مجله علوم گیاهان زراعی ایران
دوره ۴۲، شماره ۲، ۱۳۹۰ (۳۵۷-۳۴۹)

تحلیل چند متغیره ارتباط خصوصیات مختلف در توده‌های اسپرس (*Onobrychis viciifolia* Scop)

مرضیه دادخواه[۱]، محمد مهدی مجیدی[۲]* و آقافخر میرلوحی[۳]
۱، ۲، ۳، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استادیار و استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان
(تاریخ دریافت: ۸۹/۳/۲۲ - تاریخ تصویب: ۸۹/۱۱/۲۷)

چکیده

اسپرس یکی از گیاهان چند ساله خانواده بقولات می‌باشد که به لحاظ ارزش تغذیه‌ای و سازگاری مناسب مورد توجه می‌باشد. در این پژوهش روابط بین خصوصیات زراعی و مرفولوژیک با استفاده از روش‌های تحلیل چندمتغیره شامل تجزیه همبستگی، تجزیه رگرسیون و تجزیه عامل‌ها مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور تعداد ۲۱ توده اسپرس زراعی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۶ تکرار طی سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس حاکی از تفاوت آماری معنی‌داری بین توده‌های مورد بررسی برای عملکرد و اجزای عملکرد علوفه بود. نتایج نشان داد که عملکرد علوفه خشک همبستگی مثبت و معنی‌داری با صفات عملکرد علوفه تر، درصد ساقه و تعداد ساقه در واحد سطح داشت در حالی که همبستگی آن با تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی، درصد برگ و نسبت برگ به ساقه منفی و معنی‌دار بود. ارتفاع بوته با عملکرد علوفه خشک همبستگی معنی‌دار نشان نداد ولی همبستگی آن با تعداد ساقه در بوته (به عنوان یکی از اجزاء عملکرد) معنی‌داری بود. نتایج تجزیه ضرایب مسیر نشان داد که صفات تعداد ساقه، درصد ساقه و ارتفاع بوته بیشترین اثر مستقیم و مثبت را روی عملکرد علوفه خشک داشتند. بر مبنای نتایج رگرسیون گام به گام صفات درصد ساقه در ماده خشک و ارتفاع بوته بیشترین تنوع عملکرد علوفه را توجیه نمودند و می‌توانند به عنوان یک شاخص در گزینش قابل توصیه باشند. تجزیه به عامل‌ها، پنج عامل پنهانی را مشخص ساخت که درکل ۷۵ درصد از تغییرات را توجیه نمودند. در مجموع نتایج نشان داد که تنوع بالایی برای عملکرد علوفه در ژرم‌پلاسم مورد مطالعه وجود داشت و این صفت را می‌توان به طور غیرمستقیم از طریق انتخاب برای تعداد ساقه در مترمربع، درصد ساقه در بوته و ارتفاع بوته بهبود بخشید.

واژه‌های کلیدی: اسپرس، روابط صفات، همبستگی، تحلیل عاملی.

مقدمه

اسپرس با نام علمی *Onobrychis viciifolia* Scop متعلق به خانواده Fabaceae از گیاهان علوفه‌ای و مرتعی سازگار به اقلیم‌های مختلف می‌باشد که در ایران پراکنش خوبی دارد (Majidi & Arzani, 2004). این گیاه بیشتر محصول خود را در بهار تولید می‌کند بنابراین در مناطق خشک و مناطقی که دارای بارندگی و رطوبت کافی در زمستان و اوایل بهار می‌باشند، علوفه

* نویسنده مسئول: محمد مهدی مجیدی تلفن: ۰۹۱۳-۳۰۶۱۱۷۲ E-mail: majidi@cc.iut.ac.ir

مناسبی بوده و قادر است نقش مؤثرتری نسبت به یونجه در تأمین علوفه دام ایفا کند (Hume & Withers, 1985). تحمل به سرما پس از استقرار کامل، مقاومت به سرخرطومی یونجه، عدم نفخزایی در دام، امکان سیلو کردن و تحمل به شوری از ویژگی‌های مطلوب این گیاه به شمار می‌آید. تحمل به سرما در اسپرس منجر به شروع رشد بهاره زودتر و ادامه رشد پاییزه بیشتر آن در مقایسه با سایر بقولات علوفه‌ای از جمله یونجه گردیده و مقاومت به سرخرطومی نیز منجر به تولید علوفه مطلوبی در بهار می‌گردد (Argenti & Gullo, 2002).

وجود تنوع ژنتیکی نه تنها احتمال سازش جمعیت‌های گیاهی به محیط‌های مختلف را افزایش می‌دهد بلکه لازمه هر برنامه اصلاحی نیز تشخیص و شناسایی گیاهانی است که برای صفت یا صفات مورد نظر متخصص اصلاح نباتات، تنوع نشان می‌دهند. (Kameswara-Rao, 2004). هرچند اصلاح ژنتیکی اسپرس به دلیل مسایلی نظیر پیچیدگی ژنتیکی، چند ساله بودن و دگرگشنی، که خاص اکثر گیاهان علوفه‌ای نیز می‌باشد (Sleper & Poehlman, 2006)، با محدودیت‌هایی روبروست، ولی ایجاد ارقام جدید ترکیبی همچنان متداولترین روش اصلاحی در اسپرس و دیگر بقولات علوفه‌ای است (Toorchi et al., 2007). در این رابطه آگاهی از میزان تنوع و نحوه ارتباط صفات با یکدیگر و با ویژگی‌های مهم و اقتصادی (نظیر عملکرد علوفه) می‌تواند زمینه را برای شناسایی و گزینش سریع‌تر و دقیق‌تر والدین فراهم آورد.

