دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

# بررسی تنوع ژنتیکی اکوتیپ های اسپرس از نظر برخی صفات مهم با استفاده از روشهای آماری چند متغیره

**پ. بهروز[۱]، س. اهری زاد[۲]، س. ا. محمدی[۳]، ف. نورمند مؤید[۴] و پ. حاذق جعفری[۵]**

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد اصلاح نباتات دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز (نویسنده مسوول)
۲ و ۳- به ترتیب دانشیار و استاد دانشگاه تبریز
۴- مربی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی، تبریز
۵- دانش آموخته کارشناسی ارشد اصلاح نباتات دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز

تاریخ دریافت: ۹۰/۳/۱۷ تاریخ پذیرش: ۹۰/۹/۲۱

**چکیده**

**به منظور بررسی تنوع ژنتیکی اکوتیپ های اسپرس از نظر صفات موثر بر عملکرد بذر، ۳۶ اکوتیپ، شامل اکوتیپ های داخلی و خارجی در سال زراعی ۱۳۸۷ در قالب طرح لاتیس ۶×۶ در دو تکرار در ایستگاه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی واقع در بیست و پنج کیلومتری تبریز مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس حاکی از وجود تنوع ژنتیکی بین اکوتیپ ها از نظر تعدادی از صفات بود. بیشترین مقدار ضریب تغییرات برای شاخص برداشت و کمترین مقدار آن برای تعداد روز تا پایان دوره گلدهی محاسبه شد. ۶۴ درصد از تغییرات موجود در عملکرد بذر به وسیله رابطه خطی ارتفاع بوته، عملکرد بیولوژیک و وزن هزار دانه تبیین شد. در خوشه بندی اکوتیپ ها براساس روش Ward و با داده های استاندارد شده، ۳۶ اکوتیپ اسپرس برای کلیه صفات در سه گروه قرار گرفتند. در گروه بندی اکوتیپ ها از نظر عملکرد بذر و صفات مرتبط در تجزیه رگرسیون چندگانه، گروه اکوتیپ های، 2979 20291 (MIX)، 325 (MIX) (MIX) و 1174 (MIX) و هشترود (محلی) میانگین بالاتری برای این صفات داشت. در تجزیه به عامل ها براساس مقادیر ویژه بزرگتر از یک، شش عامل معرفی شدند که در کل ۸۲/۳۷۴ درصد از تغییرات کل را تبیین نمودند.**

**واژه های کلیدی: اسپرس، تجزیه عاملی، تنوع ژنتیکی، عملکرد بذر، گروه بندی**

## مقدمه

اسپرس یکی از مهمترین گیاهان علوفه ای بوده که در مناطق مدیترانه ای بویژه خاورمیانه می روید. کشت و کار آن برای مرتع و علوفه خشک از قرنها پیش در آسیا و اروپا معمول بوده است (۱ و ۶). در ایران کشت و کار اسپرس دارای قدمت چند صد ساله می باشد و اسپرس در مناطق مختلف ایران به نامهای

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-02-22 ]

متفاوت شناخته شده است. به عنوان مثال، در اراک و شازند به نام‌های هرنگل و کرنگال، در آذربایجان شرقی بنام خشه و در آذربایجان غربی بنام قورنجا گفته می‌شود (۴ و ۸). این گیاه دارای ویژگیهایی از قبیل مقاومت به شرایط نامساعد محیطی مانند فقیر بودن خاک و سرمای شدید زمستان بوده و همچنین به چرا مقاوم می باشد (۳). از اهداف مهم اصلاحی اسپرس افزایش عملکرد علوفه، افزایش مقاومت به تنشهای محیطی، پایداری زراعت و عملکرد بذر می باشد (۲، ۵ و ۱۱). یکی از اثرات کمبود علوفه در کشور فشار بیش از حد دامها به مراتع و در نهایت تخریب مراتع کشور است. از راهکارهای اساسی جهت تامین علوفه درکشور، تولید بذر کافی و با کیفیت مناسب می باشد (۱۲). به همین دلیل افزایش عملکرد بذر از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و به عنوان یکی از اهداف اصلاحی مد نظر می‌باشد (۱۳).

عملکرد بذر صفت پیچیده‌ای است که توسط تعداد زیادی ژن کنترل می‌شود و گزینش تنها براساس عملکرد اغلب همراه با موفقیت نمی‌باشد. به همین دلیل یکی از راههای شناسایی توده‌های پر محصول بررسی صفاتی است که رابطه معنی‌داری با عملکرد بذر دارند تا با گزینش یا حذف آنها نسبت به تجمع ژن‌های مطلوب در ارقام اصلاح شده اقدام گردد (۱۰). پور عربشاه خان (۹) با مطالعه تعدادی از اکوتیپ های اسپرس تفاوت معنی داری را از نظر فاصله میانگره و ارتفاع بوته گزارش کرده است تاکنون در ایران در مورد اسپرس که یک گیاه علوفه ای مفید می باشد، برنامه به نژادی کاملی به انجام نرسیده و هیچ رقم اصلاح شده اسپرس در کشور تولید نشده است (۷). هدف از این پژوهش بررسی تنوع ژنتیکی و گروه بندی اکوتیپ ها با استفاده از روشهای آماری چند متغیره بوده است.

## مواد و روشها

بذور سی و شش اکوتیپ اسپرس داخلی و خارجی از بخش تحقیقات منابع طبیعی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی تهیه گردید. آزمایش در فصل زراعی ۱۳۸۷ در ایستگاه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی اجرا شد. مشخصات اکوتیپ های مورد مطالعه در جدول ۱ آورده شده است. ایستگاه در بیست و پنج کیلومتری جنوب غرب شهرستان تبریز واقع شده است.

