مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی
جلد ششم، شماره دوم، تابستان ۹۲
۱۴۹-۱۶۶
http://ejcp.gau.ac.ir

مطالعه واکنش و تنوع ژنتیکی ارقام گندم نان ایرانی تحت‌تأثیر تنش سرمای بهاره با استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره

*مجید محمدی[۱]، رضاقلی میرفخرایی[۲] و علیرضا عباسی[۳]
[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد دانشگاه تربیت مدرس، [۲]استادیار دانشگاه تربیت مدرس، [۳]استادیار دانشگاه تهران
تاریخ دریافت: ۹۱/۰۳/۲۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۲/۰۲

چکیده

وجود تنوع ژنتیکی برای تداوم و پیشرفت برنامه‌های به‌نژادی گیاهان زراعی و افزایش کارایی انتخاب ضروری است. در فصل بهار هم‌زمان با شروع رشد، تحمل گیاهچه‌های گندم به دماهای پایین کاهش می‌یابد و هر یک از مراحل رشد ممکن است با سرمای بهاره مواجه شده و صدمه ببیند. هدف از این مطالعه بررسی تنوع ژنتیکی به‌دست آمده از تأثیر تنش سرمای بهاره بر صفات فیزیولوژیک کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل، کاروتنوئید و پایداری غشاء سیتوپلاسمی در مرحله زایشی رشد و نمو گندم در شرایط کنترل شده بود. به این منظور آزمایشی با ۲۰ رقم گندم نان همراه با ۴ تیمار سرمایی (۸+ (شاهد)، ۲+، ۰ و ۲- درجه سانتی‌گراد) در آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی پیاده شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل رقم در سرما در همه صفات در سطح ۵ درصد معنی‌داری بوده، که بیانگر وجود تنوع ژنتیکی بین ارقام مورد بررسی بود. همچنین بین صفات کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کاروتنوئید، همبستگی معنی‌داری وجود داشت. جهت تعیین روابط ژنتیکی بین ارقام مورد مطالعه، تجزیه خوشه‌ای به روش Ward انجام و ارقام مورد بررسی در شرایط تنش شدید (۲- درجه سانتی‌گراد) به ۵ گروه و در شرایط شاهد (۸ درجه سانتی‌گراد) به ۴ گروه تقسیم شده، که تجزیه تابع تشخیص و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی گروه‌بندی به‌دست آمده از تجزیه خوشه‌ای را تأیید کردند. گروه سوم که از ارقام قدس، تجن و پیشتاز تشکیل شده، در شرایط تنش شدید میزان کم‌تر تراوش سلولی و میزان بالایی از غلظت رنگ‌دانه‌های گیاهی در بین گروه‌ها، داشت.

واژه‌های کلیدی: آمار چندمتغیره، تجزیه به مؤلفه اصلی، تجزیه خوشه‌ای، تنش سرمای بهاره، گندم.

* مسئول مکاتبه: majidmohammadi432@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

گندم به‌عنوان مهم‌ترین گیاه زراعی در جهان دارای ژنوتیپ‌های زیادی است که در برنامه‌های اصلاحی مورد استفاده قرار می‌گیرند. بنابراین، لازمه استفاده کارا و صحیح از آن‌ها، شناسایی روابط ژنتیکی و تعیین سطح تنوع موجود بین آن‌ها می‌باشد (ژانگ و همکاران، ۲۰۰۲). بررسی ابعاد مختلف تنوع ژنتیکی ارقام گندم، متخصصان اصلاح نباتات را در شناسایی ظرفیت ژنتیکی صفات مرتبط با اهداف اصلاحی یاری می‌نماید و مطالعه الگوپذیری تنوع ژنتیکی از اقلیم‌های مختلف جغرافیایی نشان‌دهنده قابلیت سازگاری‌ها و انعطاف‌پذیری ساختار ژنوم آن‌ها با زیست‌بوم‌های متفاوت می‌باشد (کیمبر و فلدمن، ۱۹۸۷).

