پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی/ سال یازدهم/ شماره ۲۹/ بهار ۱۳۹۸ .... ۱۸۱

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

ارزیابی ژنوتیپ‌های نخود زراعی (*Cicer arietinum* L.) از نظر مقاومت به سرما در کشت پاییزه در منطقه رفسنجان

حسین دشتی[۱]، ملیحه یوسفی سروشک[۲]، محمدرضا بی‌همتا[۳] و مژگان قلی‌زاده وزوانی[۲]

۱- استاد، گروه ژنتیک و تولید گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر(عج) رفسنجان، (نویسنده مسوول: dashti@vru.ac.ir)
۲ - دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، اصلاح نباتات، گروه ژنتیک و تولید گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر رفسنجان
۳- استاد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران
تاریخ دریافت: ۹۶/۱۲/۵ تاریخ پذیرش: ۹۷/۵/۱۶
صفحه: ۱۸۱ تا ۱۹۲

چکیده

کشت پاییزه نخود در مقایسه با کشت بهاره آن، عملکرد بیشتری دارد. به‌منظور بررسی امکان تغییر تاریخ کاشت از بهار به پاییز در منطقه رفسنجان و دستیابی به ارقامی که ضمن کشت پاییزه بتوانند سرمای زمستان را تحمل نموده و عملکرد بیشتری نیز تولید نمایند،٦٣ ژنوتیپ نخود سفید درتاریخ اوایل آذر سال ۱۳۹۵ در گلدان کشت و در مزرعه مورد ارزیابی قرار گرفته و صفات زراعی تعداد روز از کاشت تا گلدهی و غلاف‌دهی، تعداد کل غلاف، تعداد غلاف‌های پر، عملکرد، وزن صد دانه، رنگ گل، درصد تلفات ناشی از سرما، شاخص برداشت در گلدان و شرایط مزرعه و پایداری غشاء ژنوتیپ‌ها در اتاقک رشد اندازه‌گیری شدند. بیشترین ضریب تغییرات برای صفت درصد تلفات (۱۲۰٪) و کم‌ترین آن برای صفت تعداد روز از کاشت تا غلاف‌دهی (۳/۱۲٪) مشاهده شد. در رگرسیون مرحله‌ای صفات تعداد بذر در بوته، وزن ۱۰۰ دانه، تعداد کل غلاف، وزن خشک زیستی، شاخص برداشت و نشت یونی به ترتیب وارد مدل شده و بیشترین تاثیر را روی عملکرد داشتند. بین رنگ گل، نشت یونی و درصد تلفات و دیگر صفات کمی ارتباط وجود داشت. تجزیه خوشه‌ای، ژنوتیپ‌ها را به سه گروه مجزا تقسیم نمود، که گروه دوم از نظر مقاومت به سرما و بسیاری از صفات زراعی نسبت گروه‌های دیگر برتری داشت و از داخل این گروه، ژنوتیپ‌های ارومیه ۱۲۸، خوی ۵۶۳، تربت جام ۳۴۵، جیرفت ۲۸۹ و دره‌گز ٤٧٤ بر اساس گزینش توام سطوح مستقل انتخاب شدند. این ژنوتیپ‌ها دارای عملکرد بالا و درصد تلفات کمتر از ۱۰٪ در مقابل سرما بودند.

واژه‌های کلیدی: تحمل سرما، تجزیه خوشه‌ای، کشت پاییزه، نخود

مقدمه

نخود زراعی (*Cicer arietinum* L.) گیاهی است یک ساله، زمستانه و مدیترانه‌ای، حداقل دمای جوانه‌زنی برای نخود ۶-۵ درجه سانتی‌گراد و مناسب‌ترین دما ۱۲-۹ درجه سانتی‌گراد است. مناسب‌ترین دما برای رشد رویشی ۱۸ درجه سانتی‌گراد و حرارت مناسب در مرحله زایشی ۲۱-۱۷ و برای دوره‌ی غلاف‌دهی و بذردهی ۲۴-۲۰ درجه سانتی‌گراد است (۱۶). این گیاه، روزبلند و در مناطق کم‌ارتفاع و عرض‌های جغرافیایی پایین، در طول فصل پاییز یا اوایل زمستان و در عرض‌های جغرافیایی بالا در بهار کشت می‌گردد. نخود با داشتن میزان پروتئین خام بین ۱۷ تا ۲۳ درصد (۱)، که دو تا سه برابر پروتئین موجود در غلات است، می‌تواند بخشی از پروتئین مورد نیاز بشر را تامین کند. رشد و پراکنش گیاهان در طبیعت تحت تاثیر انواع تنش‌های زنده و غیرزنده قرار دارد. گیاهان به طور متناوب با انواع تنش‌های محیطی مثل دمای پایین، تنش اسمزی، خشکی و گرما مواجه هستند. دما عامل محیطی مهمی است که از فصلی به فصل دیگر تغییر می‌کند و دستخوش نوسانات غیرقابل پیش‌بینی و زودگذر روزانه است (۳). گیاهان، به‌عنوان موجودات غیر متحرک از طریق تغییرات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و تغییر در وضعیت تظاهر ژن‌ها که سبب نوعی سازگاری در سلول‌ها می‌شود، قادر به درک نوسانات و تغیرات فصلی دما بوده و از طرف دیگر توانایی پاسخ و حفظ توازن دمایی مناسب برای سلول را دارند (۱۰). گیاهان با راهکارهای مختلفی به تنش پاسخ می‌دهند و با قرارگیری در معرض دماهای پایین و بالای صفر درجه، تحمل تدریجی به دماهای پایین‌تر پیدا می‌کنند که به آن سازگاری به سرما گفته می‌شود (۸). اصلاح برای تحمل به سرما در بهبود تولید نخود در اغلب مناطق نخودکاری موثر بوده است. کافی نبودن تنوع ژنتیکی مقاومت به سرما در درون توده‌های بومی نخود زراعی کشور، می‌تواند یک محدودیت جدی در اصلاح این محصول برای کشت پاییزه باشد (۱۴). تحمل گیاهان به شرایط سخت زمستان ترکیبی از تحمل به تنش‌های مختلف از جمله تحمل به یخزدگی، غرقاب، پسابیدگی و بیماری‌ها می‌باشد. لذا این نوع تحمل صفت پیچیده‌ای است که مستلزم وقوع فرآیندهای متعدد شیمیایی، فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی در گیاه است (۲۱). در آزمایش‌های بررسی تحمل به سرما در شرایط مزرعه، محققان بقای گیاهان در مزرعه پس از زمستان را به‌عنوان معیار ارزیابی تحمل گیاهان مورد تاکید قرار داده‌اند (۵). تاریخ کاشت تاثیر زیادی بر رشد گیاه دارد؛ زیرا نوع شرایط محیطی را که مراحل مختلف فنولوژیک گیاه با آن مواجه خواهد شد، تعیین خواهد کرد. این نکته به ویژه برای گیاهی مانند نخود که عمدتا به صورت بهاره در شرایط خشک و با تکیه بر رطوبت ذخیره شده در خاک کشت می‌شود و با درجات حرارت بالا در طول فصل رشد مواجه است، حائز اهمیت می‌باشد. نخود به طور معمول در اقلیم‌های مدیترانه‌ای که دارای زمستان سرد و مرطوب و تابستان گرم و خشک هستند، در بهار کشت می‌شود. چنانچه نخود در طول زمستان کشت شود، احتمال بروز خسارت ناشی از سرما یا بیماری برق‌زدگی ناشی قارچ *Ascochyta rabiei* وجود دارد (۱۲). آزمایش‌های