آزمایش در قالب طرح لاتیس مربع ۶×۶ با دو تکرار اجرا شد. پس از عملیات شخم، تسطیح و کرت بندی، بذور در نیمه دوم فروردین ۱۳۸۴ کشت گردید. هر واحد آزمایش شامل ۳ خط یک متری به فواصل ۲۵ سانتی متر بود. میزان بذر مصرفی براساس وزن هزار دانه، ۳۰۰ دانه در متر مربع تعیین گردید. آبیاری و کوددهی برحسب نیاز گیاه و وجین علفهای هرز به صورت دستی انجام گرفت. سال اول (۱۳۸۴) سال استقرار گیاه بود و در سالهای دوم و سوم (۱۳۸۵ و ۱۳۸۶) اکوتیپ ها از نظر عملکرد علوفه و صفات مرتبط ارزیابی شدند.

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-02-22 ]

جدول ۱- اکوتیپ های اسپرس مورد بررسی

| شماره | اکوتیپ | شماره | اکوتیپ |
|---|---|---|---|
| ۱ | (MIX) 2985 | ۱۹ | (P-4) 20291 |
| ۲ | (P-9) 3013 | ۲۰ | (P-2) 3002 |
| ۳ | (P-6) 3002 | ۲۱ | (P-4) 1174 |
| ۴ | (P-1) 20297 | ۲۲ | (P-9) 20297 |
| ۵ | (MIX) 2979 | ۲۳ | (MIX) 20270 |
| ۶ | (P-12) 1174 | ۲۴ | (P-8) 20291 |
| ۷ | (P-2) 20290 | ۲۵ | (P-7) 2979 |
| ۸ | (MIX) 3026 | ۲۶ | (MIX) 3002 |
| ۹ | (MIX) 20290 | ۲۷ | (MIX) 20360 |
| ۱۰ | (P-10) 20290 | ۲۸ | (P-8) 20297 |
| ۱۱ | (MIX) TABRIZ | ۲۹ | (P-8) 20290 |
| ۱۲ | (MIX) 1372 | ۳۰ | (P-10 )3002 |
| ۱۳ | (MIX) 1174 | ۳۱ | هریس (محلی) |
| ۱۴ | (MIX) 20297 | ۳۲ | بناب (محلی) |
| ۱۵ | (MIX) 325 | ۳۳ | سراب (محلی) |
| ۱۶ | (MIX) 20291 | ۳۴ | امند (محلی) |
| ۱۷ | (P-3) 2985 | ۳۵ | هشترود (محلی) |
| ۱۸ | (MIX) 3013 | ۳۶ | خسروشهر (محلی) |

در سال چهارم (۱۳۸۷) ارزیابی براساس عملکرد بذر و صفات مرتبط انجام گرفت. صفات مورد مطالعه عبارت بودند از: تعداد روز تا شروع گلدهی، تعداد روز تا پایان گلدهی، طول دورهٔ گلدهی، تعداد روز تا شروع دانه بندی، تعداد روز تا پایان دانه بندی، طول دوره دانه بندی، ارتفاع بوته، تعداد میانگره، فاصلهٔ میانگره ها، طول گل آذین، طول دم گل آذین، تعداد گلچه در گل آذین، تعداد بذر در گل آذین، عملکرد بیولوژیک (گرم در متر مربع)، عملکرد بذر (گرم در متر مربع) و وزن هزار دانه. لازم به ذکر است که فقط داده های چین اول به دلیل بالا بودن عملکرد بذر مورد بررسی قرار گرفتند و با توجه به اینکه گیاه چند سال قبل کشت شده بود یک روز ثابت (اول فروردین) به عنوان مبدأ اندازه گیری تعداد روزها انتخاب شد. صفات مورد مطالعه برمبنای میانگین ۱۵ بوته (واحد نمونه گیری) در هر واحد آزمایشی که به طور تصادفی انتخاب شده بودند مورد اندازه گیری قرار گرفتند. تجزیه واریانس صفات به صورت طرح لاتیس مربع انجام شد. قبل از تجزیه واریانس، نرمال بودن توزیع انحرافات برای کلیه صفات آزمون و مورد تایید قرار گرفت. به منظور گروه بندی اکوتیپ های مورد بررسی، تجزیه خوشه ای با بهره گیری از ماتریس میانگین داده های استاندارد شده برای همه متغیرها به روش کمترین واریانس وارد[1] و ضرایب فاصله

1- Ward

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-02-22 ]

اقلیدسی انجام گردید. روش فوق پس از آزمون سایر روشها از قبیل ادغام نزدیکترین همسایه ها، دورترین همسایه ها و ... انتخاب شد. از تجزیه تابع تشخیص جهت تعیین محل مناسب برش دندروگرام استفاده شد. تجزیه به عاملها برای تعیین ساختار داده ها و شناسایی عامل های متشکل از صفات خاص انجام شد. برای تجزیه داده ها و رسم نمودار ها از نرم افزارهای کامپیوتری MSTAT-C، SPSS و EXCEL استفاده گردید.

## نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در چین اول براساس طرح لاتیس ساده در جدول ۲ آورده شده است. برای کلیه صفات مورد ارزیابی بجز تعداد روز تا پایان مرحله دانه‌بندی و تعداد گلچه در گل آذین واریانس بین بلوک‌های ناقص بزرگتر از واریانس خطای آزمایش بود که موثر بودن بلوک‌بندی ناقص را نشان داد. با توجه به تأثیر بلوک‌های ناقص اثر تیمار برای کلیه صفات بجز دو صفت مذکور تصحیح شد. برای صفات تعداد روز تا پایان مرحله دانه‌بندی و تعداد گلچه در گل آذین با توجه به عدم تاثیر بلوک بندی ناقص، تجزیه واریانس براساس طرح بلوک های کامل تصادفی انجام گرفت. بطوریکه در جدول ۲ مشاهده می‌شود بین اکوتیپ‌های مورد مقایسه از نظر تعداد روز تا شروع دانه‌بندی و عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال ۵ درصد و از نظر طول گل آذین، تعداد گلچه در گل آذین، وزن هزار دانه و عملکرد بذر در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت. در حالیکه تفاوت اکوتیپ ها از نظر بقیه صفات مورد ارزیابی معنی‌دار نبود. تفاوت معنی دار بین اکوتیپ‌ها نشان دهندهٔ وجود تنوع ژنتیکی بالا از نظر صفات مورد ارزیابی بود. از تنوع موجود می‌توان برای تولید جمعیت‌های در حال تفکیک، تولید ارقام جدید و نیز در مکان‌یابی ژن‌های کنترل کننده صفات استفاده کرد.