تولید محصولات کشاورزی با انواع مختلف تنش‌های زیستی و غیرزیستی مواجه است (ماهاجان و توتجان، ۲۰۰۵). در این بین، دما یکی از عوامل مهم محیطی است که در گسترش و پراکنش موجودات زنده نقش مهمی ایفا می‌کند. خطرات دمایی منتج از نوسانات آن، بیش‌ترین خسارت را بر گیاهان وارد می‌سازد (ساماچ و ویگ، ۲۰۰۵). تنش‌های محیطی، از جمله سرما، سبب کاهش عملکرد محصولات کشاورزی می‌شوند. بویر (۱۹۸۲) معتقد است که پتانسیل ژنتیکی برای عملکرد بالا در بسیاری از ارقام فعلی گندم وجود دارد، ولی آن‌چه که این ارقام بدون آن هستند، قدرت سازگاری و تحمل کم‌تر آن‌ها در مقابل تنش‌های زیستی و غیرزیستی است. در این شرایط عملکرد ارقام یاد شده در برخورد با تنش‌های محیطی کاهش می‌یابد. با توجه به این‌که اقلیم‌های سرد و فراسرد، بیش از ۶۲ درصد از سطح کشور را تحت پوشش خود دارند (خلیلی و همکاران، ۱۹۹۷)، تنش سرما در اشکال سرمازدگی[1]، انجماد[2] و افت ناگهانی دما[3]، زراعت گندم را در اراضی واقع در اقلیم‌های یاد شده با آسیب‌های جدی مواجه سازد (میرفخرایی و همکاران، ۲۰۱۰).

سرما در گندم دو نقش متضاد را ایفا می‌کند. سرما برای بهاره شدن گندم‌های پاییزه و در نتیجه گل‌دهی، امری ضروری است ولی در عین‌حال پس از بهاره شدن، سرما از جمله عواملی است که رشد گندم را محدود می‌سازد (آهرنز و لومیس، ۱۹۶۳). با توجه به این‌که هر کدام از مراحل رشد گیاه، نیازهای دمایی متفاوتی دارند، بنابراین در تنش‌های دمایی، مرحله وقوع و دوام و شدت تنش سرما مهم‌ترین عوامل مؤثر به‌شمار می‌روند (لویت، ۱۹۸۰). بیش‌ترین خسارت سرما در زمان گل‌دهی اتفاق

1- Frost
2- Freezing
3- Chilling

Archive of SID

www.SID.ir

می‌افتد. ولی بروز سرما در سایر مراحل نمو نیز می‌تواند موجب خسارت گردد (سرمدنیا، ۱۹۹۵؛ کومینس و پارک، ۱۹۶۱؛ کلک‌لوو، ۱۹۷۲). شواهد علمی متعددی در سطح مولکولی نیز بیانگر آن هستند که بیان ژن‌های ساختمانی مقاومت به سرما با آغاز مرحله زایشی به‌شدت کاهش می‌یابند (محفوظی و همکاران، ۲۰۰۰؛ فولر و لیمین، ۲۰۰۳).

آگاهی از نقش صفات فیزیولوژیک مؤثر بر عوامل محدودکننده عملکرد و نحوه توارث آن‌ها به‌منظور طراحی برنامه‌های به‌نژادی دقیق‌تر، برای بهبود ژنتیکی پتانسیل عملکرد، ضروری است. از آن‌جایی‌که تولید حداکثری محصولات کشاورزی در اثر تنش‌های محیطی محقق نمی‌گردد، شناسایی و انتخاب ارقام مقاوم بسیار دارای اهمیت است (هال، ۲۰۰۱).

در بین روش‌های مختلف تجزیه چندمتغیره، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، تجزیه خوشه‌ای و تجزیه به مختصات اصلی مهم‌ترین روش‌ها هستند (محمدی و پراسانا، ۲۰۰۳). در زمینه بررسی تنوع ژنتیکی، تجزیه خوشه‌ای اصولی‌ترین روش برای برآورد شباهت بین افراد در یک مجموعه ذخایر توارثی است (مقدم و همکاران، ۱۹۹۴). در مطالعه‌ای بر روی ۳۶ ژنوتیپ گندم نان زمستانه برای صفات مورفولوژیک، تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌ها را به ۷ گروه دسته‌بندی کرد و براساس تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، تعداد ۵ مؤلفه، ۹۷ درصد از تغییرات را توجیه نمود (خدادادی و همکاران، ۲۰۱۱). در مطالعه‌ای برای ارزیابی تنوع ژنتیکی گندم‌های تتراپلوئید در کشور اتیوپی از روش‌های خوشه‌ای و تجزیه مؤلفه‌های اصلی استفاده نمودند که نتایج به‌دست آمده از گروه‌بندی این دو روش یکسان بود (هایلو و همکاران، ۲۰۰۶). همچنین در گزارش دیگری با ارزیابی ۷ صفت زراعی و فیزیولوژیک در ۴ گروه از گندم‌های دوروم، دو مؤلفه اصلی به‌دست آمد که در مجموع ۶۴ درصد از تغییرات را توجیه نمودند (پیستی و آنیچیاریکو، ۱۹۹۸).