تاریخ کاشت حاکی از آن است که چنانچه نخود در پاییز کشت شده و از بیماری برق‌زدگی محافظت گردد، عملکرد آن می‌تواند به چهار تن در هکتار برسد (۱۷). کشت پاییزه نخود با ارقام مقاوم به سرما و مقاوم به بیماری برق زدگی در مقایسه با کشت بهاره می‌تواند تقریبا تا دو برابر عملکرد دانه را افزایش دهد (۲۸). طبق مطالعات انجام شده توسط ایکاردا، تغییر زمان کاشت از بهار به پاییز در اقلیم‌های مدیترانه‌ای موجب افزایش چشمگیر در عملکرد نخود شده است. کشت پاییزه نخود در منطقه کرمانشاه به دلیل افزایش دوره رویشی و زایشی و افزایش بهره‌وری از رطوبت خاک، باعث افزایش ۷۲ درصدی عملکرد دانه گردیده است (۲۵،۲۴). افزایش عملکرد نخود درکشت پاییزه نسبت به بهاره اثبات شده است (۹). نخستین ارزیابی تحمل به سرما در نخود توسط سینگ و ساکسینا (۲۹) روی ۳۱۵۸ ژنوتیپ نخود کابلی از ایکاردا، در ایستگاه هیمانای موسسه تحقیقات ترکیه انجام شد. در این بررسی پایین‌ترین دماها به ترتیب ۹-، ۲۶/۸-، ۱۲/۳- و ۱۳/۸- درجه سانتی‌گراد بود و در طول فصل زراعی، زمین کشت شده ۴۷ روز زیر پوشش برف قرار داشت. در این بررسی پنج لاین ILC 194, ILC 212, ILC 3279, ILC 482, ILC 546 به‌عنوان لاین‌های متحمل به سرما شناخته شدند (۱۹). کشت نخود در بسیاری از مناطق ایران، در بهار انجام می‌شود. در این شرایط به دلیل اثر توام تنش‌های خشکی و گرما، عملکرد به شدت کاهش می‌یابد. با توجه به موفقیت‌های حاصله در بهبود عملکرد نخود در کاشت پاییزه زمستانه در مناطق مدیترانه‌ای (۱۸)، مطالعات در زمینه کشت پاییزه نخود جهت بهبود عملکرد این گیاه در مناطق مرتفع ایران نیز در طی چند سال گذشته مورد توجه قرار گرفته است. در پژوهشی که روی ۳۳ ژنوتیپ نخود، در چهار تاریخ کاشت انجام گرفت، مشخص شد که کاشت زودتر ژنوتیپ‌ها در پاییز سبب بهبود رشد اجزاء رویشی در گیاه شد (۲۱). وجود تنوع ژنتیکی در میزان درصد زنده ماندن ژنوتیپ‌های مختلف نخود پس از گذشت زمستان، در مطالعات مختلفی مورد ارزیابی قرار گرفته است و تحمل به سرما در شرایط مزرعه توسط محققین مختلف گزارش شده است (۱۱،۱۵). میزان زنده ماندن ژنوتیپ‌های مختلف در کشت پاییزه در مشهد از صفر تا ۹۶ درصد متغیر بوده است که تنوع ژنتیکی بالایی را نشان داده است (۲۹). فرایدی (۶) به‌منظور بررسی مقاومت به سرما و معرفی ارقام مقاوم به سرما برای کشت پاییزه در مناطق سردسیر غرب، ده رقم پیشرفته نخود را مورد ارزیابی قرار داد. پایین‌ترین دمای مطلق طی فصل رشد ۱۵- درجه سانتی‌گراد با پوشش برف و ۷- درجه سانتی‌گراد بدون پوشش برف بود. بین عملکرد دانه و مقاومت به سرما همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت و ژنوتیپ‌های مقاوم یا خیلی مقاوم به سرما، عملکرد بیشتری نسبت به میانگین کل تولید کردند. آزمایشی به منظور تعیین تحمل به سرما در ۱۱ رقم نخود در آذربایجان غربی توسط صادق‌زاده اهری و فرایدی در سال ۱۳۹۰، در دو ماه مهر و آبان انجام شد نتایج نشان داد که بقاء ارقام فیلیپ ۱۵۰-۸۲ و فیلیپ ۱۷۴-۹۳ نسبت به دیگر ارقام بیشتر بود. فیلیپ ۹۳-۱۷۴ با LT50[1] =-9 درجه سانتی‌گراد متحمل به سرما و عملکرد بیشتری نسبت به سایر ارقام داشت (۲۶). آزمون‌های ارزیابی تحمل به یخزدگی گیاهان عمدتا در شرایط کنترل شده انجام می‌شود (۴) و درصد بقاء گیاه پس از قرار گرفتن آن در معرض دماهای یخزدگی به عنوان یکی از شاخص‌های مقاومت به یخزدگی معرفی شده است. یکی از روش‌های ارزیابی سریع و موثر تحمل به یخزدگی اندازه‌گیری نشت یونی از سلول‌های گیاهی پس از اعمال تنش می‌باشد. در منطقه رفسنجان به علت گرم شدن سریع هوا در اوایل بهار و همچنین زمستان‌های سرد، کشت بهاره نخود دارای عملکرد بسیار پایینی است، لذا کشت در پاییز مستلزم استفاده از ارقام متحمل به سرما است. این پژوهش به‌منظور بررسی تنوع ژنتیکی ژرم‌پلاسم نخود در رفسنجان و دستیابی به ارقام مناسب کشت پاییزه در منطقه رفسنجان انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در دو آزمایش جداگانه در سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۴ در گلدان، داخل مزرعه و در اتاقک رشد دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان انجام شد. ارتفاع منطقه رفسنجان از سطح دریا ۱۵۲۱ متر با میانگین بارندگی سالانه ۸۰ میلی‌متر و متوسط سالانه دمای ۱۸/۹ درجه سانتی‌گراد است. در این آزمایش به‌منظور مطالعه تنوع و تحمل به سرما، ۶۳ لاین (ژنوتیپ) در منطقه رفسنجان (۶۲ لاین از دانشکده کشاورزی کرج با یک رقم بومی از شهربابک) مورد ارزیابی قرار گرفتند. مشخصات لاین‌های مورد بررسی در جدول ۱ آورده شده است.

آماده‌سازی بذور

جهت کشت، ابتدا بذور به مدت ۱ دقیقه در محلول هیپوکلریت سدیم ۱٪ قرار داده شدند و پس از چند مرحله شست و شو با آب مقطر استریل، به مدت ۱۲ ساعت در دمای اتاق درون پتری‌دیش خیسانیده شدند. در آزمایش اول، هر لاین در دو گلدان و در هر گلدان ده بذر در قالب طرح کاملا تصادفی کشت گردید. گلدان‌ها تا یک هفته پس از سبز شدن بذرها در گلخانه نگه‌داری شده و اواسط آذر به مزرعه منتقل شدند (شکل ۱). صفات تعداد روز از کاشت تا گلدهی، تعداد روز تا غلاف‌دهی، درصد تلفات در گلدان، تعداد کل غلاف‌ها در بوته، تعداد غلاف‌های پر در بوته، تعداد بذر در بوته، عملکرد دانه در بوته، وزن خشک بوته، شاخص برداشت، وزن صد دانه و رنگ گل اندازه‌گیری و یادداشت شد. در آزمایش دوم، تعداد دو گلدان کوچک از هر لاین و چهار بذر در هر گلدان کشت شدند و پس از گذشت یک هفته گلدان‌ها به اتاقک رشد با شرایط کنترل شده انتقال یافتند. دما در اتاقک رشد ابتدا از ۲۵ درجه سانتی‌گراد به ۴ درجه سانتی‌گراد طی ۲۴ ساعت کاهش یافت و سپس در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت نگه‌داری شدند و سپس دما با سرعت ۱ درجه سانتی‌گراد بر ساعت تا رسیدن به ۱۲- درجه سانتی‌گراد کاهش یافت و پس از آن دما با سرعت ۲ درجه سانتی‌گراد بر ساعت افزایش یافت تا به ۴ درجه سانتی‌گراد رسید، سپس به منظور تعیین درصد نشت یونی نمونه‌ها را از اتاقک رشد خارج نموده و از هر گلدان ۰/۵ گرم برگ جوان جدا نموده و در

1- Temperature for fifty percent (50%) letality

ظرف‌های دربدار حاوی ۵۰ میلی‌لیتر آب دوبار تقطیر ریخته و پس از شیکر کردن به مدت یک ساعت، هدایت الکتریکی هر نمونه در دمای آزمایشگاه (۲۵ºC) بر حسب میکروزیمنس اندازه‌گیری شد (EC_o) و سپس ظرف‌های حاوی برگ به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و مجددا هدایت الکتریکی هر نمونه قرائت شد (EC-total). و میزان خسارت سرما با فرمول زیر محاسبه گردید (۲).