تجزیه و تحلیل تنوع ژنتیکی در ژرم‌پلاسم به ویژه با افزایش تعداد متغیرها و اندازه نمونه نیازمند استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره می‌باشد. بهره‌گیری از این گونه ابزارها امکان طبقه‌بندی دقیق نمونه‌های تحت ارزیابی را فراهم کرده و اصلاحگر را در تشخیص مواد ژنتیکی مورد نیاز خود جهت برنامه‌های بعدی و پیشبرد سریع‌تر اهداف اصلاحی یاری می‌نماید (Mohammadi & Prasanna, 2003). Jafari (2004) روش‌های چند متغیره آماری را در بررسی تنوع ژنتیکی عملکرد بذر و اجزای آن در علف باغ (*Dactylis glomerata*) به کار بردند و مهمترین متغیرهای مؤثر در تولید بذر را شناسایی نمود. Majidi & Mirlohi (2009) میزان تنوع ژنتیکی در ژرم‌پلاسم داخلی و خارجی گیاه فسکیوی بلند، تعیین روابط صفات مختلف و ترسیم الگوی قرابت ژنتیکی نمونه‌ها را با بهره‌گیری از روش‌های چندمتغیره آماری مورد مطالعه قرار دادند و نتیجه گرفتند که تعداد ساقه، ارتفاع بوته و قطر یقه از مهمترین اجزای تعیین‌کننده عملکرد علوفه می‌باشند. Hart et al. (1988) همبستگی معنی‌دار بین عملکرد علوفه با تعداد ساقه در واحد سطح و وزن ساقه در یونجه گزارش کردند. در مطالعه ای روی اسپرس تعداد ساقه اصلی، ارتفاع و تعداد برگ به عنوان اجزای عملکرد علوفه معرفی شد (Kyuchukova, 1995). Delgado et al. (2008) تنوع قابل ملاحظه‌ای را به ویژه از نظر خصوصیات مرفولوژیک در نمونه‌های اسپرس گزارش نمودند. با توجه به این‌که این گیاه دارای ویژگی‌های ارزشمندی است که می‌تواند در راستای احیای مراتع و تولید علوفه مورد نیاز دام مورد استفاده قرار گیرد، جمع‌آوری و شناسایی توده‌های آن از نقاط مختلف کشور امری ضروری و با اهمیت است. از این‌رو، تحقیق حاضر به بررسی و تحلیل روابط صفات در ۲۱ توده بومی اسپرس با استفاده از روش‌های تجزیه و تحلیل‌چند متغیره می‌پردازد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش تعداد ۲۱ توده اسپرس که از بعضی مناطق ایران جمع‌آوری شده بودند (جدول ۱) در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان طی دو سال زراعی (سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸) مورد ارزیابی قرار گرفتند. آزمایش به صورت طرح کرت‌های دو بار خرد شده در زمان (سال و چین) در قالب طرح بلوک‌های تصادفی با ۶ تکرار اجرا شد. هر کرت آزمایشی شامل ۴ ردیف با طول ۵ متر و فاصله ردیف ۴۰ سانتی‌متر بود (تراکم ۶۰ بوته در مترمربع). زمین محل آزمایش در زمستان قبل شخم و قبل از کشت دیسک زده شد. به منظور تأمین فسفر و ازت مورد نیاز گیاه، پس از آزمایش خاک، کود فسفات آمونیم به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به زمین داده شد. جهت تکمیل نیتروژن مورد نیاز گیاه نیز، کود اوره به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در دو نوبت پس از برداشت چین اول

و دوم به زمین داده شد. عملیات داشت نیز شامل آبیاری، کوددهی و کنترل علف‌های هرز در طی آزمایش به نحو مطلوب انجام گرفت. یادداشت‌برداری صفات طی سال‌های ۱۳۸۸ و۱۳۸۷ انجام پذیرفت. تعداد ۲۰ بوته به صورت تصادفی برای اندازه‌گیری صفات مختلف ارزیابی شدند. صفات مورد مطالعه که در هر واحد آزمایشی و یا روی بوته‌ها مورد اندازه‌گیری قرار گرفت در جدول ۲ آورده شده است.

به منظور برآورد رابطه بین صفات، ضرایب همبستگی محاسبه و از رگرسیون گام به گام به منظور تعیین صفاتی که سهم بیشتری در توجیه تنوع عملکرد علوفه داشتند، استفاده شد. به‌منظور درک روابط بین صفات و شناسایی خصوصیاتی که بیشترین نقش را در تغییرات عملکرد علوفه ایفا می‌کنند و همچنین برای تعیین اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات بر عملکرد از تجزیه و تحلیل ضرایب مسیر استفاده گردید. از تجزیه به عامل‌ها برای گروه‌بندی صفات و درک روابط پنهانی بین آنها استفاده گردید (Johnson & Wichern, 2007). از نرم‌افزار آماری SAS و SPSS برای تجزیه و تحلیل آماری و از نرم‌افزار Excell برای داده پردازی استفاده گردید.

جدول ۱- مشخصات توده‌های اسپرس مورد مطالعه در بررسی روابط صفات

شماره توده	نام توده	استان
۱	اراک	مرکزی
۲	نجف‌آباد	اصفهان
۳	خمین	مرکزی
۴	خوانسار۱	اصفهان
۵	فرادنبه (بروجن)	چهارمحال و بختیاری
۶	گلپایگان	اصفهان
۷	آقاداش (سمیرم)	اصفهان
۸	سنندج	کردستان
۹	جویفورت (فریدون‌شهر)	اصفهان
۱۰	کبوترآباد	اصفهان
۱۱	بوئین‌میاندشت	اصفهان
۱۲	فریدون‌شهر	اصفهان
۱۳	خرم‌آباد	لرستان
۱۴	جنت‌آباد	اصفهان
۱۵	دامنه (فریدن)	اصفهان
۱۶	اصفهان	اصفهان
۱۷	خوانسار۲	اصفهان
۱۸	بافت	کرمان
۱۹	سیرجان	کرمان
۲۰	کرمان	کرمان
۲۱	بروجرد	لرستان