هدف از این پژوهش، ارزیابی و تعیین تنوع ژنتیکی ارقام گندم نان از نظر برخی خصوصیات فیزیولوژیک تحت تنش سرمای بهاره با استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره تجزیه خوشه‌ای، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و تجزیه تشخیص می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش، به‌منظور بررسی تنوع ژنتیکی ارقام گندم نان تحت تنش الگوی سرمای بهاره در یک آزمایش فاکتوریل و در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایشی شامل

Archive of SID

www.SID.ir

۲۰ رقم گندم نان به اسامی: گاسپارد، طوس، الموت، آذر ۲، سرداری، زرین، سبلان، بزوستایا (زمستانه)، پیشتاز، چمران، روشن، بک‌کراس روشن، نیک‌نژاد، زاگرس، تجن، بهار، فلات (بهاره)، قدس، کراس اروند، مهدوی (بینابین) که از مؤسسه اصلاح بذر و نهال (کرج، ایران) تهیه شدند و ۴ تیمار سرمایی (۸+ (شاهد)، ۲+، صفر و ۲- درجه سانتی‌گراد) بودند. بذور ارقام، برای بهاره‌سازی پس از ضدعفونی با هیپوکلریت سدیم ۵ درصد به‌مدت ۵ دقیقه و شستشو با آب مقطر استریل، در پتری‌دیش‌ها بر روی کاغذ صافی مرطوب به‌مدت ۴ روز در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد برای جوانه زدن قرار گرفتند. بذرها بعد از جوانه زدن (به اندازه ۲ سانتی‌متر) برای بهاره‌سازی به دمای ۱±۳ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۷ هفته انتقال داده شدند (محفوظی و ساسانی، ۲۰۰۸). بعد از پایان بهاره‌سازی جوانه‌های گندم درون گلدان‌هایی با مخلوطی از خاک مزرعه، خاک برگ و کود دامی به نسبت ۱:۱:۱ نشاء و گلدان‌ها در اتاقک رشد با شرایط طول روز ۱۶ ساعت، طول شب ۸ ساعت، دمای روز ۲۲ درجه سانتی‌گراد و دمای شب ۱۶ درجه سانتی‌گراد، با شدت نور ۳۰۰ میکرومول بر مترمربع بر ثانیه قرار داده شدند. گلدان‌ها به‌طور یکنواخت با کودهای شیمیایی تغذیه شدند.

با رسیدن بوته‌های گندم به اوایل مرحله زایشی (سنبله‌دهی و گل‌دهی- کد زادوکس برابر ۶۸-۵۰) (زادوکس و همکاران، ۱۹۷۴)، گلدان‌ها برای القاء تنش سرما، به اتاقک رشد با دمای پایین منتقل و به‌مدت ۱ هفته در دمای ۱۶ درجه سانتی‌گراد روز به‌مدت ۱۶ ساعت و ۸ درجه سانتی‌گراد شب به‌مدت ۸ ساعت قرار گرفتند و بعد از طی این مدت برای شروع تنش، نمونه‌ها در دمای ۸ درجه سانتی‌گراد و در تاریکی مطلق قرار داده شدند. پس از آن هر یک ساعت ۲ درجه سانتی‌گراد دما کاهش داده شد و با رسیدن به هر یک از سطوح دماهای ۲+، صفر و ۲- درجه سانتی‌گراد، گلدان‌ها به‌مدت ۲ ساعت تحت تنش سرما قرار گرفتند و بعد از پایان تنش، دمای محیط هر ساعت ۲ درجه سانتی‌گراد افزایش داده شد تا به شرایط دمای شاهد رسید و گلدان‌های شاهد نیز به‌منظور مقایسه تأثیر سرما بر گیاه گندم در شرایط عادی و بدون تنش روز/ شب ۸/۱۶ و دمای ۸/۱۶ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و پس از ۲۴ ساعت نمونه‌گیری به‌عمل می‌آمد.

برای تعیین پایداری غشای سیتوپلاسمی، از روش اندازه‌گیری تراوش الکترولیتی استفاده شد. برای تهیه هر نمونه، ۱۵۰ میلی‌گرم از برگ پرچم بوته‌های هر رقم جدا و در داخل فالکون ۵۰ سی‌سی قرار گرفتند و مقدار ۲۰ میلی‌لیتر آب ۲ بار تقطیر شده به داخل هر فالکون اضافه شد سپس در دمای آزمایشگاه به‌مدت ۱۵ ساعت شیکر شدند. پس از این مدت تراوش الکترولیتی نمونه‌ها قرائت شد و

Archive of SID

www.SID.ir

آن‌گاه نمونه‌ها به داخل انکوباتور منتقل گردیده و به‌مدت ۴۵ دقیقه در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. پس از سرد شدن نمونه‌ها، تراوش الکترولیتی نهایی اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری تراوش الکترولیتی نمونه‌ها از دستگاه هدایت‌سنج متروم (Inolab)، استفاده شد و با استفاده از رابطه زیر درصد تراوش الکترولیتی تعیین گردید (برتین و همکاران، ۱۹۹۶).

