نشریه تولید گیاهان زراعی
جلد نهم، شماره سوم، پاییز ۹۵
۱۰۵-۱۸
http://ejcp.gau.ac.ir

ارزیابی و گروهبندی ارقام و لاین‌های سویا در شرایط بدون تنش و تنش خشکی با استفاده از روش‌های چند متغیره آماری در دو منطقه رشت و گنبد کاووس

احمدرضا دادرس[۱]، حبیب‌اله سمیع‌زاده*[۲] و حسین صبوری[۳]

[۱]دانشجوی دکتری گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان،
[۲]دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان،
[۳]دانشیار گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبد کاووس

تاریخ دریافت: ۱۳۹٤/٦/۲۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹٤/۱۱/۸

چکیده

سابقه و هدف: با توجه به اینکه تنش خشکی به عنوان یک محدودیت بزرگ در تولید و عملکرد پایدار محصولات گیاهی از جمله سویا محسوب می‌گردد، شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به کم‌آبی می‌تواند یک راهکار ارزشمند در مقابله با این معضل باشد. پژوهش حاضر با هدف ارزیابی و گروهبندی ارقام و لاین‌های پیشرفته سویا بر اساس صفات مختلف زراعی جهت توصیه برترین ارقام و لاین‌ها در محیط بدون تنش و تحت تنش خشکی در دو منطقه رشت و گنبد کاووس طراحی شد.

مواد و روش‌ها: مواد گیاهی شامل ۱۰۰ لاین پیشرفته به همراه ۲۱ رقم سویا بود که در دو محیط تحت تنش آبی (۲۵ درصد ظرفیت زراعی) و بدون تنش و در دو منطقه در سال زراعی ۱۳۹۳ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار کشت شد. تعداد ۲۱ صفت شامل صفات فنولوژیکی، موفولوژیکی و عملکرد و اجزای عملکرد مورد ارزیابی قرار گرفتند. تجزیه واریانس مرکب، تجزیه خوشه‌ای، تجزیه تابع تشخیص و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی انجام گرفت.

*نویسنده مسئول: hsamizadeh@yahoo.com

یافته‌ها: نتایج تجزیه واریانس برای ۲۱ صفت مورد بررسی نشان داد برای تمامی صفات اختلاف بین ژنوتیپ‌ها و حداقل یکی از برهمکنش‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند که نشان‌دهنده تنوع بالا و واکنش متفاوت ارقام و لاین‌ها در محیط‌های مختلف از لحاظ صفات اندازه‌گیری شده بود. بر این اساس سایر تجزیه‌ها در هر کدام از محیط‌ها به طور مجزا مورد بررسی قرار گرفت. تجزیه خوشه‌ای ارقام و لاین‌ها را در هر کدام از محیط‌ها به دو تا سه گروه تقسیم‌بندی نمود. ارقام و لاین‌های برتر در خوشه‌هایی قرار گرفتند که میانگین اکثر صفات مهم آنها بالاتر از سایر گروه‌ها و میانگین کل بود. در مجموع ارقام و لاین‌های ۸، ١٦، ٣٦، ٣٧، ٤٢، ٦٣، ٦٧، ٧٢ و ٨٦ هم در شرایط بدون تنش و هم در شرایط تنش خشکی رشت در گروه برتر واقع شدند و ارقام و لاین‌های ٣٤، ٤٣، ٦٢، ٦٦ و ٧٠ در هر دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی در گنبد کاووس نمود بهتری داشتند. تجزیه تابع تشخیص بر روی گروه‌های منفک از تجزیه خوشه‌ای نشان داد در اغلب محیط‌ها، صفات وزن کل بوته، وزن دانه در کل غلاف‌ها، تعداد کل غلاف و تعداد دانه در کل غلاف‌ها بیشترین تأثیر را در تمایز گروه‌ها داشتند. به طوری‌که گروه‌های شامل ارقام و لاین‌های برتر از لحاظ این صفات ارزش‌های بالاتری را به خود اختصاص دادند.

نتیجه‌گیری: انتظار می‌رود بتوان پس از تأیید نتایج در چند سال، از لاین‌ها و ارقام متحمل شناسایی شده در مناطق مورد بررسی استفاده نمود و با توجه به نقش مؤثرتر برخی از صفات از جمله وزن کل بوته، وزن دانه در کل غلاف‌ها و تعداد غلاف، باید در برنامه‌های به‌نژادی از قبیل غربال و بهبود ژنوتیپ‌ها در اولویت قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، تجزیه تابع تشخیص، تجزیه خوشه‌ای، تنش کم آبی، سویا.

مقدمه

سویای زراعی با نام علمی *Glycine max* (L.) یک گیاه روغنی از خانواده فاباسه بوده که اهمیت زیادی در کشاورزی و صنعت دارد. این گیاه در میان سایر لگوم‌ها دارای بیشترین میزان پروتئین دانه (٤٥ درصد)، و همچنین ۱۸ تا ۲۰ درصد روغن و فاقد کلسترول است. استان‌های مازندران، گلستان و گیلان مهمترین تولیدکنندگان سویا در ایران به شمار می‌روند. پتانسیل عملکرد سویا به بیش از شش تن در هکتار می‌رسد و عملکردهای ۲/۵ تن در هکتار مطلوب به‌نظر می‌رسد (٦).

تنش خشکی به‌عنوان یک محدودیت بزرگ در تولید و عملکرد پایدار سویا محسوب می‌شود. برای توسعه ارقام پرمحصول تحت شرایط خشکی، وسیع‌ترین معیاری که به طور سنتی مورد استفاده گرفته انتخاب مستقیم برای پایداری عملکرد در چند محیط است (۲۲). استراتژی دیگر انتخاب غیرمستقیم با استفاده از صفات ثانویه است که در تعدادی از محصولات با موفقیت همراه بوده است (۸).

بسیاری از شاخص‌های تحمل به خشکی که برای غربال ارقام متحمل به تنش تعیین شده‌اند براساس عملکرد گیاه در دو محیط تنش و غیر تنش می‌باشند. تاکنون روش‌های متعددی برای انتخاب تحمل به خشکی در سویا به‌کار گرفته شده که می‌توان اندازه‌گیری عملکرد در شرایط تنش خشکی در طی فصل رشد (۱۹) ارزیابی ژنوتیپ‌ها در محیط‌های کنترل شده نظیر گلخانه و آزمایشگاه (۱۵ و ١٦) را نام برد.

زارع و همکاران (۲۰۰٤) با بررسی ۲۵ لاین و رقم سویا تحت شرایط تنش خشکی و آبیاری کامل و انجام تجزیه به مؤلفه‌های اصلی اظهار داشتند مؤلفه اول با توجیه ۹۳/۷۲ درصد از کل تغییرات داده‌ها شامل متغیرها و شاخص‌های مرتبط با عملکرد بود و به‌عنوان مؤلفه تحمل به خشکی نام‌گذاری شد. زینالی خانقاه و سوهانی (۱۹۹۹) نیز با استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره نظیر تجزیه به عامل‌ها بر اساس تجزیه به مؤلفه‌های اصلی دریافتند صفات مربوط به عملکرد و اجزای عملکرد به عنوان مهمترین صفات در توجیه تغییرات کل در داده‌ها می‌باشند (٢٤).

باربوسا و همکاران (۲۰۱۳) با استفاده از تجزیه خوشه‌ای اقدام به گروهبندی ۲۰ توده بذری سویا نمودند و سپس به‌منظور گروهبندی و شناسایی مهمترین متغیرها در تمایز ژنوتیپ‌ها از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی استفاده نمودند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد توده‌های سویا BRS Valiosa RR مرتبط با متغیرهای

سبز شدن گیاهچه‌ها در مزرعه، جوانه‌زنی تحت دسترسی به سطوح آب مختلف و پیری زودرس (که ضرایب مثبت و بالایی در مؤلفه اول داشتند) و توده‌های M-SOY 7908 RR سویا با متغیرهای جوانه‌زنی و هدایت الکتریکی (که ضرایب منفی و بالایی در مؤلفه دوم داشتند) در ارتباط می‌باشند (۲).

دانایی (۱۹۹۸) با بررسی ۱۶ صفت زراعی و فنولوژیک بر روی ٤۰۰ ژنوتیپ سویا از تجزیه خوشه‌ای و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برای گروهبندی و شناسایی مهمترین متغیرها در توجیه تنوع بین ژنوتیپ‌ها استفاده کردند. در این بررسی ژنوتیپ‌های سویا با استفاده از روش ادغام بر حسب متوسط گروه‌ها (UPGM)[1] به ده گروه تفکیک شدند. همچنین تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نشان داد که ۵ مؤلفه اصلی اول حدود ۸۹ درصد از تنوع موجود را در بین ارقام تبیین می‌نمایند، اولین مؤلفه که بیشترین سهم را در این باره دارد حدود ٤۷/۹ درصد از کل تنوع را توجیه کرد، در این مؤلفه بیشترین اهمیت را صفات مربوط به عملکرد و اجزاء عملکرد نظیر تعداد غلاف در ساقه‌های اصلی، فرعی، تعداد گروه و تعداد دانه دارا بودند. در این پژوهش، نتایج تجزیه تابع تشخیص بیانگر این واقعیت بود که در دو تابع اول که بیش از ۷۳ درصد از تغییرات کل را توجیه می‌کردند صفات عملکرد دانه و وزن صددانه واجد بالاترین ضرایب و تأثیرگذارترین متغیرها در تمایز ژنوتیپ‌ها می‌باشند (۳).

