نشریه علمی زراعت و اصلاح نباتات ایران
جلد ۱۵، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸، صفحات ۱۷-۱
ISSN NO: 2008-8485

ارزیابی برخی ارقام و اکوتیپ های یونجه (*Medicago sativa* L.) از نظر صفات زراعی، مورفولوژیکی و کیفی

Evaluation of some cultivars and ecotypes of alfalfa (*Medicago sativa* L.) for agronomic, morphological and qualitative traits

شهره آقامحمدحسین تجریشی[۱]، خداداد مصطفوی[۲*]، ویدا قطبی[۳]

تاریخ دریافت: ۹۸/۱۲/۱٤ تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۰/۲۳

چکیده

این مطالعه به منظور ارزیابی و مقایسه عملکرد کمی و کیفی ارقام و اکوتیپ‌های یونجه ایرانی و خارجی و همچنین ارزیابی همبستگی صفات و تنوع ژنتیکی بین آنها انجام شد. بدین منظور ۱۲ رقم و اکوتیپ یونجه در آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج به اجرا درآمد و به مدت دو سال (۱۳۹٦-۱۳۹۵) ارزیابی انجام گرفت. نتایج حاصل نشان داد که تفاوت معنی‌داری برای عملکرد علوفه، صفات زراعی شامل ارتفاع بوته، سرعت رشد مجدد و تعداد ساقه در هر گیاه و همچنین کیفیت علوفه شامل درصد پروتئین خام، میزان خاکستر، درصد فیبر خام، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF)، الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF) و کربوهیدرات‌های محلول مشاهده شد. اثر متقابل سال × اکوتیپ برای صفات عملکرد تر و ماده خشک کل و همچنین ارتفاع بوته معنی‌دار بود. از بین اکوتیپ‌های بررسی شده، اکوتیپ‌های مهاجران، ملک‌کندی و قهاوند بیشترین عملکرد علوفه تر و خشک را داشتند. نتایج همبستگی ساده بیانگر آن بود که بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد علوفه تر و خشک (۰/۹۸) وجود داشت. تجزیه به مولفه‌های اصلی نشان داد که ۷٤ درصد از تغییرات کل، توسط دو مولفه اول توجیه شدند. نتایج تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های مورد مطالعه را در سه گروه قرار داد. در گروه اول اکوتیپ‌های قهاوند، مهاجران و ملک‌کندی قرارگرفتند که از نظر عملکرد علوفه در حد مطلوبی بودند، در گروه دوم چالشتر، لجند و سکوئل از نظرکیفیت علوفه در حد مطلوبی بودند. در گروه سوم بقیه ارقام با عملکرد و کیفیت علوفه در حد متوسط قرار گرفتند.

واژه‌های کلیدی: اکوتیپ، تجزیه به مولفه‌های اصلی، تجزیه خوشه‌ای، کیفیت.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، کرج، ایران.
۲- گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، کرج، ایران.
۳- موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
*مکاتبه کننده: mostafavi@kiau.ac.ir

مقدمه

یونجه (*Medicago sativa* L.) یک گیاه زراعی قدیمی است که به منظور تولید علوفه کشت می‌شود و دارای سطح زیر کشت جهانی بیش از ۳۰ میلیون هکتار است. این گیاه علوفه‌ای چند ساله در مناطق مختلف جهان با شرایط اقلیمی متفاوت به منظور تولید علوفه خشک، مرتع وسیلوکشت می‌شود و بیش از دیگر گیاهان علوفه‌ای دارای سازگاری، تولید بیوماس بالا، مواد مغذی و بقاء کافی است. علاوه براین، وجود یونجه درسیستم زراعی به کنترل فرسایش خاک، بهبود کیفیت آب خاک، کاهش شیوع آفات کمک می‌کند و همچنین مقدار قابل توجهی نیتروژن توسط همزیستی باکتری ریزوبیوم با ریشه یونجه تثبیت می‌شود (Monteros, 2014).

در ایران این گیاه به عنوان برترین گیاه علوفه‌ای از سطح زیر کشت حدود ۶۰۰ هزار هکتار برخوردار است و شامل چندین توده محلی (اکوتیپ‌های همدانی، بمی، یزدی، نیک‌شهری، بغدادی و قره یونجه) است و دارای دامنه پراکنش گسترده از مناطق سردسیر غرب و شمال غرب کشور تا گرم‌ترین مناطق درجنوب شرقی ایران است. هدف اصلی از به‌نژادی یونجه، بدست آوردن رقمی با عملکرد علوفه سبز، علوفه خشک و پروتئین بالا است (Mofidian *et al*., 2013). صفات دیگری مانند نحوه رشد، قدرت پنجه زنی، نازک و ظریف بودن ساقه، برگ‌دار بودن بوته، مقاومت به بیماری‌ها، آفات وخشکی و همچنین صفات فیزیولوژیکی گیاه که در تجدید فعالیت، در روند تکامل و در توانایی عملکرد ظاهر می‌شود در به نژادی یونجه باید در نظر گرفته می‌شود (Hanson, 1988). مطابق تحقیقات انجام گرفته، مشخص شده که در اوایل گل دهی یونجه، تقریباً ۵۰ درصد میزان پروتئین بخش‌های هوایی یونجه در برگ این گیاه است، بنابراین میزان برگ زیادتر یا نسبت بیشتر برگ به ساقه در یونجه، جزء مهمترین عوامل مؤثر در تولید یونجه با کیفیت خوب به شمار می‌رود، هر چند که از نظر وزن، نسبت ساقه به برگ بیشتر است ولی میزان پروتئین موجود در ساقه نسبت به برگ کمتر است (Fazaeli, 1992). در بین ترکیبات شیمیایی اندازه گیری شده، الیاف خام با ۳۰۴/۲ و چربی خام با ۲۴/۴ گرم در کیلوگرم به ترتیب بیشترین و کمترین سهم را در ماده خشک علف خشک یونجه نشان دادند. درصد دیواره سلولی (NDF) که بیانگر سلولز، همی سلولز و لیگنین است و بیشترین مقدار ترکیب شیمیائی اندازه گیری شده در نمونه‌های یونجه را دارد و با افزایش سن گیاه معمولاً مقدار آن افزایش می‌یابد و سایر ترکیبات از جمله پروتئین و خاکستر خام در ماده خشک کاهش پیدا می‌کند (Mofidian *et al*., 2013). فضائلی (Fazaeli, 1992) در تحقیقی در یونجه در استان گیلان میزان ماده خشک را ۸۹/۶ درصد، پروتئین خام را ۱۶/۵ درصد، چربی خام را ۱/۴ درصد، خاکستر خام را ۱۰/۵ درصد و فیبر خام را ۳۱/۱۰ درصد گزارش کرد. همچنین منافی (Manafi, 1998) در تحقیق دیگری روی یونجه در استان گیلان، ماده خشک ۹۵/۷۳ درصد، پروتئین خام ۱۵/۶۰ درصد، خاکستر ۱۰/۵۰ درصد، قابلیت هضم ماده آلی ۵۷/۹۵ درصد را گزارش کرد. هدف اصلی به نژادی یونجه این است که سعی شود ارقامی با عملکرد بالا و در عین حال با نسبت زیادتر برگ به ساقه تولید شود و یا این ارقام از انتخاب گیاهانی با برگ های بیشتر و بزرگ تر به دست آید. در این رابطه تیلی و تری (Tilley and Terry, 1964) تولید ارقام پر برگ را که قابلیت هضم آن ها با کاهش مقدار کل مواد سازنده دیواره یاخته افزایش یافته است پیشنهاد کردند. کاپر و همکاران (Capper *et al*., 1989) گزارش کردند که با کاهش نسبت برگ به ساقه، میزان الیاف خام و دیواره سلولی افزایش پیدا می‌کند و در نتیجه قابلیت هضم ماده خشک کاهش می‌یابد. علوی (Alavi, 2000) میزان دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی سلولز یونجه را به ترتیب ۴۰/۹۰ و ۳۳/۴۰ درصد گزارش کرد.