پورعربشاه خان (۹) با مطالعه همین اکوتیپ‌ها، تفاوت معنی‌داری را بین اکوتیپ‌ها از نظر فاصله میانگره و ارتفاع بوته در سطح احتمال ۱ درصد گزارش کرد که با نتایج این آزمایش مغایرت داشت. شرایط آب و هوایی متفاوت سال ارزیابی، اختلاف در شرایط ارزیابی و اهداف این دو تحقیق می تواند دلیل این امر باشد.

در بین صفات مورد ارزیابی، تعداد روز تا پایان مرحله گلدهی با ۱/۷۷ درصد، کمترین و شاخص برداشت با ۲۳/۴۷ درصد، بیشترین ضریب تغییرات را داشتند (جدول ۲). ضریب تغییرات یک معیار استاندارد شده است که میزان تکرارپذیری ارزش صفات را نشان می‌دهد و پایین بودن آن بیانگر تأثیر کم محیط بر صفات مورد نظر می‌باشد. بنابراین، می توان اظهار داشت که از نظر صفت تعداد روز تا پایان مرحله گلدهی، اکوتیپ‌ها کمتر تحت تاثیر محیط قرار گرفتند. در صورتیکه محیط تاثیر بیشتری بر شاخص برداشت اکوتیپ‌ها داشت.

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-02-22 ]

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده در ۳۶ اکوتیپ اسپرس

| منابع تغییر | درجه آزادی | میانگین مربعات | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | تعداد روز تا شروع گلدهی | تعداد روز تا پایان مرحله گلدهی | طول دوره گلدهی | تعداد روز تا شروع دانه بندی | تعداد روز تا پایان مرحله دانه‌بندی | طول دوره دانه بندی | ارتفاع بوته | تعداد میانگره | فاصله میانگره |
| تکرار | ۱ | ۳/۱۲۵ | ۴/۰۰۵ | ۰/۱۲۵ | ۸/۶۸۱ | ۱۱۵/۰۱۴ | ۱۸۶/۸۸۹ | ۲۵۶/۰۵۸ | ۰/۶۰۵ | ۷/۴۵ |
| اکوتیپ | ۳۵ | ۲/۹۵۷ | ۰/۸۳۸ | ۱/۸۴۲ | ۳/۹۷۶* | ۱۰/۴۶۸ | ۱۷/۷۱۵ | ۲۶/۸۸۲ | ۰/۳۳۳ | ۰/۴۷۳ |
| بلوک ناقص | ۱۰ | ۳/۵۰۸ | ۱/۲۱۷ | ۱/۲۷۵ | ۶/۲۳۱ | ۴/۴۶۴ | ۱۱/۵۵۶ | ۵۸/۷۹۱ | ۰/۴۹۴ | ۱/۰۶۱ |
| خطای بلوک ناقص | ۲۵ | ۱/۸۹۲ | ۰/۵۷۳ | ۰/۹۸۵ | ۱/۵۴۱ | ۷/۵۹۴ | ۸/۸۶۲ | ۱۸/۴۳۰ | ۰/۲۶۸ | ۰/۲۸۶ |
| خطای بلوک کامل | ۳۵ | - | - | - | - | ۶/۷۰۰ | - | - | - | - |
| ضریب تغییرات (درصد) | | ۳/۸ | ۱/۷۷ | ۱۴/۰۵ | ۲/۶۲ | ۲/۹۹ | ۸/۹۴ | ۹/۲ | ۶/۸۵ | ۹/۲۴ |

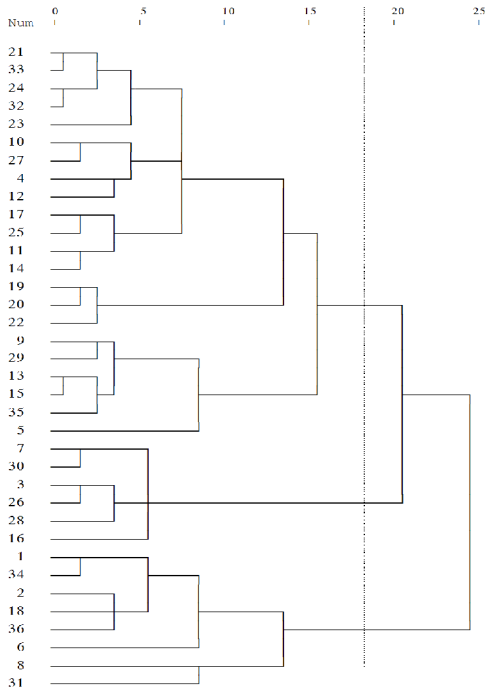
ادامه جدول ۲

| منابع تغییر | درجه آزادی | میانگین مربعات | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | طول دم گل آذین | طول گل آذین | تعداد گلچه در گل آذین | تعداد بذر در گل آذین | عملکرد بیولوژیک | شاخص برداشت | وزن هزار دانه | عملکرد بذر |
| تکرار | ۱ | ۰/۴۹۲ | ۳/۹۴۸ | ۲۱/۵۵۰ | ۱۱۸/۸۸۱ | ۴۵۳۵۰/۶۸۱ | ۴۳/۱۴۲ | ۹/۰۶۰ | ۴۸۳۱/۷۷۲ |
| اکوتیپ | ۳۵ | ۲/۵۴۸ | ۱/۵۷۹** | ۲۵/۲۳۵** | ۱۸/۰۱۴** | ۶۳۵۶/۳۴۳* | ۶۰/۰۶۹ | ۸/۲۹۵** | ۷۴۰/۳۹۵** |
| بلوک ناقص | ۱۰ | ۱/۷۹۶ | ۱/۷۸۸ | ۴/۲۶۲ | ۴/۳۸۶ | ۶۹۹۹/۰۹۷ | ۴۲/۱۸۶ | ۱/۹۰۸ | ۱۵۵/۵۲۳ |
| خطای بلوک ناقص | ۲۵ | ۱/۳۹۱ | ۰/۲۷۵ | ۸/۰۳۲ | ۳/۲۶۰ | ۲۳۷۲/۴۳۴ | ۳۴/۹۸۸ | ۱/۷۵۷ | ۱۴۱/۹۹۸ |
| خطای بلوک کامل | ۳۵ | - | - | ۶/۹۵۵ | - | - | - | - | - |
| ضریب تغییرات (درصد) | | ۸/۱۸ | ۶/۵۸ | ۸/۵ | ۱۰/۰۸ | ۱۹/۰۸ | ۲۳/۴۷ | ۵/۹۱ | ۱۷/۰۷ |