معادله (۱) $$El(\%) = \frac{c_t}{c_{tot}} \times ۱۰۰$$

که در آن، C_t: هدایت الکتریکی در زمان اول (میکروثانیه بر سانتی‌متر)، C_{tot}: هدایت الکتریکی نهایی (میکروثانیه بر سانتی‌متر) و EL: درصد تراوش الکترولیتی.

برای تعیین غلظت و پایداری کلروفیل برگ مقدار ۵۰ میلی‌گرم از برگ پرچم جدا و سپس با متانول ۹۹/۸۰ درصد به‌خوبی هموژن گردید و در نهایت میزان جذب نور مایع به‌دست آمده با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (shimadzu-UV-160A) در طول موج‌های ۴۷۰، ۶۵۲/۴۰ و ۶۶۵/۲۰ نانومتر تعیین گردید و غلظت کلروفیل a، b و مجموع آن‌ها و کاروتنوئید بر حسب میکروگرم بر میلی‌لیتر از طریق معادله‌های ۲، ۳، ۴ و ۵ به‌دست آمد (لیچتنتالر، ۱۹۸۷):

معادله (۱) $C_a = ۱۶/۷۲ \times A_{۶۶۵/۲۰} - ۹/۱۶ \times A_{۶۵۲/۴۰}$ کلروفیل a (میکروگرم بر میلی‌لیتر)

معادله (۲) $C_b = ۳۴/۰۹ \times A_{۶۵۲/۴۰} - ۱۵/۲۸ \times A_{۶۶۵/۲۰}$ کلروفیل b (میکروگرم بر میلی‌لیتر)

معادله (۳) $C_{a+b} = ۱/۴۴ \times A_{۶۶۵/۲۰} - ۲۴/۹۳ \times A_{۶۵۲/۴۰}$ کلروفیل کل (میکروگرم بر میلی‌لیتر)

معادله (۴) $C_c = \frac{۱۰۰۰ \times A_{۴۷۰/۰۰} - ۱/۶۳ \times C_a - ۱۰۴/۹۶ \times C_b}{۲۲۱}$ کاروتنوئید (میکروگرم بر میلی‌لیتر)

تجزیه و تحلیل‌های آماری شامل تجزیه خوشه‌ای، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و تجزیه تابع تشخیص بر روی اطلاعات فیزیولوژیکی به‌دست آمده به‌منظور گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها انجام گرفت. تجزیه خوشه‌ای به روش Ward و مربع فاصله اقلیدسی به‌عنوان معیار فاصله مورد استفاده قرار گرفتند. تجزیه و تحلیل‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای SAS 9.1.3 (SAS Institute, Cary, North Carolina, 2006) و SPSS 16 (Chicago, Illinois, 2007) انجام شد.

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس تک‌متغیره داده‌های آزمایشی مشخص ساخت که سطوح تنش سرما، ارقام مورد مطالعه و اثرات متقابل رقم و تنش سرما در همه صفات اندازه‌گیری شده اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۱).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس کلروفیل a، b، محتوای کلروفیل کل، کاروتنوئید و تراوش الکترولیتی.

منبع تغییرات	درجه آزادی	MS				
		کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کاروتنوئید	تراوش الکترولیتی
رقم	۱۹	۸۲/۷۲۲**	۱۱/۴۱۴**	۷/۳۲۳**	۶/۱۷۴**	۱۰۰/۴۵۰**
تنش سرما	۳	۷۷/۳۳۱**	۶/۵۴۰**	۵/۴۹۹**	۱۰/۸۵۸**	۱۲۱۴/۸۷۳**
رقم × تنش سرما	۵۷	۵/۱۹۴*	۰/۷۶۴*	۰/۵۱۸*	۰/۶۰۲**	۴۵/۷۶۲**
اشتباه	۱۶۰	۳/۳۰۵	۰/۵۳۳	۰/۳۲۱	۰/۳۲۷	۱۴/۶۳۷
CV%		۱۱/۵۶۰	۱۴/۱۵۰	۱۸/۸۹۰	۱۹/۰۶۰	۲۵/۹۰۰

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

همبستگی بین صفات: براساس میانگین تکرارهای هر رقم، ضرایب همبستگی ساده تمامی صفات مورد بررسی تحت دو شرایط شاهد (۸ درجه سانتی‌گراد) و تنش شدید (۲- درجه سانتی‌گراد) محاسبه شد.

