی از مدل بدون ثابت یا مدل از مبدأ و بر مبنای کرت آزمایشی (N=۴۲۰) استفاده شد. تجزیه واریانس مرکب دوساله داده‌ها بر اساس طرح کرت خرد شده در زمان انجام شد. مجموع عملکرد علوفه سالیانه و میانگین صفات ارتفاع بوته، نسبت برگ به ساقه و شاخص سطح برگ در چین‌های مختلف در هر کرت آزمایشی در تجزیه واریانس مورد استفاده قرار گرفت. مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها با استفاده از روش استیودنت- نیومن- کوپلز (SNK) در سطح احتمال اشتباه پنج درصد صورت گرفت. کلیه تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSSv21 انجام شد.

(Aase, 1978)، جو (Romas *et al.*, 1983) و یونجه (Sharrett & Baker, 1985) وجود دارد. در دو بررسی انجام شده روی یونجه (Sharrett & Baker, 1985) و ارزن (Payne *et al.*, 1991)، نشان داده شد که مدل غیرخطی، روابط بین شاخص سطح برگ و وزن خشک برگ را بهتر توصیف می‌کند. در بررسی دیگر روی گیاه یونجه (Evetv *et al.*, 2000) با استفاده از صفت ارتفاع بوته، شاخص سطح برگ را برآورد نمودند. در چهار رقم یونجه بومی ایران در مرحله گیاهچه ای، چین دوم و چین سوم سطح برگ ارقام همدانی و شیرازی به طور معنی‌داری از دو رقم دیگر بیشتر بود. همچنین رابطه مستقیمی بین شاخص سطح برگ و وزن خشک اندام هوایی وجود داشت (Darvishi *et al.*, 2005). در تحقیق دیگری (Daughtry 1990) ارتباط بین سطح و وزن برگ‌های گیاهان مختلف را مورد بررسی قرار داد. وی نشان داد که عواملی همانند رقم، فصل رشد، تغذیه و متغیرهای محیطی مثل دما و میزان اشعه خورشیدی بر روی سطح برگ تأثیر می‌گذارند. هدف از این بررسی مقایسه عملکرد علوفه و شاخص سطح برگ در بین ژنوتیپ‌های داخلی و خارجی یونجه طی دو سال ابتدایی کاشت و همچنین برآورد شاخص سطح برگ از طریق وزن برگ و ارتفاع بوته می‌باشد.

مواد و روش‌ها:

این پژوهش به منظور مقایسه عملکرد علوفه و شاخص سطح برگ یونجه طی دو سال (۹۱-۱۳۹۰) و همچنین برآورد شاخص سطح برگ از طریق وزن برگ (خشک و تر) و ارتفاع بوته به اجرا درآمد. تعداد ۲۰ ژنوتیپ داخلی (سردسیری و گرمسیری) و خارجی یونجه در سه تکرار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در بهار سال ۱۳۹۰ در مزرعه مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج کشت گردیدند. هر کرت آزمایشی شامل چهار ردیف کاشت با فاصله ۵۰ سانتیمتر و طول سه متر بود. تراکم بذر در هر کرت بر مبنای ۲۵ کیلوگرم در هکتار محاسبه

جدول ۱. مشخصات ژنوتیپ‌های مورد پژوهش

Table 1. Some characteristics of studied genotypes

ردیف No.	ژنوتیپ Genotype	Catagory	طبقه‌بندی	Origin	منشأ
1	KFA1	Cold region	سردسیری	East Azarbaijan	آذربایجان شرقی
2	KFA3	Cold region	سردسیری	East Azarbaijan	آذربایجان غربی
3	KFA5	Cold region	سردسیری	Hamedan	همدان
4	KFA6	Cold region	سردسیری	East Azarbaijan	آذربایجان شرقی
5	KFA9	Cold region	سردسیری	Chaharmahal-e-Bakhtiyari	چهارمحال و بختیاری
6	KFA11	Cold region	سردسیری	West Azarbaijan	آذربایجان غربی
7	KFA14	Cold region	سردسیری	West Azarbaijan	آذربایجان غربی
8	KFA13	Cold region	سردسیری	West Azarbaijan	آذربایجان غربی
9	KFA16	Cold region	سردسیری	Hamedan	همدان
10	KFA17	Cold region	سردسیری	Hamedan	همدان
11	Bami	Warm region	گرمسیری	Kerman	کرمان
12	Yazdi	Warm region	گرمسیری	Yazd	یزد
13	Bami x Nikshahri	Warm region	گرمسیری	Kerman- Baluchestan	کرمان-بلوچستان
14	Bami x Yazdi	Warm region	گرمسیری	Kerman-Yazd	کرمان-یزد
15	Ravandi	Cold region	سردسیری	Qazvin	قزوین
16	Siriver	Foreign cultivar	رقم خارجی	Australia	استرالیا
17	Mesa sersa	Foreign cultivar	رقم خارجی	USA	آمریکا
18	Kisverdai	Foreign cultivar	رقم خارجی	Hungary	مجارستان
19	Diablo verde	Foreign cultivar	رقم خارجی	USA	آمریکا
20	Sequel	Foreign cultivar	رقم خارجی	Australia	استرالیا