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-02-22 ]

گروه بندی ۳۶ اکوتیپ اسپرس براساس صفات مورد ارزیابی و با استفاده از الگوریتم Ward با داده های استاندارد شده انجام شد (شکل ۱). تجزیه تابع تشخیص برای تعیین محل برش دندروگرام حاصل از گروه بندی اکوتیپ های مورد مطالعه نشان داد که تمایز گروهها با سه خوشه حاصل می شود (جدول ۳).




شکل ۱- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه ای اکوتیپ های اسپرس مورد بررسی براساس کلیه صفات با استفاده از الگوریتم Ward.

جدول ۳- تجزیه تابع تشخیص برای تعیین محل برش دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه ای اکوتیپ های اسپرس براساس کلیه صفات

| تعداد گروه ها | سطح احتمال | ویلکس لامبدا | کی- دو |
|---|---|---|---|
| ۲ | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۴۱ | ۷۹/۷۶ |
| ۳ | ۰/۰۰۹ | ۰/۲۷۵ | ۳۲/۲۴۸ |

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-02-22 ]

خوشه اول اکوتیپ های ۱، ۲، ۶، ۸، ۱۸، ۳۱، ۳۴ و ۳۶، خوشه دوم اکوتیپ های ۳، ۷، ۱۶، ۲۶، ۲۸ و۳۰ و خوشه سوم اکوتیپ های ۴، ۵، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۷، ۱۹، ۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۳، ۲۴، ۲۵، ۲۷، ۲۹، ۳۲، ۳۳ و ۳۵ را شامل شدند.

میانگین و درصد انحراف از میانگین کل هر یک از گروه ها در جدول ۴ آورده شده است. گروه اول از نظر تعداد روز تا شروع گلدهی، تعداد روز تاپایان مرحله گلدهی، تعداد روز تا شروع دانه‌بندی، تعداد میانگره، طول دم گل آذین، طول گل آذین، تعداد گلچه در گل آذین، تعداد بذر در گل آذین و شاخص برداشت ارزشی بالاتر از میانگین کل اکوتیپ ها داشت. میانگین این خوشه از نظر سایر صفات پایین تر از میانگین کل اکوتیپ ها بود. اکوتیپ های خوشه دوم از نظر تعداد روز تا اتمام گلدهی، دوره گلدهی، تعداد روز تا اتمام دانه بندی، دوره

شکل ۲ دندروگرام گروه بندی اکوتیپ ها براساس عملکرد بذر، ارتفاع بوته، عملکرد بیولوژیک و وزن هزار دانه را نشان می دهد. بر اساس نتایج تجزیه رگرسیون چند گانه، ارتفاع بوته، عملکرد بیولوژیک و وزن هزار دانه در مدل رگرسیونی باقی ماندند (اطلاعات درج نشده). براساس تجزیه تابع تشخیص، بیشترین تمایز بین گروه ها در نقطه برش دندروگرام با چهار گروه، حاصل شد (جدول ۵). در این گروه بندی اکوتیپ های ۵، ۱۳، ۱۵، ۱۶ و ۳۵ درگروه اول قرار گرفتند. خوشه دوم اکوتیپ های ۳، ۸، ۹، ۱۸، ۲۰ و ۲۶ را در خود جا داد. خوشه سوم اکوتیپ های ۲، ۶، ۷، ۲۸، ۳۰، ۳۴ و ۳۶ را شامل شد و اکوتیپ های ۱، ۴، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۴، ۱۷، ۱۹، ۲۱، ۲۲، ۲۳، ۲۴، ۲۵، ۲۷، ۲۹، ۳۱، ۳۲ و ۳۳ در گروه چهارم جای گرفتند. دانه‌بندی، تعداد میانگره، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و عملکرد بذر ارزشی بالاتر از متوسط اکوتیپ ها داشتند. اکوتیپ های این خوشه از نظر سایر صفات ارزشی پایین تر از میانگین کل داشتند. اکوتیپ های خوشه سوم از نظر دوره گلدهی، ارتفاع بوته، فاصله میانگره، عملکرد بیولوژیک، وزن هزار دانه و عملکرد بذر در جهت مثبت و از نظر بقیه در جهت منفی انحراف از میانگین کل داشتند.

از بررسی گروه ها چنین استنباط شد اکوتیپ های خوشه اول به دلیل برخورداری از انحراف از میانگین کل در جهت مثبت از نظر تعداد گلچه در گل آذین و تعداد بذر در گل آذین به عنوان اجزا اصلی عملکرد اولویت داشت. گروه دوم از نظر عملکرد بیولوژیک و عملکرد بذر برترین گروه اکوتیپی بود و اکوتیپ های خوشه سوم بیشترین ارتفاع بوته و وزن هزار دانه را داشتند.