استفاده از روشهای تجزیه و تحلیل روابط ژنتیکی موجود بین مواد اصلاحی امری الزامی است (Farahani *et al*., 2008). در بین روش‌های مختلف تجزیه چندمتغیره، تجزیه‌خوشه‌ای و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی مهم‌ترین

روش‌ها هستند (Mohammadi and Prasanna, 2003). برای شناسایی ارقام پرمحصول و با کیفیت بالاتر، لازم است صفاتی که رابطه معنی‌داری با عملکرد علوفه و همچنین کیفیت علوفه دارند مورد شناسایی قرارگیرند تا باگزینش آنها نسبت به تجمع ژن‌های مطلوب در ارقام اصلاح شده یونجه اقدام گردد. همچنین متخصصان اصلاح نباتات برای تعیین دوری یا نزدیکی ژنوتیپ‌ها، خویشاوندی یا عدم خویشاوندی آن‌ها و همچنین تعیین وجود یا عدم تشابه ژنتیکی ژنوتیپ‌ها در کلکسیون‌های مختلف گیاهی از تجزیه‌ی خوشه‌ای استفاده می‌کنند. میزل و همکاران (Musial *et al*., 2002) در بررسی تنوع ژنتیکی بین و درون ۱۹ رقم و لاین یونجه بر اساس تجزیه خوشه‌ای این ژنوتیپ‌ها را به گروه‌های مختلفی تقسیم‌بندی کرده و نشان دادند که تنوع ژنتیکی بین ارقام و لاین‌های مختلف یونجه بیشتر از تنوع درون ارقام بود. فاصله ژنتیکی بین ارقام واکوتیپ‌ها بر اساس صفات مورد ارزیابی می‌تواند در برنامه‌های به نژادی برای تولید ارقام سینتتیک و یا هیبرید به منظور بهبود صفات زراعی به همراه کیفیت علوفه مورد استفاده قرار گیرد. در مطالعه‌ای همبستگی معنی‌داری بین عملکرد علوفه با تعداد ساقه در واحد سطح و وزن ساقه در یونجه گزارش کردند (Volence, 1987). لی سینگر و همکاران (Le Singor *et al*., 2005) از تجزیه و تحلیل خوشه‌ای برای گروه‌بندی توده‌های یونجه به روش حداقل واریانس استفاده نمودند. از طرف دیگر هدف از تجزیه به مؤلفه های اصلی این است که صفات کمی بررسی شده را در قالب چند مؤلفه اصلی خلاصه و نقش این صفات را در تبیین تنوع کل بیان کنند (Nabovati *et al*., 2010). همچنین پورفرهاد و همکاران (Pour Farhad et al, 2009) با بررسی ۴۹ اکوتیپ یونجه گزارش کردند که تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از اختلاف زیاد بین اکوتیپ‌ها برای اکثر صفات بود. تجزیه به مؤلفه های اصلی نشان داد که حدود ۷۴/۶۷ درصد از تغییرات کل، توسط دو مؤلفه‌ی اصلی اول توجیه می‌شود.

هدف از این تحقیق ارزیابی و مقایسه عملکرد کمی و کیفی علوفه ارقام و اکوتیپ‌های یونجه جمع آوری شده از مناطق مختلف ایران و خارج و همچنین ارزیابی همبستگی صفات و تنوع ژنتیکی و تعیین فاصله ژنتیکی بین ارقام و اکوتیپ‌های یونجه بود.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی تنوع ژنتیکی عملکرد علوفه یونجه، صفات مورفوزراعی وکیفیت علوفه یونجه همچنین همبستگی بین صفات، ۱۰ اکوتیپ یونجه از مناطق مختلف جغرافیایی ایران و دو رقم خارجی بررسی شد. مشخصات این اکوتیپ‌ها و ارقام یونجه در جدول ۱ ارائه شده است. این ارقام و اکوتیپ‌ها در آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج در دو سال ۱۳۹۶-۱۳۹۵ ارزیابی شد. هر کرت شامل چهار خط چهارمتری با فاصله خطوط ۵۰ سانتیمتر با فاصله بین تکرار یک متر بود. برای اجرای آزمایش ابتدا زمین شخم زده شده و بر اساس آزمون خاک، کود فسفر و اوره پخش و زیر خاک گردید. از کاشت تا برداشت عملیات زراعی از جمله آبیاری به روش جوی و پشته، وجین علف‌های هرز و سله شکنی به دقت انجام شد. پس از استقرار گیاهان در فصل بهار و تابستان صفات عملکرد ماده خشک علوفه، ارتفاع گیاه، سرعت رشد مجدد، متوسط تعداد ساقه، نسبت برگ به ساقه (LSR[1])، کیفیت علوفه شامل درصد پروتئین خام، میزان خاکستر، درصد فیبر خام، دیواره سلولی بدون همی‌سلولز یا الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF)، دیواره سلولی یا الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF) و کربوهیدرات‌های محلول توسط دستگاه NIR[2] اندازه‌گیری گردید.

در پایان آزمایش تجزیه مرکب برای دو سال آزمایش برای داده‌های مجموع عملکرد تر و خشک سه چین (عملکرد کل)، ارتفاع گیاه، سرعت رشد مجدد، تعداد ساقه در گیاه و

1- Leaf to Stem Ratio
2- Near Infrared Reflectance

صفات کیفی انجام شد. مقایسه میانگین‌ها به روش حداقل اختلاف معنی‌دار LSD انجام شد.

برای بررسی وجود یا نبود رابطه خطی بین متغیرهای مطالعه شده، ضرایب همبستگی ساده پیرسون بین صفات محاسبه شد. تجزیه به مؤلفه های اصلی نیز براساس میانگین داده‌های اصلی همان تعداد صفات صورت گرفت. برای گروه بندی توده‌ها از تجزیه خوشه‌ای به روش حداقل واریانس (WARD) بر مبنای ماتریس فاصله اقلیدوسی به منزله معیار فاصله استفاده شد. از نرم ابزارهای آماری SAS ، SPSS و Minitab برای تجزیه و تحلیل آماری استفاده شد.

جدول ۱- نام و منشا اکوتیپ‌های مورد بررسی در آزمایش

Table 1- Name and the origin of alfalfa ecotypes investigated in the experiment

اکوتیپ Ecotype		منشا Origin	خواب پائیزه Autumn dormancy	
بمی	Bami	بومی- گرمسیری L-W	بدون خواب	Non- Dormant
چالشتر	Chaleshtar	بومی- سردسیری L-C	خواب	Dormant
قهاوند	Ghahavand	بومی- سردسیری L-C	خواب	Dormant
کوزره	Kozare	بومی- سردسیری L-C	خواب	Dormant
لجند	Legend	خارجی- سردسیری E-C	خواب	Dormant
ملک کندی	Malek Kandi	بومی- سردسیری L- C	خواب	Dormant
مهاجران	Mohajeran	بومی- سردسیری L- C	خواب	Dormant
نیک‌شهری	Nik Shahri	بومی- گرمسیری L- W	بدون خواب	Non- Dormant
رهنانی	Rahnani	بومی- معتدل L- T	خواب	Dormant
سکوئل	Sequel	خارجی- معتدل E- T	بدون خواب (نیمه خواب)	(Semi) Non- Dormant
سیلوانا	Silvana	بومی- سردسیری L- C	خواب	Dormant
یزدی	Yazdi	بومی- گرمسیری L- W	بدون خواب	Non- Dormant

* L: Landrace; E: Exotic; C: Cold region; T: Temperate; W: Warm region.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب دو ساله برای مجموع عملکرد تر و خشک سالانه علوفه همچنین صفات زراعی در جدول ۲ ارائه شده است. با توجه به نتایج حاصل مشاهده می شود که برای اثر ساده سال و اکوتیپ در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌داری برای تمای صفات وجود دارد. برهم‌کنش اکوتیپ × سال برای صفات عملکرد تر (درسطح احتمال ۵٪) و برای صفات عملکرد خشک و ارتفاع گیاهی (در سطح احتمال ۱٪) معنی‌دار گردید. بنابراین می‌توان گفت که واکنش اکوتیپ‌های مختلف در دو سال برای این صفات متفاوت بوده است (جدول ۲).