جدول ۲- صفات و نحوه اندازه‌گیری آنها روی ۲۱ توده اسپرس مورد مطالعه

ردیف	صفت	نحوه اندازه‌گیری
۱	تعداد روز تا ۵۰ درصد سبز شدن	تعداد روز از کشت تا زمان سبز شدن ۵۰ درصد بذور کشت شده
۲	تعداد روز تا ۵۰ درصدگلدهی	تعداد روز از کاشت تا زمان گلدهی ۵۰ درصد بوته های هر کرت
۳	تعداد ساقه در واحد سطح	تعداد ساقه در ۲ متر طولی کرت و تبدیل به واحد سطح (مترمربع)
۴	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	طول ساقه از طوقه تا راس ساقه‌ها در زمان گلدهی
۵	تعداد ساقه در بوته	متوسط تعداد ساقه در هر بوته در زمان ۵۰ درصد گلدهی
۶	تعداد گره در ساقه	تعدادگره در ساقه اصلی در زمان ۵۰ درصد گلدهی
۷	تعداد شاخه فرعی در ساقه	تعداد شاخه فرعی در ساقه اصلی
۸	طول خوشه (سانتی‌متر)	میاتگین طول سه خوشه
۹	عملکرد علوفه تر (گرم در مترمربع)	برداشت ردیف های میانی و توزین آنها
۱۰	عملکرد علوفه خشک (گرم در مترمربع)	خشک کردن ۱/۵ کیلوگرم علوفه تر (به صورت تصادفی) به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه آون
۱۱	درصد برگ در ماده خشک	جدا کردن برگ ۱ کیلوگرم علوفه تر و خشک کردن آن و محاسبه درصد برگ
۱۲	درصد ساقه در ماده خشک	جدا کردن ساقه ۱ کیلوگرم علوفه تر و خشک کردن آن و محاسبه درصد ساقه
۱۳	نسبت برگ به ساقه	نسبت برگ ماده خشک به ساقه ماده خشک
۱۴	درصد ماده خشک	خشک کردن ۱/۵ کیلوگرم علوفه تر و توزین آنها
۱۵	حساسیت به سفیدک سطحی	بر حسب امتیازدهی از ۱ به عنوان مقاوم تا ۹ به عنوان حساس
۱۶	توان استقرار	براساس معیار قطر تاج‌پوش پس از استقرار گیاهچه‌ها در سال اول و قبل از ساقه‌دهی در هر بوته
۱۷	امتیاز رشد پاییزه	میزان رشد ظاهری در شروع فصل سرما به صورت امتیازدهی از ۱ (کمترین) تا ۹ (بیشترین)
۱۸	امتیاز رشد بهاره	میزان رشد ظاهری در شروع فصل بهار به صورت امتیازدهی از ۱ (کمترین) تا ۹ (بیشترین)
۱۹	دیرزیستی	معیاری از درصد بقاء، شادابی، حفظ بنیه ظاهری و اندازه تاج‌پوش در پایان فصل سرما به صورت امتیازدهی از ۱ (کمترین) تا ۹ (بیشترین)

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس شامل میانگین مربعات توده، سال و اثرات متقابل برای برخی صفات مهم اندازه‌گیری شده در جدول ۳ نشان داده شده است. توده‌های مورد بررسی برای تمام صفات در سطح احتمال ۱ درصد تفاوت آماری معنی‌دار نشان دادند. بنابراین تنوع ژنتیکی بالایی در ژرم‌پلاسم مورد مطالعه وجود دارد. تفاوت سال‌ها و چین‌ها نیز برای کلیه صفات معنی‌دار بود. بنابراین تفاوت در شرایط آب و هوایی و برداشت در بروز صفات تأثیر گذاشته است. اثر متقابل توده × سال برای تمام صفات معنی‌دار بود. این اثر متقابل نشان می‌دهد که روند متفاوتی برای بروز صفات مختلف توده‌ها در سال‌های مورد آزمایش وجود دارد. برای مثال برخی توده‌ها در سال اول و برخی دیگر در سال دوم عملکرد نسبی بیشتری داشته‌اند. اثر متقابل توده × چین برای تمام صفات به غیر از ارتفاع بوته معنی‌دار بود. وجود این اثر متقابل بیانگر عکس‌العمل متفاوت توده‌ها در چین‌های مختلف است. براین اساس شرایط محیطی به هنگام برداشت علوفه نقش مهمی در تعیین صفات مورفولوژیک و عملکرد تولیدی دارد.

ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه در جدول ۴ آورده شده است. نتایج نشان داد که عملکرد علوفه خشک با صفات عملکرد علوفه تر، درصد ماده خشک، درصد ساقه، تعداد ساقه در واحد سطح و تعداد گره در سطح احتمال ۱ درصد و با طول خوشه در سطح ۵ درصد همبستگی مثبت نشان دارد. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که احتمالا بتوان با گزینش غیرمستقیم این صفات امکان افزایش عملکرد علوفه را فراهم آورد. عملکرد علوفه خشک با درصد برگ و نسبت برگ به ساقه همبستگی منفی نشان داد. بنابراین به نظر می‌رسد با افزایش عملکرد علوفه از کیفیت آن کاسته می‌شود. همبستگی شدید و منفی (۰/۹۹-) بین درصد برگ و درصد ساقه حاکی از ارتباط معکوس این دو ویژگی به عنوان اجزای مهم عملکرد علوفه می‌باشد. Harasim & Bawolski (1993) همبستگی عملکرد با تعداد ساقه در اسپرس را مثبت و با صفات فنولوژیک و درصد ماده خشک را منفی گزارش نمودند. با توجه به اینکه درصد ماده خشک به شدت تحت تأثیر زمان برداشت علوفه قرار می‌گیرد، گزارشات متفاوت در رابطه با میزان همبستگی عملکرد علوفه با درصد ماده خشک در گیاهان علوفه‌ای می‌تواند قابل توجیه باشد.