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-02-22 ]

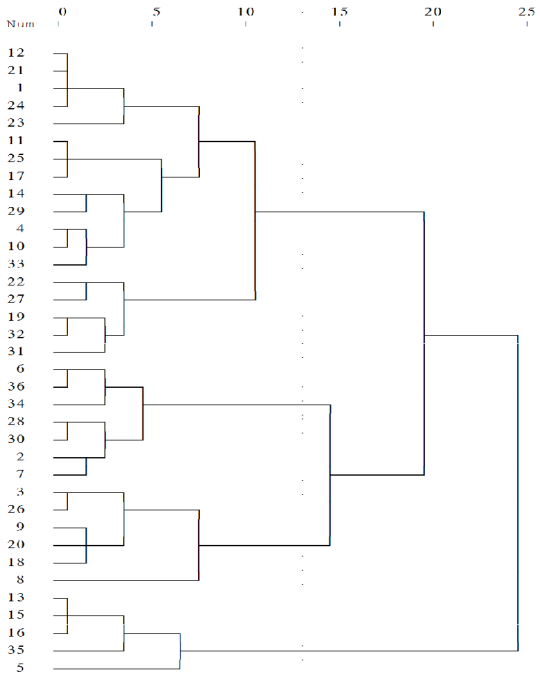
جدول ۴- میانگن و درصد انحراف از میانگین کل گروه ها از نظر کلیه صفات مورد ارزیابی در اکوتیپ های اسپرس

| خوشه | | تعدادروز تا شروع گلدهی | تعداد روز تا پایان مرحله گلدهی | طول دور ه گلدهی | تعداد روز تا شروع دانه بندی | تعداد روز تا پایان مرحله دانه بندی | طول دوره دانه بندی | ارتفاع بوته | تعداد میانگره | فاصله میانگره |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | میانگین | ۳۹/۶۳۵ | ۴۶/۳۲۲ | ۶/۶۳۱ | ۵۳/۵۸۵ | ۸۵/۱۸۸ | ۳۱/۴۱۶ | ۴۹/۶۹۷ | ۸/۰۵۷ | ۶/۱۳۶ |
| | درصد انحراف از میانگین کل | ۲/۹۸۵ | ۱/۱۸۸ | -۹/۰۵۷ | ۲/۷۴۶ | -۱/۵۶۵ | -۸/۶۴۶ | -۲/۵۳۷ | ۰/۱۸۲ | -۳/۵۵۳ |
| ۲ | میانگین | ۳۷/۷۵ | ۴۵/۷۸۲ | ۸/۰۶۱ | ۵۱/۲۱۷ | ۹۰/۴۱۷ | ۳۸/۹۲۱ | ۵۰/۴۰۶ | ۸/۳۹۷ | ۵/۹۳۶ |
| | درصد انحراف از میانگین کل | -۱/۹۱۲ | ۰/۰۰۹ | ۱۰/۵۵۳ | -۱/۷۹۴ | ۴/۴۷۸ | ۱۳/۱۷۸ | -۱/۱۴۸ | ۴/۴۱۸ | -۶/۶۹۹ |
| ۳ | میانگین | ۳۸/۲۶۹ | ۴۵/۵۷۹ | ۷/۳۲۲ | ۵۱/۸۸۷ | ۸۵/۹۷۷ | ۳۴/۲۳۴ | ۵۱/۶۲۱ | ۷/۹۴۰ | ۶/۵۶۰ |
| | درصد انحراف از میانگین کل | -۰/۵۶۴ | -۰/۴۳۵ | ۰/۴۱۵ | -۰/۵۰۹ | -۰/۶۵۲ | -۰/۴۵۰ | ۱/۲۳۶ | -۱/۲۷۱ | ۳/۱۱۹ |
| | میاگین کل | ۳۸/۴۸۶ | ۴۵/۷۷۸ | ۷/۲۹۲ | ۵۲/۱۵۳ | ۸۶/۵۴۲ | ۳۴/۳۸۹ | ۵۰/۹۹۱ | ۸/۰۴۲ | ۶/۳۶۲ |

ادامه جدول ۴

| خوشه | | طول دم گل آذین | طول گل آذین | تعداد گلچه در گل آذین | تعداد بذر در گل آذین | عملکرد بیولوژیک | شاخص برداشت | وزن هزار دانه | عملکرد بذر |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | میانگین | ۱۵/۷۶۰ | ۹/۴۴۳ | ۳۵/۶۶۷ | ۲۰/۶۶۱ | ۲۴۶/۲۸۸ | ۲۷/۴۴۳ | ۲۱/۳۸۷ | ۶۷/۰۱۸ |
| | درصد انحراف از میانگین کل | ۵/۹۹۹ | ۶/۵۰۹ | ۱۴/۹۴۹ | ۱۱/۳۱۰ | -۱۱/۵۰۰ | ۶/۳۰۵ | -۵/۶۷۷ | -۵/۱۸۷ |
| ۲ | میانگین | ۱۳/۹۱۵ | ۸/۶۵۲ | ۲۸/۳۶۸ | ۱۷/۲۵۳ | ۲۹۰/۰۱۸ | ۲۶/۱۴۹ | ۲۰/۸۷۳ | ۷۴/۰۷۴ |
| | درصد انحراف از میانگین کل | -۶/۴۰۶ | -۲/۴۱۲ | -۸/۵۷۳ | -۷/۰۵۰ | ۴/۲۱۳ | ۱/۳۳۰ | -۷/۹۴۳ | ۴/۷۹۶ |
| ۳ | میانگین | ۱۴/۸۰۳ | ۸/۷۱۴ | ۳۰/۰۶۷ | ۱۸/۱۵۵ | ۲۸۶/۷۳۱ | ۲۵/۱۲۰ | ۲۳/۶۳۴ | ۷۱/۰۹۳ |
| | درصد انحراف از میانگین کل | -۰/۴۳۴ | -۱/۷۰۹ | -۳/۰۹۷ | -۲/۱۹۰ | ۳/۰۳۲۷ | -۲/۶۵۵ | ۴/۲۳۰ | ۰/۵۷۸ |
| | میانگین کل | ۱۴/۸۶۸ | ۸/۸۸۶ | ۳۱/۰۲۸ | ۱۸/۵۶۱ | ۲۷۸/۲۹۲ | ۲۵/۸۰۶ | ۲۲/۶۷۴ | ۷۰/۶۸۴ |

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-02-22 ]




شکل ۲- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه ای اکوتیپ های اسپرس با استفاده از الگوریتم Ward و براساس عملکرد بذر و صفات مرتبط.