در شرایط شاهد، همبستگی بین صفات رنگ‌دانه‌های گیاهی کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کاروتنوئید در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود، اما بین صفت تراوش الکترولیتی با صفات رنگ‌دانه‌های گیاهی همبستگی معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۲). همچنین در شرایط تنش شدید همبستگی بین صفات رنگ‌دانه‌های گیاهی کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کاروتنوئید در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود، اما بین صفت تراوش الکترولیتی با صفات رنگ‌دانه‌های گیاهی همبستگی معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۲). در مطالعه‌ای اثر سرمای زمستانه در شرایط مزرعه بر روی ۲۲ ژنوتیپ گندم بهاره و زمستانه در منطقه اردبیل مقدار کلروفیل با تراوش الکترولیتی برگ همبستگی منفی و معنی‌داری (۰/۵۷-) داشت (غریب‌عشقی و همکاران، ۲۰۱۰). که همبستگی مقدار کلروفیل با مقاومت به سرما در ارقام گندم گزارش شده است (احمدی، ۲۰۰۵). همچنین در مطالعه دیگری بر روی لاین‌های تریتیکاله، همبستگی‌های فنوتیپی و ژنتیکی بین محتوی کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل مثبت و بسیار معنی‌دار (۰/۹۸) بود (ایرانی و همکاران، ۲۰۱۰).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- ضرایب همبستگی ساده بین صفات فیزیولوژیک مورد مطالعه در ارقام گندم بهاره در شرایط شاهد (پایین قطر) و شرایط تنش شدید (بالای قطر).

صفات	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کاروتنوئید	نشت یونی
کلروفیل a	۱	۰/۹۸۱**	۰/۹۹۹**	۰/۹۵۱**	۰/۰۷۵
کلروفیل b	۰/۹۶۸**	۱	۰/۹۸۹**	۰/۹۰۴**	۰/۰۰۳
کلروفیل کل	۰/۹۹۸**	۰/۹۸۳**	۱	۰/۹۴۲**	۰/۰۵۶
کاروتنوئید	۰/۹۵۱**	۰/۸۶۸**	۰/۹۳۵**	۱	۰/۰۱۵
تراوش الکترولیتی	-۰/۲۱۵	-۰/۱۸۲	-۰/۲۰۷	-۰/۲۲۸	۱

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و ضرایب بدون علامت ستاره غیرمعنی‌دار هستند.

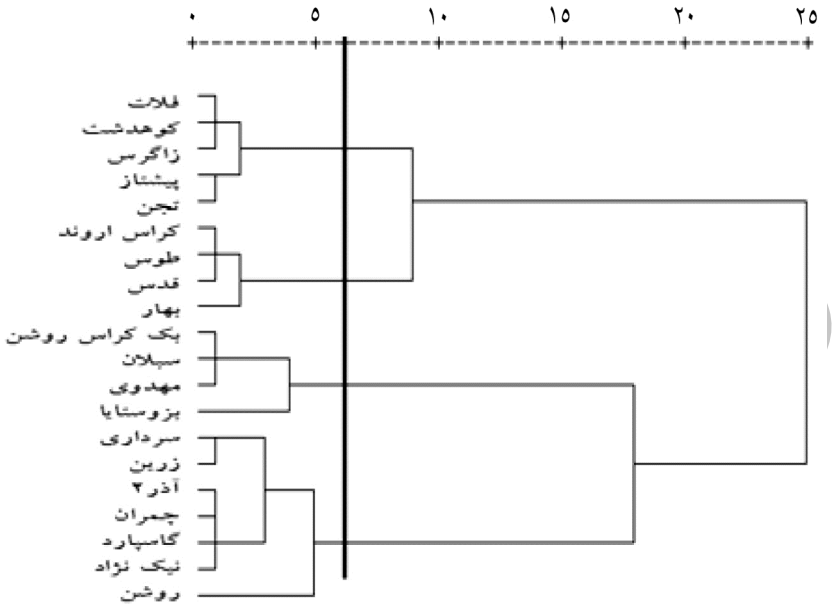
تجزیه به مؤلفه‌های اصلی: تجزیه به مؤلفه‌های اصلی یکی از روش‌های کاهش داده‌ها برای توضیح روابط بین دو یا چند صفت و تقسیم واریانس کل صفات اصلی به تعداد محدودی از متغیرهای جدید بدون همبستگی می‌باشد. این کار سبب بروز تفاوت‌ها بین افراد و شناسایی گروه‌های ممکن می‌شود. کاهش داده‌ها از طریق تبدیل خطی متغیرهای اصلی به یک مجموعه نوین از متغیرهای جدید بدون همبستگی است که آن‌ها را مؤلفه‌های اصلی می‌نامند (فرشادفر، ۲۰۰۹). همچنین تجزیه به مؤلفه‌های اصلی می‌تواند به‌عنوان روشی برای تعیین تعداد مطلوب کلاستر نیز استفاده گردد (محمدی و پراسانا، ۲۰۰۳).