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس دو ساله برای صفات مورد بررسی در قالب طرح کرت خردشده در زمان در جدول ۲ آورده شده است. با توجه به نتایج به دست آمده، تفاوت بین میانگین ژنوتیپ‌ها برای صفات عملکرد علوفه خشک، نسبت برگ به ساقه تر و خشک در سطح احتمال یک درصد ($P \leq 0.01$) و برای صفت عملکرد علوفه تر در سطح احتمال پنج درصد ($P \leq 0.05$) معنی‌دار بود. تفاوت معنی‌دار در صفات فوق، بیانگر وجود تنوع ژنتیکی بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی است. متفاوت بودن منشأ ژنوتیپ‌های آزمایشی (سردسیری یا گرمسیری بودن آن‌ها) یکی از دلایل وجود تنوع ژنتیکی و تفاوت معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها برای اکثر صفات مورد بررسی می‌باشد. تفاوت معنی‌دار بین میانگین ژنوتیپ‌ها برای صفات ارتفاع بوته و شاخص سطح برگ مشاهده نشد. اثر

سال روی کلیه صفات به‌غیر از نسبت برگ به ساقه خشک و شاخص سطح برگ معنی‌دار بود، این بدان معنی است که میانگین کل ژنوتیپ‌ها طی دو سال بررسی برای دو صفت مذکور از لحاظ آماری یکسان بوده است. اثر متقابل سال \times ژنوتیپ برای صفات مورد بررسی معنی‌دار نبود. این موضوع بیانگر آن است که رتبه‌بندی ژنوتیپ‌ها در سال‌های مورد بررسی برای صفات مهمی همانند عملکرد علوفه تر و خشک، ارتفاع بوته و شاخص سطح برگ تفاوت معنی‌داری نداشته است (جدول ۲). Noormand Moayyed و همکاران (۲۰۱۶) در بررسی عملکرد ۴۹ اکوتیپ یونجه در منطقه تبریز، اثر معنی‌دار عوامل سال و ژنوتیپ و همچنین اثر غیر معنی‌دار سال در ژنوتیپ بر روی عملکرد علوفه خشک را همانند نتایج حاصله از بررسی حاضر را گزارش کردند.

جدول ۲. تجزیه واریانس صفات مورد بررسی طی دو سال بر اساس طرح کرت خردشده در زمان

Table 2. Analysis of variance of the studied traits during two years based on split plot in time design

S.O.V.	منابع تغییر	درجه آزادی D.F	میانگین مربعات			MS		
			ارتفاع بوته Plant Height(cm)	عملکرد علوفه Fresh Forage Yield (th ⁻¹)	عملکرد علوفه خشک Dry Forage Yield (th ⁻¹)	نسبت برگ به ساقه تر Leaf to Stem Ratio(Fresh)	نسبت برگ به ساقه خشک Leaf to Stem Ratio(Dry)	شاخص سطح برگ Leaf Area Index
Replication (R)	تکرار	2	189.5	533.5	25.1	0.036	0.017	1.75
Genotype (G)	ژنوتیپ	19	33.1 ^{ns}	44.7*	2.8**	0.020**	0.016**	0.10 ^{ns}
G×R	ژنوتیپ×تکرار	38	19.5	20.5	0.8	0.007	0.005	0.08
Year (Y)	سال	1	5478.3**	8217.5*	266.3*	0.094*	0.021 ^{ns}	0.02 ^{ns}
G×Y	سال×ژنوتیپ	19	14.6 ^{ns}	22.7 ^{ns}	1.1 ^{ns}	0.006 ^{ns}	0.005 ^{ns}	0.08 ^{ns}
Year×R	سال×تکرار	2	16.3 ^{ns}	237.2 ^{ns}	7.9**	0.002 ^{ns}	0.002 ^{ns}	0.32*
Error	خطا	38	12.4	18.9	0.8	0.007	0.005	0.07
C.V. (%)	درصد ضریب تغییرات		5.08	12.14	10.74	9.84	8.73	15.29

ns=عدم اختلاف معنی دار؛ * و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال اشتباه ۵ و ۱ درصد

ns=non-significant difference; * and ** significant difference in 5 and 1% probability level, respectively.

جدول ۳. مقایسه میانگین صفات ژنوتیپ‌های مورد بررسی طی دو سال

Table 3. Genotype mean Comparisons for studied traits over two years

ژنوتیپ Genotype	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant Heigh t(cm)	عملکرد علوفه تر (تن در هکتار) Fresh Forage Yield(t h ⁻¹)	عملکرد علوفه خشک (تن در هکتار) Dry Forage Yield(t h ⁻¹)	نسبت برگ به ساقه تر Leaf to Stem Ratio(Fresh)	نسبت برگ به ساقه خشک Leaf to Stem Ratio(Dry)	شاخص سطح برگ Leaf Area Index
KFA1	69.4	36.4 ab	8.64 abcd	0.84 ab	0.82 abcd	1.66
KFA3	70.0	38.39 ab	8.81 abcd	0.78 b	0.79 abcd	1.66
KFA5	67.9	35.91 ab	8.44 abcd	0.78 b	0.76 bcd	1.67
KFA6	68.9	37.17 ab	8.77 abcd	0.84 ab	0.77 bcd	1.77
KFA9	68.2	33.79 ab	8.22 abcd	0.85 ab	0.81 abcd	1.63
KFA11	68.8	35.46 ab	8.26 abcd	0.86 ab	0.79 abcd	1.75
KFA14	70.9	32.78 ab	7.68 bcd	0.82 ab	0.79 abcd	1.62
KFA13	67.3	32.82 ab	7.66 bcd	0.84 ab	0.81 abcd	1.84
KFA16	70.9	35.38 ab	8.37 abcd	0.77 b	0.72 d	1.89
KFA17	73.2	39.15 ab	9.16 abc	0.80 b	0.74 cd	1.91
Bami	70.2	36.54 ab	8.72 abcd	0.92 ab	0.87 abc	1.69
Yazdi	71.7	38.42 ab	8.6 abcd	0.86 ab	0.84 abcd	1.97
Bami x Nikshahri	72.3	35.65 ab	8.27 abcd	0.92 ab	0.88 abc	1.74
Bami x Yazdi	72.7	41.99 a	9.75 a	0.87 ab	0.78 abcd	1.93
Ravandi	67.2	34.20 ab	7.74 bcd	0.79 b	0.77 abcd	1.59
Siriver	67.6	32.52 ab	7.37 cd	0.86 ab	0.82 abcd	1.44
Mesa sersa	72	39.84 ab	9.41 ab	0.9 ab	0.81 abcd	1.67
Kisverdai	64.9	31.73 b	7.19 d	0.93 ab	0.92 a	1.73
Diablo verde	66.0	33.9 ab	7.74 bcd	0.99 a	0.90 ab	1.81
Sequel	67.0	33.93 ab	7.73 bcd	0.89 ab	0.83 abcd	1.67
سال						
2011-۱۳۹۰	62.3 b	27.52 b	6.84 b	0.88 a	0.80	1.72
2012-۱۳۹۱	76.1 a	44.07 a	9.82 a	0.83 b	0.82	1.75
Mean میانگین	69.3	35.80	8.33	0.85	0.81	1.73