در این مطالعه عملکرد علوفه خشک با ارتفاع بوته همبستگی معنی‌دار نشان نداد. با این حال به نظر می‌رسد که تأثیر ارتفاع بر عملکرد را باید در کنار تأثیر آن بر درصد ساقه و برگ در نظر گرفت. تأثیر مستقیم و غیرمستقیم اجزای مهم عملکرد بر یکدیگر در بخش تجزیه علیت بحث می‌شود. Gerami (1990) در اسپرس گزارش کرد که اگرچه ارتفاع بوته در شروع گلدهی با وزن ساقه، تعداد میانگره و عملکرد علوفه در همان چین همبستگی مستقیم دارد، با این وجود انتخاب برای ارتفاع بیشتر عملاً فاقد ارزش بوده و دلیل آن احتمالاً آن است که افزایش تعداد چین (از طریق سرعت بازیابی و زودتر رسیدن به ارتفاع معین) به مراتب مؤثرتر از افزایش محصول یک چین (از طریق دارا بودن حداکثر ارتفاع) در افزایش عملکرد کل علوفه می‌باشد. Hanna (1993) نتیجه گرفت اگر چه کاهش ارتفاع یونجه به کاهش عملکرد علوفه منجر می‌شود، ولی در عین حال باعث افزایش برگ وکیفیت علوفه می‌گردد. در این مطالعه نیز عدم همبستگی بین ارتفاع با عملکرد علوفه نشان می دهد که اهمیت نسبی این جزء عملکرد کمتر از سایر اجزا می باشد. تعداد ساقه در مترمربع با تعداد گره درساقه، درصد برگ و درصد ساقه همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان داد. این نتایج نشان می‌دهد که افزایش توان پنجه‌زنی منجر به افزایش تعداد ساقه در واحد سطح و تعداد گره در ساقه می‌گردد. Turk & Celik (2006) همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد علوفه خشک با تعداد ساقه در مترمربع گزارش نمودند. ارتفاع بوته با تعداد ساقه در بوته و طول خوشه همبستگی مثبت نشان داد. همبستگی صفت رشد بهاره با دیرزیستی نیز مثبت و معنی‌داری بود (جدول ۴). بین دیرزیستی و توان استقرار و نیز بین دیرزیستی و عملکرد علوفه همبستگی معنی‌داری وجود نداشت که نشان می‌دهد ژنوتیپ هایی که در ابتدای دوره رشد از سرعت استقرار بیشتری برخوردار می باشند، الزاماً دارای پایایی و توان رشدی بالاتر در مراحل بلوغ نمی‌باشند. وجود همبستگی بین دیرزیستی و عملکرد علوفه در شبدر سفید لادینو توسط Piano (1995) گزارش شده است.

جدول ۳- میانگین مربعات صفات عملکرد و اجزاء عملکرد در توده‌های اسپرس

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		عملکرد علوفه خشک	درصد ماده خشک	نسبت برگ به ساقه	تعداد روز تا ۵۰ درصدگلدهی	تعداد ساقه در واحد سطح	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)
تکرار	۲	۱۲۹۳ ns	۰/۹۱ ns	۰/۰۰۲ ns	۰/۱۷ ns	۱۱/۵۲ ns	۲۸/۹۱ ns
توده	۲۰	۴۰۰۲۰ **	۱۸/۱۰ **	۰/۴۴ **	۱۳/۸۹ **	۱۰/۶۰ **	۹۲/۷۹ **
خطای (a)	۴۰	۱۲۹۵	۴/۳۳	۰/۱۶	۰/۵۷	۴۲/۹۴	۱۶/۸۴
سال	۱	۵۵۵۸۵۱۴ **	۱۶۰/۳۲ **	۱۰۴/۳۱ **	۲۱۷۲۸ **	۲۰۰۷۳۷ **	۵۵۱۷ **
توده * سال	۲۰	۳۰۷۲۱ **	۲۰/۹۲ **	۰/۳۹ **	۹/۱۵ **	۱۰۳۱ **	۱۲۴/۴۸ **
خطای (b)	۴۲	۱۷۲۵	۵/۰۵	۰/۱۶	۰/۸۵	۵۷/۶۴	۳۰/۱۳
چین	۱	۲۶۶۹۵۸۲ **	۱۰۰۴ **	۲/۹۷ **	۲۸۲۰۴ **	۴۲۹۰ **	۴۹۱/۶۵ **
توده * چین	۲۰	۱۸۲۵۹ **	۲۰/۲۳ **	۰/۱۸ *	۷/۶۲ **	۱۳۵/۴۹ **	۳۷/۵۷ ns
سال * چین	۱	۱۶۱۷۰۵۶ **	۲۳۴۶ **	۱۳/۵۸ **	۳۸۸۹ **	۱۱۸۱ **	۱۰۳۶ **
توده * چین * سال	۲۰	۲۳۹۸۶ **	۲۴/۷۰ **	۰/۲۱ *	۱۱/۹۰ **	۵۴۰/۹ **	۴۱/۹۸ ns
ضریب تغییرات		۲۴/۶۲	۲۰/۴۵	۱۷/۱۸	۱۲/۳۵	۲۱/۵۰	۱۹/۶۵