برهم‌کنش اکوتیپ × سال برای صفات رشد مجدد گیاهی و متوسط تعداد ساقه در گیاه معنی‌دار نشد. برهم‌کنش معنی‌دار اکوتیپ با محیط نشان دهنده واکنش متفاوت اکوتیپ‌ها در دوسال آزمایش بود که روی عملکرد گیاهان اثر می‌گذارد. اگرچه ذکر این نکته ضروری است که گیاهان در سال دوم به‌علت استقرار بیشتر عملکرد بیشتری ارائه دادند. اثر شرایط محیطی روی بیان عملکرد و سایر صفات زراعی ژنوتیپ‌ها در مطالعات دیگر در یونجه نیز بیان شده است (Julier *et al.*, 2000; Milić *et al.*, 2011).

از آنجائیکه برهم‌کنش اکوتیپ × سال برای صفات عملکرد تر و خشک کل و ارتفاع گیاه معنی‌دار شده است، بنابراین مقایسه میانگین این صفات برای اکوتیپ‌های یونجه در دو سال در جدول ۳ ارائه شده

است. با توجه به جدول مشاهده می‌شود که بیشترین عملکرد علوفه تر به ترتیب برای اکوتیپ‌های مهاجران (۷۷/۵۵ تن در هکتار)، قهاوند (۷۶/۲۶ تن در هکتار) و سپس اکوتیپ ملک کندی (۷۵/۰۸ تن در هکتار) در سال دوم آزمایش (۱۳۹۶) بدست آمد (جدول ۳). کمترین عملکرد علوفه تر هم متعلق به اکوتیپ بمی در سال اول (۴۱/۷۲۲ تن در هکتار) بود. بطور کلی در سال ۱۳۹۵ اکوتیپ ملک کندی، قهاوند، نیک‌شهری به ترتیب بیشترین و اکوتیپ بمی و سپس کوزره به ترتیب کمترین عملکرد علوفه تر را ارائه کردند. در سال دوم نیز رقم بمی کمترین عملکرد علوفه تر را داشت. از نظر صفت عملکرد علوفه خشک نیز مشاهده می‌شود که بیشترین عملکرد علوفه خشک را به ترتیب اکوتیپ‌های مهاجران (۲۳/۲۷ تن در هکتار)، قهاوند (۲۲/۴۷تن در هکتار) و سپس اکوتیپ ملک کندی (۲۲/۳۸ تن در هکتار) در سال ۱۳۹۶ داشتند (جدول ۳). کمترین عملکرد علوفه تر هم متعلق به اکوتیپ کوزره در سال اول (۱۳/۳۹ تن در هکتار) و سپس برای اکوتیپ‌های سکوئل (۱۳/۹۳ تن در هکتار) و بمی (۱۴/۴۳تن در هکتار) بدست آمد. بطور کلی در سال ۱۳۹۵ اکوتیپ ملک کندی و کوزره به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد علوفه را ارائه کردند و در سال دوم بمی کمترین عملکرد علوفه تر را ارائه کرد (جدول ۳). افزایش عملکرد علوفه تر و خشک در سال دوم مربوط به استقرار بیشتر گیاهان بود.

از نظر صفت ارتفاع بوته مشاهده می‌شود که بیشترین ارتفاع گیاه برای اکوتیپ‌های قهاوند (۹۰/۸۰ cm)، مهاجران (۹۰/۴۷ cm) و سپس ملک‌کندی (۸۶/۴۳ cm) در سال دوم مشاهده شد. کمترین ارتفاع گیاه نیز برای اکوتیپ سکوئل (۶۵/۰۴ cm) در سال اول آزمایش مشاهده شد. همانطور که مشاهده می‌شود اکوتیپ قهاوند در سال اول آزمایش نیز ارتفاع بیشتری نسبت به سایر اکوتیپ‌ها داشته است و در سال دوم هم کمترین ارتفاع گیاه برای رقم سکوئل مشاهده شد (جدول۳). بطور کلی مشاهده شد که اکوتیپ‌ها و ارقامی که عملکرد تر بیشتری دارند دارای عملکرد خشک علوفه بیشتری هم بودند. همچنین ارقام و اکوتیپ‌های با عملکرد علوفه بیشتر دارای ارتفاع بیشتری هم بودند. در تحقیقی که توبه روی پنج رقم یونجه داخلی انجام داد گزارش داد که با افزایش ارتفاع گیاه، عملکرد علوفه تر و خشک آن نیز افزایش می‌یابد. همچنین عنوان نمود که با توجه به یکسان بودن شرایط اقلیمی، خاک و محیطی برای همه اکوتیپ‌ها در این آزمایش، تفاوت عملکرد را می‌توان به تنوع ارقام آنها مرتبط دانست (Tobeh, 1990).

جدول ۲ - تجزیه واریانس مرکب عملکرد کل علوفه و صفات زراعی اکوتیپ‌های یونجه در دو سال

Table 2- Combined analysis of variance for total forage yield and agronomical traits of alfalfa ecotypes in two years

منابع تغییرات (S.O.V)	درجه آزادی d.f.	عملکرد تر کل Total fresh yield	عملکرد خشک کل Total dry yield	ارتفاع Height	سرعت رشد مجدد Regrowth rate	تعداد ساقه No Stem
بلوک Block	2	58.04 ns	4.91 ns	5.69 ns	9.50 ns	61.18 ns
سال Year	1	2281.84 **	198.27**	916.20*	154.67**	4244.73**
سال × بلوک (خطا a) Year × Block (Ea)	2	10.29	0.58	20.09	0.21	54.30
اکوتیپ Ecotype	11	271.83**	17.81**	141.84**	267.56**	281.14**
اکوتیپ × سال Ecotype × Year	11	65.67*	6.88**	23.85**	23.94 ns	53.22 ns
خطای b (Eb)	44	28.87	2.46	8.86	21.35	42.44
ضریب تغییرات		9.04	8.78	8.87	9.64	13.95

*،** و ns به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و غیرمعنی‌دار.

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات عملکرد علوفه ترو خشک کل اکوتیپ‌های یونجه در دو سال

Table 3- Mean comparison of total fresh and dry forage yield and plant height of alfalfa ecotypes over two years

ارتفاع گیاه Plant height (cm)		عملکرد علوفه خشک (Dry Forage Yield) ($t.ha^{-1}$)		عملکرد علوفه تر (Fresh Forage Yield) ($t.ha^{-1}$)		اکوتیپ Ecotype	
سال ۲ Year 2	سال ۱ Year 1	سال ۲ Year 2	سال ۱ Year 1	سال ۲ Year 2	سال ۱ Year 1		
81.03b-e	76.55c-g	15.69d-g	14.43e-g	51.25e-h	41.23h	Bami	بمی
76.43c-g	70.37f-h	18.05b-g	14.86d-g	61.48 a-g	49.88e-h	Chaleshtar	چالشتر
90.80a	80.55b-e	22.47ab	18.56a-f	76.26a	62.47a-f	Ghahavand	قهاوند
80.25b-e	73.00e-h	20.73a-c	13.39g	69.11a-d	45.16gh	Kozare	کوزره
79.80b-e	76.44c-g	17.60b-g	16.54c-g	58.19c-h	52.53d-h	Legend	لجند
86.43ab	79.43b-f	22.38ab	18.39a-f	75.08ab	63.04a-f	Malek Kandi	ملک کندی
90.47a	73.44e-h	23.27a	16.18c-g	77.55a	54.73d-h	Mohajeran	مهاجران
81.92a-e	80.33b-e	19.75a-d	18.11b-g	63.85a-e	60.75a-g	Nik Shahri	نیک‌شهری
85.47a-c	77.11b-g	19.08a-e	16.28d-g	64.19a-e	57.53d-h	Rahnani	رهنانی
69.00gh	65.04h	18.21b-g	13.93fg	59.78b-g	46.43f-h	Sequel	سکوئل
83.02a-d	75.33d-g	18.29b-g	16.34c-g	60.96a-g	55.29d-h	Silvana	سیلوانا
82.03a-e	73.44e-h	18.62a-f	17.30c-g	62.67 a-f	56.25de-h	Yazdi	یزدی

میانگین های با حروف مشابه در هر ستون، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۱٪ با هم تفاوت معنی دار ندارند

Means in each column followed by at least one letter in common are not significantly different based on LSD test at 1% probability level.