هر ساله تعداد زیادی لاین و رقم در جهان و ایران تولید می‌شوند که قبل از معرفی نیاز به ارزیابی دارند. در همین راستا هدف از پژوهش حاضر ارزیابی و گروهبندی ارقام و لاین‌های پیشرفته سویا (نسل F7)، براساس صفات مختلف زراعی جهت توصیه برترین ارقام و لاین‌ها در محیط بدون تنش و تحت تنش خشکی در دو منطقه رشت و گنبد کاووس و همچنین تعیین مؤثرترین صفات مرتبط با تحمل به تنش خشکی در ژنوتیپ‌های سویا بود.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی شامل ۱۰۰ لاین پیشرفته به‌همراه ۲۱ رقم سویا بود که در دو محیط تحت تنش آبی و بدون تنش و در دو منطقه رشت و گنبد کاووس در سال زراعی ۱۳۹۳ کشت شد. مواد گیاهی از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان تهیه شد که اطلاعات آن‌ها در جدول (۱) آورده شده است. طرح

1. Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean

آزمایشی مورد استفاده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار بود. هر کرت آزمایشی دارای سه ردیف به طول دو متر با فاصله خطوط کاشت ۳۵ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف، ۱۰ سانتی‌متر بود. تراکم بوته حدود ۳۰ بوته در مترمربع در نظر گرفته شد. در طی دوره رشد برای مبارزه با علف‌های هرز، وجین دستی و همچنین علف‌کش سوپرگالانت استفاده شد. عملیات کاشت برای هر دو محیط (تنش آبی و بدون تنش آبی) و هر دو منطقه یکسان و بصورت دستی انجام شد. اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت صورت گرفت. برای محیطی که آبیاری نرمال داشت، مقدار آب آبیاری و دوره تناوب با توجه به روابط موجود در منابع (۱) به گونه‌ای اعمال شد که رطوبت خاک در محدوده رطوبتی ظرفیت زراعی تا حداکثر تخلیه مجاز رطوبتی[1] (MAD) باقی بماند و آبیاری در محیط تنش تا استقرار گیاه در زمین (حدود ۵ تا ٦ برگی) مطابق محیط بدون تنش انجام شد و پس از آن، تنش آبی اعمال شد. زمان اعمال تنش برابر با شرایط رطوبتی ۲۵ درصد رطوبت ظرفیت زراعی در نظر گرفته شد. تعیین این زمان نیز با نمونه‌برداری از خاک از عمق ۳۰ سانتی‌متر برای تعیین میزان رطوبت انجام شد. تعداد ۲۱ صفت شامل صفات فنولوژیکی، موفولوژیکی و عملکرد و اجزای عملکرد ارزیابی شد. برای این منظور، پنج بوته به طور تصادفی از خطوط میانی و با احتساب حاشیه، از هر کرت انتخاب شد. برای اندازه‌گیری شاخص کلروفیل، از دستگاه SPAD استفاده شد. فهرست صفات ارزیابی شده به همراه علامت اختصاری آن‌ها در جدول (۲) آورده شده است.

1. Management Allowable Deficit

جدول ۱- مشخصات ارقام و لاین‌های مورد مطالعه در تحقیق.

Table 1. Characteristics of evaluated varieties and lines studied in research.

شماره No.	مشخصات Information	شماره No.	مشخصات Information	شماره No.	مشخصات Information	
1	Nemaha × Savoy (1)*	42	Sahar × Gorgan 3 (1)	83	Caspian	کاسپین
2	Nemaha × Savoy (2)	43	Sahar × Gorgan 3 (3)	84	Sahar	سحر
3	Nemaha × Savoy (4)	44	Hamilton × Katoul (3)	85	Katoul	کتول
4	Nemaha×Savoy (5)	45	Hamilton × Katoul (2)	86	Williams	ویلیامز
5	Kottman × Kitimisharo (1)	46	Sahar × Katoul (3)	87	SG20	
6	Kottman × Kitimisharo (2)	47	Sahar × Katoul (4)	88	Safiabadi	صفی‌آبادی
7	Kottman × Kitimisharo (3)	48	Sahar × Katoul (5)	89	L504	
8	Spry × Kitimisharo (1)	49	Sahar × Katoul (7)	90	Selection 7	سلکسیون۷
9	Spry × Kitimisharo (2)	50	Sahar × Katoul (8)	91	Selection 53	سلکسیون۵۳
10	Spry × Kitimisharo (4)	51	Sahar × Katoul (9)	92	Selection 55	سلکسیون ۵۵
11	Spry × Kitimisharo (5)	52	Hamilton × Gorgan 3 (3)	93	Selection 81	سلکسیون۸۱
12	Charleston × Mustang (1)	53	Williams × Katoul (9)	94	Selection 106	سلکسیون ۱۰۶
13	Charleston × Mustang (2)	54	Williams × Katoul (5)	95	Selection 170	سلکسیون ۱۷۰
14	Charleston × Mustang (3)	55	Williams × Katoul (4)	96	Hamilton × Sepid (8)	
15	Spry × Savoy (3)	56	Sahar × Williams (8)	97	Sahar × Sepide (1)	
16	Spry × Savoy (4)	57	Williams × Katoul (2)	98	Sepide × T1SRF (5)	
17	Spry × Savoy (5)	58	Sahar × Williams (10)	99	Hamilton × Fora (3)	
18	Williams × K778 (3)	59	Sahar × K778 (1)	100	Hamilton × K778 (3)	
19	Williams × K778 (4)	60	Sahar × K778 (3)	101	Sahar × K779 (5)	
20	Williams × K778 (5)	61	Sahar × K778 (7)	102	Sepide × K778 (3)	
21	Williams × Hamilton (1)	62	Clary × Nigeria (10)	103	For a × Macon (3)	
22	Williams × Hamilton (2)	63	Sahar × Hamilton (3)	104	For a × LD 10 (1)	
23	Williams × Hamilton (3)	64	Sahar × Hamilton (4)	105	Williams × K778 (2)	
24	Williams × Hamilton (4)	65	Sahar × Hamilton (8)	106	Crawford × Lan (3)	
25	Hamilton × Katoul (12)	66	Graham × Nigeria (9)	107	Crawford × Vilana (4)	
26	Hamilton × Williams (2)	67	Sahar × Hamilton (10)	108	Williams × Vilana (4)	
27	Hamilton × Williams (3)	68	Graham × Nigeria (2)	109	Mustang × Delsoy 4210	
28	Gorgan3 × K778 (1)	69	Clary × Nigeria (9)	110	Spry × Savoy	
29	Gorgan3 × K778 (2)	70	Graham × Nigeria (8)	111	Pershing × Epps	
30	Gorgan3 × K778 (3)	71	Graham × Nigeria (8)	112	Williams × Diana (1)	
31	Gorgan3 × K778 (8)	72	Graham × Nigeria (5)	113	Sahar × Collombus (4)	
32	Gorgan 3 × K778 (9)	73	Clary × Nigeria (5)	114	Sahar × Collombus (13)	
33	Gorgan3×K778 (10)	74	Clary × Nigeria (3)	115	Sahar × Crawford (1)	
34	Gorgan3 × K778 (11)	75	H7	116	Black Williams × Lan (4)	
35	Gorgan3 × K778 (12)	76	L17	117	Black Williams × Epps (10)	
36	Gorgan3 × Williams (2)	77	Web	118	Sahar × K188(5)	
37	Gorgan3 × Williams (4)	78	PE	119	Sahar × Hamilton (1)	
38	Gorgan3 × Williams (7)	79	DW	120	Sahar ×LBK (1)	
39	Hamilton × Katoul (8)	80	M7	121	DPK×Fora(1)	
40	Hamilton × Katoul (4)	81	M9			
41	Gorgan3 × Katoul (4)	82	Sari			ساری

*: برای هر لاین، تلاقی تشکیل دهنده آن به همراه شماره لاین مربوطه در نسل F7 در داخل پرانتز آورده شده است.

*: For each line, its cross of constituent presented in the brackets with line number in F7 generation.

جدول ۲- صفات ارزیابی شده بر روی ارقام و لاین‌های سویا به همراه علامت اختصاری.

Table 2. Evaluated traits on varieties and lines of soybean with their abbreviations

علامت اختصاری Abbr.	صفت Trait	علامت اختصاری Abbr.	صفت Trait	علامت اختصاری Abbr.	صفت Trait
Y1	روز تا گلدهی Days to flowering	Y8	قطر ساقه Diameter Stem	Y15	تعداد برگ در مرحله برداشت Leaf No. at harvest
Y2	روز تا غلاف دهی Days to podding	Y9	طول غلاف Pods length	Y16	تعداد شاخه‌های زایشی Reproductive branches No.
Y3	تاریخ برداشت Harvest date	Y10	تعداد کل غلاف Total pod No.	Y17	وزن کل بوته Total weight of plant
Y4	ارتفاع بوته Plant height	Y11	تعداد غلاف پوک Empty pods No.	Y18	وزن کل غلاف‌ها Total weight of pods
Y5	بیشترین فاصله میانگره Max. Inter-nods distance	Y12	تعداد دانه در غلاف Seed pod No.	Y19	وزن دانه در کل غلاف‌ها (بوته) Grain yield per plant
Y6	کمترین فاصله میانگره Min. Inter-nods distance	Y13	تعداد دانه در کل غلاف‌ها (بوته) Seeds per plant	Y20	وزن صد دانه 100 seeds weight
Y7	ارتفاع اولین غلاف First pod height	Y14	تعداد گره Nods No.	Y21	میزان کلروفیل Chlorophyll content

پس از ثبت داده‌ها، به‌منظور انجام تجزیه واریانس ابتدا مفروضات تجزیه واریانس آزمون شد. پس از اطمینان از برقراری مفروضات، تجزیه واریانس مرکب و سایر تجزیه‌های آماری انجام شد. برای گروهبندی ارقام و لاین‌های مورد مطالعه، تجزیه خوشه‌ای با استفاده از ضریب توان دوم اقلیدوسی و روش Ward به کمک نرم‌افزار SAS Ver.9.1 (۱۷) انجام شد.

برای بررسی تفاوت گروه‌ها و مشخص نمودن میزان تأثیر هریک از صفات مورد بررسی در تمایز خوشه‌ها، میانگین آن صفت و انحراف از میانگین کل برای همان صفت محاسبه گردید. بدیهی است اگر میانگین یک صفت در یک گروه، از میانگین کل آن صفت بالاتر باشد، آن گروه از نظر آن صفت ارزش بیشتری از متوسط ژنوتیپ‌ها خواهد داشت (۱۲). همچنین در مقایسه میزان انحراف صفات مختلف، به منظور از بین بردن اثر مقیاس از انحرافات استاندارد شده استفاده شد. برای مثال اگر میانگین خوشه دوم برای صفتی مثل ارتفاع بوته ارزشی برابر با ۹۳/٤۹۵ سانتی‌متر کسب کند و میانگین کل و انحراف معیار کل

به‌ترتیب ۸۷/۳۸۳ و ۱۷/۲۹۹ باشد، مطابق رابطه $Z=(x-\mu)/\sigma$ برای محاسبه انحراف از میانگین استاندارد شده یا همان نمره استاندارد (Z)، ابتدا انحراف میانگین خوشه (x) از میانگین کل (μ) محاسبه و سپس به انحراف معیار کل آن صفت (σ) تقسیم شد تا عدد خام به عدد نسبی تبدیل شود (۱۳) و بتوان میزان انحراف صفات مختلف با مقیاس‌های متفاوت اندازه‌گیری را با هم مقایسه نمود.