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در شرایط شاهد نشان داد که مؤلفه‌های اول و دوم به‌ترتیب ۷۸/۲۴ و ۱۸/۸۴ درصد از تغییرات نمونه‌ها را توجیه می‌کنند، به‌طوری‌که در نمودار دو بعدی در مجموع ۹۷/۰۹ درصد تغییرات شامل شد. با توجه به نمودار خوشه‌ای (شکل ۳) و پلات دوبعدی مؤلفه اصلی (شکل ۱)، پراکنش ارقام در محور دوبعدی با دندروگرام همخوانی داشت.

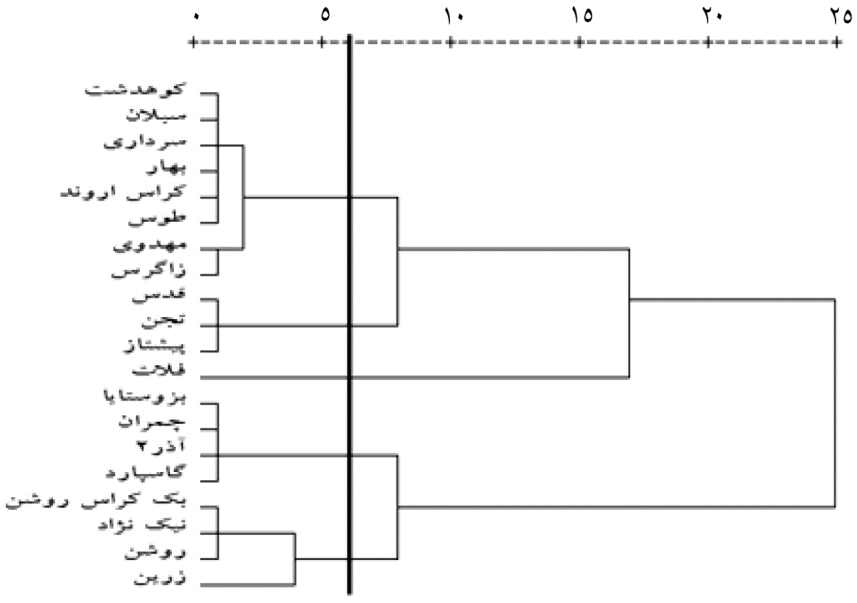
همچنین تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در شرایط تنش شدید نشان داد که مؤلفه‌های اول و دوم به‌ترتیب ۷۷/۷۰ و ۲۰/۰۳ درصد از تغییرات نمونه‌ها را در برمی‌گیرند، به‌طوری‌که در نمودار دوبعدی در مجموع ۹۷/۷۳ درصد تغییرات توجیه شد. با توجه به پلات دوبعدی مؤلفه‌های اصلی (شکل ۲) و نمودار خوشه‌ای (شکل ۴)، پراکنش ارقام در محور دوبعدی با دندروگرام هم‌خوانی داشت.

Archive of SID

www.SID.ir

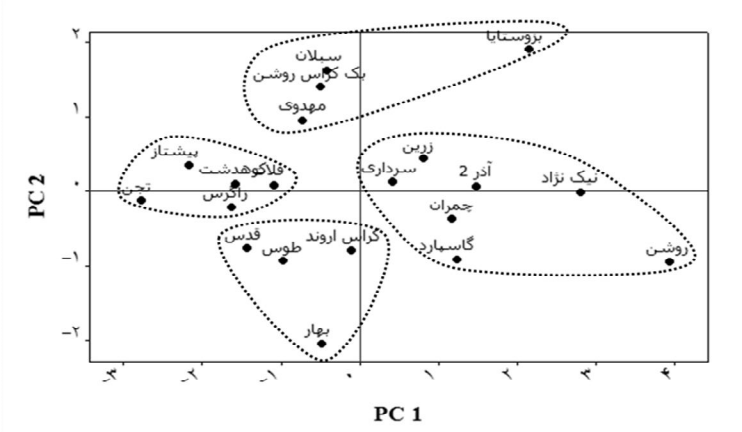


شکل ۱- تجزیه خوشه‌ای ارقام گندم به روش **Ward** در شرایط شاهد (۸ درجه سانتی‌گراد).