جدول ٤- مقایسه میانگین صفات سرعت رشد مجدد و تعداد ساقه در گیاه دو سال

Table 4- Mean comparison of regrowth rate and number of stems per plant alfalfa ecotypes over two years

تعداد ساقه (در هر گیاه) No stem (per plant)	سرعت رشد مجدد Regrowth rate (cm)	اکوتیپ Ecotype	
41.22 abc	39.55 cd	Bami	بمی
44.81 ab	43.14 cd	Chaleshtar	چالشتر
44.19 ab	55.86 ab	Ghahavand	قهاوند
45.97 ab	45.97 bc	Kozare	کوزره
51.11 ab	47.78 abc	Legend	لجند
44.69 ab	56.36 a	Malek Kandi	ملک کندی
48.39 ab	56.72 a	Mohajeran	مهاجران
39.19 bc	49.19 ab	Nik Shahri	نیکشهری
54.03 a	44.03 cd	Rahnani	رهنانی
30.10 c	35.11 d	Sequel	سکوئل
47.69 ab	42.69 cd	Silvana	سیلوانا
45.44 ab	43.78 cd	Yazdi	یزدی

میانگین های با حروف مشابه در هر ستون، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۱٪ با هم تفاوت معنی دار ندارند

Means in each column followed by at least one letter in common are not significantly different based on LSD test at 1% probability level.

به دلیل اینکه اثر متقابل اکوتیپ × سال برای دو صفت زراعی رشد مجدد گیاه و تعداد ساقه معنی‌دار نشد، مقایسه میانگین این صفات برای اثر اصلی اکوتیپ و میانگین دو سال در جدول ۴ ارائه شد. همانطور که مشاهده می‌شود اکوتیپ مهاجران، ملک‌کندی، قهاوند و نیک‌شهری (به ترتیب با ۵۶/۷۲، ۵۶/۳۶، ۵۵/۸۶ و ۴۹/۱۹ سانتی متر) سرعت رشد مجدد بیشتری نسبت به سایر اکوتیپ‌ها داشتند. آهسته‌ترین سرعت رشد مجدد هم برای رقم سکوئل (۳۵/۱۱ cm) مشاهده شد (جدول۴).

از نظر متوسط تعداد ساقه مشاهده شد که اکوتیپ رهنانی تعداد ساقه بیشتری نسبت به سایر اکوتیپ‌ها داشته است و کمترین متوسط تعداد ساقه گیاهی نیز برای سکوئل مشاهده شد (جدول ۴). همچنین مشاهده می‌شود که اکوتیپ‌هایی که دارای عملکرد علوفه تر و خشک بالاتری نسبت به سایر اکوتیپ‌ها ارئه کردند، دارای متوسط تعداد ساقه بالایی نیز علاوه بر ارتفاع گیاهی هستند. همبستگی مثبت سرعت رشد مجدد با عملکرد در مطالعات بسیاری مشاهده شده است (Riday and Brummer, 2004; Milić *et al*., 2011)، به‌طوریکه ژنوتیپ‌هایی با سرعت رشد مجدد سریع‌تر، عملکرد بیشتری هم تولید کردند.

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌های صفات کیفیت علوفه در دو سال

نتایج تجزیه واریانس مرکب دو ساله برای صفات کیفیت علوفه در جدول ۵ ارائه شده است. با توجه به نتایج حاصل مشاهده می‌شود که اثر ساده سال فقط برای صفت نسبت برگ به ساقه معنی‌دار شده است و همچنین اثر اکوتیپ در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌داری برای تمای صفات به جز میزان خاکستر مشاهده شد و این صفت در سطح احتمال ۵ ٪ معنی‌دار شد. برهم‌کنش اکوتیپ × سال برای هیچ یک از صفات کیفیت علوفه معنی‌دار نشد (جدول ۵). مفیدیان و همکاران (Moffidian *et al*., 2013) در ارزیابی عملکرد و کیفیت علوفه ۱۷ اکوتیپ یونجه برهم کنش اکوتیپ در سال معنی‌دار را برای صفات نسبت برگ به ساقه و دیواره سلولی (NDF) در سطح احتمال ۵ درصد و برای سایر صفات کیفیت علوفه برهم‌کنش اکوتیپ در سال غیرمعنی‌دار گزارش کردند.

مقایسه میانگین صفت نسبت برگ به ساقه (جدول ۶) نشان داد که رقم لجند بیشترین میزان نسبت برگ به ساقه را دارد (۱/۳۰) و سپس اکوتیپ ملک‌کندی و سیلوانا بیشترین نسبت برگ به ساقه را نشان داد (به ترتیب ۱/۱۹ و ۱/۱۸). کمترین نسبت برگ به ساقه هم برای اکوتیپ بمی و کوزره مشاهده شد (به ترتیب۰/۹۳ و ۰/۹۹). رقم لجند با بیشترین نسبت برگ به ساقه، از ارتفاع و حتی عملکرد متوسطی برخوردارربوده است (جدول ۶)، ولی نسبت به سایر اکوتیپ‌ها و ارقام پربرگ‌تراست و برگ‌های آن خصوصیات چهار برگچه‌ای دارند. نسبت برگ بیشتر از صفات دارای اهمیت برای کیفیت و مواد مغذی علوفه است. بیشتر پروتئین و سایر ترکیبات مغذی در برگ گیاه است و همچنین باعث خوش‌خوراکی بیشتر برای دام می‌شود. از بین اکوتیپ‌هایی با عملکرد علوفه بالا مشاهده می‌شود که اکوتیپ ملک‌کندی هم دارای نسبت برگ به ساقه بالایی است، اگرچه ارتفاع گیاهی آن نیز بالا است. این خصوصیات برای اکوتیپ‌های مهاجران و قهاوند نیز مشاهده می‌شود. بنابراین این اکوتیپ‌ها علیرغم اینکه دارای ارتفاع گیاهی بیشتری نسبت به سایر اکوتیپ‌ها داشتند، می‌توان گفت که عملکرد بالای آنها هم تا حدودی به برگ بیشتر آنها نیز مرتبط است و این اکوتیپ‌ها علاوه بر عملکرد نیز از خصوصیت کیفی مناسبی از نظر نسبت برگ به ساقه هم برخوردارند. مفیدیان و همکاران (Moffidian *et al*., 2013) در بررسی ۱۷ اکوتیپ یونجه از نظر صفت نسبت برگ به ساقه، گزارش کردند که اکوتیپ سیلوانه با نسبت ۰/۹۲ بیشترین و اکوتیپ اردوباد و مهاجران هریک با ۰/۷۶ کمترین نسبت برگ به ساقه را داشتند.

جدول ۵- میانگین مربعات تجزیه مرکب صفات کیفیت علوفه شامل نسبت برگ به ساقه، پروتئین خام، کربوهیدرات محلول، خاکستر، فیبر محلول در اسید، فیبر محلول در خنثی علوفه اکوتیپ‌ها و ارقام یونجه در طی دو سال

Table 5- Combined analysis of variance for quality traits including LSR, CP, WSC, ASH, ADF, NDF alfalfa ecotypes over two years alfalfa ecotypes in two years

منابع تغییرات (S.O.V.)	df	نسبت برگ به ساقه LSR	پروتئین خام CP	کربوهیدرات محلول در آب WSC	خاکستر ASH	فیبر محلول در اسید ADF	فیبر محلول در خنثی NDF
بلوک Block	2	0.01	0.31 ns	0.17 ns	0.45 ns	5.59*	1.30
سال Year	1	0.05*	26.28 ns	1.59 ns	0.40 ns	2.01 ns	8.67 ns
سال × بلوک (خطا a) Year * Block (Ea)	2	0.01	1.55	1.95	0.02	0.08	3.24
اکوتیپ Ecotype	11	0.07**	5.44**	1.93**	0.41 *	9.13**	36.87**
اکوتیپ × سال Ecotype × Year	11	0.01	0.8 ns	0.83 ns	0.17 ns	2.04ns	3.75ns
(خطا b) Eb	44	0.01	1.48	0.49	0.19	1.40	5.10
ضریب تغییرات CV		10.22	7.67	5.94	6.73	3.54	5.61

*،** وns به ترتیب معنی دار در سطح ۱و۵ درصد و غیرمعنی دار.