تجزیه تابع تشخیص به روش رگرسیون گام به گام به منظور تعیین صحت نقطه برش نمودار درختی و همچنین تعیین صفات تأثیرگذار در تمایز گروه‌ها با استفاده از SPSS Ver.22 (۲۰) انجام شد. پس از انجام تجزیه تابع تشخیص، به منظور ارزیابی کارآیی معادله تابع تشخیص از آزمون لاندای ویلک استفاده شد که توزیع آن به طور تقریبی با توزیع کای اسکوئر یکسان می‌باشد و مطابق رابطه $\Lambda= |W|/|T|$ به‌دست می‌آید. در این رابطه $|W|$ دترمینان ماتریس مجموع مربعات و مجموع حاصلضرب‌های درون نمونه‌ای و $|T|$ دترمینان ماتریس مجموع مربعات و مجموع حاصل‌ضرب‌های کل است (۱۰).

از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بر اساس ماتریس همبستگی به منظور پیداکردن مؤلفه‌های مهم توجیه کننده قسمت اعظم تغییرات کل موجود بین ارقام و لاین‌ها استفاده شد. این روش با استفاده از نرم‌افزار SAS Ver.9.1 (۱۷) انجام شد.

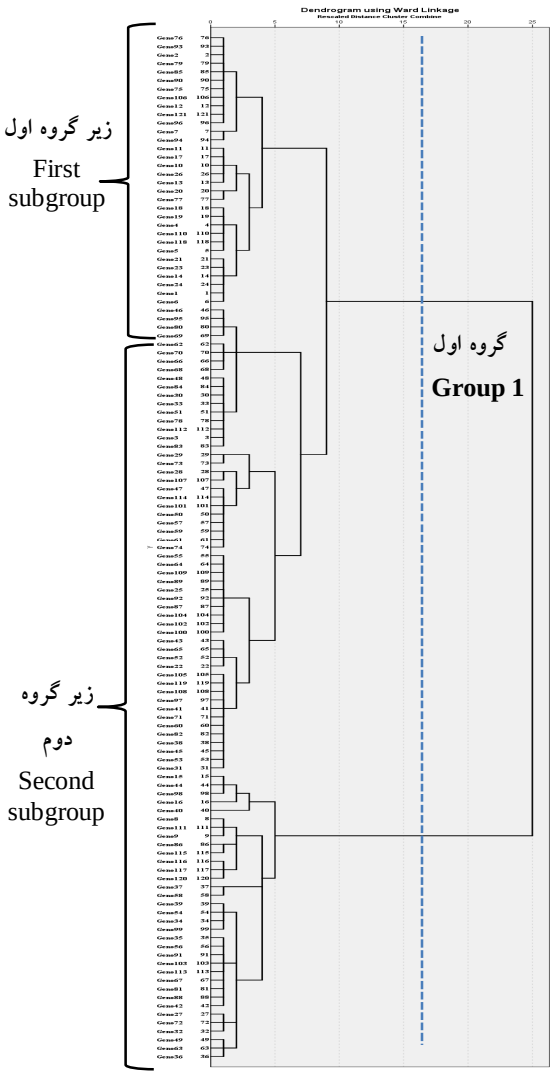
نتایج و بحث

آزمون مفروضات تجزیه واریانس نشان داد که توزیع اشتباهات آزمایشی مطابق آزمون چولگی و کشیدگی نرمال است و همچنین واریانس اشتباهات آزمایشی در دو محیط مطابق نتیجه آزمون بارتلت همگن می‌باشند (مشاهدات نشان داده نشده‌اند). برای تمامی صفات اختلاف بین ژنوتیپ‌ها و حداقل یکی از برهمکنش‌ها در سطح یک درصد معنی‌دار بودند که نشان‌دهنده تنوع بالا و واکنش متفاوت ارقام و لاین‌ها در محیط‌های مختلف از لحاظ صفات اندازه‌گیری شده بود (نتایج نشان داده نشد). بر این اساس گروهبندی ژنوتیپ‌ها و سایر تجزیه‌های آماری در هر کدام از محیط‌ها به‌طور مجزا انجام شد.

گروه‌بندی و ارزیابی ارقام و لاین‌ها در شرایط بدون تنش رشد: نمودار درختی حاصل از تجزیه خوشه‌ای به روش حداقل واریانس وارد با استفاده از ۲۱ صفت زراعی برای ۱۲۱ رقم و لاین سویا در

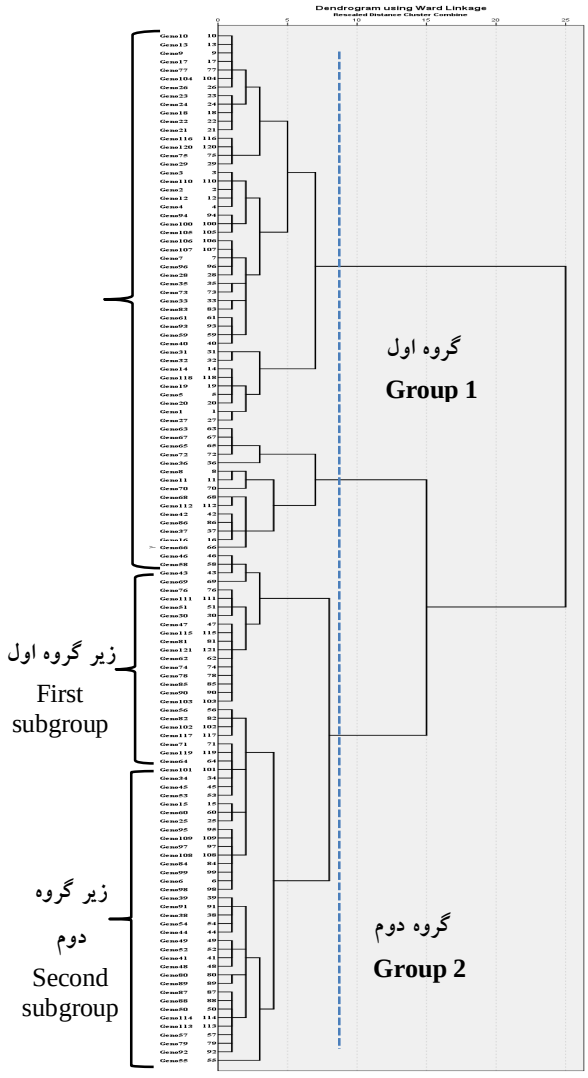
شکل (۱) ارائه شده است. برای تعیین بهترین محل برش نمودار درختی، از تجزیه تابع تشخیص استفاده شد. از بین دو محل برش که دو و سه گروه ایجاد می‌نمودند، مقدار آماره لاندای ویلک به‌ترتیب ۰/۲۷۷ و ۰/۵۲۲ بدست آمدند و هر دو در سطح یک درصد معنی‌دار بودند. از بین این دو حالت، حالت دو گروهی که مقدار آماره لاندای ویلک کمتری داشت انتخاب شد و سپس گروه اول به دو زیر گروه تقسیم شدند. باربوسا و همکاران (۲۰۱۳) با استفاده از تجزیه خوشه‌ای، ۲۰ توده بذری سویا را در شرایط بدون تنش گروهبندی نمودند و همچنین برای شناسایی مهمترین متغیرها در تمایز ژنوتیپ‌ها از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی استفاده نمودند (۲). جدول ٤ میانگین و میزان انحراف از میانگین کل استاندارد شده گروه‌ها برای ۲۱ صفت را به همراه اعضای هر گروه نشان می‌دهد. با دقت در این جدول در مقایسه خوشه‌ها، گروه دوم به‌عنوان گروه کوچکتر با داشتن ۳٤ عضو، برای ۱۹ صفت دارای انحراف مثبت بودند که نشان‌دهنده برتربودن اعضای این خوشه از لحاظ صفات زراعی مورد بررسی است. در مقایسه میزان انحرافات استاندارد شده صفات مختلف می‌توان دریافت که اعضای این گروه از لحاظ صفات عملکردی شامل تعداد غلاف کل (Y10)، تعداد دانه در کل غلاف‌ها (Y13)، وزن کل بوته (Y17)، وزن کل غلاف‌ها (Y18) و وزن دانه در کل غلاف‌ها (Y19) با داشتن میزان انحراف استاندارد شده بالاتر از یک در این صفات، برتری نسبی بیشتری داشتند. به‌عبارت دیگر این ۳٤ رقم و لاین متعلق به گروه دوم دارای عملکرد و اجزای عملکرد بالا بوده و به عنوان ارقام و لاین‌های برتر در شرایط بدون تنش منطقه رشت شناسایی شدند. در مقابل گروه دیگر برای تمامی صفات (بجز Y6 و Y7 که نزدیک به میانگین کل هستند) انحراف منفی از میانگین کل دارند که نشان‌دهنده ضعیف بودن اعضای این گروه از لحاظ صفات مورد بررسی است. با تفکیک این گروه به دو زیر گروه می‌توان به اطلاعات جزئی‌تری در ارتباط با خصوصیات اعضای این گروه دست یافت. مطابق اطلاعات مندرج در جدول (٤)، زیر گروه اول با داشتن ۳۲ عضو به عنوان ضعیف‌ترین ارقام و لاین‌های سویا در شرایط بدون تنش رشت شناسایی شدند. اعضای این زیرگروه برای ۱۹ صفت از ۲۱ صفت انحراف منفی داشتند و با توجه به میزان انحراف استاندارد شده صفات، بیشترین انحراف را برای صفات روز تا گلدهی (Y1)، تعداد دانه در کل غلاف‌ها (Y13)، تعداد شاخه‌های زایشی (Y16)، وزن کل

بوته (Y17)، وزن کل غلاف‌ها (Y18) و وزن دانه در کل غلاف‌ها (Y19) داشتند. به‌عبارت دیگر اعضای این خوشه، عملکرد زایشی ضعیف از خود نشان دادند. زیر گروه دوم که تعداد ۵۵ رقم و لاین را شامل می‌شد برای صفات فنولوژیکی روز تا گلدهی، غلافدهی و برداشت (Y1-Y3) و صفات موفولوژیکی مثل ارتفاع بوته (Y4) دارای انحراف مثبت اما برای صفات مربوط به عملکرد و اجزای عملکرد دارای انحراف منفی از میانگین کل بودند اما این انحراف کمتر از زیرگروه اول بود. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت اعضای این خوشه از نظر صفات مورد ارزیابی، حد واسط گروه دوم و زیرگروه اول گروه دوم شناسایی شدند. حسین‌پور و همکاران (۱۳۹۰) در بررسی ۳۰ لاین سویا بر اساس نتایج رگرسیون چندمتغیره اظهار داشتند، ۷۹ درصد از تغییرات عملکرد دانه توسط تعداد روز تا گلدهی، تعداد دانه در بوته، تعداد شاخه در بوته، درصد پروتئین دانه و نسبت وزن پوسته به دانه توجیه می‌گردد و نتایج تجزیه علیت در آزمایش آن‌ها حاکی از این حقیقت بود که بیشترین اثر مستقیم و مثبت بر عملکرد دانه به تعداد روز تا گلدهی و تعداد شاخه در بوته مربوط می‌شود (۵). در پژوهش حاضر نیز این صفات از جمله صفات مهم در توجیه تغییرات و تمایز افراد شناسایی شدند.