جدول ۵- تجزیه تابع تشخیص برای تعیین محل برش دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه ای اکوتیپ های اسپرس از نظر عملکرد بذر و صفات مرتبط در تجزیه علیت

| تعداد گروه ها | سطح احتمال | ویلکس لامبدا | کی - دو |
|---|---|---|---|
| ۲ | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۴۶ | ۹۵/۱۲۳ |
| ۳ | ۰/۰۰۰ | ۰/۲۱۲ | ۴۸/۰۸۵ |
| ۴ | ۰/۰۰۰ | ۰/۵۴۷ | ۱۸/۷۲۹ |

میانگین و درصد انحرف از میانگین کل هر یک از گروه‌ها در جدول ۶ آورده شده است. میانگین گروه یک برای کلیه صفات بجز وزن هزار دانه بالاتر از میانگین کل اکوتیپ‌ها بود. خوشه دوم فقط از نظر ارتفاع بوته ارزش بالاتر از میانگین کل اکوتیپ‌ها داشت. گروه سوم از نظر عملکرد بذر بالاتر از میانگین کل اکوتیپ‌ها بود. خوشه چهارم از نظر ارتفاع بوته و وزن هزار دانه ارزش بالاتر از متوسط کل اکوتیپ‌ها داشت.

بدین ترتیب اکوتیپ‌های خوشه اول بیشترین عملکرد بیولوژیک و عملکرد بذر را دارا بودند. اکوتیپ‌های گروه دوم بالاترین میزان ارتفاع بوته را داشتند. و خوشه چهارم از نظر وزن هزار دانه برترین گروه اکوتیپی بود.

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-02-22 ]

گروه‌بندی اکوتیپ‌ها براساس کلیه صفات و صفات مرتبط با عملکرد بذر نشان داد که گروه‌های دارای اکوتیپ‌های برتر از نظر عملکرد بذر از نظر عملکرد بیولوژیک نیز برتر بودند.

جدول ۶- میانگین و درصد انحراف از میانگین کل گروه ها از نظر عملکرد بذر و صفات مرتبط در تجزیه رگرسیون چندگانه اکوتیپ های اسپرس

| خوشه | | ارتفاع بوته | عملکرد بیولوژیک | وزن هزار دانه | عملکرد بذر |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | میانگین | ۵۱/۰۴۱ | ۳۹۱/۱۴۲ | ۲۱/۹۷۹ | ۱۰۱/۵۵۳ |
| | درصد انحراف از میانگین کل | ۰/۰۹۷ | ۴۰/۵۵۰ | -۳/۰۶۶ | ۴۳/۶۷۲ |
| ۲ | میانگین | ۵۳/۸۳۱ | ۲۶۳/۵۲۶ | ۲۰/۰۹۶ | ۶۰/۴۶۶ |
| | درصد انحراف از میانگین کل | ۵/۵۶۹ | -۵/۳۰۵ | -۱۱/۳۷۳ | -۱۴/۴۵۵ |
| ۳ | میانگین | ۴۶/۲۵۰ | ۲۵۲/۳۷۷ | ۲۱/۴۷۳ | ۷۶/۰۶۶ |
| | درصد انحراف از میانگین کل | -۹/۲۹۹ | -۹/۳۱۲ | -۵/۲۹۹ | ۷/۶۱۴ |
| ۴ | میانگین | ۵۱/۸۷۵ | ۲۶۱/۹۴۴ | ۲۴/۱۹۴ | ۶۳/۴۲۲ |
| | درصد انحراف از میانگین کل | ۱/۷۳۳ | -۵/۸۷۴ | ۶/۷۰۴ | -۱۰/۲۷۴ |
| | میانگین کل | ۵۰/۹۹۱ | ۲۷۸/۲۹۲ | ۲۲/۶۷۴ | ۷۰/۶۸۴ |

در تجزیه به عامل‌ها براساس روش مولفه‌های اصلی و بر مبنای مقادیر ویژه بزرگتر از یک شش عامل مشخص شدند که در مجموع ۸۲/۳۷ درصد تغییرات کل را تبیین نمودند (جدول ۷). در شکل ۳ نمودار مقادیر ویژه عامل‌ها نشان داده شده است. ضرایب عاملی برای صفات مورد بررسی در جدول ۸ آورده شده است. لازم به ذکر است که به منظور تشکیل مناسب تر ساختار عامل ها، ضرایب عاملی به روش وریماکس چرخش یافتند.

عامل اصلی اول که ۱۶/۵۱ درصد از تغییرات کل را تبیین نمود، دارای ضرایب بالا برای تعداد روز تا شروع دانه بندی، تعداد روز تا پایان مرحله دانه‌بندی و دوره دانه‌بندی بود. با توجه به اهمیت متغیرها در عامل اول می توان آنرا عامل فنولوژیک دانه نامگذاری کرد.

عامل دوم با تبیین ۱۵/۰۲ درصد از تغییرات کل داده ها ضرایب بالا برای ارتفاع بوته، فاصله میانگره و شاخص برداشت داشت. صفاتی که از ضریب بالایی در این عامل برخوردار بودند بیانگر اکوتیپ هایی با ارتفاع بوته و فاصله میانگره بیشتر و شاخص برداشت کمتر می باشد. بنابراین عامل دوم را می توان به عنوان عامل رشد شناخت.

عامل سوم که ۱۴/۹۳ درصد از تغییرات کل داده ها را شامل شد، ضرایب بالا برای طول گل

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-02-22 ]

آذین، تعداد گلچه در گل آذین و تعداد بذر در گل آذین داشت. عامل سوم نشان داد که اکوتیپ ها از نظر طول گل آذین، تعداد گلچه در گل آذین و تعداد بذر در گل آذین در یک راستا افزایش یافتند. در نتیجه می توان این عامل را به عنوان عامل موثر بر اجزا عملکرد بذر نامگذاری کرد.