جدول ۶- مقایسه میانگین صفات کیفیت علوفه شامل نسبت برگ به ساقه، پروتئین خام، کربوهیدرات محلول، خاکستر، فیبر محلول در اسید، فیبر محلول در خنثی علوفه اکوتیپ‌ها و ارقام یونجه در طی دو سال

Table 6- Mean comparison of quality traits including LSR, CP, WSC, ASH, ADF, NDF alfalfa ecotypes over two years

اکوتیپ		نسبت برگ به ساقه LSR	پروتئین خام CP	کربوهیدرات محلول در آب WSC	خاکستر ASH	فیبر محلول در اسید ADF	فیبر محلول در خنثی NDF
بمی	Bami	0.93 d	14.62 d	11.34 c-e	6.22 c	34.37 ab	41.49 b-d
چالشتر	Chaleshtar	1.12 bc	16.07 a-d	11.91 a-e	6.45 bc	32.76 b-d	37.27 f
قهاوند	Ghahavand	1.08 b-d	16.37 a-d	11.58 b-e	6.41 bc	33.89 bc	43.25 ab
کوزره	Kozare	0.99 cd	14.84 cd	11.58 b-e	6.40 bc	33.75 bc	39.45 c-f
لجند	Legend	1.30 a	17.47 a	12.82 a	7.14 a	32.39 cd	37.96 ef
ملک کندی	Malek Kandi	1.19 ab	16.67 a-c	12.25 a-d	6.68 a-c	34.11 bc	45.12 a
مهاجران	Mohajeran	1.14 a-c	16.62 a-c	11.44 b-e	6.94 ab	34.07 bc	41.39 b-e
نیک‌شهری	Nik Shahri	0.98 cd	15.21 b-d	12.49 ab	6.51 abc	33.02 b-d	38.96 c-f
رهنانی	Rahnani	1.02 b-d	15.16 b-d	11.24 de	6.36 bc	32.78 b-d	38.30 d-f
سکوئل	Sequel	1.08 b-d	15.04 cd	11.87 a-e	6.48۶ a-c	31.86 d	38.98 c-f
سیلوانا	Silvana	1.18 ab	16.97 ab	12.42 a-c	6.56 a-c	31.52 d	37.86 f
یزدی	Yazdi	1.12 bc	15.17 b-d	10.98 e	6.38 bc	35.97 a	42.38 a-c

میانگین های با حروف مشابه در هر ستون، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۱٪ با هم تفاوت معنی دار ندارند.

Means in each column followed by at least one letter in common are not significantly different based on LSD test at 1% probability level.

مقایسه میانگین صفت درصد پروتئین خام (جدول ۶) نشان داد که رقم لجند نیز برای این صفت بیشترین میزان را داشته است (۱۷/۴۷) و سپس سیلوانا بیشترین درصد پروتئین خام را نشان داد (۱۶٪/۹۷). کمترین درصد پروتئین خام برای اکوتیپ بمی مشاهده شد (به ترتیب ۱۴/۶۲٪). فضائلی (Fazaeli, 1992) نشان داد که تفاوت در میزان پروتئین خام به تغییر در نسبت برگ به ساقه و نیز اندازه ضخامت ساقه بستگی دارد. رقم لجند بیشترین نسبت برگ به ساقه برخوردارربود، و به دلیل اینکه نسبت به سایر اکوتیپ‌ها و ارقام پربرگ تراست دارای پروتئین خام بیشتری نیز است (جدول ۶). میزان پروتئین خام از صفات دارای اهمیت برای کیفیت وماده مغذی علوفه است. از بین اکوتیپ‌هایی با عملکرد علوفه بالا مشاهده می‌شود که این اکوتیپ‌ها نیز از پروتئین بالایی برخوردارند. بنابراین این اکوتیپ‌ها علاوه بر عملکرد نیز از درصد پروتئین خام مناسبی هم برخوردارند . علوی (Alavi, 2000) میانگین پروتئین خام یونجه را در شش منطقه کشور ۱۴/۹۰ درصد گزارش کرد. تقی‌زاده (Taghizadeh *et al*., 2000) در مطالعه‌ای میزان پروتئین خام یونجه خشک قره یونجه را ۱۳/۰۱ درصد بدست آوردند. همچنین میزان پروتئین خام موجود در علوفه به عواملی مانند تاریخ برداشت یا مرحله رشد در زمان برداشت، نسبت برگ به ساقه بستگی دارد. در گیاهان علوفه‌ای مانند یونجه، بیشتر پروتئین در برگ آن ذخیره می‌شود و مقدار پروتئین موجود در ساقه کمتر است، بنابراین اگر نسبت برگ به ساقه علوفه ای کمتر باشد انتظار می رود درصد پروتئین خام چنین علوفه‌ای نیز پایین باشد (Sofi-Siavash and Jan Mohammadi, 2000).

همچنین مقایسه میانگین صفت درصد کربوهیدارت محلول درجدول ۶ نشان می‌دهد که رقم لجند بیشترین میزان کربوهیدرات محلول را داشته است (۱۲٪/۸۲) و سپس برای اکوتیپ‌های نیک‌شهری، سیلوانا و ملک‌کندی درصد کربوهیدرات محلول بیشتری مشاهده شد (به ترتیب ۱۲/۴۹، ۱۲/۴۲ و۱۲/۲۵). کمترین درصد کربوهیدرات محلول هم برای اکوتیپ یزدی مشاهده شد (۱۰٪/۹۸). همانطور که مشاهده شد اکوتیپ‌هایی با درصد کربوهیدرات بالا دارای نسبت برگ به ساقه (LSR) و همچنین پروتئین بالایی نیز برخوردارند. از بین اکوتیپ‌هایی با عملکرد علوفه بالا مشاهده می‌شود که علاوه بر عملکرد نیز از خصوصیت کیفی مناسبی از درصد کربوهیدرات محلول هم برخوردارند. هر چه مرحله رشد پیشرفته تر باشد یعنی گیاه به سن بلوغ نزدیک تر شود مقدار پروتئین گیاه کاهش می یابد و نیز نسبت برگ به ساقه در طول رشد کم می شود و قندهای محلول در پروتوپلاسم نیز به تدریج در طول رشد نقصان یافته و در موقع گل دادن به حداقل می‌رسند (Moaeir, 2003)

مقایسه میانگین صفت درصد خاکستر درجدول ۶ نشان می‌دهد که رقم لجند و مهاجران بیشترین میزان را برای این صفت نشان داد (۷/۱۴ و۶/۹۴ ٪) و کمترین درصد خاکستر هم برای اکوتیپ بمی مشاهده شد (۶٪/۲۲). از بین اکوتیپ‌هایی با عملکرد علوفه بالا مشاهده می‌شود که علاوه بر عملکرد نیز از خصوصیت کیفی مناسبی از نظر درصد خاکستر هم برخوردارند. فضائلی (Fazaeli, 1992) و منافی (Manafi, 1998) میانگین خاکستر خام یونجه‌های جمع‌آوری شده از استان گیلان را ۱۰/۵۰ درصد گزارش کردند. تقی‌زاده (Taghizadeh, 1996) میانگین خاکستر خام یونجه (قره یونجه) را ۱۲/۶۸ درصد وعلوی (Alavi, 2000.) میانگین خاکستر خام یونجه را ۹/۹۳ درصد برآورد کردند. مقایسه میانگین خاکستر خام اکوتیپ‌های مورد بررسی در این تحقیق با نتایج موجود در گزارش‌های فوق نشان می‌دهد که خاکستر خام این اکوتیپ‌ها کمتر است

مقایسه میانگین برای صفت دیواره سلولی بدون همی سلولز یا میزان فیبر محلول در اسید (ADF) نشان داد که رقم یزدی و سپس بمی بیشترین میزان ADF را داشتند (۳۵/۹۷ و ۳۴/۳۷٪) و کمترین میزان سکوئل و سیلوانا مشاهده شد (به ترتیب ۳۱/۵۲ و ۳۵/۹۷٪). همچنین مشاهده شد که بیشترین میزان دیواره سلولی یا فیبر محلول در خنثی (NDF) برای اکوتیپ ملک‌کندی

(۴۵/۱۲) و سپس برای اکوتیپ قهاوند (۴۵/۱۲) بدست آمد و کمترین میزان NDF نیز برای اکوتیپ چالشتر (۳۷/۲۷) و سیلوانا (۳۷/۸۶) و لجند (۳۷/۹۶) مشاهده شد (جدول ۶). فضائلی (Fazaeli, 1992) بیان کردکه با رشد گیاه بافت‌های الیافی افزایش یافته و بنابراین کربوهیدرات‌های ساختمانی اصلی (سلولز و همی سلولز) و لیگنین افزایش و غلظت پروتئین کاهش می‌یابد. همچنین با فرارسیدن بلوغ گیاه، دیواره سلول‌های ساقه ضخیم شده و حاوی مقدار زیادتری لیگنین می‌شوند. کاپر و همکاران (Capper *et al*., 1989) گزارش کردند که با کاهش نسبت برگ به ساقه، میزان الیاف خام و دیواره سلولی افزایش پیدا می‌کند و در نتیجه قابلیت هضم ماده خشک کاهش می یابد. علوی (Alavi, 2000) میزان دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی‌سلولز یونجه را به ترتیب ۴۰/۹۰ و ۳۳/۴۰ درصد گزارش کرد.