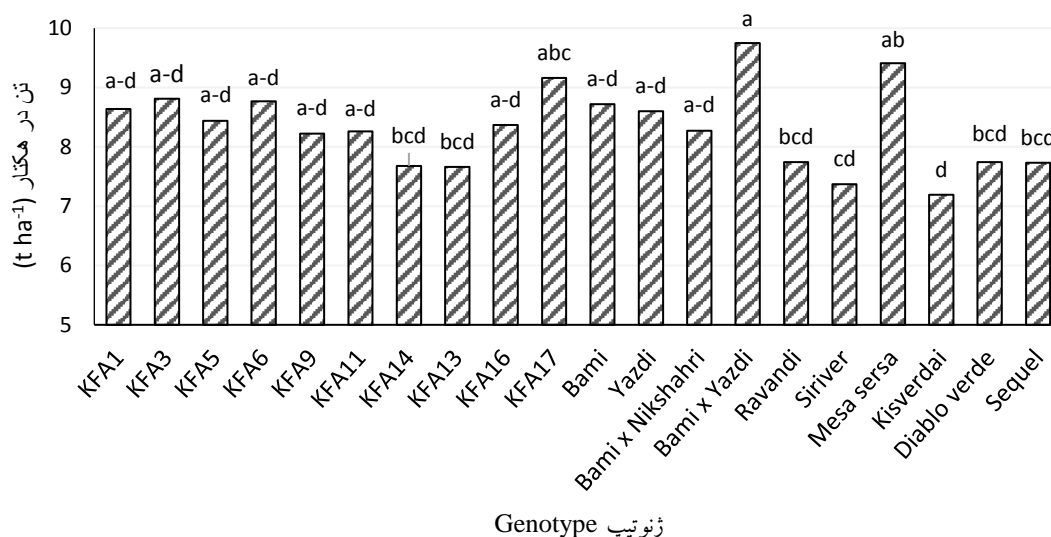
میانگین‌های دارای حرف مشترک اختلاف معنی دار در سطح احتمال اشتباه ۵ درصد ندارند.

Means with the similar alphabet have no significant difference in 5% probability level

در هکتار علوفه خشک بیشترین عملکرد علوفه را دارا بودند (شکل ۱). Moghaddam و همکاران (2020) در مقایسه عملکرد علوفه ۱۰ ژنوتیپ انتخابی در چهار منطقه گزارش کردند که ژنوتیپ‌های KFA17, Synkaraj, Laklak, 201 و KFA6 به ترتیب با میانگین عملکرد علوفه خشک ۱۵/۷۹، ۱۵/۱۳، ۱۵/۱۱، ۱۴/۹۱ و ۱۴/۸۰ تن در هکتار پر محصول‌ترین و پایدارترین ژنوتیپ‌های مورد بررسی بودند. در آزمایش دیگری Moghaddam و همکاران (2021) در مقایسه هشت ژنوتیپ یونجه بدون خواب پاییزی در چهار منطقه، عملکرد علوفه تر ژنوتیپ‌های Yazdi و Bami را در منطقه کرج به ترتیب ۶۹/۳۶ و ۶۱/۶۲ تن در هکتار و علوفه خشک را ۱۵/۲۳ و ۱۴/۴۲ تن در هکتار گزارش کردند. تفاوت عملکرد ژنوتیپ‌های مشابه در آزمایش‌های مختلف می‌تواند ناشی از سال‌ها، مکان‌ها و مدیریت‌های متفاوت آزمایش‌ها باشد. Farshadfar و همکاران (۲۰۰۸) در مقایسه ۱۸ ژنوتیپ یونجه گزارش کردند که ژنوتیپ‌های همدانی و سیمرجسکا به ترتیب با میانگین ۷۶/۹۵ و ۷۳/۴۸ گرم در بوته بیشترین عملکرد علوفه خشک را دارا بودند، که همزمان حداکثر تعداد ساقه اصلی و ارتفاع بوته نیز در بین ژنوتیپ‌های تحت بررسی مربوط به دو ژنوتیپ مذکور بود.

بر اساس نتایج مقایسه میانگین صفات (جدول ۳)، کمترین ارتفاع بوته مربوط به ژنوتیپ Kisverdai با ۶۴/۹ و بیشترین مربوط به ژنوتیپ KFA17 با ۷۳/۲ سانتی‌متر بود. میانگین ارتفاع بوته کلیه ژنوتیپ‌ها در سال دوم آزمایش بیشتر از سال اول بود. Moghaddam و همکاران (2020) در آزمایشی متوسط ارتفاع ژنوتیپ‌های KFA17 و KFA6 را در طی دو سال و چهار مکان آزمایشی ۶۷/۳ و ۶۵/۸ سانتی‌متر گزارش کردند. Jafari و Goodarzi (2007) در یک بررسی سه ساله روی ۷۲ ژنوتیپ یونجه، کمترین و بیشترین میانگین سه ساله ارتفاع بوته را در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی ۳۴/۸ و ۶۱/۴ سانتی‌متر گزارش کردند. تفاوت میزان ارتفاع در بررسی‌های مختلف ناشی از اثر ژنوتیپ، مدیریت و محیط‌های آزمایشی متفاوت می‌تواند باشد.