شکل ۱- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای برای ۱۲۱ رقم و لاین سویا بر اساس ۲۱ صفت زراعی در شرایط بدون تنش رشت با استفاده از روش وارد. شماره و مشخصات ارقام و لاین‌ها در جدول ۱ آورده شده است.

Figure 1. Dendrogram derived from cluster analysis for 121 varieties and lines of soybean based on 21 agronomy traits under normal condition in Rasht region using Ward method. Number and information of varieties and lines has been showed in table 1.



شکل ۲- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای برای ۱۲۱ رقم و لاین سویا بر اساس ۲۱ صفت زراعی در شرایط تنش خشکی رشت با استفاده از روش وارد. شماره و مشخصات ارقام و لاین‌ها در جدول ۱ آورده شده است.

Figure 2. Dendrogram derived from cluster analysis for 121 varieties and lines of soybean based on 21 agronomy traits under drought stress in Rasht using ward method. Number and information of varieties and lines has been showed in table 1.

جدول ۳- اعضای گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای همراه با میانگین و میزان انحراف از میانگین کل استانداردشده گروه‌ها برای ۲۱ صفت در شرایط بدون تنش رشت شماره و مشخصات ارقام و لاین‌ها و فهرست صفات بنرتیب در جدول ۱ و ۲ آورده شده است.

Table 3. Member of groups derived from cluster analysis with mean and standardized deviation from mean of groups for 21 traits in normal condition of Rasht region. Number and information of varieties and lines and traits name list showed in table 1 and 2 respectively.

شماره گروه و اعضای گروه	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10	Y11	Trait صفت
گروه ۱ زیرگروه اول ۳۲ عضو	50.55	68.02	116.42	75.91	7.76	2.25	15.38	0.67	4.40	115.81	11.11	Group mean میانگین گروه
Group 1, Subgroup 1, 32 membership	-0.72	-0.69	-0.46	-0.66	-0.48	-0.19	-0.35	-0.68	-0.24	-0.72	-0.38	انحراف از میانگین استاندارد شده Standardized deviation from mean
1, 2, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 26, 75, 76, 77, 79, 85, 90, 93, 94, 96, 106, 110, 118, 121	Y12	Y13	Y14	Y15	Y16	Y17	Y18	Y19	Y20	Y21		Trait صفت
	2.77	204.98	21.16	8.72	6.69	112.80	64.07	27.65	13.27	39.81		Group mean میانگین گروه
	-0.39	-0.82	-0.32	-0.22	-0.89	-0.75	-0.70	-0.70	0.35	0.23		انحراف از میانگین استاندارد شده Standardized deviation from mean
گروه ۱ زیرگروه دوم ۵۵ عضو	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10	Y11	Trait صفت
Group 1, Subgroup 2, 55 membership	55.87	73.05	120.36	90.28	8.99	2.41	17.91	0.82	4.45	148.03	13.88	Group mean میانگین گروه
3, 22, 25, 28, 29, 30, 31, 33, 38, 41, 43, 45, 46, 47, 48, 50, 51, 52, 53, 55, 57, 59, 60, 61, 62, 64, 65, 66, 68, 69, 70, 71, 73, 74, 78, 80, 82, 83, 84, 87, 89, 92, 95, 97, 100, 101, 102, 104, 105, 107, 108, 109, 112, 114, 119	0.33	0.35	0.23	0.17	0.20	0.23	0.24	0.14	-0.11	-0.25	-0.07	انحراف از میانگین استاندارد شده Standardized deviation from mean
	Y12	Y13	Y14	Y15	Y16	Y17	Y18	Y19	Y20	Y21		Trait صفت
	2.85	298.26	21.94	10.06	8.84	165.17	84.31	34.10	11.69	37.85		Group mean میانگین گروه
	0.06	-0.24	-0.05	-0.01	-0.03	-0.35	-0.38	-0.39	-0.43	-0.30		انحراف از میانگین استاندارد شده Standardized deviation from mean
	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10	Y11	Trait صفت
گروه ۲، ۳٤ عضو	54.89	71.80	119.34	93.50	8.87	2.25	16.65	0.87	4.60	240.58	18.86	Group mean میانگین گروه
Group 2, 34 membership	0.14	0.09	0.05	0.35	0.13	-0.20	-0.06	0.41	0.40	1.09	0.48	انحراف از میانگین استاندارد شده Standardized deviation from mean
8, 9, 15, 16, 27, 32, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 42, 44, 49, 54, 56, 58, 63, 67, 72, 81, 86, 88, 91, 98, 99, 103, 111, 113, 115, 116, 117, 120.	Y12	Y13	Y14	Y15	Y16	Y17	Y18	Y19	Y20	Y21		Trait صفت
	2.89	521.39	23.19	11.60	11.15	380.07	189.49	68.34	13.29	39.93		Group mean میانگین گروه
	0.28	1.16	0.38	0.23	0.89	1.27	1.27	1.28	0.36	0.26		انحراف از میانگین استاندارد شده Standardized deviation from mean
	54.19	71.37	119.03	87.38	8.63	2.32	16.89	0.80	4.48	165.52	14.55	Total mean میانگین کل (Y1-Y11)
	2.84	336.29	22.08	10.14	8.92	211.70	108.51	42.02	12.56	38.95		Total mean میانگین کل (Y12-Y21)

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بر اساس ۲۱ صفت نشان داد که ۹ مؤلفه از ۲۱ مؤلفه ایجاد شده ۸۱ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه نمودند. مؤلفه اول و دوم به‌ترتیب با توجیه ۲۶ و ۱۲ درصد (مجموعاً ۳۸ درصد) از تغییرات کل، بیشترین سهم را در تبیین تنوع موجود داشتند (جدول ۵). اگرچه توجیه مقدار تغییرات دو مؤلفه اول مقدار بسیار بالایی نیست و می‌توان تنها به گروهبندی حاصل از تجزیه خوشه‌ای بسنده نمود. اما به‌منظور تعیین مهمترین متغیرها در توجیه تغییرات کل داده‌ها، نتایج این تجزیه مورد تحلیل قرار گرفت. در مؤلفه اول صفات تعداد غلاف کل، تعداد دانه در کل غلاف‌ها، وزن کل بوته، وزن کل غلاف‌ها و وزن دانه در کل غلاف‌ها بالاترین ضریب (مثبت) را به خود اختصاص دادند و در مؤلفه دوم صفات موفولوژیکی شامل ارتفاع بوته، بیشترین و کمترین فاصله میانگره و فاصله اولین غلاف واجد بالاترین ضرایب و با علامت مثبت بودند. نتایج تابع تشخیص بر روی دو گروه منفک شده از تجزیه خوشه‌ای نشان داد دو متغیر وزن کل بوته (Y17) و وزن دانه در کل غلاف‌ها (Y19) به‌عنوان مهمترین متغیرها در تفکیک دو گروه وارد مدل شده و بالاترین همبستگی را با مدل تابع تشخیص نشان دادند.

معادله تابع تشخیص در این شرایط بر اساس ضرایب همبستگی ساختاری به صورت زیر برآورد شد (علامت اختصاری صفات در جدول ۲ ارائه شده است):

$$Z=0.837Y19+0.823Y17$$

در مطالعه سیاه‌سر و رضایی (۱۹۹۹) صفت تعداد غلاف در بوته، بالاترین ضریب تنوع ژنوتیپی و فنوتیپی را در بین ۲۸۵ لاین و ۵ رقم شاهد سویا، به خود اختصاص داد. آنها در مجموع دریافتند با تکیه بر نتایج روش‌های آماره چند متغیره برای اصلاح سویا می‌توان گیاهان با بنیه قوی، گره‌ها، غلاف‌ها، برگ‌ها و وزن دانه زیاد را انتخاب کرد (۱۸). همچنین مالک و همکاران (۲۰۱٤) با استفاده از تجزیه علیت بر روی ۳۱ ژنوتیپ موتانت سویا، تعداد دانه و تعداد غلاف را به‌عنوان متغیرهای ردیف اول در افزایش عملکرد شناسایی کردند و آنها را در انتخاب ژنوتیپ‌های برتر در اولویت شناسایی کردند. در پژوهش آن‌ها تجزیه خوشه‌ای ۳۱ ژنوتیپ را به چهار گروه تقسیم‌بندی نمود که با توجه به فاصله بین گروه‌ها، آن‌ها گروه‌های با فاصله بیشتر را مناسب دورگ‌گیری اعلام نمودند (۷).

جدول ٤- نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی شامل بردارهای مشخصه، ریشه مشخصه، نسبت واریانس توجیه شده و اریـانس توجیه شده تجمعی دو مؤلفه اول در شرایط مختلف آزمایش.

Table 4. The results of principle component analysis including eigenvectors, eigenvalues, proportion variance and cumulative variance in different condition of experiment.