عامل چهارم که ۱۳/۵۵ درصد تغییرات کل را توجیه می کرد، دارای ضرایب بالا برای تعداد روز تا شروع گلدهی، تعداد روز تا پایان گلدهی و طول دوره گلدهی بود. صفاتی که از ضریب بالا در این عامل برخوردار بودند بیانگر دیررس بودن اکوتیپ های مورد بررسی می باشد. در نتیجه این عامل را می توان به عنوان عامل فنولوژیک گل نامگذاری کرد.

عامل پنجم با تبیین ۱۱/۳۸ درصد از تغییرات کل، دارای ضرایب مثبت و بالا برای عملکرد بیولوژیک و عملکرد بذر بود. در نتیجه این عامل را می توان به عنوان عامل عملکرد بذر شناخت.

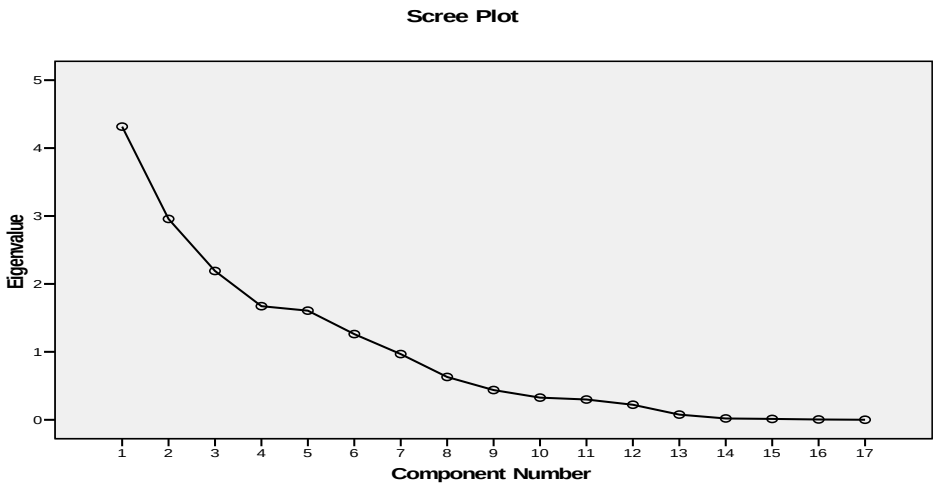
عامل ششم که ۱۰/۹۶ درصد از تغییرات کل داده ها را شامل می شد، ضرایب بالا برای تعداد میانگره و وزن هزار دانه داشت. صفاتی که از ضریب بالایی در این عامل برخوردار هستند بیانگر اکوتیپ هایی با تعداد میانگره بیشتر و وزن هزار دانه کمتر می باشد.

در کل چنین به نظر می رسد که عامل سوم و پنجم در جهت گزینش اکوتیپ ها برای بهبود عملکرد بذر مطلوب تر از بقیه عامل ها هستند.

جدول ۷- مقادیر ویژه، درصد واریانس و واریانس تجمعی تبیین شده توسط شش عامل

| عامل های اصلی | مقادیر ویژه | درصد واریانس | درصد واریانس تجمعی |
|---|---|---|---|
| ۱ | ۴/۳۱۶ | ۱۶/۵۱۵ | ۱۶/۵۱۵ |
| ۲ | ۲/۹۵۷ | ۱۵/۰۲۳ | ۳۱/۵۳۹ |
| ۳ | ۲/۱۹۱ | ۱۴/۹۳۵ | ۴۶/۴۷۳ |
| ۴ | ۱/۶۷۲ | ۱۳/۵۵۴ | ۶۰/۰۲۷ |
| ۵ | ۱/۶۰۷ | ۱۱/۳۸۱ | ۷۱/۴۰۸ |
| ۶ | ۱/۲۶۱ | ۱۰/۹۶۶ | ۸۲/۳۷۴ |

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-02-22 ]




شکل ۳- نمودار حاصل از تجزیه به عامل‌ها برای اکوتیپ‌های اسپرس (Scree graph).

جدول ۸- ضرایب شش عامل اصلی با چرخش وریماکس برای صفات مورد مطالعه در اکوتیپ های اسپرس