نتایج همبستگی میانگین های صفات عملکرد علوفه، زراعی و کیفیت علوفه

ضرائب همبستگی صفات اندازه‌گیری شده روی اکوتیپ‌های مورد مطالعه در جدول ۷ ارائه شده است. همانطور که مشاهده می‌شود عملکرد علوفه تر با عملکرد علوفه خشک (۰/۹۸)، ارتفاع گیاه (۰/۶۸)، تعداد ساقه در گیاه (۰/۸۶) همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت. برای صفت عملکرد ماده خشک نیز مشاهده شد که همبستگی مثبت و معنی‌داری با ارتفاع گیاه (۰/۹۱)، تعداد ساقه در گیاه (۰/۹۱) و همچنین میزان فیبر محلول در خنثی (۰/۶۰) وجود داشت. ارتفاع گیاه نیز با تعداد ساقه گیاه همبستگی مثبت نشان داد. نسبت برگ به ساقه با صفات درصد پروتئین گیاهی (۰/۸۸) و درصد خاکستر (۰/۷۹) همبستگی مثبت داشت. صفت کربوهیدرات محلول نیز با درصد خاکستر همبستگی مثبت نشان داد (۰/۵۸) ولی همبستگی منفی و معنی‌داری با فیبر محلول در اسید نشان داد (۰/۶۴-). در انتها صفت فیبر محلول در اسید نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری با فیبر محلول در خنثی نشان داد (جدول ۷). با صفا و طاهریان (Basafa, and Taherian. 2006) نیز درآزمایش خود همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد علوفه و ارتفاع بوته گزارش کردند. همچنین بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد و ارتفاع بوته گزارش کردند. بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار نیز بین عملکرد علوفه تر و خشک مشاهده شد. خدا رحم پور و معتمدی (Khodarahmpour and Motamedi, 2016) نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد تر و خشک علوفه گزارش کردند و همبستگی منفی و معنی‌داری را بین عملکرد علوفه خشک با تعداد روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی گزارش کردند. همچنین فضائلی (Fazaeli, 1992) همبستگی بین پروتئین خام با الیاف خام، دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی سلولز را منفی گزارش کرد.

جدول ۷- همبستگی صفات اندازه‌گیری شده برای اکوتیپ‌ها و ارقام یونجه

Table 7- Simple correlation coefficients of studied traits of alfalfa genotypes in different harvests

صفات	عملکرد علوفه تر	عملکرد علوفه خشک	ارتفاع گیاه	سرعت رشد مجدد	تعداد ساقه در گیاه	نسبت برگ به ساقه	درصد پروتئین خام	کربوهیدرات محلول	درصد خاکستر	فیبر محلول در اسید
	Fresh Forage Yield	Dry Forage Yield	Plant Height	Regrowth Rate	No Stem	Leaf to Stem Ratio	Crude Protein	WSC	ASH	ADF
عملکرد علوفه خشک Dry Forage Yield	0.98 **									
ارتفاع گیاه Plant Height	0.68*	0.98**								
سرعت رشد مجدد Regrowth Rate	0.005	0.06	0.22							
تعداد ساقه در گیاه No Stem	0.86**	0.91**	0.83**	-0.09						
نسبت برگ به ساقه Leaf to Stem Ratio	0.27	0.25	0.27	0.58*	0.30					
درصد پروتئین خام Crude Protein	0.43	0.43	0.43	-0.45	0.53	0.88**				
کربوهیدرات محلول WSC	0.04	0.06	0.04	-0.31	0.12	0.51	0.60*			
درصد خاکستر ASH	0.27	0.30	0.27	-0.40	0.46	0.79**	0.78**	0.58*		
فیبر محلول در اسید ADF	0.21	0.29	0.21	0.19	0.33	-0.23	-0.30	-0.64*	-0.23	
فیبر محلول در خنثی NDF	0.52	0.60*	0.52	0.02	0.57	-0.01	0.02	-0.33	-0.08	0.73**

**، * به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱ و۵ درصد .

نتایج تجزیه به مؤلفه های اصلی صفات مورد مطالعه در اکوتیپ‌های یونجه

تجزیه به مولفه‌های اصلی معمولا قبل از تجزیه خوشه‌ای انجام می‌شود تا اهمیت نسبی متغیرهایی که در گروه‌بندی خوشه‌ها نقش دارند روشن شود. تجزیه به مولفه‌های اصلی در ۱۲ اکوتیپ و رقم یونجه مورد ارزیابی بر اساس صفات مورد مطالعه و ماتریس همبستگی نشان داد که ۷۴ درصد از تغییرات کل، توسط دو مولفه اول توجیه می‌شوند. طبق جدول ۸، مولفه اول که ۴۲ درصد از کل تغییرات را تبیین نمود دارای ضریب بالا برای عملکرد علوفه تر و خشک و تعداد ساقه و ارتفاع بود. مولفه دوم که حدود ۳۲ درصد از کل تغییرات را تبیین نمود دارای ضریب بالای مثبت برای نسبت برگ به ساقه، پروتئین خام، کربوهیدرات محلول، خاکستر بود و دارای ضریب بالای منفی برای فیبر محلول در اسیدی و فیبر محلول در خنثی بود. در نتیجه می‌توان گفت گزینش بر مبنای مولفه اول منجر به گزینش اکوتیپ‌هایی با عملکرد بالاخواهد شد و گزینش بر اساس مولفه دوم منجر به گزینش اکوتیپ‌هایی با کیفیت علوفه بالا خواهد شد.

پورفرهاد و همکاران (۱۴) با بررسی ۴۹ اکوتیپ یونجه گزارش کردند که حدود ۷۴/۶۷ درصد از تغییرات کل، توسط دو مولفه اصلی توجیه می‌شود. مولفه اول که حدود ۵۱/۴۲ درصد از تغییرات کل را تبیین نمود، دارای ضریب بالا برای عملکرد علوفه تر و خشک، ارتفاع بوته، فاصله میان گره و تعداد روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی بود.

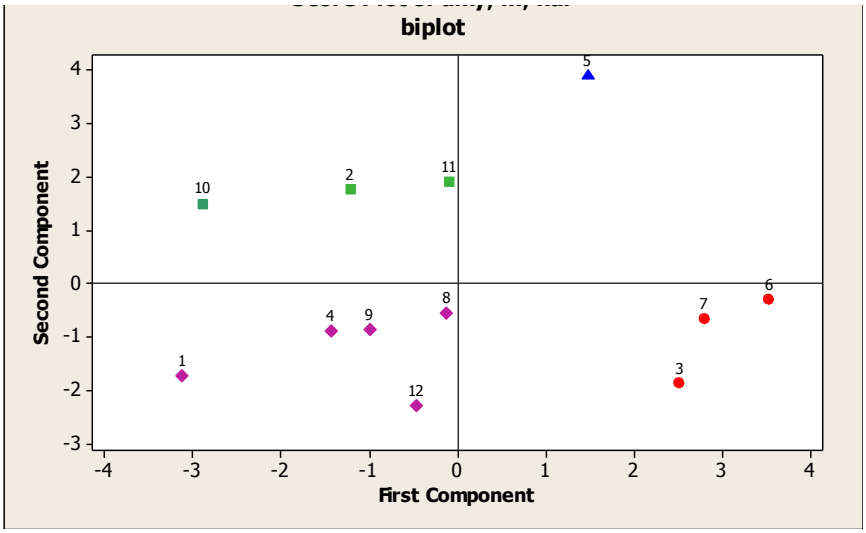
جدول ۸- نتایج تجزیه به مولفه های اصلی صفات مورد مطالعه در اکوتیپ‌ها و ارقام یونجه

Table 8- Principal's components analysis of studied traits in alfalfa ecotypes and cultivars.