$$E.leakage=EC_o/EC\text{-}total$$

جدول ۱- مبدأ و کد لاین‌های مورد آزمایش در کلکسیونی

Table 1. Collection number and origin of studied lines

منشا	شماره ژنوتیپ	کد ژنوتیپ	منشا	شماره ژنوتیپ	کد ژنوتیپ
اردبیل	12-071-02940	۵۹	تربت جام	12-071-03753	۴۰۳
اردبیل	12-071-04084	۴۹۰	جیرفت	12-071-03760	۲۴۵
اردبیل	12-071-06912	۵۳۴	جیرفت	12-071-03776	۲۵۹
ارومیه	12-071-03718	۱۲۸	جیرفت	12-071-03805	۲۸۴
ارومیه	12-071-03746	۱۲۹	جیرفت	12-071-03811	۲۸۹
ارومیه	12-071-03703	۱۹۸	جیرفت	12-071-03832	۳۰۷
ارومیه	12-071-03725	۲۱۶	جیرفت	12-071-03833	۳۰۸
ارومیه	12-071-03746	۲۳۳	جیرفت	12-071-03845	۳۱۷
ارومیه	12-071-03749	۲۳۵	جیرفت	12-071-03846	۳۱۸
ارومیه	12-071-03750	۲۳۶	جیرفت	12-071-03831	۳۰۶
ارومیه	12-071-03753	۲۳۹	خوی	12-071-06942	۵۶۳
ارومیه	12-071-06885	۵۰۸	ممغان	12-071-06678	۱۰۹
ارومیه	12-071-06888	۵۱۱	دره گز	12-071-04052	۴۷۳
ارومیه	12-071-06889	۵۱۲	دره گز	12-071-04053	۴۷۴
ارومیه	12-071-06903	۵۲۵	شیراز	12-071-02740	۵۶
اصفهان	12-071-02270	۲۹	فائو	12-071-04091	۴۹۲
اصفهان	12-071-02316	۳۶	قزوین	12-071-01837	۲۳
اصفهان	12-071-04043	۴۶۶	قوچان	12-071-02351	۳۸
اصفهان	12-071-04063	۴۷۸	کرج	12-071-01834	۲
اصفهان	12-071-07007	۶۲۹	کرج	12-071-01972	۱۶
بم	12-071-07021	۶۴۲	کرج	12-071-02090	۲۲
تربت جام	12-071-03885	۱۳۹	کرج	12-071-03641	۱۵۴
تربت جام	12-071-03852	۳۲۳	ماهان	12-071-06985	۶۰۶
تربت جام	12-071-03854	۳۲۵	میانه	12-071-06931	۵۵۲
تربت جام	12-071-03859	۳۲۸	ایکاردا	ILC 482	–
تربت جام	12-071-03916	۳۷۰	ایکاردا	آرمان	–
تربت جام	12-071-03900	۳۵۷	ایکاردا	آزاد	–
تربت جام	12-071-03884	۳۴۵	اصفهان	جم	–
تربت جام	12-071-03922	۳۷۵	شهربابک	شهربابک	–
تربت جام	12-071-03871	۳۳۵		کوروش	–
تربت جام	12-071-03899	۳۵۶	ایکاردا	هاشم	–
تربت جام	12-071-03946	۳۹۴			

شکل ۱- گلدان‌ها زیر پوشش برف

Figure 1. The pots with snow cover

گروه‌بندی عکس‌العمل به سرما بر اساس درصد بوته‌های از بین رفته و درصد بوته‌های باقی‌مانده به شرح زیر تعیین گردید (۱۳):

کاملا مقاوم به سرما: صفر درصد تلفات،

مقاوم به سرما: ۱۰ درصد تلفات،

متحمل به سرما: ۲۰ درصد تلفات،

نیمه متحمل به سرما: ۳۰ درصد تلفات،

نیمه حساس به سرما: ۶۰-۴۰ درصد تلفات،

حساس به سرما: ۹۰-۷۰ درصد تلفات،

کاملا حساس به سرما: ۱۰۰درصد تلفات.

تجزیه‌های آماری

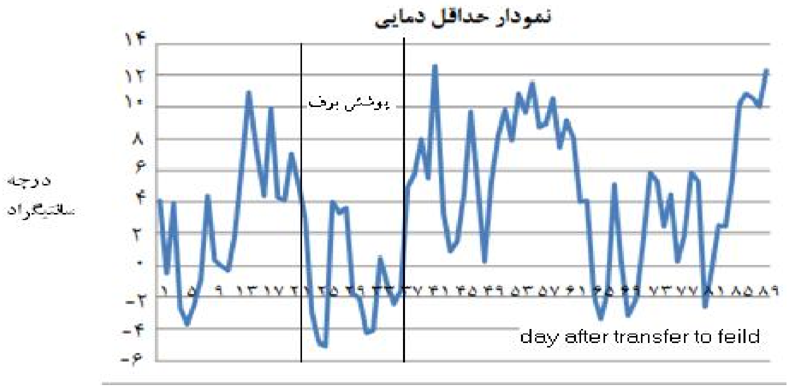
آمار توصیفی صفات، آنالیز واریانس برای رنگ گل و کلاسترها، تجزیه همبستگی ساده، تجزیه خوشه‌ای، رگرسیون گام‌به‌گام و تجزیه مربع کای با استفاده از نرم‌افزار Minitab16 و تحلیل مسیر با استفاده از Path2 انجام شد.

نتایج و بحث

دامنه تغییرات دماهای حداقل پاییز و زمستان منطقه رفسنجان برای ۸۹ روز بعد از انتقال گلدان‌ها به مزرعه در سال ۱۳۹۳بر اساس داده‌های هواشناسی بین ۶- تا ۱۲ متغیر بود (شکل۳). گیاهان در طی دوره رشد رویشی تا گلدهی در معرض دماهای زیر صفر درجه سانتی‌گراد و زیر پوشش برف قرار گرفتند (شکل ۱).

آمار توصیفی ژنوتیپ‌های نخود

آمار توصیفی مربوط به صفات مورد بررسی در ژنوتیپ‌های نخود شامل میانگین، انحراف معیار، مقادیر حداکثر و حداقل) به همراه ضرایب تغییرات فنوتیپی بود. بالاترین میزان عملکرد ۴/۳۵ گرم و کم‌ترین میزان آن صفر گرم در هر گیاه محاسبه شد. بیشترین درصد ضریب تغییرات برای صفت درصد تلفات (٪۱۲۰) و کم‌ترین ضریب تغییرات برای صفت تعداد روز از کاشت تا غلاف‌دهی (۳/۱۲) مشاهده شد (جدول ۲). در آزمایش دیگری نیز همین نتایج را گزارش کرده‌اند (۶،۱۳). تنوع صفات تعداد کل غلاف، عملکرد زیستی و عملکرد دانه در بوته با نتایج پزشک‌پور و افکار (۲۲) نیز تقریبا طابقت دارد. ضریب تغییرات فنوتیپی صفات مختلف بیانگر تنوع ژنتیکی در ژرم‌پلاسم است. میزان زنده ماندن ژنوتیپ‌های مختلف در کشت پاییزه در مشهد از صفر تا ۹۶ درصد متغیر بوده است که تنوع ژنتیکی بالایی را نشان داده است که با این آزمایش مطابقت خوبی نشان داد (۳۰). ژنوتیپ‌های ۲۹ و ۶۴۲ بعد از انتقال به مزرعه وارد مرحله گلدهی نشدند و دارای کم‌ترین میزان ماده خشک نسبت به بقیه ژنوتیپ‌ها بودند (به ترتیب۱/۱۱ و ۱۱/۱۵ گرم در بوته) و درصد تلفات در هر دو ژنوتیپ ۳۰ درصد بود. ژنوتیپ ۳۸ نیز پس از انتقال به مزرعه در اوایل رشد رویشی (مرحله گیاهچه‌ای) با مواجه شدن به سرما به‌طور کامل از بین رفت (درصد تلفات ۱۰۰ درصد) در نتیجه این سه ژنوتیپ در آمار توصیفی وجود نداشتند.