مقایسه میانگین دوساله عملکرد علوفه تر و خشک ($t ha^{-1}$)^۱ ژنوتیپ‌های مورد بررسی (جدول ۳) نشان داد که ژنوتیپ‌های Kisverdai و Siriver به ترتیب با ۳۱/۷ و ۳۲/۵۲ تن در هکتار علوفه تر و ۷/۱۹ و ۷/۳۷ تن در هکتار علوفه خشک، کمترین عملکرد علوفه و ژنوتیپ‌های Bami × Mesa sersa، Yazdi و KFA17 به ترتیب با ۴۱/۹۹، ۳۹/۸۴ و ۳۹/۱۵ تن در هکتار علوفه تر و ۹/۷۵، ۹/۴۱ و ۹/۱۶ تن



شکل ۱. میانگین دوساله عملکرد علوفه خشک (تن در هکتار) ژنوتیپ‌های مورد بررسی میانگین‌های دارای حرف مشترک اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال اشتباه ۵ درصد ندارند.

Figure 1. Biennial mean of dry forage yield ($t ha^{-1}$) for tested genotypes
Means with common letter don't show significant difference at 5% probability level.

اگرچه تفاوت معنی داری بین میانگین شاخص سطح برگ ژنوتیپ‌های مورد بررسی دیده نشد، کمترین میانگین شاخص سطح برگ مربوط به ژنوتیپ Siriver با ۱/۴۴ و بیشترین آن مربوط به ژنوتیپ Yazdi با ۱/۹۷ بود (جدول ۳). یکی از دلایل غیرمعنی دار شدن تفاوت میانگین این صفت در ژنوتیپ‌های مورد بررسی، تغییرات واریانس زیاد بین تکرارهای یک ژنوتیپ بود که در نهایت منجر به افزایش اشتباه آزمایشی گردید. از عوامل مهم در افزایش اشتباه آزمایشی در ثبت این صفت می‌توان به تعدد برگ‌های کوچک و مشکل بودن و کاهش دقت تعیین سطح آن‌ها و همچنین دقت روش یا دستگاه مورد استفاده اشاره کرد. قابل ذکر است که داده‌های شاخص سطح برگ بر اساس سطوح برگ تر جدا شده در نمونه علوفه برداشتی در هر کرت آزمایشی تعیین گردیده است. بنابراین استفاده از یک روش غیرمستقیم و جایگزین که ضمن دقت بالا، سرعت مناسب و هزینه کمتری در تعیین شاخص سطح برگ در گیاه یونجه را به همراه دارد، امری ضروری به نظر می‌رسد.

نتایج مربوط به برآورد شاخص سطح برگ از طریق وزن تر و خشک برگ و ارتفاع بوته، با توجه به سه مدل برازش شده خطی (Linear)، درجه دوم (Quadratic)، و لگاریتمی (Logarithmic)، در جدول ۴ و شکل ۲ آورده شده است. داده‌های مورد استفاده در تجزیه و تحلیل‌ها برمبنای کرت آزمایشی بوده است. علت استفاده از کلیه داده‌ها (تکرارها، چین‌ها و سال‌های آزمایش) ایجاد تنوع بیشتر در محاسبه مدل و دامنه بیشتر داده‌ها در کاربرد آتی نتایج بود. با توجه به نتایج بدست آمده (جدول ۴)، اگرچه کلیه ضرایب تبیین محاسبه شده در مدل‌های برازش شده قابل قبول بوده (بیش از ۰/۸۴)، ولی مدل‌های خطی و درجه دوم در مقایسه با مدل لگاریتمی، ضرایب تبیین (R^2) بالاتری را در کلیه صفات دارا بودند. بالا بودن ضریب تبیین، بیانگر برازش بسیار خوب داده‌های صفات مورد نظر بر شاخص سطح برگ در شرایط تحت بررسی است. با استفاده از مدل خطی به ترتیب برای صفات وزن