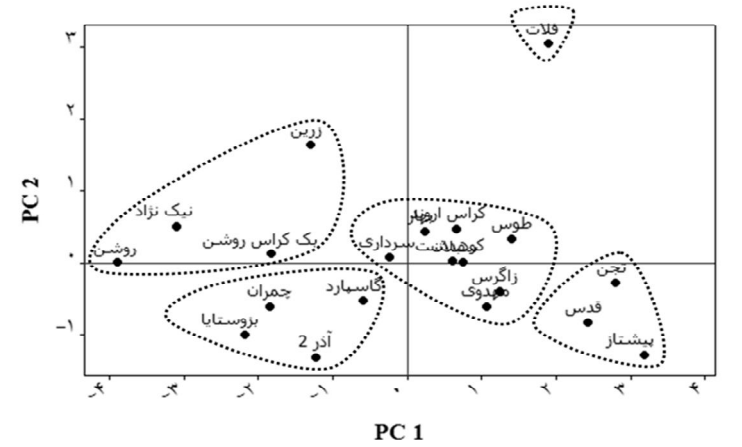


شکل ۲- تجزیه خوشه‌ای ارقام گندم نان به روش **Ward** در شرایط تنش سرمای شدید (۲- درجه سانتی‌گراد).

www.SID.ir



شکل ۳- بای‌پلات ۲۰ رقم گندم نان برای صفات فیزیولوژیک در شرایط شاهد براساس دو مؤلفه اول.



شکل ۴- بای‌پلات ۲۰ رقم گندم نان برای صفات فیزیولوژیک در شرایط تنش شدید براساس دو مولفه اول.

وقتی که دو مؤلفه اصلی اولیه علت بیش‌تر واریانس موجود در داده‌ها هستند، تهیه نمودار داده‌ها در مقابل این دو مؤلفه اصلی روش خوبی برای پژوهش پیرامون تجزیه خوشه‌ای است (فرشادفر، ۲۰۰۹). با توجه به این‌که دو مؤلفه اول در شرایط شاهد و تنش شدید در مجموع ۹۷ درصد از ۱۰۰ درصد تغییرات کل را توجیه کردند در نتیجه شکل دوبعدی به‌دست آمده از تجزیه به مؤلفه اصلی، نتیجه گروه‌بندی به‌دست آمده از تجزیه خوشه‌ای را تأیید کرده، بین آن‌ها هم‌خوانی زیادی نیز وجود داشت.

www.SID.ir

تجزیه خوشه‌ای: به‌منظور تعیین قرابت ژنوتیپ‌های مورد بررسی و گروه‌بندی آن‌ها در ارتباط با صفات اندازه‌گیری شده، از تجزیه خوشه‌ای به روش Ward و با مربع فاصله اقلیدسی به‌عنوان معیار فاصله استفاده شد. برای تعیین تعداد واقعی گروه‌ها و نقطه برش، از T^2 کاذب هتلینگ و CCC پلات (جبسون، ۱۹۹۲) استفاده گردید. در شرایط شاهد، ارقام مورد بررسی در ۴ گروه (شکل ۳) و در شرایط تنش شدید در ۵ گروه (شکل ۴) قرار گرفتند.

برای تأیید درستی محل برش از تابع تشخیص استفاده شد. تابع تشخیص به بررسی نحوه تفکیک دو یا چند گروه از افراد از نظر اندازه‌گیری‌های انجام شده روی چند متغیر می‌پردازد که هدف از این تابع، تشخیص افراد متعلق به دو جمعیت متفاوت است که دارای مقداری تداخل هستند (مقدم و همکاران، ۱۹۹۴). تجزیه تابع تشخیص برای آزمون درستی گروه‌بندی حاصل از تجزیه خوشه‌ای توسط پژوهش‌گران دیگر نیز بررسی شده است (بالوچی و همکاران، ۲۰۰۱؛ جینز و همکاران، ۲۰۰۳؛ موردا و همکاران، ۲۰۰۳). به‌طوری‌که براساس دندروگرام به‌دست آمده از تجزیه خوشه‌ای ارقام مربوط به هر گروه تخصیص یافت و به آن‌ها کد گروه موردنظر داده شد. سپس تجزیه تابع تشخیص انجام یافت و نتایج آن نشان داد که ۱۰۰ درصد ارقام به گروه خود تعلق دارند (جدول ۳).

جدول ۳- نتایج طبقه‌بندی ژنوتیپ‌ها با استفاده از تابع تشخیص در شرایط شاهد (۸ درجه سانتی‌گراد) و تنش شدید (۲- درجه سانتی‌گراد).