	بردارهای مشخصه Eigenvectors							
	شرایط تنش گنبد Stress condition Gonbad		شرایط نرمال گنبد Normal condition Gonbad		شرایط تنش رشت Stress condition Rasht		شرایط نرمال رشت Normal condition Rasht	
صفات Traits	مؤلفه دوم PC2	مؤلفه اول PC1	مؤلفه دوم PC2	مؤلفه اول PC1	مؤلفه دوم PC2	مؤلفه اول PC1	مؤلفه دوم PC2	مؤلفه اول PC1
Y1	0.295	0.250	0.089	0.108	-0.213	0.223	-0.242	0.148
Y2	0.353	0.197	0.080	0.098	-0.173	0.183	-0.246	0.109
Y3	0.372	0.207	0.209	0.170	-0.109	0.104	-0.179	0.087
Y4	0.330	0.052	0.434	0.090	0.355	0.200	0.404	0.189
Y5	0.155	0.019	0.403	0.010	0.385	0.018	0.315	0.062
Y6	0.123	0.029	0.343	0.014	0.349	-0.028	0.258	-0.051
Y7	0.384	-0.033	0.296	-0.096	0.242	0.076	0.311	0.022
Y8	0.130	0.145	0.004	0.083	0.110	0.220	0.040	0.145
Y9	0.104	-0.075	0.183	-0.005	0.309	0.093	0.248	0.154
Y10	-0.128	0.390	-0.159	0.387	-0.133	0.328	-0.210	0.338
Y11	0.078	0.297	-0.125	0.169	-0.109	0.171	0.037	0.184
Y12	0.135	-0.084	0.348	0.017	0.214	0.169	0.213	0.168
Y13	-0.144	0.395	-0.052	0.414	-0.124	0.347	-0.190	0.365
Y14	0.375	0.050	0.310	0.076	0.314	0.202	0.245	0.144
Y15	-0.256	0.067	-0.260	0.047	-0.251	0.103	-0.246	0.087
Y16	-0.003	0.051	-0.004	0.182	-0.180	0.270	-0.076	0.299
Y17	-0.130	0.386	-0.001	0.418	0.047	0.372	0.071	0.375
Y18	-0.153	0.357	0.008	0.412	0.034	0.363	0.062	0.380
Y19	-0.125	0.363	-0.005	0.422	-0.025	0.342	-0.091	0.379
Y20	-0.054	-0.041	0.142	0.108	0.237	0.017	0.239	0.082
Y21	0.025	-0.036	0.068	-0.004	0.078	0.063	0.178	0.090
نسبت واریانس توجیه شده Proportion variance	0.141	0.234	0.148	0.235	0.161	0.288	0.125	0.264
واریانس توجیه شده‌تجمعی Cumulative variance	0.375	0.234	0.383	0.235	0.449	0.288	0.389	0.264
ریشه مشخصه Eigenvalues	2.963	4.918	3.102	4.938	3.374	6.051	2.624	5.548

گروهبندی و ارزیابی ارقام و لاین‌ها در شرایط تنش خشکی رشت: شکل (۲) نتایج تجزیه خوشه‌ای در گروهبندی ارقام و لاین‌ها در شرایط تنش خشکی به صورت نمودار درختی را نشان می‌دهد. از بین دو محل برش که دو و سه گروه ایجاد می‌نمودند، مقدار آماره لاندای ویلک به‌ترتیب ۰/۳۳۷ و ۰/۵۱۱ بدست آمدند ($P<0.001$). از بین این دو حالت، ابتدا حالت دو گروهی که مقدار آماره لاندای ویلک کمتری داشت انتخاب شد و سپس گروه دوم به دو زیر گروه تقسیم شد تا ارزیابی جزئی‌تری از خصوصیات ارقام و لاین‌های هر خوشه بدست آید. مطابق نتایج مندرج در جدول (۵) گروه دوم با داشتن ۷۵ عضو به عنوان گروه بزرگ‌تر، در ۱۸ صفت ارزش بالاتری نسبت به گروه اول داشت و تنها از لحاظ قطر ساقه، طول غلاف و تعداد کل غلاف (Y8-Y10) انحراف استاندارد شده نزدیک به صفر (یا میانگین نزدیک به میانگین کل) کسب نمود. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت اعضای این گروه باید جزء ارقام و لاین‌های با عملکرد بالاتر باشند. در مقایسه دو زیر گروه مشتق شده از گروه دوم، زیر گروه دوم با تعداد اعضای ۱۵ فرد، برای اغلب صفات بویژه صفات مربوط به عملکرد و اجزای عملکرد، انحراف از میانگین استاندارد شده بالاتر از یک کسب نمودند بنابراین می‌توان گفت این اعضای این زیرگروه در شرایط تنش خشکی در رشت توانستند نسبت به سایر ارقام و لاین‌ها، موفق‌تر ظاهر شوند. از بین این ارقام و لاین‌ها، تعداد نه رقم و لاین (۸، ۱۶، ۳۶، ۳۷، ۴۲، ۶۳، ۶۷، ۷۲ و ۸۶) در شرایط بدون تنش رشت نیز در گروه برتر واقع شدند. بنابراین می‌توانند برای این منطقه بسیار با ارزش باشند. زارع و همکاران (۲۰۰۴) با گروهبندی و رسم بای‌پلات برای ۲۵ لاین و رقم سویا براساس شاخص‌های تحمل و حساسیت دریافتند رقم ویلیامز مقاوم‌ترین رقم از بین ارقام مورد مطالعه نسبت به خشکی است که با نتیجه پژوهش حاضر مطابقت داشت و ارقام L11، Delsoy4210، A3237 و Linford به‌عنوان ارقام دارای عملکرد بالقوه در هر دو محیط می‌باشند (۲۲).

مطابق نتایج مندرج در جدول (۵) زیر گروه اول متعلق به گروه دوم، با ۶۰ عضو، اگرچه برای ۱۷ صفت انحراف از میانگین استاندارد مثبت داشت اما میزان انحراف آن، نسبت به زیرگروه کوچکتر کمتر بود. بنابراین اعضای این زیرگروه شامل ارقام و لاین‌هایی است که ضعیف‌تر از زیر گروه دیگر، اما برتر از گروه اول بودند. گروه اول با ۴۶ عضو برای ۱۶ صفت ارزش پایین‌تری نسبت به میانگین کل داشتند، بنابراین این گروه شامل ضعیف‌ترین ارقام و لاین‌ها شناسایی شدند. در مقایسه میزان انحراف صفات مختلف می‌توان

دریافت از نظر صفات عملکرد و اجزای عملکرد (Y10, Y13, Y16-Y19) ارزش پایین‌تری نسبت به سایر صفات کسب کردند. بنابراین اعضای این گروه بیشتر از لحاظ این صفات ضعیف عمل نمودند.

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بر اساس ۲۱ صفت (جدول ٤) در این محیط نشان داد ۹ مؤلفه اول بیش از ۸۱ درصد از تغییرات کل را توجیه نمودند و دو مؤلفه اول به‌ترتیب با ۲۸/۸ و ۱٦/۰ درصد (مجموعاً ٤٤/۸ درصد) بالاترین سهم را به خود اختصاص دادند. در مؤلفه اول بالاترین ضرایب به متغیرهای عملکرد و اجزای عملکرد (Y10, Y13, Y16-Y19) و در مؤلفه دوم به متغیرهای موفولوژیکی (Y4-Y6, Y9) اختصاص داشت. نتایج تابع تشخیص بر روی دو گروه منفک شده از تجزیه خوشه‌ای نشان داد شش متغیر وارد مدل شدند که از بین آنها تعداد شاخه‌های زایشی (Y16) و تعداد دانه در کل غلاف‌ها (Y13) به‌عنوان مهمترین متغیرها در تفکیک دو گروه بوده و بالاترین همبستگی را با مدل تابع تشخیص نشان دادند. معادله تابع تشخیص در این شرایط بر اساس ضرایب همبستگی ساختاری به صورت زیر برآورد شد (علامت اختصاری صفات در جدول ۲ ارائه شده است):

Z= 0.641Y16+0.523Y13+0.411Y8+0.403Y2+0.261Y12+0.05Y15

جدول ۵- اعضای گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای همراه با میانگین و میزان انحراف از میانگین کل استانداردشده گروه‌ها برای ۲۱ صفت در شرایط تنش خشکی در رشت شماره و مشخصات ارقام و لاین‌ها و فهرست صفات بنرتیب در جدول ۱ و ۲ آورده شده است.

Table 5. Member of groups derived from cluster analysis with mean and standardized deviation from mean of groups for 21 traits under drought condition in Rasht region. Number and information of varieties and lines and traits name list showed in table 1 and 2 respectively.

شماره و اعضای گروه	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10	Y11	صفت Trait
گروه ۱، ٤٦ تایی												میانگین گروه Group means
Group 1, 46 membership	50.65	68.07	117.68	60.31	7.13	2.26	10.75	0.72	4.33	53.57	17.93	انحراف از میانگین استاندارد شده
1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 35, 40, 59, 61, 73, 75, 77, 83, 93, 94, 96, 100, 104, 105, 106, 107, 110, 116, 118, 120	-0.64	-0.63	-0.29	-0.34	0.13	0.10	0.07	-0.64	-0.29	-0.71	-0.27	Standardized deviation from mean
	Y12	Y13	Y14	Y15	Y16	Y17	Y18	Y19	Y20	Y21		صفت Trait
	2.65	101.72	16.07	6.14	5.02	44.20	27.38	11.35	10.61	46.27		میانگین گروه Group mean
	-0.44	-0.75	-0.32	-0.09	-0.85	-0.79	-0.75	-0.66	0.11	0.03		انحراف از میانگین استاندارد شده
												Standardized deviation from mean
	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10	Y11	صفت Trait
	57.49	72.80	120.64	68.96	6.55	2.02	10.20	0.91	4.29	150.09	28.62	میانگین گروه Group mean
گروه ۲ زیرگروه اول، ۱۵ تایی	0.68	0.38	0.22	0.29	-0.42	-0.53	-0.11	0.74	-0.41	1.80	0.70	انحراف از میانگین استاندارد شده
Group 2, Subgroup 1, 15 membership												Standardized deviation from mean
8, 11, 16, 36, 37, 42, 63, 65, 66, 67, 68, 70, 72, 86, 112	Y12	Y13	Y14	Y15	Y16	Y17	Y18	Y19	Y20	Y21		صفت Trait
	2.75	318.11	17.80	13.47	9.40	176.07	106.87	32.83	10.38	46.39		میانگین گروه Group mean
	0.13	1.92	0.34	1.61	1.04	1.48	1.46	1.85	-0.04	0.07		انحراف از میانگین استاندارد شده
												Standardized deviation from mean
گروه ۲ زیرگروه دوم ٦٠ تایی	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10	Y11	صفت Trait
Group 2, Subgroup 2, 60 membership	55.63	72.80	120.37	67.64	7.00	2.25	10.45	0.85	4.52	84.78	21.32	میانگین گروه Group mean
6, 15, 25, 30, 34, 38, 39, 41, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 60, 62, 64, 69, 71, 74, 76, 78, 79, 80, 81, 82, 84, 85, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 95, 97, 98, 99, 101, 102, 103, 108, 109, 111, 113, 114, 115, 117, 119, 121	0.32	0.38	0.17	0.19	0.01	0.06	-0.03	0.30	0.33	0.10	0.04	انحراف از میانگین استاندارد شده
												Standardized deviation from mean
	Y12	Y13	Y14	Y15	Y16	Y17	Y18	Y19	Y20	Y21		صفت Trait
	2.78	170.57	17.33	5.08	7.91	103.72	61.76	17.34	10.32	46.06		میانگین گروه Group mean
	0.30	0.10	0.16	-0.33	0.39	0.24	0.21	0.04	-0.08	-0.04		انحراف از میانگین استاندارد شده
												Standardized deviation from mean
	53.97	71.00	119.38	65.01	6.99	2.22	10.54	0.81	4.42	81.01	20.94	میانگین کل Total mean (Y1-Y11)
	2.73	162.69	16.91	6.52	7.00	90.06	54.28	16.98	10.43	46.18		میانگین کل Total mean (Y12-Y21)