ns، * و ** به ترتیب عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

جدول ۴- ضرایب همبستگی صفات مختلف در توده‌های اسپرس

صفت	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹
تعداد روز تا ۵۰ درصد سبز شدن(۱)	۱																		
تعداد روز تا ۵۰ درصدگلدهی (۲)	۰/۱۵	۱																	
تعداد ساقه در واحد سطح (۳)	-۰/۰۳	-۰/۰۹	۱																
ارتفاع بوته (۴)	۰/۲۸	-۰/۱۷	۰/۳۶	۱															
تعداد ساقه در بوته (۵)	۰/۳۱	۰/۱۲	-۰/۰۶	۰/۴۴*	۱														
تعداد گره در ساقه (۶)	۰/۰۹	-۰/۰۴	۰/۶۷**	۰/۵۳*	۰/۲۵	۱													
تعداد شاخه فرعی (۷)	۰/۳۲	۰/۰۴	۰/۱۲	۰/۲۰	۰/۴۳*	۰/۱۸	۱												
طول خوشه (۸)	-۰/۰۰۷	-۰/۱۴	۰/۳۹	۰/۵۴*	۰/۱۰	۰/۲۸	۰/۰۸	۱											
عملکرد علوفه تر (۹)	۰/۱۸	-۰/۱۸	۰/۷۷**	۰/۴۲	۰/۰۸	۰/۵۹**	۰/۳۳	۰/۵۳*	۱										
عملکرد علوفه خشک (۱۰)	۰/۱۰	-۰/۲۹	۰/۷۶**	۰/۳۹	۰/۰۶	۰/۶۱**	۰/۴۰	۰/۴۹*	۰/۹۶**	۱									
درصد برگ (۱۱)	-۰/۳۶	۰/۳۰	۰/۵۲*	۰/۰۲-	۰/۰۹	۰/۵۳*-	۰/۳۱-	۰/۱۵-	۰/۶۸**-	۰/۶۹**-	۱								
درصد ساقه (۱۲)	۰/۳۳	-۰/۲۹	۰/۵۵*	۰/۰۲	۰/۱۰-	۰/۵۴*	۰/۲۸	۰/۱۹	۰/۶۹**	۰/۶۹**	۰/۹۹**-	۱							
نسبت برگ به ساقه (۱۳)	-۰/۲۳	۰/۳۳	-۰/۴۰	۰/۱۲	۰/۱۰	۰/۳۲-	۰/۲۵-	۰/۱۵-	۰/۵۵*-	۰/۵۸**-	۰/۸۸**	۰/۸۸**-	۱						
درصد ماده خشک (۱۴)	-۰/۴۰	-۰/۱۳	-۰/۰۵	-۰/۱۴	-۰/۱۱	۰/۱۳	۰/۰۵	۰/۱۱	-۰/۱۶	۰/۵۳*	۰/۰۹	-۰/۱۲	۰/۰۷	۱					
توان استقرار (۱۵)	۰/۰۵	-۰/۳۰	۰/۳۱	۰/۲۵	۰/۱۳	۰/۴۹*	۰/۰۸-	۰/۴۷*	۰/۱۹	۰/۱۸	-۰/۲۱	۰/۲۵	-۰/۲۰	۰/۱۳	۱				
حساسیت به سفیدک سطحی (۱۶)	-۰/۱۷	-۰/۲۱	۰/۳۵	-۰/۰۲	-۰/۰۹	۰/۲۳	۰/۰۵	-۰/۲۳	۰/۲۱	۰/۲۴	-۰/۱۹	۰/۱۸	-۰/۲۱	۰/۲۸	۰/۱۶	۱			
دیرزیستی (۱۷)	-۰/۴۰	-۰/۲۱	۰/۱۷	-۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۰۷	-۰/۲۵	۰/۱۵	۰/۱۹	۰/۱۸	۰/۱۴	-۰/۱۴	۰/۱۵	۰/۰۴	۰/۰۰۱	۰/۲۰	۱		
رشد بهاره (۱۸)	-۰/۳۹	-۰/۲۱	۰/۱۷	-۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۰۶	-۰/۲۵	۰/۱۵	۰/۱۸	۰/۱۷	۰/۱۶	-۰/۱۵	۰/۱۶	۰/۰۶	۰/۰۱	۰/۲۰	۰/۹۸**	۱	
رشد پاییزه (۱۹)	-۰/۰۳	-۰/۳۷	۰/۴۲	۰/۰۸	-۰/۳۰	-۰/۰۸	-۰/۲۰	۰/۰۱	۰/۴۱	۰/۳۵	-۰/۲۷	۰/۲۹	-۰/۲۹	-۰/۲۲	۰/۰۰۲	۰/۵۲*	۰/۲۵	۰/۲۴	۱

* و ** به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

جدول ۵- نتایج رگرسیون مرحله‌ای برای عملکرد علوفه خشک به عنوان متغیر تابع در برابر سایر صفات به جز عملکرد علوفه تر

متغیر اضافه شده به مدل	پارامترهای مدل (ضرایب رگرسیون)	R^2 جزء	R^2 مدل	F
درصد ساقه	۱۷۵۶/۵۲	۰/۵۳	۰/۵۳	۲۲/۴۰ **
ارتفاع بوته	۴/۵۳	۰/۱۲	۰/۶۵	۵/۴۳ **
عرض از مبدأ	-۳۵۲/۱۱	-	-	۳/۹۵ *

** و*** به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۱ و ۰/۱ درصد.

نتایج حاصل از گرسیون مرحله‌ای به روش گام به گام برای عملکرد علوفه خشک به عنوان متغیر تابع و سایر صفات اندازه‌گیری شده به عنوان متغیرهای مستقل به جز عملکرد علوفه تر در جدول ۵ نشان داده شده است. درصد ساقه به تنهایی ۵۳ درصد از تغییرات عملکرد علوفه خشک را توجیه نمود و پس از آن ارتفاع بوته با ۱۲ درصد توجیه در مدل رگرسیونی وارد گردید. این مدل۶۵ درصد از تغییرات عملکرد علوفه خشک را توجیه نمود. پارامترهای مدل در جدول ۵ نشان می‌دهد که اثر درصد ساقه بر میزان عملکرد علوفه خشک بیش از سایر صفات است. Majidi & Mirlohi (2009) در گیاه علوفه‌ای فسکیوی بلند نشان دادند که قطر یقه، توان استقرار، درصد ماده خشک، ارتفاع و تعداد ساقه بارور به ترتیب بیشترین توجیه را در مدل رگرسیونی چندمتغیره داشتند. Crusius et al. (1999) صفات تعداد بذر در گل‌آذین، تعداد گل‌آذین و تعداد ساقه در بوته را به عنوان اجزای اصلی عملکرد بذر در شبدر قرمز معرفی کردند.