میزان پروتئین را می‌توان به عنوان مؤلفه و شاخص اصلی کیفیت علوفه در نظر گرفت (Rotili *et al.*, 2001)، که عمدتاً مرتبط با نسبت برگ به ساقه، سن و سلامت برگ در زمان برداشت است (Scotti *et al.*, 2006). بنابراین، نسبت برگ به ساقه نشان‌دهنده کیفیت علوفه برداشتی می‌باشد. عمدتاً رابطه بین کیفیت و کمیت در گیاه یونجه معکوس بوده (Hill *et al.* 1988)، که نیاز به رسیدن به یک تعادلی بین این دو می‌باشد. این تعادل با توجه به میزان گلدهی و در نتیجه زمان مناسب برداشت تعیین می‌شود. به واسطه اینکه بخش عمده علوفه تولیدی در گیاه یونجه را ساقه تشکیل می‌دهد، با افزایش میزان عملکرد علوفه در یک ژنوتیپ معمولاً نسبت برگ به ساقه کاهش می‌یابد. مقایسه میانگین نسبت برگ به ساقه تر (جدول ۳) نشان داد که کمترین نسبت برگ به ساقه تر مربوط به ژنوتیپ KFA16 با ۰/۷۷ و بیشترین آن مربوط به ژنوتیپ Diablo verde با ۰/۹۹ بود. افزایش عملکرد ژنوتیپ‌ها در سال دوم (۱۳۹۱)، کاهش میانگین نسبت برگ به ساقه تر کلیه ژنوتیپ‌ها نسبت به سال اول (۱۳۹۰) را به همراه داشت (جدول ۳). در خصوص نسبت برگ به ساقه خشک نیز کماکان وضعیت مشابه ای برقرار بود. کمترین نسبت برگ به ساقه خشک مربوط به ژنوتیپ KFA16 با ۰/۷۲ و بیشترین آن مربوط به ژنوتیپ Kisverdai با ۰/۹۲ بود (جدول ۳). با توجه به نوع مصرف و همچنین خرید و فروش یونجه در کشور که عمدتاً به شکل علوفه خشک است، نسبت برگ به ساقه خشک دارای جایگاه مهم‌تری در تصمیم‌گیری و گزینش‌ها می‌باشد. با این حال، Moghaddam و همکاران (2021) میانگین نسبت برگ به ساقه دو ژنوتیپ Yazdi و Bami را طی دو سال و چهار منطقه به ترتیب ۰/۸۱ و ۰/۷۶ گزارش کردند. Jafari و Goodarzi (۲۰۰۷) در بررسی خود حداکثر و حداقل میزان میانگین سه ساله نسبت برگ به ساقه در بین ۷۲ ژنوتیپ تحت بررسی را ۰/۳ و ۱/۵۶ گزارش کردند. آنها نیز همبستگی منفی بین عملکرد علوفه و نسبت برگ به ساقه گزارش کردند.

محاسبه نسبت برگ به ساقه و انجام آزمایش‌های کیفی انجام می‌گیرد. بنابراین، با توجه به مشکل بودن اندازه‌گیری مستقیم صفت سطح برگ در یونجه به علت کوچک بودن برگ‌ها و تعداد زیاد آن‌ها، برآورد سطح برگ از طریق وزن آن منطقی، مقرون به صرفه و دقیق به نظر می‌رسد. از لحاظ سهولت و سرعت در ثبت صفت، ارتفاع بوته نیز با داشتن ضریب تبیین قابل قبول (جدول ۴)، نیز می‌تواند در الویت بعدی استفاده باشد.

تر برگ، وزن خشک برگ و ارتفاع بوته ضرایب تبیین ۰/۹۷، ۰/۹۴ و ۰/۸۵ بدست آمد، ولی با استفاده از مدل درجه دو این ضرایب به ترتیب ۰/۹۷، ۰/۹۵ و ۰/۸۵ محاسبه گردید. بنابراین چنین می‌توان نتیجه گرفت که، اگرچه تفاوت ملموسی بین وزن تر و خشک برگ نیست، صفت وزن تر برگ معیار مناسب‌تری از بقیه صفات جهت برآورد غیرمستقیم شاخص برگ می‌باشد. ثبت صفت وزن تر و خشک برگ عمدتاً در آزمایش‌های یونجه جهت

جدول ۴. نتایج تجزیه رگرسیون (از مبدأ) ارتفاع بوته (cm)، وزن تر و خشک برگ ($g m^{-2}$) بعنوان متغیر مستقل بر شاخص سطح برگ ($m^2 m^{-2}$) متغیر وابسته

Table 4. Regression analysis of the plant height(cm), fresh and dry weight of leaves($g m^{-2}$) as the independent variable on the leaf area index as the dependent variable

نام صفت Traits	معادله Equation	خلاصه نتایج تجزیه رگرسیونی Summary of the regression analysis				ضرایب رگرسیون Regression coefficients	
		df1	df2	F	R ²	b1	b2
وزن تر برگ Leaf Fresh Weight	خطی Linear	1	419	12828.1 **	0.96	0.0035	
	لگاریتمی Logarithmic	1	419	2934.4 **	0.87	0.2905	
	درجه دوم Quadratic	2	418	6483.5 **	0.96	0.0037	-3.26E-07
وزن خشک برگ Leaf Dry Weight	خطی Linear	1	419	6724.2 **	0.94	0.0151	
	لگاریتمی Logarithmic	1	419	3188.1 **	0.88	0.3858	
	درجه دوم Quadratic	2	418	3900.4 **	0.94	0.0187	-2.28E-05
ارتفاع بوته Plant Height	خطی Linear	1	419	2359.3 **	0.84	0.025	
	لگاریتمی Logarithmic	1	419	2145.2 **	0.83	0.41	
	درجه دوم Quadratic	2	418	1178 **	0.84	0.023	2.80E-05