گروهبندی و ارزیابی ارقام و لاین‌ها در شرایط بدون تنش گنبد کاووس: شکل (۳) نمودار درختی حاصل از تجزیه خوشه‌ای ارقام و لاین‌ها در شرایط بدون تنش گنبد را نشان می‌دهد. مقدار آماره لانـدای ویلک در تجزیه تابع تشخیص بر روی دو و سه گروه حاصل از تجزیه خوشه‌ای به‌ترتیب ۰/۳٤۰ و ۰/۷۱۲ (P<0.001) بدست آمدند. از بین این دو حالت، حالت دو گروهی که مقدار آماره لانـدای ویلک کمتری داشت انتخاب شد و سپس گروه اول به دو زیر گروه تقسیم شد. با این تقسیم بندی، گروه دوم بعنوان گروه کوچکتر با ۱۹ عضو، برای ۱۹ صفت ارزش بالاتر از میانگین کل و انحراف مثبت داشتند. با مقایسه میزان انحراف صفات مختلف نیز می‌توان دریافت برتری و نقاط قوت اعضای این گروه به صفات مربوط به عملکرد و اجزای عملکرد (Y10, Y13, Y17-Y19) بر می‌گردد که انحراف استاندارد بالاتر از یک کسب کردند (جدول ٦). در مقابل گروه اول برای ۱۸ صفت انحراف منفی داشتند. بنابراین باید انتظار داشت اعضای ۱۰۲ عضوی این گروه باید از نظر بسیاری از صفات ضعیف باشند. از دو زیرگروه موجود بترتیب با ۳۷ و ٦٥ عضو، زیر گروه کوچکتر برای صفات مربوط به عملکرد و اجزای عملکرد (Y10, Y13, Y17-Y19) بسیار ضعیف‌تر ظاهر شدند اما از لحاظ صفات موفولوژیکی ارتفاع بوته، کمترین و بیشترین فاصله میانگره و ارتفاع اولین غلاف انحراف مثبت داشتند و حتی برتر از گروه دو بودند. در مقابل زیرگروه بزرگ‌تر با ٦٥ عضو برای ١٦ صفت انحراف منفی داشتند که البته انحرافات مربوط به عملکرد و اجزای عملکرد کمتر از زیرگروه کوچکتر بود بنابراین می‌توان نتیجه گرفت اعضای این زیرگروه از لحاظ این صفات بهتر از زیرگروه دیگر بودند اما نسبت به کل و گروه دوم ضعیف‌تر ظاهر شدند. دانایی (۱۹۹۸) با استفاده از تجزیه خوشه‌ای ٤۰۰ ژنوتیپ سویا را بر اساس ١٦ صفت زراعی و فنولوژیک گروه‌بندی نمودند (۳). مطابق اطلاعات مندرج در جدول ٥ تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بر اساس ۲۱ صفت در این محیط نشان داد ۹ مؤلفه اول بیش از ۸۰ درصد از تغییرات کل را توجیه نمودند و بالاترین سهم به دو مؤلفه اول بترتیب با ۲۳/٥ و ١٤/۷ درصد (مجموعاً ۳۸/۲ درصد) اختصاص یافت. در مؤلفه اول تعداد غلاف کل (Y10)، وزن کل بوته (Y17)، وزن کل غلاف‌ها (Y18) و وزن دانه در کل غلاف‌ها (Y19) و در مؤلفه دوم صفات مورفولوژیکی ارتفاع بوته (Y4)، بیشترین و کمترین فاصله میانگره (Y5, Y6)، تعداد گره (Y14) و تعداد دانه در غلاف تأثیرگذارترین متغیرها با بالاترین ضرایب بودند. فاضلی و همکاران (۲۰۱٥) پس از ارزیابی

۱۵ لاین موتانت سویا از لحاظ صفات موفولوژیکی و عملکرد عنوان کردند صفات تعداد غلاف در بوته، شاخص برداشت و ارتفاع اولین شاخه فرعی بیشترین تأثیر معنی‌دار را بر روی عملکرد دانه دارند (٤).

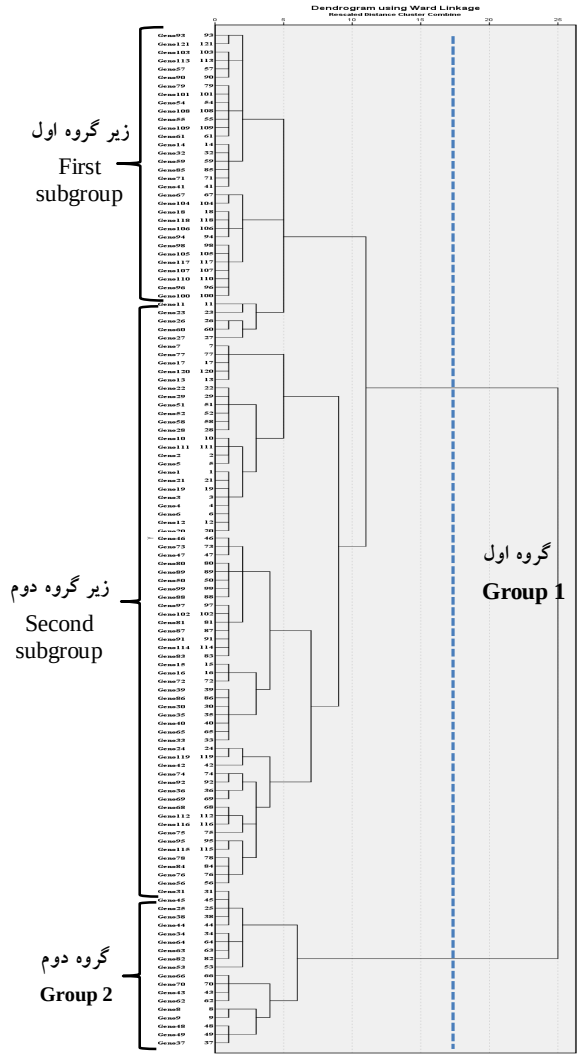
متغیرهای معنی‌دار وارد شده در مدل تابع تشخیص در تمایز دو گروه متغیرهای وزن کل بوته (Y17) و وزن دانه در کل غلاف‌ها (Y19) نمود یافتند. بنابراین می‌توان این متغیرها را به عنوان متغیرهای کلیدی در تمایز ارقام و لاین‌های برتر معرفی نمود. معادله تابع تشخیص در این شرایط بر اساس ضرایب همبستگی ساختاری به صورت زیر برآورد شد (علامت اختصاری صفات در جدول ۲ ارائه شده است):

Z=0.868Y17+0.819Y19+0.171Y1+0.104Y5

زینالی خانقاه و سوهانی (۱۹۹۹) با استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره صفات مربوط به عملکرد و اجزای عملکرد را به عنوان مهمترین صفات در توجیه تغییرات کل در داده‌ها تعیین نمودند (٢٤).

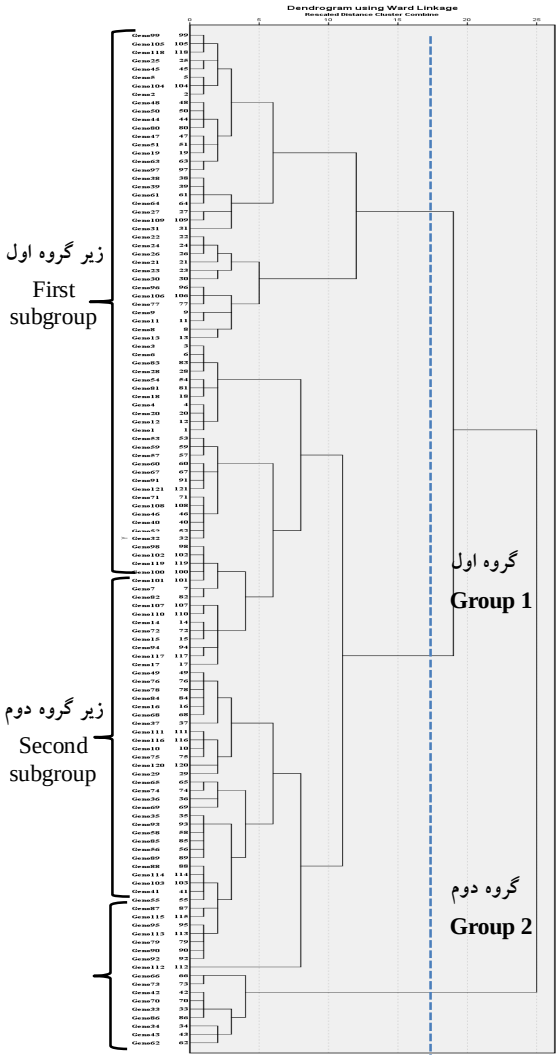
گروه‌بندی و ارزیابی ارقام و لاین‌ها در شرایط تحت تنش خشکی گنبد کاووس: نتایج تجزیه خوشه‌ای ارقام و لاین‌های سویا در شرایط تنش خشکی گنبد کاووس به صورت نمودار درختی در شکل (٤) آورده شده است. با توجه به آماره لاندای ویلک در نتایج تجزیه تابع تشخیص با استفاده از دو گروه و سه گروه که بترتیب ۰/۳۵۷ و ۰/۵۱۳ (P<0.001) بدست آمد مطابق سایر محیط‌ها ابتدا ارقام و لاین‌ها به دو گروه اصلی تقسیم شدند و سپس گروه اول به دو زیرگروه کوچکتر تقسیم شد. گروه دوم با داشتن تنها ۹ عضو برای عملکرد و اجزای عملکرد (Y10, Y13, Y17-19) ارزش‌های بسیار بالایی کسب کردند و دارای انحراف از میانگین استاندارد بالاتر از یک کسب نمودند و همچنین انحراف مثبت بالایی برای صفات فنولوژیکی (Y1-Y3) داشتند. بنابراین این گروه شامل ارقام و لاین‌های هستند که از لحاظ صفات مهم و اقتصادی برتر از سایرین می‌باشند. از بین این نه رقم و لاین، تعداد پنج رقم (٣٤، ٤٣، ٦٢، ٦٦ و ٧٠) در شرایط بدون تنش این منطقه نیز در گروه ارقام و لاین‌های برتر قرار گرفتند. بنابراین می‌توان انتظار داشت برای این منطقه بسیار با ارزش باشند. در مقابل گروه بزرگ اول با ۱۱۲ عضو ضعیف‌تر عمل نمودند. با تقسیم این گروه به دو زیر گروه کوچکتر ۷۵ و ۳۷ عضوی اطلاعات بیشتری از اعضای این گروه حاصل شد (جدول ۷). زیر گروه کوچکتر برای ۱۳ صفت انحراف مثبت از میانگین کل کسب کردند و بنابراین از نظر این صفات اگرچه ارزش‌های کمتری نسبت به گروه دوم داشتند اما نسبت به زیرگروه بزرگ‌تر این گروه و همچنین میانگین کل ارزش‌های بالاتری کسب کردند. اما از نظر صفات فنولوژیک و برخی صفات مورفولوژیکی مثل ارتفاع اولین غلاف ارزش‌های پایین‌تری کسب نمودند. گروه بزرگ‌تر با ۷۵ عضو، برای

۱٤ صفت، ارزش‌های پایین‌تری نسبت به متوسط گروه‌ها و سایرین داشتند. در مقایسه میزان انحراف صفات مختلف مشخص می‌شود که بیشترین انحرافات منفی در این زیرگروه به عملکرد و اجزای عملکرد (Y10, Y13, Y17-19) بر می‌گردد.