| صفت | عامل اول | عامل دوم | عامل سوم | عامل چهارم | عامل پنجم | عامل ششم |
|---|---|---|---|---|---|---|
| تعدادروز تا شروع گلدهی | ۰/۲۵۴ | -۰/۰۲۳ | ۰/۲۰۳ | ۰/۹۳۵ | -۰/۰۲۸ | ۰/۰۱۷ |
| تعداد روز تا اتمام گلدهی | ۰/۵۰۹ | -۰/۲۶۳ | -۰/۱۹۸ | ۰/۵۷۶ | ۰/۱۶۰ | ۰/۳۸۳ |
| دوره گلدهی | ۰/۰۰۸ | -۰/۱۲۲ | -۰/۴۱۵ | -۰/۸۲۵ | ۰/۱۴۳ | ۰/۲۲۵ |
| تعداد روز تا شروع دانه بندی | ۰/۸۲۹ | -۰/۰۲۱ | -۰/۰۴۱ | ۰/۲۸۰ | -۰/۰۶۹ | ۰/۲۱۱ |
| تعداد روز تا اتمام دانه بندی | -۰/۷۳۱ | -۰/۱۶۰ | -۰/۲۳۸ | ۰/۰۴۸ | ۰/۱۱۶ | ۰/۴۴۳ |
| دوره دانه بندی | -۰/۹۳۴ | -۰/۰۶۲ | -۰/۱۲۳ | -۰/۱۲۴ | ۰/۱۴۱ | ۰/۱۹۸ |
| ارتفاع بوته | -۰/۰۱۰ | ۰/۹۱۸ | -۰/۱۳۲ | ۰/۰۳۵ | ۰/۰۴۸ | ۰/۱۱۸ |
| تعداد میانگره | -۰/۲۰۰ | ۰/۲۲۵ | ۰/۱۱۰ | -۰/۱۵۳ | -۰/۲۵۱ | ۰/۷۲۶ |
| فاصله میانگره | ۰/۱۰۳ | ۰/۷۶۹ | -۰/۱۸۸ | ۰/۱۲۱ | ۰/۲۱۴ | -۰/۴۶۳ |
| طول دم گل آذین | ۰/۴۷۶ | ۰/۲۰۱ | ۰/۴۴۴ | ۰/۰۳۲ | ۰/۱۰۳ | ۰/۰۰۳ |
| طول گل آذین | -۰/۰۲۰ | -۰/۱۴۳ | ۰/۸۸۷ | ۰/۰۲۳ | -۰/۰۲۸ | ۰/۰۷۰ |
| تعداد گلچه در گل آذین | ۰/۲۵۴ | -۰/۱۷۵ | ۰/۷۵۰ | ۰/۴۵۰ | ۰/۰۸۸ | ۰/۰۶۷ |
| تعداد بذر در گل آذین | ۰/۰۸۶ | -۰/۰۹۲ | ۰/۷۶۳ | ۰/۱۹۳ | -۰/۱۷۴ | ۰/۱۱۶ |
| عملکرد بیولوژیک | -۰/۰۵۲ | ۰/۲۲۰ | -۰/۰۷۱ | -۰/۱۱۷ | ۰/۹۰۸ | ۰/۰۴۵ |
| شاخص برداشت | -۰/۱۳۱ | -۰/۸۰۴ | ۰/۰۳۱ | ۰/۱۵۰ | ۰/۳۰۲ | -۰/۱۳۹ |
| وزن هزار دانه | -۰/۰۳۴ | ۰/۰۳۹ | -۰/۱۱۳ | -۰/۰۵۵ | -۰/۱۱۳ | -۰/۷۶۲ |
| عملکرد بذر | -۰/۱۴۱ | -۰/۳۹۷ | -۰/۰۳۱ | ۰/۰۴۲ | ۰/۸۷۲ | -۰/۰۸۷ |

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-02-22 ]

## منابع:


1. Davis, A.M. 1968. Variation in the protein content of a collection of soinfoin from U.S.S.R, Mont. State. Univ. Bull. 627: 102-103.
2. Kallenbach, R.L., A.G. Matches and J.R. Mahan. 1996. Sainfoin regrowth declines as metabolic rate increases with temperature. Crop Sci., 36: 91-97.
3. Karimi, H. 2004. Cultivated Crops. Tehran University Press. 715 pp.
4. Karimi, H. 2007. Forage Crops Breeding and Cultivation. Tehran University Press. 428 pp.
5. Kidambi, S.P., J.R. Mahan and A.G. Matches. 1990. Interspecific variation for thermal dependence of glutathione reductase in sainfoin. Theor. Appl. Genet. 79: 600-604.
6. Koochaki, A. 1996. Sainfoin a usefull forage for dryland. Jahad Daneshgahi Mashhad University Press. 133 pp.
7. Mohammadi, A., M. Moghadam and S. Aharizad. 2003. Investigation of Azarbaijan native population sainfoin in different densities. Final report of research project. Tabriz University. Faculty of Agriculture. 115 pp.
8. Mozafarian, V. 1996. A dictionary of iranian plant names. Farhang Moaser Press. 740 pp.
9. Poorarabshah Khan, M. 2007. Evaluation of drough tolerance indices of 36 sainfoin ecotypes. M.Sc. Thesis On Agronomy. Islamic Azad University Tabriz Branch. 80 pp.
10. Rezai, A. 1982. Alfalfa Breeding. Center for University Publications. Tehran. 244 pp
11. Varga, P. 1968. Aims of sainfoin breeding in Romania. Montana State University. 627: 87-89.
12. Zamaneyan, M. 2004. Effects of sowing date and harvest pattern for seed yield and forage yield in Berseem Clover (Trifolium alexandrinum) in karadj. Iranian journal of range and desert research. 11: 351-365.
13. Zeyaie Nasab, M. and A.A. Jafari. 2005. Relationship between seed yield, forage yield and related traits in Red Clover (Trifolium pretense) populations. Iranian journal of rangelands and forests plant breeding and genetic research. 13: 85-95.


[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-02-22 ]

# Investigation of Genetic Diversity in Sainfoin Ecotypes Based on Important Characteristics Using Multivariate Statistical Analysis

**P. Behroz[1], S. Aharizad[2], S.A. Mohamadi[3], F. Normand Moayed[4] and P. Hazegh Jafari[5]**

1- Former M.Sc. Student of Plant Breeding, Islamic Azad University, Tabriz Branch (Corresponding author)
2, 3- Associate Professor and Professor, University of Tabriz
4- Instructor, Natural Resources and Agricultural Researches Center of East Azerbaijan Province, Tabriz
5- Former M.Sc. Student of Plant Breeding, Islamic Azad University, Tabriz Branch

## Abstract

In order to investigate of genetic diversity in sainfoin based on seed yield and related traits, 36 ecotypes including foreign and Iranian ecotypes, an experiment was conducted using a lattice design with two replications in researches station in Natural Resources and Agricultural Researches Center of East Azerbaijan province. Analysis of variance revealed significant genetic diversity among ecotypes with respect to some of the traits in first. Coefficient of variation (C.V.) was highest for harvest index and smallest for days to end of flowering. Thirty six ecotypes were classified into three groups using cluster analysis based Ward's algorithms and all the traits. In grouping based on seed yield and related traits identified using multiple regression analysis, group including (MIX) 2979, (MIX) 1174, (MIX) 325, (MIX) 20291, Hashtrood (LOCAL) had a higher mean for the trait analyzed. In factor analysis, six factor with eigenvalues greater than 1 explained 82.37 percent of total variance.

**Keywords:** Sainfoin, Factor analysis, Genetic diversity, Seed yield, Grouping

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-02-22 ]