** معنی دار در سطح احتمال اشتباه یک درصد

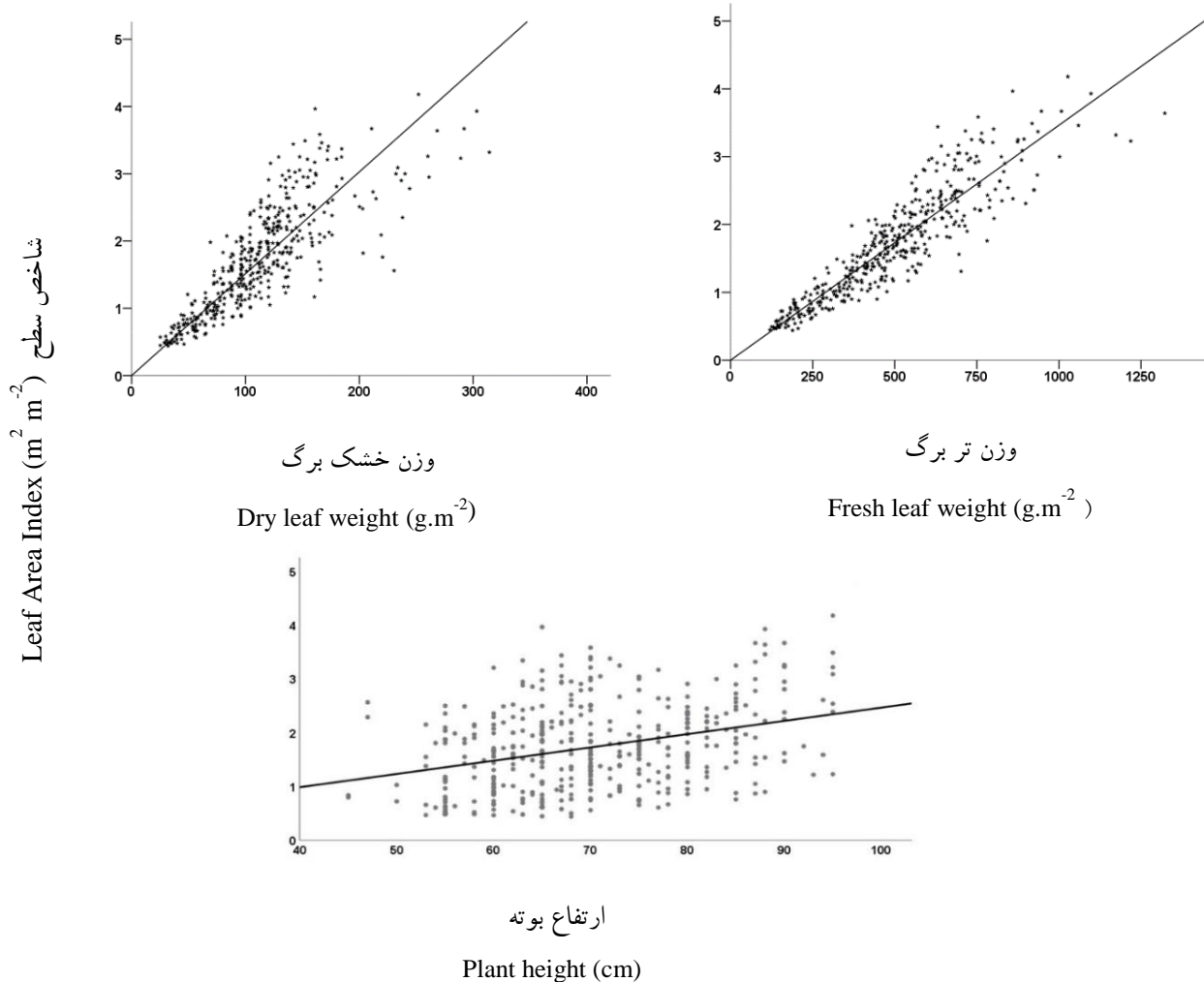
** , significant in 1% probability level

شرایط مختلف، به منظور برآورد شاخص سطح برگ با استفاده از وزن خشک برگ، وزن خشک اندام هوایی و ارتفاع گیاه در سه رقم پنبه، مدل‌های گوناگونی برای توصیف رابطه سطح برگ با صفات یادشده مورد آزمون

با توجه به نتایج حاصل در هر سه صفت مورد بررسی و با توجه به مزایای مدل خطی از قبیل سهولت در کاربرد و تفسیر نتایج، این مدل به عنوان مدل مناسب در این بررسی انتخاب گردید. در پژوهشی با هدف ارائه مدل رگرسیونی در

ارائه و مدل توانی که به صورت خطی تبدیل شده، به عنوان مناسب ترین مدل تعیین گردید (Akram Ghaderi et al., 2004; Akram Ghaderi & Soltani, 2007).

قرارگرفته که با توجه ضرایب تبیین، مدل‌ها دارای کارایی متفاوت بودند. دو صفت وزن خشک برگ و وزن خشک اندام هوایی نسبت به ارتفاع گیاه برآورد بهتری از سطح برگ



شکل ۲. نمودار پراکنش و خط رگرسیون (از مبدأ) وزن خشک و تر برگ ($g m^{-2}$) و ارتفاع بوته (cm) بر شاخص سطح برگ ($m^2 m^{-2}$)

Table 2. Scatter plot and regression line (no constant) of fresh and dry leaf weigh ($g m^{-2}$) and plant height (cm) on LAI ($m^2 m^{-2}$)

مترمربع، هر ۱۰۰ گرم وزن برگ خشک ۱/۵۱ مترمربع و هر ۱۰ سانتی متر ارتفاع معادل ۰/۲۵ مترمربع سطح برگ دارا می باشند. به علاوه، به واسطه این که در برازش مدل‌ها از مدل بدون ثابت یا خط از مبدأ استفاده گردید، بنابراین

در خصوص نتایج برآورد شاخص سطح برگ از طریق صفات مورد نظر در بررسی و با در نظر گرفتن مدل خطی به عنوان مدل انتخابی، چنین می توان نتیجه گرفت که هر ۱۰۰ گرم تر برگ سطح برگی معادل ۰/۳۵

خطی (از مبدأ) در یونجه داشت. چنین می‌توان نتیجه گرفت که هر ۱۰۰ گرم وزن برگ تر یونجه معادل ۰/۳۵ مترمربع، هر ۱۰۰ گرم وزن برگ خشک یونجه معادل ۱/۵۱ مترمربع و هر ۱۰ سانتی‌متر ارتفاع بوته یونجه معادل ۰/۲۵ مترمربع سطح برگ در این گیاه دارا می‌باشند. با توجه به نتایج مطلوب در منطقه کرج، پیشنهاد می‌شود تا این بررسی در چندین منطقه نیز اجرا گردد تا علاوه بر راستی آزمایی نتایج کرج، یک مدل معتبرتری برای کل کشور به دست آید.