صفات		مولفه اول	مولفه دوم
	Traits	PC1	PC2
عملکرد علوفه تر	Fresh Forage Yield	0.40	-0.15
عملکرد علوفه خشک	Dry Forage Yield	0.41	-0.17
ارتفاع گیاه	Plant Height	0.34	-0.23
سرعت رشد مجدد	Regrowth rate	-0.11	-0.30
تعداد ساقه در گیاه	No Stem	0.43	-0.13
نسبت برگ به ساقه	Leaf to Stem Ratio	0.27	0.35
پروتئین خام	CP	0.35	0.31
کربوهیدرات محلول	WSC	0.13	0.41
خاکستر	ASH	0.29	0.32
فیبر محلول در اسید	ADF	0.08	-0.42
فیبر محلول در خنثی	NDF	0.24	۰,۳۴-
مقادیر ویژه	Eigen value	3.48	4.68
واریانس نسبی	Percent of Variance	0.42	0.32
واریانس تجمعی	Cumulative Percentage	0.74	0.42

براساس بای‌پلات ترسیم شده بر مبنای مولفه‌های اول و دوم شکل ۱، اکوتیپ‌های مورد بررسی در چهار گروه قرار گرفتند. این نمودار نشان داد که اکوتیپ‌های ۳ (قهاوند)، ٦ (ملک‌کندی) و ۷ (مهاجران) در سمت

راست نمودار یعنی در ناحیه‌ای با عملکرد علوفه تر و خشک بالا نسبت به سایر اکوتیپ‌ها قرار گرفتند. گروه دوم اکوتیپ‌هایی هستند که در ناحیه ای با پائین بودن مولفه اول و دوم قرار گرفتند که با توجه به این نکته که بالا بودن مولفه اول و دوم یعنی بیشتر بودن عملکرد و کیفیت است، پس این اکوتیپ‌ها هم از نظر عملکرد و هم کیفیت مطلوب نیستند که در این گروه اکوتیپ‌های ۱ (بمی)، ٤ (کوزره)، ۹ (رهنانی)، ۸ (نیک‌شهری) و ۱۲ (یزدی) قرار گرفتند. گروه سوم شامل اکوتیپ‌هایی است که کیفیت مطلوبی دارند ولی عملکرد علوفه بالایی ندارند که در ناحیه با بالا بودن مولفه دوم و پایین بودن مولفه اول قرار گرفتند و شامل اکوتیپ‌های ۱۰ (سکوئل)، ۲ (چالشتر) و سیلوانا می باشد. رقم شماره ۵ (لجند) دارای عملکرد علوفه متوسط و کیفیت بسیار بالا است که در گروه چهارم قرار گرفته است (شکل ۱).



شکل ۱- نمودار بای پلات اکوتیپ‌های یونجه در دو سال بر اساس مولفه اول و دوم. شماره ارقام و اکوتیپ‌های یونجه در شکل به ترتیب ۱- بمی، ۲- چالشتر، ۳-قهاوند، ٤- کوزره، ٥- لجند، ٦- ملک‌کندی، ۷- مهاجران، ۸- نیک‌شهری، ۹- رهنانی، ۱۰- سکوئل، ۱۱- سیلوانا، ۱۲- یزدی

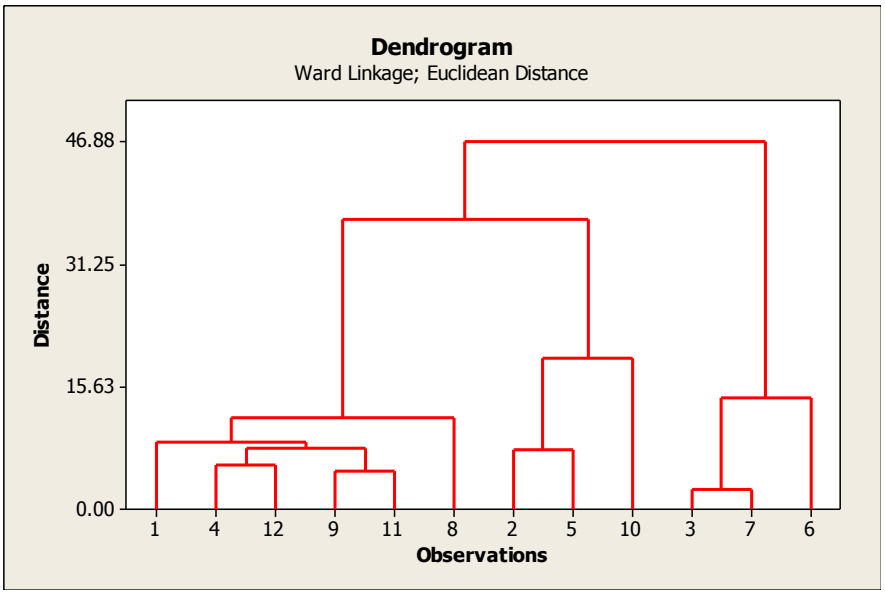
Fig 2- Biplot graph of alfalfa ecotypes based on first and second components in 2 years. The number of alfalfa cultivars and ecotypes in figure, respectively: 1- Bami, 2- Chaleshtar, 3- Ghahavand, 4- Kozare, 5- Legend, 6- Malek kandi, 7- Mohajeran, 8- Nik Shahri, 9- Rahnani, 10- Sequel, 11- Silvana, 12- Yazdi.

نتایج تجزیه خوشه‌ای ۱۲ اکوتیپ یونجه بر اساس ۱۱صفت مورد مطالعه

به منظور تعیین قرابت اکوتیپ‌های مورد بررسی و گروه‌بندی آن‌ها در ارتباط با صفات اندازه‌گیری شده، از تجزیه خوشه‌ای به روش Ward و با مربع فاصله اقلیدسی به عنوان معیار فاصله استفاده شد و با برش دندروگرام در فاصله بین ۱۵ تا ۳۰ اکوتیپ‌ها به سه گروه تقسیم شدند. خوشه اول شامل اکوتیپ‌های ۳ (قهاوند)، ۷ (مهاجران) و ٦ (ملک کندی)، خوشه دوم شامل ۲ (چالشتر)، ٥ (لجند) و ۱۰ (سکوئل) و خوشه سوم شامل و ۸ (نیک‌شهری)، ۱۱ (سیلوانا)، ۹ (رهنانی)، ۱۲ (یزدی)، ٤ (کوزره) و ۱ (بمی) می‌باشد (شکل ۲). استفاده از تجزیه خوشه‌ای توسط خدارحم‌پور و همکاران (۸) با روش وارد برای یونجه

صورت گرفته است. از آنجائیکه اکوتیپ‌های موجود در هر یک از خوشه‌ها دارای قرابت ژنتیکی بیشتری نسبت به اکوتیپ‌های موجود در خوشه‌های دیگر هستند، بنابراین در صورت نیاز به دورگ‌گیری برای تولید واریته‌های هیبرید یا سینتتیک، از تلاقی افرادی استفاده می‌شود

بطور کلی نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین نشان داد که بین اکوتیپ‌ها و ارقام مطالعه شده اختلاف بسیار معنی‌داری وجود داشت. براساس مقایسه میانگین صفات، برترین اکوتیپ‌ها از نظر عملکرد علوفه، **اکوتیپ‌های مهاجران، ملک‌کندی و قهاوند** معرفی شدند. تجزیه و تحلیل همبستگی ساده نشان داد که صفات ارتفاع گیاه و متوسط تعداد ساقه در هر گیاه مهمترین اجزای موثر بر عملکرد علوفه محسوب می‌شوند. همچنین تطابق خوبی بین نتایج حاصل از تجزیه خوشه‌ای و تجزیه به مولفه‌های اصلی وجود داشت. بطوری‌که با توجه به نمودار بای‌پلات و نمودار خوشه‌ای پراکنش ژنوتیپ‌ها در محور دوبعدی با دندروگرام همخوانی داشت. با توجه به اینکه **اکوتیپ‌های قهاوند، مهاجران و ملک‌کندی** در یک خوشه قرار گرفتند و با توجه به اینکه این گروه طبق نتایج تجزیه به مولفه‌های اصلی و نمودار بای‌پلات دارای عملکرد علوفه بالایی می‌باشند و گروه دوم شامل **چالشتر، لجند و سکوئل** که از نظر کیفیت علوفه در حد مطلوب بودند را می‌توان برای تحقیقات بیشتر و در برنامه‌های به‌نژادی از طریق گزینش یا برای استفاده در تولید واریته‌های هیبرید یا سینتتیک در آینده توصیه کرد.