شکل ۳- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای برای ۱۲۱ رقم و لاین سویا بر اساس ۲۱ صفت زراعی در شرایط بدون تنش گنبد کاووس با استفاده از روش وارد. شماره و مشخصات ارقام و لاین‌ها در جدول ۱ آورده شده است.

Figure 3. Dendrogram derived from cluster analysis for 121 varieties and lines of soybean based on 21 agronomy traits under normal condition in Gonbad using ward method. Number and information of varieties and lines has been showed in table 1.



شکل ٤- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای برای ۱۲۱ رقم و لاین سویا بر اساس ۲۱ صفت زراعی در شرایط تنش خشکی گنبد با استفاده از روش وارد. شماره و مشخصات ارقام و لاین‌ها در جدول ۱ آورده شده است.

Figure 4. Dendrogram derived from cluster analysis for 121 varieties and lines of soybean based on 21 agronomy traits under drought stress in Gonbad using ward method. Number and information of varieties and lines has been showed in table 1.

جدول ٦- اعضای گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای همراه با میانگین و میزان انحراف از میانگین کل استانداردشده گروه‌ها برای ۲۱ صفت در شرایط بدون تنش در گنبد شماره و مشخصات ارقام و لاین‌ها و فهرست صفات بترتیب در جدول ۱ و ۲ آورده شده است.

Table 6. Member of groups derived from cluster analysis with mean and standardized deviation from mean of groups for 21 traits under normal condition in Gonbad Kavous region. Number and information of varieties and lines and traits name list showed in table 1 and 2 respectively.

گروه	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10	Y11	صفت Trait
گروه ۱ زیرگروه اول ۳۷ تایی Group 1, Subgroup 1, 37 membership 11, 14, 18, 23, 26, 27, 32, 41, 54, 55, 57, 59, 60, 61, 67, 71, 79, 85, 90, 93, 94, 96, 98, 100, 101, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 113, 117, 118, 121.	53.85	69.85	117.48	72.03	6.02	1.87	13.62	0.54	4.45	109.62	4.11	میانگین گروه Group mean
	-0.21	-0.34	-0.03	0.40	0.67	0.60	0.40	-0.13	0.28	-0.81	-0.36	انحراف از میانگین استاندارد شده Standardized deviation from mean
	Y12	Y13	Y14	Y15	Y16	Y17	Y18	Y19	Y20	Y21		صفت Trait
	2.73	256.66	22.47	8.63	8.64	58.52	39.84	23.12	9.84	32.41		میانگین گروه Group mean
	0.05	-0.68	0.16	-0.22	-0.33	-0.62	-0.60	-0.64	0.16	0.39		انحراف از میانگین استاندارد شده Standardized deviation from mean
گروه ۱ زیر گروه دوم ٦٥ تایی Group 1, Subgroup 2, 65 membership 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 12, 13, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 24, 28, 29, 30, 33, 35, 36, 39, 40, 42, 46, 47, 50, 51, 52, 56, 58, 65, 68, 69, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 80, 81, 83, 84, 86, 87, 88, 89, 91, 92, 95, 97, 99, 102, 111, 112, 114, 115, 116, 119, 120	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10	Y11	صفت Trait
	54.68	72.50	116.91	60.89	4.74	1.53	11.69	0.55	4.33	155.41	6.41	میانگین گروه Group mean
	-0.04	0.13	-0.18	-0.37	-0.48	-0.43	-0.11	-0.07	-0.16	0.01	0.08	انحراف از میانگین استاندارد شده Standardized deviation from mean
	Y12	Y13	Y14	Y15	Y16	Y17	Y18	Y19	Y20	Y21		صفت Trait
	2.72	325.14	21.70	10.41	9.66	72.55	48.56	29.32	9.30	28.96		میانگین گروه Group mean
	-0.03	-0.09	-0.13	0.04	0.06	-0.16	-0.16	-0.14	-0.26	-0.22		انحراف از میانگین استاندارد شده Standardized deviation from mean
گروه ۲، ۱۹ تایی Group 2, 19 membership 8, 9, 25, 31, 34, 37, 38, 43, 44, 45, 48, 49, 53, 62, 63, 64, 66, 70, 82.	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10	Y11	صفت Trait
	57.40	73.02	120.18	73.33	5.64	1.77	10.61	0.59	4.38	241.21	8.33	میانگین گروه Group mean
	0.53	0.22	0.67	0.49	0.33	0.29	-0.40	0.49	0.00	1.55	0.45	انحراف از میانگین استاندارد شده Standardized deviation from mean
	Y12	Y13	Y14	Y15	Y16	Y17	Y18	Y19	Y20	Y21		صفت Trait
	2.73	521.28	22.46	11.98	10.65	132.04	85.50	53.04	10.38	30.17		میانگین گروه Group mean
	0.01	1.61	0.15	0.27	0.44	1.78	1.71	1.73	0.57	-0.01		انحراف از میانگین استاندارد شده Standardized deviation from mean
	54.85	71.77	117.60	66.25	5.27	1.67	12.11	0.55	4.38	154.88	6.01	میانگین کل Total mean (Y1-Y11)
			22.05	10.12	9.50	77.60	51.69	31.15	9.64	30.21		میانگین کل Total mean (Y12-Y21)

نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی مندرج در جدول ۵ نشان داد از بین ۲۱ مؤلفه ایجاد شده، تعداد نه مؤلفه بیش از ۸۱ درصد از تغییرات را توجیه نمودند. دو مؤلفه اول بترتیب ٤/۲۳ و ١٤/١ درصد (مجموعاً ۳۷/۵ درصد) از تنوع موجود را تبیین نمودند. مطابق با نتایج این تجزیه در سایر محیط‌ها در مؤلفه اول بالاترین ضرایب به صفات عملکردی (Y10, Y13, Y17-19) اختصاص داشت اما در مؤلفه دوم در این محیط، صفات فنولوژیک (Y1-3)، ارتفاع بوته (Y4) و ارتفاع اولین غلاف (Y7) نمود مؤثری نشان دادند. بر اساس نتایج تجزیه تابع تشخیص برای دو گروه، متغیرهای تعداد غلاف (Y10) و وزن دانه در کل غلاف‌ها (Y19) به عنوان مهمترین متغیرها در تمایز افراد دو گروه وارد مدل شدند که بیانگر اهمیت این متغیرها در تفکیک ارقام و لاین‌های برتر می‌باشد.

معادله تابع تشخیص در این شرایط بر اساس ضرایب همبستگی ساختاری به صورت زیر برآورد شد (علامت اختصاری صفات در جدول ۲ ارائه شده است):

Z=0.790Y10+0.484Y19

ژائو و همکاران (۱۹۹۱) با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره نظیر تجزیه به عامل‌ها، دو عامل اصلی تبیین کننده تنوع موجود در جمعیت سویا مورد مطالعه خود را بترتیب عامل اول شامل صفات تعداد دانه در بوته و تعداد غلاف در بوته و عامل دوم شامل صفات ارتفاع بوته، تعداد گره، ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین و تعداد روز تا رسیدگی گزارش نمودند (۲۳). همچنین رضایی‌زاد و همکاران (۲۰۰۱) با بررسی روابط بین عملکرد و اجزای عملکرد دریافتند متغیرهای تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه و تعداد غلاف در بوته با توجه به اینکه اثر زیادی بر عملکرد دانه داشتند باید در برنامه‌های اصلاحی مدنظر قرار گیرند (١٤). مورسی و همکاران (۲۰۱۱) در طی دو سال ارزیابی بر روی ۱۵ ژنوتیپ سویا بر اساس تجزیه‌های آماری دریافتند بیشترین سهم در توجیه تغییرات عملکرد، متغیرهای تعداد غلاف، تعداد شاخه‌های زایشی و سپس ارتفاع بوته است. آنها این متغیرها را به‌عنوان معیارهای اصلی در گزینش ژنوتیپ‌ها معرفی نمودند (۱۱).

نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در هر چهار محیط نشان داد در مؤلفه اول متغیرهای مربوط به عملکرد و اجزای عملکرد بیشترین ضرایب را به خود اختصاص دادند. دانایی (۱۹۹۸) با انجام تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بر روی ٤۰۰ ژنوتیپ سویا نشان داد در مؤلفه اول با توجیه ٤۷/۹ درصد از تغییرات، بیشترین اهمیت

به صفات مربوط به عملکرد و اجزای عملکرد نظیر تعداد غلاف، تعداد گره و تعـداد دانـه اختصـاص دارد. همچنین مطابق نتایج تجزیه تابع تشخیص در آن پژوهش، دو تابع اول که نزدیک به ۷۳ درصـد از واریـانس را توجیه می‌نمود، بالاترین ضرایب مربوط به عملکرد و وزن صد دانه بود (۳). تعیین این متغیرها بـا نتـایج حاصل از پژوهش حاضر مطابقت دارد که نشان‌دهنده اهمیت ویژه این صفات در تمایز ارقـام و لایـن‌هـا در محیط بدون تنش و تنش خشکی است.

مسعودی و همکاران (۲۰۰۸) با بررسی ۳٦٤ ژنوتیپ سویا در قالب یـک طـرح اگمنـت عنـوان داشـتند صفات وزن بوته، تعداد دانه در بوته و تعداد غلاف در بوته بالاترین همبستگی را با عملکـرد دانـه در بوتـه دارند. آنها با استفاده از تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌ها را در سه گروه قرار دادند. در پـژوهش آنهـا تجزیـه تـابع تشخیص انجام شده بر روی گروه‌هـای منفـک حاصـل نشـان داد دو تـابع ۱۰۰ درصـد واریـانس را تبیـین می‌نماید و مهمترین صفات در تشخیص گروه‌ها تعداد دانـه در بوتـه، عملکـرد دانـه و عملکـرد بیولوژیـک است (۹) که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد.