شکل ۲- نمودار حداقل‌های دمایی در طی دوره رویش

Figure 2. Graph for minimum temperatures during season growth

جدول ۲- آمار توصیفی مربوط به صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های نخود
Table 2. Descriptive statistics in chick pea genotypes for traits under study

صفات	میانگین	حداقل	حداکثر	انحراف معیار	درصد ضریب تغییرات
نشت یونی	۷۶/۳۰۵	۴۴/۲	۱۲۱	۱۶/۳۷۹	۲۱/۴۶۵
روز تا گلدهی	۱۰۵/۶۶۷	۹۲/۵	۱۱۷/۵	۵/۴۱۵	۵/۱۲۵
روز تا غلاف‌دهی	۱۱۴/۳۵۷	۱۰۴	۱۲۵/۵	۳/۵۷۲	۳/۱۲۴
درصد تلفات	۱۲/۱۱۶	۰	۷۵	۱۴/۵۴۶	۱۲۰/۰۵۰
وزن خشک بوته	۱۱/۵۸۶	۱/۰۵	۳۱/۶۵	۳/۵۱۲	۲۷/۲۶
تعداد غلاف کل بوته	۱۱/۳۸۳	۰	۲۹	۴/۴۱۷	۳۶/۶۴
تعداد غلاف پر در بوته	۹/۴۵۸	۰	۲۸/۵	۴/۰۴۸	۴۲/۳۲
تعداد دانه در بوته	۱۱/۸۵	۰	۳۱	۵/۳۸۰	۴۵/۴۰
عملکرد بوته	۱/۸۲۴	۰	۴/۳۵	۰/۸۴۰	۲۹/۵۷
وزن ۱۰۰ دانه	۱۶/۷۰۵	۰	۳۰/۲	۵/۱۸۰	۳۱/۳
شاخص برداشت	۱۶/۵۷۸	۰	۴۴/۷۴	۶/۳۲۲	۳۸/۱۴

تجزیه همبستگی بین صفات

در برنامه‌های اصلاحی بعلت وجود رابطه بین صفات و عکس‌العمل همبسته صفات در گزینش، می‌بایستی به همبستگی بین صفات توجه شود. همبستگی بین عملکرد دانه و صفات نشت یونی، تعداد روز از کاشت تا گلدهی، تعداد روز از کاشت تا غلاف‌دهی و درصد تلفات منفی و بین عملکرد و صفات وزن خشک زیستی، تعداد کل غلاف، تعداد غلاف پر، تعداد بذر، وزن ۱۰۰ دانه و شاخص برداشت همبستگی مثبت و معنی‌دار بودند (جدول ۳). همبستگی عملکرد و وزن خشک زیستی نشان‌دهنده رشد رویشی و تولید ساقه و برگ بیشتر و عملکرد دانه بیشتری خواهد بود. همبستگی منفی بین عملکرد و تعداد روز از کاشت تا غلاف‌دهی بیانگر این است که هر چه گیاه زودرس‌تر شود دارای عملکرد بیشتری است چون این گیاه در این مرحله به گرمای آخر فصل (گرمای بهاره) حساس است و لذا زودرسی موجب مواجهه کمتر گیاه با گرما شده و عملکرد افزایش می‌یابد. همبستگی منفی بین عملکرد و درصد تلفات و نشت یونی نشان می‌دهد که هر چه درصد تلفات و نشت یونی بیشتر باشد حساسیت به سرما بیشتر و عملکرد دانه کاهش می‌یابد. همبستگی مثبت و معنی‌داری میان عملکرد دانه با درصد بقا، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن ۱۰۰ دانه توسط سایرین نیز گزارش شده است (۳۰). همبستگی مثبت و معنی‌دار بین درصد تلفات در مزرعه و نشت یونی در این آزمایش نشان داد که می توان از نشت یونی بعنوان شاخصی برای مقاومت به سرما در مزرعه استفاده کرد. همبستگی منفی و معنی‌دار بین وزن صد دانه و تعداد روز از کاشت تا گلدهی و غلاف‌دهی نشان دهنده فرصت بیشتر پر شدن دانه در گیاهان زود گل و تولید کننده زودتر غلاف است که با گرمای کم‌تری در طول مرحله پر شدن دانه مواجه می‌شوند. شاخص برداشت با اکثریت صفات یعنی تعداد روز از کاشت تا غلاف‌دهی، تعداد کل غلاف، تعداد غلاف پر، تعداد بذر در بوته، عملکرد و وزن صد دانه همبستگی معنی‌دار نشان داد چون این صفات اجزا عملکرد بوده و با افزایش آنها و افزایش زمان پر شدن غلاف در نهایت باعث افزایش عملکرد دانه گردیده و افزایش شاخص برداشت را موجب می‌شود و با نتایج سایرین نیز مطابقت دارد (۷،۹،۱۳،۲۰).

رابطه رنگ گل با مقاومت به سرما و صفات کمی مورد مطالعه

جهت بررسی رابطه رنگ گل و صفات کمی، ۶۳ ژنوتیپ نخود از نظر رنگ گل (سفید یا صورتی) گروه‌بندی شدند. ژنوتیپ‌های دارای کد قوچان ۳۸، بم ۶۴۲ و اصفهان ۲۹ وارد مرحله گلدهی نشدند و لذا در این آنالیز وارد نشدند (جدول ۴). نتایج تجزیه واریانس یکطرفه براساس رنگ گل بعنوان تیمار و ژنوتیپ بعنوان تکرار، نشان داد که صفات نشت یونی، تعداد روز از کاشت تا گلدهی و غلاف‌دهی، درصد تلفات حاصل از سرما، وزن خشک زیستی، تعداد کل غلاف و غلاف پر، تعداد بذر و عملکرد دانه با رنگ گل در سطوح احتمال ۰/۰۵ تا ۰/۰۰۱رابطه معنی‌دار دارند. با توجه به میانگین صفات در گل سفیدها و گل صورتی‌ها (جدول ۵)، ژنوتیپ‌های گل صورتی دارای تعداد روز از کاشت تا گلدهی و غلاف‌دهی کمتر (زودرس‌تر) و درصد تلفات و نشت یونی کمتر بودند، که بیانگر مقاوم‌تر بودن آنها به سرما می باشد. رنگ صورتی گل در نخود زراعی نشانگری برای مقاومت به سرما، زودرسی و عملکرد بالاتر و سازگاری بهتر برای کشت پاییزه در رفسنجان می‌باشد. رابطه بین درصد تلفات و رنگ گل از طریق جدول دو طرفه رنگ و درصد تلفات (جدول ۶) و تجزیه کای مربع (χ2) نیز اثبات شد (χ^2 = 6459. و P-Value=0.011). تشخیص رابطه صفات کمی با مارکرهای مورفولوژیکی از مباحث تجزیه QTL است و انتخاب براساس نشانگرهای مورفولوژیک را ساکس برای اولین بار در سال ۱۹۲۳ مطرح و پیوستگی رنگ دانه لوبیا (صفت کیفی) و وزن صد دانه را ثابت کرد (۲۷).

جدول ۳- ضرایب همبستگی بین صفات مختلف در نخود

Table 3. The correlation coefficients between traits in pea.

صفات	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱
نشت یونی (۱)	۱										
روز تا گلدهی (۲)	۰/۰۸۶	۱									
روز تا غلاف‌دهی (۳)	۰/۰۹۷	۰/۷۴۴***	۱								
درصد تلفات(۴)	۰/۵۴۹***	۰/۰۶۲	۰/۰۰۱	۱							
وزن خشک بوته (۵)	-۰/۴۱۳***	-۰/۲۴۱	-۰/۳۲۱*	-۰/۵۹۱***	۱						
تعداد غلاف کل در بوته (۶)	-۰/۳۰۳*	-۰/۱۷۵	-۰/۲۷۳*	-۰/۳۲۴*	۰/۴۹۹***	۱					
تعداد غلاف پر در بوته (۷)	-۰/۲۹۵*	-۰/۲۲۶	-۰/۳۴۸**	-۰/۳۱۱*	۰/۵۶۹***	۰/۹۰۲***	۱				
تعداد دانه در بوته (۸)	-۰/۳۰۴*	-۰/۲۴۹	-۰/۳۶۵**	-۰/۲۷۳*	۰/۵۵۲***	۰/۹۰۲***	۰/۹۸۴**	۱			
عملکرد در بوته (۹)	-۰/۲۹۵*	-۰/۳۴۵**	-۰/۴۵۴***	-۰/۲۹۴*	۰/۶۱۵***	۰/۸۲۹***	۰/۸۳۴***	۰/۸۵۶**	۱		
وزن ۱۰۰ دانه (۱۰)	-۰/۰۹۲	-۰/۳۸۸**	-۰/۴۸۲***	۰/۰۸۲	۰/۰۲۳	-۰/۰۷۰	-۰/۰۵۱	۰/۰۰۰	۰/۲۸۵*	۱	
شاخص برداشت (۱۱)	-۰/۰۱۵	-۰/۲۲۲	-۰/۲۹۲*	۰/۲۴۰	-۰/۲۰۸	۰/۴۸۲**	۰/۴۲۶**	۰/۴۷۰***	۰/۵۸۱***	۰/۳۲۷*	۱