نتایج تجزیه علیت بر اساس متغیرهای وارد شده در مدل رگرسیون گام به گام در جدول ۶ ارایه شده است. درصد ساقه بیشترین اثر مستقیم (۰/۴۵) را بر عملکرد علوفه خشک را دارا بود. بنابراین همبستگی آن با عملکرد علوفه خشک عمدتاً از طریق اثر مستقیم می‌باشد. اثر غیرمستقیم درصد ساقه از طریق تعداد ساقه در حد متوسط (۰/۲۴) و از طریق ارتفاع بوته (۰/۰۴) ناچیز بود. تعداد ساقه نیز اثر مستقیم قابل توجهی (۰/۴۵) بر عملکرد علوفه خشک داشت و اثر غیرمستقیم آن از طریق درصد ساقه بالا (۰/۲۵) و از طریق ارتفاع بوته ناچیز (۰/۰۰۸) بود. بنابراین چنانچه تعداد ساقه از طریق انتخاب افزایش یابد، درصد ساقه افزایش ولی ارتفاع بوته تحت تأثیر قرار نخواهند گرفت. اثر مستقیم ارتفاع بوته بر روی عملکرد علوفه نسبت به دو متغییر دیگر کمتر بود (۰/۲۲) که حاکی از اهمیت نسبی کمتر ارتفاع به عنوان یک جزء عملکرد می باشد. در یونجه ارتفاع بوته و تعدادساقه به عنوان مؤثرترین صفات در تشکیل عملکرد تر و خشک معرفی شده‌اند (Albayrak & Ekiz, 2004; Iannucci et al., 2002).

در مطالعه حاضر نیز تأثیر غیرمستقیم ارتفاع عمدتا از طریق درصد ساقه بود به طوری که با افزایش ارتفاع درصد ساقه در بوته افزایش یافته و در نتیجه عملکرد افزایش می‌یابد. با توجه به همبستگی بین صفات (جدول۴) ارتفاع بوته با تعداد ساقه در بوته همبستگی معنی‌دار داشت ولی با تعداد ساقه در مترمربع همبستگی نداشت. بنابراین به نظر می‌رسد ژنوتیپ‌هایی که از توان پنجه‌زنی بالاتری برخوردارند، قامت بلندتری نیز دارند. اما از آنجایی که اسپرس یک گیاه دگرگشن می‌باشد و هر توده از ژنوتیپ‌های مختلفی تشکیل شده است، در مجموع همبستگی ارتفاع با عملکرد علوفه معنی‌دار نشده است.

در این تحقیق تجزیه به عامل‌ها به روش مؤلفه‌های اصلی بر روی میانگین تکرارها انجام گردید و عامل‌ها به منظور توجیه بهتر به روش وریماکس[1] دوران داده شده‌اند. در تجزیه‌های انجام شده با توجه به توجیه منطقی عامل‌ها و تعداد ریشه‌های مشخصه بزرگتر از ۱، تعداد پنج عامل استخراج و تفسیر گردید. نتایج حاصل از تجزیه به عامل‌ها شامل بار عامل‌های دوران یافته، نسبت واریانس توجیه شده توسط هر عامل، نسبت واریانس تجمعی و ریشه‌های مشخصه در جدول ۷ آمده است. پنج عامل اول در مجموع ۷۵ درصد از کل تنوع موجود بین صفات را توجیه نمودند که از این میان سهم

1. Varimax

جدول ۶- تجزیه علیت برای تعیین اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات برعملکرد علوفه خشک در توده‌های اسپرس

صفت	اثر مستقیم	اثرغیرمستقیم از طریق صفت			ضریب همبستگی
		(۱)	(۲)	(۳)	باعملکرد علوفه خشک
۱- تعداد ساقه	۰/۴۳	-	۰/۲۵	۰/۰۸	۰/۷۶
۲- درصد ساقه	۰/۴۵	۰/۲۴	-	۰/۰۰۴	۰/۶۹
۳- ارتفاع	۰/۲۲	۰/۵	۰/۱۲	-	۰/۳۹

باقیمانده = ۰/۲۵

عوامل اول تا پنجم به ترتیب ۳۳، ۱۶، ۱۱، ۸ و ۷ درصد بود. در عامل اول عملکرد علوفه خشک، عملکرد علوفه تر، درصد ساقه و تعداد ساقه در واحد سطح دارای بار عاملی مثبت و بزرگ بود و درصد برگ و نسبت برگ به ساقه دارای بار عاملی منفی بود که مجدداً روابط منفی بین درصد برگ با عملکرد و رابطه مثبت درصد ساقه با عملکرد را نمایان می‌سازد. این عامل اجزای عملکرد علوفه نامگذاری گردید. در عامل دوم صفات دیرزیستی و رشد بهاره دارای بار عاملی بزرگ ومثبت بود. در این عامل صفت تعداد روز تا ۵۰ درصد سبز شدن منفی بود. بنابراین این عامل پتانسیل زنده مانی و رشد در پایان فصل سرما نامیده شد. با توجه به این عامل می‌توان بیان کرد که ژنوتیپ‌هایی که دیرتر سبز می‌شوند از بنیه قوی‌تری و شادابی بیشتری در طی فصل سرما برخوردار بوده و در پایان سرما بلافاصله رشد مجدد خود را آغاز می‌کنند. عامل سوم، دارای بار عاملی مثبت برای تعداد ساقه در بوته، ارتفاع بوته و تعداد شاخه فرعی بودند و در نتیجه می‌توان آن را تحت عنوان عامل حجم تک بوته تلقی کرد. بنابراین ژنوتیپ‌هایی که تعداد ساقه بیشتری دارند از ارتفاع و شاخه فرعی بیشتری نیز برخوردار خواهند بود. در عامل چهارم تنها توان استقرار دارای بار عاملی بالا بود و به همین نام نامگذاری شد. عامل پنجم، دارای بار عاملی بزرگ و مثبت برای درصد ماده خشک بود و اهمیت این صفت را نشان می‌دهد. در مطالعه Basafa & Taherian (2009) درصد اجزای بوته (درصد ساقه و برگ) به همراه ارتفاع بوته در یونجه بیشترین بار عاملی را در کنار عملکرد علوفه به خود اختصاص داده‌اند. Wang et al. (2003) صفات عملکرد بذر، مقدار ماده خشک و تعداد ساقه را در فستوکا به عنوان اجزای عملکرد معرفی کردند. Farshadfar & Farshadfar (2008) ارتفاع بوته، تعداد ساقه و درصد ماده خشک را به عنوان اجزای تعیین‌کننده عملکرد علوفه یونجه گزارش نمودند. با وجود اینکه تجزیه عامل‌ها برای کاهش تعداد متغیرها به تعدادی عامل پنهانی،