جدول ۷- اعضای گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای همراه با میانگین و میزان انحراف از میانگین کل استاندارد شده گروه‌ها برای ۲۱ صفت در شرایط تنش خشکی گنبد کاووس شماره و مشخصات ارقام و لاین‌ها و فهرست صفات به‌ترتیب در جدول ۱ و ۲ آورده شده است.

Table 7. Member of groups derived from cluster analysis with mean and standardized deviation from mean of groups for 21 traits under drought stress condition in Gonbad Kavous region. Number and information of varieties and lines and traits name list showed in table 1 and 2 respectively.

گروه	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10	Y11	صفت Trait
گروه ۱ زیرگروه اول ۳۷ تایی Group 1, Subgroup 1, 37 membership 2, 5, 8, 9, 11, 13, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 30, 31, 38, 39, 44, 45, 47, 48, 50, 51, 61, 63, 64, 77, 80, 96, 97, 99, 104, 105, 106, 109, 118	51.82	70.36	118.05	50.73	4.79	1.46	7.09	0.62	4.28	134.03	7.66	میانگین گروه Group mean
	-0.39	-0.49	-0.26	0.28	0.41	0.04	-0.44	0.13	0.12	0.25	-0.35	انحراف از میانگین استاندارد شده Standardized deviation from mean
	Y12	Y13	Y14	Y15	Y16	Y17	Y18	Y19	Y20	Y21		صفت Trait
	2.56	274.92	15.56	7.97	7.12	64.47	41.41	22.20	8.16	42.18		میانگین گروه Group mean
	0.39	0.50	-0.23	-0.03	-0.27	0.59	0.69	0.64	0.47	0.56		انحراف از میانگین استاندارد شده Standardized deviation from mean
گروه ۱ زیر گروه دوم ۷۵ تایی Group 1, Subgroup 2, 75 membership 1, 3, 4, 6, 7, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 28, 29, 32, 35, 36, 37, 40, 41, 46, 49, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 65, 67, 68, 69, 71, 72, 74, 75, 76, 78, 79, 81, 82, 83, 84, 85, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 98, 100, 101, 102, 103, 107, 108, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 119, 120, 121	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10	Y11	صفت Trait
	53.86	73.42	119.33	46.53	4.33	1.45	8.47	0.60	4.25	104.95	9.42	میانگین گروه Group mean
	0.05	0.14	0.03	-0.11	-0.14	-0.02	0.21	-0.12	0.02	-0.37	-0.13	انحراف از میانگین استاندارد شده Standardized deviation from mean
	Y12	Y13	Y14	Y15	Y16	Y17	Y18	Y19	Y20	Y21		صفت Trait
	2.50	201.52	16.23	7.87	8.74	45.04	28.61	14.94	7.35	38.34		میانگین گروه Group mean
	-0.10	-0.49	0.10	-0.05	0.12	-0.50	-0.52	-0.55	-0.18	-0.18		انحراف از میانگین استاندارد شده Standardized deviation from mean
گروه ۲، ۹ تایی Group 1, 9 membership 33, 34, 42, 43, 62, 66, 70, 73, 86.	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10	Y11	صفت Trait
	59.33	76.93	122.67	45.16	4.01	1.45	8.19	0.65	4.07	220.91	30.98	میانگین گروه Group mean
	1.21	0.86	0.80	-0.24	-0.52	-0.01	0.08	0.45	-0.69	2.10	2.56	انحراف از میانگین استاندارد شده Standardized deviation from mean
	Y12	Y13	Y14	Y15	Y16	Y17	Y18	Y19	Y20	Y21		صفت Trait
	2.42	389.06	16.31	11.39	8.59	84.22	49.68	29.94	7.04	34.95		میانگین گروه Group mean
	-0.75	2.03	0.13	0.57	0.09	1.70	1.48	1.91	-0.44	-0.83		انحراف از میانگین استاندارد شده Standardized deviation from mean
	53.64	72.75	119.19	47.71	4.44	1.45	8.02	0.61	4.24	122.47	10.49	میانگین کل Total mean (Y1-Y11)
	2.51	237.92	16.03	8.16	8.23	53.89	34.09	18.28	7.57	39.26		میانگین کل Total mean (Y12-Y21)

نتیجه‌گیری کلی

در برنامه‌های اصلاح نباتات سنتی، انتخاب بر اساس تعداد زیادی صفت زراعی صورت می‌گیرد که حتی ممکن است بین آنها همبستگی مثبت و منفی وجود داشته باشد، بنابراین روش‌های آماری که بتوانند بدون از بین بردن مقدار زیادی از اطلاعات مفید، متغیرهای مؤثر و مهم در عملکرد را تعیین نمایند برای به‌نژادگران بسیار با ارزش خواهد بود (۲۱). در پژوهش حاضر با استفاده از روش‌های آماره چند متغیره، ارقام و لاین‌های پیشرفته سویا گروهبندی شدند و ژنوتیپ‌های برتر و ضعیف‌تر در هر محیط شناسایی شدند. همچنین متغیرهای مهم و کلیدی در تمایز و توجیه تغییرات کل با استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و تجزیه تابع تشخیص تعیین شد. در مجموع ارقام و لاین‌های ۸، ١٦، ٣٦، ٣٧، ٤٢، ٦٣، ٦٧، ٧٢ و ٨٦ هم در شرایط بدون تنش و هم در شرایط تنش خشکی رشت در گروه برتر واقع شدند و ارقام و لاین‌های ٣٤، ٤٣، ٦٢، ٦٦ و ٧٠ در هر دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی در گنبد کاووس نمود بهتری داشتند.

منابع

1. Alizadeh, A. 2011. Soil, Water, Plant Relationship. Ferdowsi University of Mashhad, Iran. Press, 516p. (In Persian)
2. Barbosa, RM., Vieira, BGTL, Ferraudo, AS., Corá, JE., and Vieira, RD. 2013. Discrimination of soybean seed lots by multivariate exploratory techniques. J. Seed Sci., 35: 3.302-310.
3. Danaee, M. 1998. Evaluation of soybean germplasm and grouping it based on yield, yield component and maturity group in Karaj region. M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran. (In persian)
4. Fazeli, F., Najafi Zarini, H., Arefrad, M., and Mirabadi, A.Z. 2015. Assessment of relation of morphological traits with seed yield and their diversity in M4 generation of soybean mutant lines [*Glycine max* (L.) Merrill] through factor analysis. Journal of Crop Breeding. 7: 15.47-56. (In persian)
5. Hosseinpor, H., Alishah, O., Mohammadi, A., and Hezarjaribi, E. 2011. Correlation analysis of agronomic traits, morphological and phonological 30 soybean lines Golestan province. J. Crops Breed., 3: 7.1-10. (In persian)
6. Khajepoor, M.R. 1992. Principles of Agronomy. Isfahan University of Technology Publication. 412p. (In persian)

7. Malek, M.A., Rafii, M.Y., Afroz, M.S.S., Nath, U.K., and Mondal, M.M.A. 2014. Morphological characterization and assessment of genetic variability, character association and divergence in soybean mutants. Scientific World Journal 14: doi.org/10.1155/2014/968796
8. Manavalan, L.P., Guttikonda, S.K.L., Tran, S.P, and Nguyen, H.T. 2009. Physiological and molecular approaches to improve drought resistance in soybean. Plant Cell Physiol., 50: 7.1260-1276.
9. Masoudi, B., Bihamta, M., Babaei, H., and Peyghambari, S. 2008. Evaluation of genetic diversity for agronomic, morphological and phonological traits in soybean. Seed Plant Improv. J., 24: 3.413-427. (In persian)
10. Moghaddam, M., Mohammadi, S.A., and Aghaee Sarbarzeh, M. 2009. Multivariate Statistical Methods A Primer (Third Edition). Tabriz Parivar Press. (In persian)
11. Morsy, A.R., Fares, W.M., Fateh, H.S.A., and Riz, A.M.A. 2011. Genetic variability, correlation and path analysis in soybean. Egypt. J. Plant Breed., 15: 1.89-102.
12. Rashidi, V., Majidi, I., Mohamadi, S.A., and Moghadam Vahed, M. 2007. Determine of genetic relationship in durum wheat lines by cluster analysis and identity of morphological main characters in each groupes. J. Agr. Sci., 13: 2. 441-450.
13. Rezai, A. 2008. Concepts of Probability and Statistics. Mashhad Publishing Co. (In Persian)
14. Rezaizad, A., Yazdi Samadi, B., Ahmadi, M., and Zeinali, H. 2001. Relationships between yield and yield components in soybean using path Analysis. JWSS-Isfahan University of Technology. 5(3): 107-115. (In persian)
15. Samnonsa, D.J., Peters, D.B., and Himowitz, T. 1979. Screening soybeans for drought resistance. II. Drought box procedure. Crops Sci., 19: 719.
16. Samnonsa, D.J., Peters, D.B., and Himowitz, T. 1980. Screening soybeans for tolerance to moisture stress: a field procedure. Field Crop Res., 3: 321.
17. SAS. 2002. The SAS System for Windows. Release 9.0. SAS Institute. Cary, NC, USA.
18. Siahsar, B., and Rezai, A. 1999. Correlation and path coefficient analysis of morphological and phonological traits associated with yiels in soybean [*Glycine max* (L). Merr.]. J. Agri. Sci., 30(4): 685-696. (In persian)
19. Soliman-Mona, M. 2003. Effect of some irrigation region on water consumptive use on growth analysis for some soybean cultivars. Agric. Mansora University. J. Agr. Sci., 28(6): 4849-4258.

20.SPSS. 2008. The SPSS System for Windows. Release 22.0. SPSS Inc., IBM Company Headquarters, USA.
21.Toker, C., and Cagirgan, M.I. 2004. The use of phenotypic correlations and factor analysis in determining characters for grain yield selection in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Hereditas. 140: 226-228.
22.Zare, M., Zeinali Khaneghah, H., and Daneshian, J. 2004. An evaluation of tolerance of some soybean genotypes to drought stress. Iranian J. Agr. Plant Sci., 35: 4.859-867. (In persian)
23.Zhao, J., Chen, O., Li, Z.L., and Li, X.L. 1991. Factor analysis of the main agronomic characters in soybean. Soybean Sci., 10(1): 24-30.
24.Zinali Khanghah, H., and Sohani, A.R. 1999. Genetic evaluation of some important agronomic traits related to seed yield by multivariate of soybean analysis methods. Iranian J. Agr. Sci., 30(4): 808-816. (In Persian)