شکل ۲- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ۱۲ اکوتیپ بر اساس صفات مورد مطالعه. شماره ارقام و اکوتیپ‌های یونجه در شکل به ترتیب ۱- بمی، ۲- چالشتر، ۳-قهاوند، ٤- کوزره، ٥- لجند، ٦- ملک‌کندی، ۷- مهاجران، ۸- نیک‌شهری، ۹- رهنانی، ۱۰- سکوئل، ۱۱- سیلوانا، ۱۲- یزدی

Fig 2- The dendrogram of cluster analysis of 12 alfalfa ecotypes based on studied traits. The number of alfalfa cultivars and ecotypes in figure, respectively: 1- Bami, 2- Chaleshtar, 3- Ghahavand, 4- Kozare, 5- Legend, 6- Malek kandi, 7- Mohajeran, 8- Nik Shahri, 9- Rahnani, 10- Sequel, 11- Silvana, 12- Yazdi.

References **فهرست منابع**

Alavi, S. M. 2000. Evaluation of animal feed data in Iran. MSc. Thesis, Research and Training Assistant of Emam Khomeini Training Center. Ministry of Agri-Jahad, Tehran, Iran. (in Persian)

Basafa, M. and M. Taherian. 2006. Study of genetic variation in alfalfa ecotypes (*Medicago sativa* L.) from cold region of Iran, using morphological characters. Iranian Journal of Crop Sciences, 8: 121-138 (In Persian).

Capper, B. S., E. F. Thomson and S. Rihawi, 1989. Voluntary intake and digestibility of barley straw as influenced by variety and supplementation with either barley grain or cotton seed cake. Animal Feed Science and

Farahani, E. and A. Arzani. 2008. Evaluation of genetic variability for durum wheat genotypes using multivariate analysis. Iranian Society of Agronomy and Plant Breeding Sciences. Electronic Journal of Crop Production, 1(4): 51-64 (in Persian)

Fazaeli, H. 1992. Chemical components and net energy of animal feeds in Guilan province. MSc. Thesis, College of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran (in Persian).

Hanson, A.A. 1988. Alfalfa and alfalfa Improvement. Agronomy Monograph. 29. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI.

Julier, B., C. Huyghe and C. Ecalle. 2000. Within and among-cultivar genetic variation in alfalfa forage quality, morphology and yield. Crop Science, 40:365-369.

Khodarahmpour, Z. and M. Motamedi. 2016. Study of Genetic Diversity of Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Genotypes Via Multivariate Analysis. Journal of Crop Breeding, 8 (19): 163-169.

Le Singor, C., K. Gallardo, M.J. Prosper, C. Salon, L. Quillien and K. Thompson. 2005. Genetic diversity for seed protein composition in Medicago trunculata. Plant Genetic Resources, 3: 59-71.

Manafi, H. 1998. Digestibility and degradability of forage in Guilan using *in situ* and *in vitro* methods. MSc. Thesis, College of Animal Science, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran (in Persian).

Milić, D., S. Katić, A. Miklić, D. Karagić, J. Gvozdanović–Varga, S. Petrovicć and J. Boćanski. 2011. Genetic control of agronomic traits in alfalfa (M. *sativa* ssp. *sativa* L.). Euphytica, 182: 25–33.

Moaeir, A. H. 2003. Variation of alfalfa nutrition value from harvest to consumption in animal nutrition. MSc. Thesis, College of Animal Science, Abu-Ali SinaUniversity, Hamedan, Iran (in Persian).

Mofidian S.M.A., A.R. Agha Shahi and A Moghadam. 2013. Quantitative and Qualitative Farage Yield of Cold-Region Alfalfa Ecotypes of Iran. Seed and Plant Production Journal, 29-1, (4): 729-745.

Mohammadi S.A. and B.M. Prasanna. 2003. Analysis of genetic diversity in crop plants, salient statistical tools and considerations. Crop Science, 43(4): 1235-1248.

Monteros, M. J., Y. Han and E.C. Brummer. 2014. Alfalfa. In: Kole, C., Genetics, Genomics and Breeding of Forage Crops, p 187-219.

Musial, J.M., K.E. Basford and J.A. Girwin. 2002. Analysis of genetic diversity within Australian lucerne cultivars and implications for future genetic improvement. Australian Journal of Agricultural Research, 53(6): 629 – 636.

Nabovati S., M. Aghaei Sarbarze, R. Chokan, F. Ghanavati and Gh. Najafian. 2010. Genetic variation in agronomic characteristics and grain quality traits of durum wheat genotypes. Seed and Plant Improvement Journal, 26-1(3): 331-350 (in Persian).

Riday, H. and E. C. Brummer. 2004. Morphological variation of Medicago sativa subsp. falcata genotypes and their hybrid progeny. Euphytica, **138**: 1–12.

Sofi-Siavash, R. and H. Jan Mohammadi. 2000. Animals Nutrition. First edition. Amidi Press, Tabriz, Iran. 840 pp. (in Persian).

Taghizadeh, A. 1996. Digestibility and degradable characteristics of feeds by *in vivo*, *in vitro* and in situ. MSc. Thesis, College of Animal Science, University of Tehran, Tehran, Iran (in Persian).

Taghizadeh, A., G. Moghaddam and J. Shoja. 2000. Digestibility of dry matter, crude protein of compact feeds by *in situ* in sheep. Agronomy Science Journal, 1: 30-41 (in Persian).

Tilley, J. M. A. and R. A. A. Terry. 1964. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. Journal of the British Grassland Society 18: 104-111.

Tobeh, A. 1990. Evaluation and introduction of Garghaloogh alfalfa landrace. MSc. Thesis, College of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran (in Persian)

Volence, J. J., J. H. Cherney and K. D. Johnson. 1987. Yield component, plant morphology and forage quality of alfalfa as influenced by plant population. Crop Science, 27(2): 321-326.

ISSN NO: 2008-8485

Journal of Agronomy and Plant Breeding
Vol 15. No. 2, 2019

Evaluation of some cultivars and ecotypes of alfalfa (*Medicago sativa* L.) for agronomic, morphological and qualitative traits

S. A. M. H. Tajrishi[1], K. Mostafavi[2], V. Ghotbi[3]

Received date: 4 Murch 2020 Accepted date: 12 January 2020

Abstract

This study was performed to evaluate and compare quantitative and qualitative forage yield of Iranian and foreign alfalfa cultivars and ecotypes as well as correlation between traits and genetic variation among them. Therefore, 12 cultivars and ecotypes of alfalfa were evaluated in a randomized complete block design with three replications at research field of Islamic Azad University, Karaj, Iran for two years 2016-2017. The results showed significant differences for forage yield, agronomic traits and forage quality. Significant interactions of year × ecotype was observed for fresh forage yield and total dry forage yields and also plant height. Among the studied ecotypes, the ecotypes Mohajeran, Malekkandi and Ghahavand indicted the highest fresh and dry forage yield. The results of simple correlation showed that the highest positive and significant correlation between fresh and dry forage yield (0.98). Principal component analysis showed that 74% of the total variance was justified by the first two components. Results of cluster analysis divided the studied genotypes into three groups. In the first group, the ecotypes of Ghahavand, Mohajeran and Malekandi were considered to be the best in terms of forage yield, while in the second group they were Chaleshtar, Legend and Sequel were best for forage quality. In the third group, the other cultivars were classified as having average forage yield and quality.

Keywords: Cluster Analysis, Ecotype, Principal Component Analysis, Quality.

1 - M. Sc. Student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.
2 - Department of Agronomy and Plant Breeding, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.
3 - Seed and Plan Improvement Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
*Corresponding Author: mostafavi@kiau.ac.ir