جدول ۷- نتایج تجزیه به عامل‌ها شامل بار عامل‌های دوران یافته، نسبت واریانس توجیه شده توسط هر عامل، نسبت تجمعی واریانس توجیه شده و ریشه‌های مشخصه در توده‌های اسپرس

صفت	بارعامل اول	بارعامل‌دوم	بارعامل سوم	بارعامل چهارم	بارعامل پنجم
تعداد روز تا ۵۰ درصد سبزشدن	۰/۱۷	-۰/۵۴	۰/۳۸	-۰/۰۴	-۰/۴۹
تعداد روز تا ۵۰ درصدگلدهی	-۰/۱۴	-۰/۱۸	۰/۰۱	-۰/۱۷	-۰/۰۵
تعداد ساقه در واحد سطح	۰/۷۴	۰/۲۱	-۰/۰۰۵	۰/۳۷	-۰/۱۱
ارتفاع بوته	۰/۱۶	۰/۲۴	۰/۶۸	۰/۳۹	-۰/۲۹
تعداد ساقه در بوته	-۰/۰۷	-۰/۱۳	۰/۸۴	۰/۱۰	-۰/۰۰۷
تعداد گره در ساقه	۰/۶۱	-۰/۰۲	۰/۲۰	۰/۵۳	۰/۱۹
تعداد شاخه فرعی	۰/۴۰	-۰/۲۵	۰/۶۴	-۰/۳۴	۰/۲۱
طول خوشه	۰/۳۷	۰/۲۸	۰/۱۸	۰/۴۹	-۰/۱۳
عملکرد علوفه تر	۰/۹۰	۰/۲۲	۰/۱۹	۰/۱۱	-۰/۲۰
عملکرد علوفه خشک	۰/۹۳	۰/۲۱	۰/۲۰	۰/۰۷	۰/۰۰۳
درصد برگ	-۰/۸۶	۰/۳۱	۰/۱۰	-۰/۰۳	-۰/۰۸
درصد ساقه	۰/۸۶	-۰/۳۰	-۰/۱۲	۰/۰۷	-۰/۱۰
نسبت برگ به ساقه	-۰/۷۷	۰/۳۰	۰/۱۷	۰/۰۳	-۰/۰۶
درصد ماده خشک	۰/۰۰۱	۰/۰۷	-۰/۰۲	۰/۰۷	۰/۸۹
توان استقرار	۰/۱۳	-۰/۰۸	۰/۰۵	۰/۸۸	۰/۱۱
مقاومت به سفیدک سطحی	۰/۲۰	۰/۱۴	۰/۰۱	۰/۰۸	۰/۱۸
دیرزیستی	۰/۰۴	۰/۹۱	-۰/۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۱
رشد بهاره	۰/۰۳	۰/۹۱	-۰/۰۴	۰/۰۰۳	۰/۰۲
رشد پاییزه	۰/۳۰	۰/۲۹	-۰/۲۲	-۰/۰۳	-۰/۴۶
واریانس توجیه شده	۰/۳۳	۰/۱۶	۰/۱۱	۰/۰۸	۰/۰۷
واریانس توجیه شده تجمعی	۰/۳۳	۰/۴۹	۰/۶۰	۰/۶۸	۰/۷۵
ریشه مشخصه	۶/۷۳	۳/۰۶	۲/۳۶	۱/۶۰	۱/۳۷

گروه‌بندی صفات براساس روابط داخلی بین آنها، شناسایی اجزای اصلی عملکرد و بررسی تنوع ژنتیکی کاربرد دارد لیکن تفسیر فیزیولوژیک عوامل به طور قابل ملاحظه‌ای به صفات مورد بررسی، توده‌های مورد بررسی و شرایط محیط آزمایش بستگی دارد. نتایج حاصل از تجزیه عامل‌ها توانست روابط بین صفات را نشان داده و اجزای عملکرد علوفه (درصد ساقه و درصد برگ) را در تأیید نتایج رگرسیون مرحله‌ای مشخص نماید. از آنجایی که تجزیه عامل‌ها اطلاعات بیشتری در رابطه با اجزای عملکرد و ساختارهای مورفولوژیکی نشان می‌دهد، بنابراین به عنوان مکمل روش رگرسیون گام به گام به حساب می‌آید (Johnson & Wichern, 2007). لذا متخصصان اصلاح نباتات با استفاده از این اطلاعات قادر خواهند بود صفاتی که باعث افزایش عملکرد می‌گردند را انتخاب نمایند.