*، ** و ***: به ترتیب نشان‌دهنده غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵، ۰/۰۱ و ۰/۰۰۱

جدول ۴- آنالیز واریانس صفات مختلف مورد بررسی براساس رنگ گل

Table 4. Analysis of variance based on flower’s color for diferent characteritis

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات										
		شاخص برداشت	وزن ۱۰۰ دانه	عملکرد در بوته	تعداد دانه در بوته	تعداد غلاف پر در بوته	تعداد کل غلاف در بوته	وزن خشک بوته	درصد تلفات	روز تا دهی‌غلاف	روز تا گلدهی	نشت یونی
رنگ گل	۱	۸۶/۱۷^{ns}	۰/۸۶^{ns}	۱۰/۱۶۴***	۴۹۷/۰۳***	۴۶۶/۹۴***	۵۴۷/۶۰***	۱۶۴/۰۴**	۱۱۸۸/۱*	۱۱۴/۴۷**	۲۵۰**	۱۰۳۵/۶*
خطا	۵۸	۵۳/۰۵	۳۸/۸۴	۰/۷۲۵	۳۲/۸۴	۲۹/۱۷	۳۲/۴۶	۱۷/۸۹	۱۹۴/۸	۱۱/۰۱	۲۵/۵۲	۲۵۵/۱

*، ** و ***: به ترتیب نشان دهنده غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵، ۰/۰۱ و ۰/۰۰۱

جدول ۵- میانگین صفات کمی مورد مطالعه براساس رنگ گل در نخود

Table 5. Means of traits under study based on flower colors (white and pink)

رنگ گل	شاخص برداشت	وزن ۱۰۰ دانه	عملکرد در بوته	تعداد دانه در بوته	تعداد غلاف پر در بوته	تعداد غلاف در بوته	وزن خشک در بوته	درصد تلفات	روز تا غلاف‌دهی	روز تا گلدهی	نشت یونی
سفید	۱۵/۶۰^{a}	۱۶/۸۰^{a}	۱/۳۴^{b}	۹/۵۰^{b}	۷/۱۸^{b}	۸/۹۱^{b}	۱۰/۲۳^{b}	۱۵/۷۵^{a}	۱۱۵/۴۸^{a}	۱۰۷/۳۳^{a}	۷۹/۶۹^{a}
صورتی	۱۸/۰۴^{a}	۱۶/۵۵^{a}	۲/۳۲^{a}	۱۵/۳۷^{a}	۱۲/۸۷^{a}	۱۵/۰۸^{a}	۱۳/۶۱^{a}	۶/۶۶^{b}	۱۱۲/۶۶^{b}	۱۰۳/۱۶^{b}	۷۱/۲۱^{b}

جدول ۶- توزیع ۶۰ ژنوتیپ نخود براساس درصد تلفات و رنگ گل و تجزیه کی‌مربع

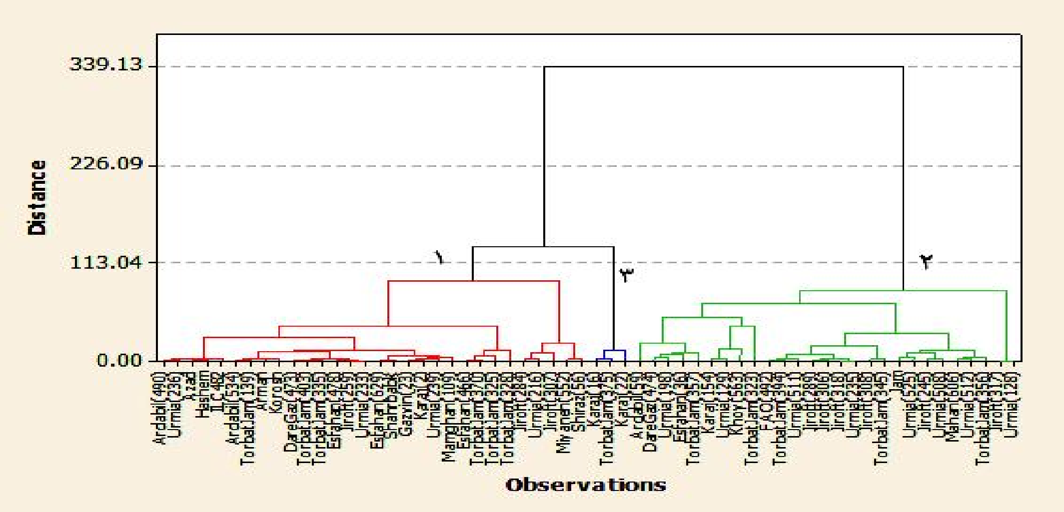
Table 6. Distribution of 60 chickpea genotypes based on mortality and flower color and χ^2 analysis

درصد تلفات	رنگ گل	
	سفید	صورتی
صفر کاملا مقاوم	آرمان، آزاد، دره‌گز ۴۷۳، اصفهان ۴۶۶، اصفهان ۴۷۸، ILC(482)، جیرفت ۲۸۹، کرج ۱۶، کرج ۲۲، ماهان ۶۰۶، مغان ۱۰۹، تربت جام ۳۲۵. ۱۲*	اردبیل ۴۹۰، دره‌گز ۴۷۴، جیرفت ۲۵۹، جیرفت ۳۰۶، جیرفت ۳۱۷، جیرفت ۳۱۸، کرج ۱۵۴، کرج ۲، خوی ۵۶۳، تربت جام ۳۴۵، تربت جام ۳۹۴، ارومیه ۱۲۸، ارومیه ۲۳۳، ارومیه ۲۳۵، ارومیه ۲۳۹، ارومیه ۵۱۱. ۱۶*
۱۰≥- >۰ مقاوم	جیرفت ۳۰۸، تربت جام ۳۷۰، تربت جام ۳۷۵، تربت جام ۴۰۳، اردبیل ۵۳۴، اصفهان ۳۶، ارومیه ۵۱۲، تربت جام ۳۲۳، تربت جام ۳۲۸. ۹*	تربت جام ۳۳۵، ارومیه ۵۰۸، ارومیه ۱۹۸، ارومیه ۲۳۶، فائو ۴۹۲، ارومیه ۱۲۹. ۶*
۲۰ ≤ – >۱۰ متحمل	کوروش، تربت جام ۳۵۶، تربت جام ۳۵۷، ارومیه ۵۲۵، اصفهان ۶۲۹، قزوین۲۳، هاشم، شهربابک، تربت جام ۱۳۹. ۹*	جیرفت ۲۴۵ ۱*
۴۰≤ – >۲۰ نیمه متحمل	جم، اردبیل ۵۹. ۲*	– ۰*
۶۰≤ – > ۴۰ نیمه حساس	ارومیه ۲۱۶، جیرفت ۲۸۴. ۲*	شیراز ۵۶، میانه ۵۵۲. ۲*
۹۰ ≤ – >۶۰ حساس	جیرفت ۳۰۷ ۱*	– ۰*

χ^2= ۶۴۵۹ P- value = ۰/۰۱۱ * : تعداد مشاهده شده در هر گروه

تجزیه خوشه‌ای

به‌منظور درک بیشتر تنوع موجود ژنوتیپ‌های مختلف و تعیین شباهت و تفاوت بین ژنوتیپ‌ها، تجزیه خوشه‌ای به روش Ward و مربع فاصله اقلیدسی و استاندارد کردن داده‌ها بر مبنای ۱۱ صفت مورد مطالعه انجام شد. ۳ گروه مجزا شناسایی گردید (شکل ۵). در پژوهشی ۱۵ژنوتیپ نخود را از نظر صفات مورفولوژیک و اجزائ عملکرد با استفاده از فرمول $\sqrt{n/2}$ به سه گروه تقسیم کردند (۲۲). تجزیه واریانس چند متغیره (MANOVA) وتجزیه واریانس یک‌طرفه برای تک تک صفات که درآن گروه‌ها بعنوان تیمار و ژنوتیپ‌ها بعنوان تکرار در نظر گرفته شد نشان داد که سه گروه از نظر تمام صفات کاملا متفاوت می‌باشند (جدول ۷) (نتایج آنالیزواریانس چند متغیره در اینجا نشان داده نشد). ۳۰ ژنوتیپ در گروه اول، ۲۷ ژنوتیپ در گروه دوم، ۳ ژنوتیپ در گروه سوم قرار گرفتند (جدول ۸). گروه‌های اول و دوم دارای بیشترین مجموع مربعات و واریانس داخل گروه بودند که نشان‌دهنده تنوع ژنتیکی بیشتر آنها از نظر صفات تحت مطالعه است. گروه سوم شامل ژنوتیپ‌های کرج ۱۶ ،کرج ۲۲ و تربت جام ۳۷۵ بود، که از نظر مقاومت به سرما تفاوت معنی‌داری با خوشه دوم ندارد و تعداد غلاف در بوته آنها بسیار پایین و فاقد دانه بودند (جدول ۷).