منابع مورد استفاده:

- Aase, J. K. 1987. Relationship between leaf area and dry matter in winter wheat. *Agronomy Journal*, 70:563-565.
- Akram-Ghadery, F., Soltani, A. and Rezaei, J. 2004. Estimation of leaf area from plant vegetative characteristics in cotton cultivars. *Journal of Agricultural Science and Natural Resources*. 11(1), 15-23 (In Persian)
- Akram-Ghadery, F. and Soltani A. 2007. Leaf area relationships to plant vegetative characteristics in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) grown in a temperate sub-humid environment. *International Journal of Plant Production*, 1: 63-71.
- Anonymous, 2019. Alfalfa Variety Test. Available online in website: www.naaic.org/Resources/yields.html
- Darvishi, B., Postini, K. and Tavakol Afshar R. 2005. Photosynthetic Response of 4 Iranian Native Alfalfa Cultivars to Salinity Stress. *Iranian Journal of Agriculture Science*, 36(6), 1529-1538 (In Persian)
- Daughtry, C. S. T. 1990. Direct measurements of canopy structure. *Remote Sensing Reviews* 5(1): 45-60.
- Evett, S. R., Howell, T.A., Todd, R.W. Schneider, A. D. and Tolck. J. A. 2000. Alfalfa reference ET measurement and prediction. *Proceedings of the 4th Decennial National Irrigation sym.* Pp:266-272. phoenix, AZ, USA.
- Farshadfar, M., Fareghi, S. H., Farshadfar, E. and Jafari, A. A. 2008. Study of genetic variation in *Medicago sativa* L. using morphological biochemical indices. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, 16(1), pp. 1-13. (In Persian)
- Gardner, F. P., Pearce, R. B., and Mitchell, R. L. ضریب رگرسیون محاسبه شده در خصوص وزن برگ همان وزن مخصوص برگ (Specific Leaf Weight) تر یا خشک می‌باشد. در یک بررسی که توسط Sharreatt & Baker (1985) بر روی یونجه انجام شد، نتیجه گرفته شد که مدل غیرخطی روابط بین شاخص سطح برگ و وزن خشک برگ را بهتر توصیف می‌کند. نتیجه بررسی حاضر نیز نشان‌دهنده کارایی مدل غیرخطی (درجه دوم) و حتی لگاریتمی به ترتیب با ضریب تبیین (R^2) ۰/۹۵ و ۰/۸۷ در برآورد شاخص سطح برگ نیز می‌باشد ولی با توجه به دلایل ذکر شده همانند سهولت و سرعت در کنار دقت بسیار بالا، مدل خطی بدون ثابت پیشنهاد گردید. Evett و همکاران (2000) با استفاده از صفت ارتفاع بوته در یونجه اقدام به برآورد شاخص سطح برگ نمودند. آن‌ها با استفاده از یک مدل خطی (با مقادیر ثابت) و لگاریتم طبیعی داده‌های ارتفاع، مدل خود را ارائه دادند. نتایج آزمایش دیگری نشان داد رابطه بین شاخص سطح برگ با ارتفاع گیاه بسته به نوع محصول دارد ولی اساساً این رابطه خطی می‌باشد که ضریب تبیین آن در محصول سیب‌زمینی برابر با ۰/۹۰، در گندم ۰/۷۹ و در توتون ۰/۵۰ است (Mourad et al., 2020).

نتیجه‌گیری:

به‌طور کلی از اجرای این بررسی، چنین نتیجه‌گیری شد که ژنوتیپ‌های Bami × Yazdi، Mesa sersa، و KFA17 به ترتیب با ۴۱/۹۹، ۳۹/۸۴ و ۳۹/۱۵ تن در هکتار علوفه تر و ۹/۷۵، ۹/۴۱ و ۹/۱۶ تن در هکتار علوفه خشک بیشترین عملکرد علوفه را دارا بودند. علیرغم تفاوت معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها از نظر نسبت برگ به ساقه، تفاوت معنی‌داری بین میانگین ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر شاخص سطح برگ مشاهده نشد. امکان برآورد سریع، دقیق و کم‌هزینه شاخص سطح برگ از طریق صفات وزن برگ و ارتفاع بوته میسر می‌باشد. وزن برگ (به‌ویژه وزن تر برگ) نسبت به ارتفاع بوته کارایی بیشتری در برآورد شاخص سطح برگ از طریق یک مدل