در مجموع نتایج نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین نمونه‌های مورد مطالعه وجود داشت که نشان می‌دهد نه تنها انتخاب برای اهداف مختلف در این ژرم‌پلاسم می‌تواند سودمند باشد، بلکه از این تنوع می‌توان برای انتقال صفات به رقم های تجاری و یا انجام تلاقی و تشکیل جوامع نقشه یابی استفاده کرد. نتایج همبستگی صفات نشان داد درصد ساقه و تعداد ساقه در واحد سطح به عنوان مهمترین اجزای عملکرد علوفه در اسپرس می‌باشند در حالی که ارتفاع بوته با عملکرد علوفه خشک همبستگی معنی‌دار نشان نداد ولی همبستگی آن با تعداد ساقه در بوته (به عنوان یکی از اجزاء عملکرد) معنی‌داری بود و به طور غیرمستقیم نیز باعث افزایش درصد ساقه گردید. همچنین نسبت برگ به ساقه به عنوان معیاری از کیفیت علوفه با عملکرد علوفه همبستگی منفی داشت بنابراین به نظر می‌رسد برای اصلاح توأم هر دو صفت استفاده از شاخص‌های انتخاب سودمندتر باشد.

REFERENCES

1. Albayrak, S. & Ekiz, H. (2004). Determination of characters regarding to hay yield using correlation and path analysis in some perennial forage crops. *Journal of Agriculture Science*, 10, 250-257.
2. Argenti, G. & Gullo, C. A. (2002). Response of two Sainfoin varieties to different methods of utilization. *Grass Science*, 20, 367-371.
3. Basafa, M. & Taherian, M. (2009) A study of agronomic and morphological variation in certain alfalfa (*Medicago sativa* L.) ecotypes of the cold region of Iran. *Asian Journal of Plant Sciences*, 8, 293-300.
4. Crusius, A. F., Paim, N. R., Agnol, M. D. & Castro, S. M. (1999). Variability evaluation of the agronomic characters in a red clover population. *Pesquisa Agropecuaria*, 5, 293-301.
5. Delgado, I., Salvia. J., Buil, I. & Andres, C. (2008). The agronomic variability of a collection of sainfoin accessions. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 6, 401-407.
6. Farshadfar, M. & Farshadfar, E. (2008). Genetic variability among Lucerne cultivars based on biochemical (SDS-PAGE) and morphological markers. *Journal of Applied Science*, 8, 1867-1874.
7. Gerami, B. (1990). *Sainfoin*. Isfahan University of Technology. Press. 87p. (In Farsi).
8. Hanna, W. W. (1993). Improving forage quality by breeding. *Crop Science*, 1, 671-675.
9. Harasim, J. & Bawolski, S. (1993). Effect of the rate and number of sowing on the density of the plant stand and the yield of Sainfoin. *Pametnik-puldaski*, 103, 171-179.
10. Hart, R. H., Pearce, R. B., Chatterton, N. J., Carlson, G. E., Branes, D. K., & Hanson, C. H. (1988). Alfalfa yield, specific leaf weight, CO_2 exchange rate, and morphology. *Crop Science*, 18, 649-653.
11. Hume, L. J. & N. J. Withers. (1985). Nitrogen fixation in sainfoin, reponses to changes in nitrogen nutrition. Newzeland. *Journal of Agriculture Science*, 28, 325-335.
12. Iannucci, A., De Fonzo, N. & Martiniello, P. (2002). Alfalfa (*Medicago sativa* L.) seed yield and quality under different forage management systems and irrigation treatments in a Mediterranean environment. *Field Crops Research*, 78, 65-74.
13. Jafari, A. A. (2004). Genetic variation for seed yield and determination of genetic distance of orchard grass accessions (*Dactylis glomerata*) using multivariate statistical analysis. *Iranian Journal of Agriculture Sciences*, 35(4), 817-525. (In Farsi).
14. Johnson, R. A. & Wichern, D. W. (2007) *Applied multivariate statistical analysis*. Prentice Hall Inter. Inc. New Jersey, USA.
15. Kameswara-Rao, N. (2004). Plant genetic resources: Advancing conservation and use through biotechnology. *African Journal of Biotechnology*, 3, 136-145.
16. Kyuchukova, A. (1995). Study of the structure of elit sainfoin genotypes in respect of dry matter

production. *Rastenievdni-Nauki*, 32, 152-155
17. Majidi, M. M. & Mirlohi, A. F. (2009). Multivariate statistical analysis in Iranian and foreign tall fescue germplasem. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 40, 89-98. (In Farsi).
18. Majidi, M. M. & Arzani, A. (2004). Study of induced mutation via Ethyl Methan Sulfonat (EMS) in Sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.). *Journal of Agricultural Sciences and Technology*, 18(2), 167-180. (In Farsi).
19. Mohammadi, S. A. & Prasanna, B. M. (2003). Analysis of genetic diversity in crop plants-Salient statistical tools and considerations. *Crop Science*, 43, 1235-1248.
20. Piano, E. & Annicchiarico, P. (1995). Persistence of landio white clover ecotypes and its relationship with other agronomic traits. *Grass and Forage Science*, 50, 195-198.
21. Sleper, D. A. & Poehlman J. M. (2006). *Breeding Field Crops*. 6th edition. Van Nostrand Reinhold Company. New York. 724 pp.
22. Toorchi, M., Ahari-Zad, S., Moghadam M., Etedali, F., & Tabae Vakili, S. H. (2007). Estimation of genetic parameters and combining ability of yield in sainfoin landraces. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 50(4), 213-222. (In Farsi).
23. Turk, M. & Celik, N. (2006). The effect of different row spaces and seeding rates on the hay and crude protein yields of sainfoin (*Onobrychis sativa* Lam). *Tarrim Bilimleri Dergisi*, 12, 175-181.
24. Wang, Z. Y., Scot, M., Bell, J. & Hopkins, A. (2003). Field performance of transgenic tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) plants and their progenies. *Theoretical and Applied Genetics*, 107, 406-412.