شکل ۳- دندروگرام حاصل ازتجزیه خوشه‌ای ۶۰ ژنوتیپ نخود براساس مربع فاصله اقلیدسی و صفات استاندارد شده

Figure 3. Dendrogram of cluster analysis for 60 chickpea genotypes based on squared Euclidian distance and standardized traits

جدول ۷- مقایسه میانگین گروه‌ها برای صفات مختلف در سطح احتمال ۰/۰۵ به روش توکی

Table 7. comparison of cluster means for different traits by Tukey method at 0.05 level of probability

گروه	شاخص برداشت	وزن ۱۰۰ دانه	عملکرد در بوته	تعداد دانه در بوته	تعداد غلاف پر در بوته	تعداد کل غلاف	وزن خشک در بوته	درصد تلفات	روز تا غلاف دهی	روز تا گلدهی	نشت یونی
۱	۱۳/۶۸^{b}	۱۸/۵۴^{a}	۱/۳۰^{b}	۸/۴۳^{b}	۶/۱۳^{b}	۷/۴۳^{b}	۱۰/۲۶^{b}	۱۵/۵۱^{a}	۱۱۴/۶^{b}	۱۰۵/۶۳^{b}	۸۱/۲^{a}
۲	۲۱/۶۳^{a}	۱۶/۵۱^{b}	۲/۵۹^{a}	۱۶/۹۲^{a}	۱۴/۲۰^{a}	۱۶/۷۷^{a}	۱۳/۰۷^{a}	۹/۱۵^{ab}	۱۱۳/۳۱^{b}	۱۰۳/۵۱^{b}	۶۹/۹^{c}
۳	۰^{c}	۰^{c}	۰^{c}	۰^{c}	۰^{c}	۲/۳۳^{c}	۱۱/۳۶^{ab}	۳/۳^{b}	۱۲۱/۳۳^{a}	۱۱۳/۵^{a}	۷۸/۶^{b}

جدول ۸- آماره‌های پراکندگی داخل گروه‌ها

Table 8. The statistical variability within clusters

گروه	تعداد در هر گروه	مجموع مربعات داخل گروه	میانگین فاصله از مرکز	بیشترین فاصله از مرکز	واریانس درون گروه‌ها
گروه ۱	۳۰	۱۴۱/۸۵	۱/۹۶	۴/۶۹	۴/۷۲
گروه ۲	۲۷	۲۰۴/۶۸۸	۲/۵۵	۵/۰۸	۵/۰۵۴
گروه ۳	۳	۷/۹۴۷	۱/۵۱	۲/۱	۲/۶۴

جدول ۹- بردار میانگین صفات مورد بررسی در داخل گروه‌ها

Table 9. Means vector of traits within different clusters

صفات	گروه ۱	گروه ۲	گروه ۳
نشت یونی	۰/۲۵۷	-۰/۴۱۷	۱/۱۸۴
روز تا گلدهی	۰/۰۷۷	-۰/۲۱۶	۱/۱۷۱
روز تا غلاف‌دهی	۰/۰۶۷	۰/۲۹۲	۱/۹۵۲
درصد تلفات	۰/۲۳۳	-۰/۱۹۲	-۰/۶۰۳
وزن خشک در بوته	-۰/۲۹۹	۰/۵۲۰	-۰/۰۴۹
تعداد کل غلاف در بوته	-۰/۶۱۵	۰/۸۴۰	-۱/۴۱
تعداد غلاف پر در بوته	-۰/۵۴۹	۰/۷۸۴	-۱/۵۶۳
تعداد دانه در بوته	-۰/۵۳۰	۰/۷۹۵	-۱/۸۵۷
عملکرد در بوته	-۰/۵۴۷	۰/۸۲۲	-۱/۹۳۸
وزن ۱۰۰ دانه	۰/۲۹۸	-۰/۰۳۰	-۲/۷۰۳
شاخص برداشت	-۰/۱۵۶	۰/۵۹۱	-۲/۲۶۴

با توجه به بردار میانگین‌ها (جدول ۹) و میانگین صفات (جدول ۷)، گروه دوم دارای نشت یونی کمتر در آزمایشگاه و درصد تلفات کمتر در مقابل سرما در مزرعه بوده و همچنین زودرس‌تر و دارای عملکرد و وزن خشک بیشتر در مزرعه بود (جداول ۷ و ۹) لذا ژنوتیپ‌های این گروه دارای سازگاری بهتر در کشت پاییزه در رفسنجان بوده و می‌توان از داخل این گروه ژنوتیپ‌های مقاوم به سرما و همچنین زودرس که در آخر فصل با گرمای زیاد روبرو نشوند را انتخاب نمود و از آنها برای کشت و یا اصلاح جهت تولید رقم‌های مقاوم به سرما و زودرس استفاده کرد. اعضای این گروه دارای درصد تلفات صفر، ۱۰ تا حداکثر ۲۰درصد بودند (جدول ۶) که در گروه‌های خیلی مقاوم، مقاوم و متحمل قرار می‌گیرند.

رگرسیون گام به گام

با توجه به نتایج حاصل از رگرسیون مرحله‌ای عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته و دیگر صفات زراعی به عنوان متغیرهای مستقل (جدول ۱۰)، مشاهده گردید که صفات تعداد بذر در بوته، وزن ۱۰۰ دانه، تعداد کل غلاف، وزن خشک زیستی، شاخص برداشت و نشت یونی به ترتیب وارد مدل شده و بیشترین تاثیر را روی عملکرد داشتند. این ۶ متغیر در مجموع ۹۳/۵۳ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمودند. این صفات می‌توانند بعلت اهمیتشان در تعیین عملکرد دانه نسبت به سایر صفات بر حسب اولویت در تجزیه و تحلیل سایر روش‌های آماری به‌عنوان مهم‌ترین معیارهای گزینشی معرفی گردند. در این رابطه تعداد بذر در بوته که ۷۲/۷۹ درصد تغییرات عملکرد دانه را توجیه کرده است، اهمیت بیشتری دارد. علائم جبری ضریب خطی متغیرها در مدل نشانگر جهت اثرات افزایشی این صفات بر عملکرد دانه است.

جدول ۱۰- نتایج رگرسیون مرحله‌ای عملکرد دانه به‌عنوان متغیر وابسته و دیگر صفات زراعی و مقاومت به سرما به‌عنوان متغیرهای مستقل در ژنوتیپ‌های نخود

Table 10. The step wise regression analysis of grain yield as dependent variable and other agronomic traits as independent variables in chickpea genotype

مرحله	صفات	پیشگویی	ضرایب رگرسیونی							
			x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	R^2 تجمعی	C-p مالو
۱	تعداد دانه در بوته (x_1)	۰/۸۵۶**	۰/۱۲۶***						۷۲/۷۹	۱۰۸/۵
۲	وزن ۱۰۰ دانه (x_2)	۰/۲۸۵*	۰/۱۲۶***	۰/۰۴۳***					۸۰/۶۹	۱۱۱/۰
۳	تعداد غلاف کل در بوته (x_3)	۰/۸۲۹***	۰/۰۶۹***	۰/۰۴۷***	۰/۰۶۲***				۸۳/۷۸	۸۴/۱
۴	وزن خشک در بوته (x_4)	۰/۶۱۵***	۰/۰۵۴**	۰/۰۴۷***	۰/۰۶۲***	۰/۰۴۱***			۸۶/۳۲	۶۲/۷
۵	شاخص برداشت (x_5)	۰/۵۸۱***	۰/۰۲۴	۰/۰۲۰**	۰/۰۳۱*	۰/۱۰۷**	۰/۰۵۹***		۹۳/۳۱	۶/۱
۶	نشت یونی (x_6)	-۰/۲۹۵*	۰/۰۲۵*	۰/۰۲۱**	۰/۰۳۳**	۰/۱۱۱***	۰/۰۵۹***	۰/۰۰۳۵	۹۳/۵۳	۵/۴