- under normal and dryland farming system. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 24(2), pp. 314-322, DOI: <http://dx.doi.org/10.22092/ijrfpbgr.2016.109420> (In Persian)
- Notghi Taheri, H. 1996. Forage yield trail of Alfalfa varieties. Final report of research project. Chaharmahal and Bakhtiari Agricultural and Natural Resource Research and Education Centre, AREEO, Sharekord, Iran. (In Persian)
 - Payne, W.A., Wendt, C.W., Hossner, L.R., and Gates, C.E. 1991. Estimating pearl millet leaf area and specific leaf area. Agronomy Journal, 83, 937-941.
 - Romas, J.M., Garcia del Moral, L.F., and Reclade, L. 1983. Dry matter and leaf area relationship in winter barley. Agronomy Journal, 75, 308-310.
 - Rotili, P., Gnocchi, G., Scotti, C. and Kertikova, D. 2001. Breeding of the alfalfa plant morphology for quality. Quality in Lucerne and Medics for Animal prod., Proc. of the XIV EUCARPIA *Medicago spp.* Group Meeting, Instituto Agronomico Mediterraneo de Zaragoza: 25-57. Zaragoza, Spain
 - Scotti, C., Gnocchi, G., Carelli, M., Pintus, B., Ursino, A. and Odoardi, M. 2006. Breeding of the alfalfa stem morphology for quality. In D. Rosellini and F. Veronesi (Eds.), Breeding and seed production for conventional and organic agriculture. Proceeding of XXVI meeting of the EUCARPIA fodder crops and amenity grasses section, XVI meeting of the EUCARPIA *Medicago spp* group, 3-7 September, Perugia, Italy.
 - Sharratt, B.S., and Baker, D. G. 1985. Alfalfa leaf area as a function of dry matter. Crop Science, 26, 1040- 1042.
 - Staszewski, Z. and Bodzon, Z. 2002. Comparison of North American alfalfa varieties productivity in Poland. Abstracts for the 38th North American Alfalfa Improvement Conference, 31-37, Sacramento, CA, USA.
 - Taleb Nnezhad, A. R. 1998. Quantitative and qualitative yield comparing of local and foreign alfalfa varieties. Forage yield trail of Alfalfa varieties. Final report of research project. Markazi Agricultural and Natural resources research and Education Centre, AREEO, Arak, Iran. (In Persian)
 - Yaghmouri, Sh. 1995. Yield trail of 10 local and foreign alfalfa varieties and investigating their adaptability with different environmental conditions. Final report of research project. Kurdistan Agricultural and Natural Resources 1985. Physiology of crop plants. Iowa State Univ. press, Ames. p 187-208.
 - Hill, R. R., Shenk, J. S. and Barnes, R. F. 1988. Breeding for yield and quality. In: A. A. Hanson, D. K. Barends, and R. R. Hill, Jr. (ed.), Alfalfa and alfalfa improvement, No. 29 in Agronomy Series. Amer. Soc. Agron. Madison, Wisc. USA. pp. 809-823.
 - Jafari, A. and Goodarzi, A. 2007. Genetic variation for yield and its relationships with quality and agronomic traits in 72 accessions of alfalfa (*Medicago sativa* L.). Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 14 (4), pp. 215-229. (In Persian)
 - Jonckheere, I., Fleck, S., Nackaerts, K., Muys, B., Coppin, P., Weiss, M. and Baret F. 2004. Review of methods for in situ leaf area index determination, I: Theories, sensors and hemispherical, photography. Agricultural and Forest Meteorology, 121, 19-35.
 - Moghaddam, A. and Dezfolian, A. 2004. Assessment and comparison between the elite alfalfa cultivars of Yugoslavia and Iranian ones and the possibility of using them in improving Iranian cultivars. Final report of research project. Seed and Plant Improvement Institute (SPII), AREEO, Karaj, Iran. (In Persian)
 - Moghaddam, A., Monirifar, H., Kharazmi, K., Shahverdi, M., Jafariani, M., and Mofidian, S. M. A. 2020. Final forage yield evaluation of improved genotypes of alfalfa. 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)
 - Mourad, R., Jaffar, H., Anderson, M. and Gao. F. 2020. Assessment of Leaf Area Index Models Using Harmonized Landsat and Sentinel-2 Surface Reflectance Data over a Semi-Arid Irrigated Landscape. Remote Sensing. 12, 3121; doi: 10.3390/rs12193121
 - Nazeri Jahromi, A. 1995. Forage yield trail of Alfalfa varieties. Final report of research project. Hormozgan Agricultural and Natural Recourses Research and Education Centre, AREEO, Bandar Abbas, Iran. (In Persian)
 - Noormand Moayyed, F., Jafari, A. A. and Razban Haghghi, A. 2016. Evaluation of drought tolerance in alfalfa (*Medicago sativa*) accessions

progress in the Midwest. Inproc. 25th General Alfalfa Impr. Conf. Lacrosse, WI. July 16-18, 1997. Univ. of Wisconsin, Madison, USA.

Research and Education Centre, AREEO, Sanandaj, Iran. (In Persian)
– Wiersma, D. W., Undersander, D. J., Lauer, J. G. and Grau, G. R. 1997. Lack of alfalfa yield

Comparison of forage yield and leaf area index of some local and foreign alfalfa (*Medicago sativa* L.) genotypes

A. Moghaddam^{1*} and S. M. A. Mofidian²

* 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

Assist Prof., Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, I.R. Iran.

Received: 20.11.2021

Accepted: 15.01.2022

Abstract

This study was executed to compare forage yield and leaf area index of different alfalfa genotypes for two years and also, to estimate of leaf area index (LAI) via leaf weight and plant height during 2011 and 2012. Twenty local and foreign alfalfa genotypes were planted in a RCB design with three replications in spring, 2011 at Seed and Plant Research Institute (SPII), Karaj, Iran. Two-years analysis of variance indicated significant difference among genotype's means for fresh and dry forage yield in which Bami x Yazdi, Mesa sersa and KFA17 genotypes with average values of 41.99, 39.84 and 39.15 (t ha⁻¹) fresh forage yield and 9.75, 9.41 and 9.16 (t ha⁻¹) dry forage yield had the higher forage production, respectively. Despite the significant difference among genotypes for leaf to stem ratio, there was no significant difference for LAI. The results showed that the fast, accurate and low-cost estimation of LAI is possible through leaf weight and plant height. In this study, leaf weight trait (especially the fresh leaf weight) had more efficiency than plant height in estimating LAI through a linear model (without constant) with high coefficient of determination ($R^2 \geq 94$). It was concluded that every 100 g of fresh and dry leaf and 10 cm of plant height of alfalfa had 0.33, 1.51 and 0.25 m² leaf area, respectively.

Key words: Leaf weight, Plant height, Leaf to stem ratio, Specific leaf weight, Alfalfa