$y = -۰/۲۹۵ + ۰/۰۲۵ x_1 + ۰/۰۲۱ x_2 + ۰/۰۳۳ x_3 + ۰/۱۱۱ x_4 + ۰/۰۵۹ x_5 + ۰/۰۰۳۵ x_6$

با توجه به مدل، ضریب رگرسیونی صفت نشت یونی مثبت بوده و نشان می‌دهد که افزایش در نشت یونی موجب افزایش در عملکرد دانه می‌شود که با توجه به همبستگی منفی و معنی‌دار نشت یونی و عملکرد این رخداد خلاف انتظار است که با توجه به نتایج تجزیه علیت که به‌منظور تفسیر واضح‌تر و دقیق‌تر نتایج بدست آمده از همبستگی ساده و رگرسیون مرحله‌ای و پی بردن به روابط علت و معلولی بین عملکرد و سایر صفات وارد شده در مدل رگرسیونی انجام شد قابل توجیه است. نتایج تجزیه علیت نشان داد که ضریب همبستگی بالایی بین عملکرد و صفات تعداد بذر در بوته (۰/۸۵۶) و تعداد کل غلاف در بوته (۰/۸۲۹) می‌باشد که بخشی از آن حاصل اثرات غیرمستقیم آنها از طریق سایر صفات بر روی عملکرد می‌باشد. صفت نشت یونی دارای همبستگی منفی بر عملکرد دانه می‌باشد، ولی دارای اثر مستقیم مثبت بر عملکرد دانه است که اثر منفی خود را از طریق تعداد بذر در بوته، وزن ۱۰۰ دانه، تعداد کل غلاف، وزن خشک بیولوژیک و شاخص برداشت بر عملکرد می‌گذارد (جدول ۱۱). حبیب‌پور مهربان و همکاران (۹) بیان داشتند که تعداد غلاف در بوته بیشترین اثر مستقیم را بر روی عملکرد دانه دارد که در اینجا نیز تعداد غلاف پر در بوته بیشترین اثر مستقیم را (۰/۳۵۱) روی عملکرد دانه داشته است.

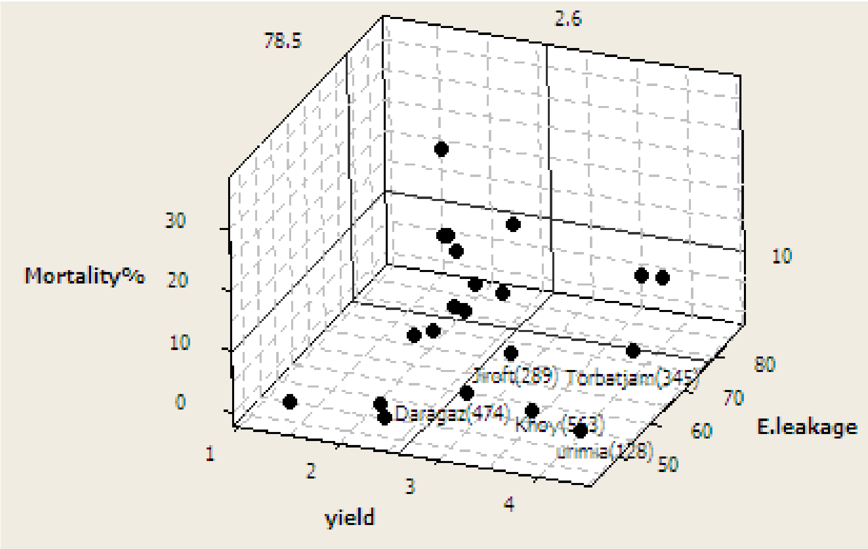
جدول ۱۱- نتایج تجزیه مسیر برای عملکرد دانه در بوته

Table 11. The results of path analysis for seed performance per plant

صفت	اثرات غیرمستقیم						اثر مستقیم	همبستگی با عملکرد
	۱	۲	۳	۴	۵	۶		
تعداد دانه در گیاه (۱)	-	۰	۰/۳۱۷	۰/۱۴۹	۰/۰۸	-۰/۰۱۵	۰/۳۲۲	۰/۸۵۶
وزن ۱۰۰ دانه (۲)	۰	-	-۰/۰۲۵	۰/۰۰۶	۰/۰۵۶	-۰/۰۰۵	۰/۲۵۱	۰/۲۸۵
تعداد کل غلاف در بوته (۳)	۰/۲۹	-۰/۰۱۸	-	۰/۱۳۵	۰/۰۸۲	-۰/۰۱۵	۰/۳۵۱	۰/۸۲۹
وزن خشک گیاه (۴)	۰/۱۷۸	۰/۰۰۵	۰/۱۷۵	-	۰/۰۰۳	-۰/۰۲	۰/۲۷۱	۰/۶۱۵
شاخص برداشت (۵)	۰/۱۵۱	۰/۰۸۲	۰/۱۶۹	۰/۰۰۶	-	-۰/۰۰۱	۰/۱۷۲	۰/۵۸۱
نشت یونی (۶)	-۰/۰۹۹	-۰/۰۲۴	-۰/۱۰۷	-۰/۱۱۳	-۰/۰۰۳	-	۰/۰۴۷	-۰/۲۹۵
باقی‌مانده	۰/۳۲۸							

برای انتخاب ژنوتیپ‌های مقاوم به سرما و همچنین دارای عملکرد بهتر درکشت پاییزه در منطقه رفسنجان، انتخاب از داخل گروه دوم بر مبنای سطوح مستقل[1] انجام شد. در این روش برای هر صفت سطح معینی در نظر گرفته می شود و تمام افراد یا گیاهان فاقد آن سطح بدون توجه به سایر خصوصیات حذف می‌شوند لذا انتخاب برای همه صفات بطور همزمان انجام می‌شود، ولی گزینش‌ها مستقل از یکدیگرند (۲۳). در این پژوهش با در نظر گرفتن سه صفت درصد کشندگی در اثر سرما، عملکرد دانه دربوته در مزرعه و نشت یونی در آزمایشگاه بعنوان معیارهای گزینش از داخل گروه دوم، در نظر گرفته شد و پراکنش سه بعدی ژنوتیپ‌ها براساس این صفات رسم گردید (شکل ۴). سطوح گزینشگری برای درصد کشندگی در اثر سرما و نشت یونی به ترتیب حداکثر ۱۰٪ (بسیار مقاوم و مقاوم براساس جدول ۶ و ۷۸ (یعنی میانگین نشت یونی گروه دوم) در نظر گرفته شد و سطح عملکرد دانه دربوته حداقل ۲/۶ (میانگین عملکرد گروه دوم) در نظر گرفته شد که بر این اساس ژنوتیپ‌های ارومیه ۱۲۸، خوی ۵۶۳، تربت جام ۳۴۵، جیرفت ۲۸۹ و دره‌گز ۴۷۴ بعنوان مقاوم‌ترین ژنوتیپ‌ها به سرما و بهترین عملکرد درکشت پاییزه در رفسنجان انتخاب شدند (شکل ۴).

1- Independent culling level



شکل ۴- پراکنش سه بعدی ژنوتیپ‌های گروه دوم بر اساس صفات درصد تلفات، نشت یونی و عملکرد هر بوته.

Figure 4. Dimensional scatter plot based on E. Leakage, Mortality% and Yield per plant for genotypes within cluster2

منابع

1. Bagheri, A., A. Nezami, A. Ganjali and M. Parsa. 1997. Grain and pea breeding. Jahaddaneshgahi publications: Mashhad, 199, 224, 374 pp (In Persian).
2. Bertin. P., J. Bouharmont and J.M. Kinet. 1996. Somaclonal variation and improvement in chilling tolerance in rice. Plant breeding, 115: 268-272.
3. Browse, J. and Z. Xin. 2001. Temperature sensing and cold acclimation. American Journal of Physiology Endocrinology and Metabolism, 4(3): 241-246.
4. Cardona, C.A., R.R. Duncan and O. Lindstorm. 1997. Low temperature tolerance assessment in Paspalum. Crop Science, 37: 1283-1291.
5. Cousin, R., A. Burghoffer, P. Marget, A. Vingere and G. Eteve. 1993. Morphological, physiological and genetic bases of resistance in pea to cold and drought. In: Breeding for Stress Tolerance in Cool-Season Food Legumes, (Singh, K.B. and Saxena, M.C., Eds.) Chichester, UK, John Wiley and Sons, 311-320 pp.
6. Frayedi, Y. 2007. Evaluation of agronomic traits and cold tolerance in chickpea genotypes (*Cicer arietinum* L.) in the autumn sowing rain-fed conditions. Journal of Seed and Plant, 23(4): 503-489 (In Persian).
7. Frayedi, Y. 2013. Grain yield stability of advanced lines of white peas in cold autumn sowing in rainfed conditions in Maragheh. Journal of dry farming Iran, 1(4): 32-17 (In Persian).
8. Guo, H., S. Gao and F. Zhao. 2004. Effects of cold acclimation on several enzyme activities in euonymus radicans (emerald and gold) and its relation to semi-lethal temperature. Forestry Studies in China 6(1): 10-17.
9. Habyb Pour Mehraban, F., R. MaaliAmiri, H. Zeynalikhanghah and M. Dashtaki. 2014. Morphological variation black peas using multivariate statistical methods. Iranian Journal of Field Crop Science, 45(1): 23-30 (In Persian).
10. Heidarvand, L. and R. MaaliAmiri. 2010. What happens in plant molecular responses to cold stress? Acta Physiology Plant, 23(3): 419-431.
11. Heidarvand, L., R. MaaliAmiri, M.R. Naghavi, Y. Farayedi, B. Sadeghzadeh and K. Alizadeh. 2011. Polysiological and morphological characteristics of chickpea accession under low temperature stress. Russian Journal of Plant Physiology, 58(1): 157-163.
12. Kanouni, H. 2001. Plant Chickpea ILO C-482 varieties in the province Kurdistan .Research-Extension Vice Chancellor for Research, education and extension. Agriculture Organization of Kurdistan, 80: 149-136 (In Persian).
13. Kanouni, H. 2004. Evaluation of cold tolerance in chickpea genotypes (*Cicer arietinum* L.) in treasury for fall planting. Journal Seed and Plant, 20(1): 89-99 (In Persian).

14. Kanouni, H., M. Kahlily and R.S. Malhorta. 2009. Assessment of cold tolerance of chickpea at rainfed highlands of Iran. American-Eurasian Journal of Agriculture Environment sciences, 5(2): 250-254.
15. Kanouni, H., M. Khalili and N. Akbari. 2006. Stability of yield and 100-grain weight Desi chickpea genotypes (*Cicer arietinum* L.) under dryland conditions. In: Proceedings of the Ninth Congress of Crop Sciences. 7-5 Sep., Tehran University, Abouryhan, 219 pp (In Persian).
16. Majnoun Hosseini, N. 2008. Grain and legume production. Jahaddaneshgahi publications: Tehran, 105 pp (In Persian).
17. Malhotra, R.S. and K.B. Singh. 1990. The inheritance of cold tolerance in chickpea. Journal of Genetics and breeding, 44: 227-230.
18. Mckenzie, B.A. and G.D. Hill. 1995. Growth and yield of two chickpeas (*Cicer arietinum* L.) varieties in Canterbury, New Zealand.New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 23: 467-474.
19. Malhotra, R.S. and M.C., Saxena, 1993. Breeding for stress tolerance in cool season food legumes. In: KB Singh and MC Saxena (Eds.), Screening for cold and heat tolerance in cool-season food legumes. Chichester: John Wiley and Sons. 227-244.
20. Mohammadali Pour Yamchi, H., M.R. Bihamta, M. Peighamberi, M. Naghavi and M. Shafiee Khorshidi. 2011. Evaluation of Genetic Diversity and Classification of Kabuli Chickpea Genotypes in late Season Drought Stress. Journal of crop Breeding, 7: 53-70 (In Persian).
21. Nezami, A. and A. Bagheri. 2005. Responsiveness of cold tolerant chickpea characteristics in fall and spring planting: I- phenology and morphology. Iranian Journal of Field Crops Research, 3(1): 143-155 (In Persian).
22. Pezeshkpour, P. and S. Afkar. 2017. The Study of Genetic Diversity, Heritability and Genetic Advance of Morphological Traits, Yield and Yield Components in Different Chickpea (*Cicer arietinum*) Genotypes. Iranian Journal of Field Crops Research, 9: 61-68 (In Percian).
23. Rezaei, A. 1994. Selection indices in plant breeding. In: Third Iranian Congress on Crop Production and Breeding Sciences, 3-8, Sep., Tabriz University, Tabriz, Iran, 105-134.
24. Sabagh Pour, S.H. 2002. Advantage to fall planting of spring planting in the province of Kermanshah. In: Congress of Agronomy and Plant Breeding, Karaj, 204 pp (In Persian).
25. SadeghzadehAhari, D. and Y. Frayedi. 2012. Response advanced lines of chickpea (*Cicer arietinum* L.) to cold without snow cover in autumn sowing. Seed and Plant Breeding Journal, 29(4): 727-711 (In Persian).
26. Saghfi, S., A.R. Eivazi and N. Qasimov. 2013. Assessing of chickpea (*Cicerar ietinum* L.) genotypes to cold stress with different planting dates. International Journal of Agronomy and Plant Production, 4(8): 1903-1909.
27. Sax, K. 1923. The association of size differences with seed coat pattern and pigmentation in Phaseolusvulgaris. Genetics, 8: 552-560.
28. Singh, K.B., R.S. Malhorta and M.C. Saxena. 1995. Additional sources of tolerance to cold in cultivated and wild Cicer species. Crop Science, 35: 1491-1497.
29. Singh, K.B., M.C. Saxena, and H.E. Gridley. 1981. Screening chickpeas for cold tolerance and frost resistance. In: Proceedings of the Workshop on Ascochyta Blight and Winter Sowing of Chickpeas, 4–7 May, ICARDA, Syria, 167-177.
30. Zaferanieh, M., A. Nezami, M. Parsa, H. Presa and A.A.R. Bagheri. 2009. Evaluation of chickpea genotypes in fall planting under supplementary irrigation in Mashhad: 2 yield and its components. Iranian Journal of Crop preceding studies, 7(2): 461-483 (In Persian).

Evaluation of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Genotypes for Cold Resistance in Autumn Cultivation in Rafsanjan Region of Iran

Hossein Dashti[1], Maliheh Yousefi Sorooshak[2], Mohammad Reza Bihamta[3] and Mozhgan Gholizadeh Vazvani[2]

1- Professor of Genetic and Plant Production Department, Agriculture College, Vali -e- Asr University of Rafsanjan, (Corresponding author: dashti@vru.ac.ir)
2- Graduated M.Sc. Student, of Plant Breeding, Department of Genetic and Plant Production, Agriculture College, Vali-e-Asr University of Rafsanjan
3- Professor of Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture and Natural Resources Karaj, Tehran
Received: February 24, 2018 Accepted: August 7, 2018

Abstract

Pea cultivation in autumn has a higher yield compared to its spring cultivation. In order to investigate the possibility of changing the planting date of chickpea from spring to autumn in (Kerman province, Iran) and obtaining cultivars that could withstand cold winter and produce more yield, 63 chickpea genotypes were planted in pots at Dec/2016 and evaluated in field .The agronomic traits including: days from planting to flowering and podding, total number of pods, number of full pods, yield, 100 seed weight, flower color, percentage of cold mortality and harvest index were measured in pot and field conditions and membrane stability of genotypes was measured in growth chamber. The highest coefficient of variation was observed for the percentage of mortality (120%) and the lowest for the number of days from planting to podding (%3.12). In step wise regression, traits of seed number per plant, 100 seed weight, total pod, biological dry weight, harvest index and ion leakage were entered into the model, respectively. There was a significant correlation between the color of the flower and ion leakage, mortality percentage and other quantitative traits. Cluster analysis divided the genotypes into three distinct groups. The second cluster had superiority in terms of cold resistance and many agronomic traits. Urimia 128, Khoy563, Torbatjam 345, Jiroft 289 and Daragaz 474 Genotypes were selected from this cluster based on independent culling levels.

Keywords: Autumn cultivation, Chickpea, Cold tolerance, Cluster analysis