			اعضای پیش‌بینی شده برای گروه			
		گروه	۱	۲	۳	۴
اعضای تعیین شده برای گروه‌ها براساس تجزیه خوشه‌ای	در شرایط شاهد	۱	۵	۰	۰	۰
		۲	۰	۴	۰	۰
		۳	۰	۰	۴	۰
		۴	۰	۰	۰	۷
		گروه	۱	۲	۳	۴	۵
	در شرایط تنش شدید	۱	۸	۰	۰	۰	۰
		۲	۰	۳	۰	۰	۰
		۳	۰	۰	۱	۰	۰
		۴	۰	۰	۰	۴	۰
		۵	۰	۰	۰	۰	۴

Archive of SID

www.SID.ir

در مطالعه‌ای بر روی ۳۶ ژنوتیپ گندم نان زمستانه که از مناطق مختلف ایران انتخاب شده بودند از تجزیه خوشه‌ای و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برای گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها استفاه کردند. که تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌ها را به ۷ گروه دسته‌بندی کرد و تجزیه به مؤلفه‌ها نشان داد که ۵ مؤلفه اول ۹۷ درصد از تغییرات را توجیه می‌کند (خدادادی و همکاران، ۲۰۱۱). در پژوهش دیگری، برای تعیین تنوع ژنتیکی موجود در بین ۲۶ رقم زمستانه تونسی، از ۱۲ صفت زراعی اندازه‌گیری شده استفاده کردند و آنالیزهای تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و تجزیه خوشه‌ای را بر روی صفات و ژنوتیپ‌ها انجام دادند. تجزیه مؤلفه‌های اصلی، منجر به شناسایی ۴ مؤلفه اول که ۸۷ درصد از تنوع کل را در بر می‌گرفتند، گردید. نتایج گروه‌بندی براساس تجزیه مؤلفه‌های اصلی و تجزیه خوشه‌ای باهم مطابقت داشت (حمزا و همکاران، ۲۰۰۴). در گزارش دیگری با انجام تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و تجزیه خوشه‌ای بر روی ژنوتیپ‌های گندم تتراپلوئید نشان دادند که نتایج به‌دست آمده از گروه‌بندی این دو روش یکسان می‌باشد (هایلو و همکاران، ۲۰۰۶). در مطالعه‌ای، برای تعیین تنوع ژنتیکی، در بین ۲۷۰ رقم گندم بهاره آمریکای شمالی مربوط به سه منطقه آمریکا، کانادا و مکزیک از تجزیه خوشه‌ای استفاده نمودند. آن‌ها توانستند ۲۰ گروه بزرگ که هر کدام شامل ۴ رقم یا بیش‌تر و ۶ گروه کوچک که هر کدام مشتمل بر ۲ رقم بودند، را به‌دست آورند (ون‌بونینجن و بوش، ۱۹۹۷).

برای اطمینان بیش‌تر از درستی نقطه برش دندروگرام و به‌منظور مقایسه میانگین گروه‌ها از نظر صفات اندازه‌گیری شده، برای همه گروه‌های ممکن تجزیه واریانس چندمتغیره بر پایه طرح کاملاً تصادفی نامتعادل انجام شد. نتایج این تجزیه، بیانگر بیش‌ترین اختلاف معنی‌دار ($P<۰/۰۰۱$) بین گروه‌ها از نظر صفات مورد بررسی بود (جدول ۴). در مقایسه با تکنیک‌هایی که براساس گروه‌هایی از افراد استوار هستند، در تجزیه خوشه‌ای هر فرد با وزن مساوی شرکت می‌کند، بنابراین در صفات کمی و هم در صفات کیفی می‌توان از این تجزیه استفاده نمود، به این ترتیب تمام اطلاعات مورد استفاده قرار می‌گیرند (پیتر و مارتینللی، ۱۹۸۹). ایده‌آل‌ترین نتیجه از تجزیه خوشه‌ای وقتی به‌دست می‌آید که واریانس داخل گروه‌ها حداقل و واریانس بین گروه‌ها حداکثر باشد (جانسون و ویچرن، ۱۹۸۸).

در مقایسه میانگین گروه‌های به‌دست آمده از تجزیه خوشه‌ای، براساس صفات فیزیولوژیک، در شرایط شاهد، اعضای گروه اول دارای تیپ بهاره (فلات، کوهدشت، زاگرس، پیشتاز، تجن) تشکیل شد (شکل ۳) که از نظر کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کاروتنوئید دارای بیش‌ترین مقدار در میان گروه‌ها بود و از نظر درصد تراوش الکترولیتی در مکان سوم در بین گروه‌ها قرار داشت (جدول ۵).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس صفات با در نظر گرفتن گروه‌ها به‌عنوان تیمار در شرایط شاهد (۸ درجه سانتی‌گراد) و تنش شدید (۲- درجه سانتی‌گراد).

منابع تغییرات		درجه آزادی	MS				
			کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کاروتنوئید	تراوش الکترولیتی
شاهد	گروه	۳	۳۸/۴۴۱**	۴/۷۸۹**	۷۰/۱۱۵**	۱/۰۸۸**	۹۵/۶۷۲**
	خطا	۱۶	۲/۵۴۳	۰/۳۴۶	۴/۵۴۷	۰/۱۴۴	۵/۳۰۵
تنش شدید	گروه	۴	۳۸/۶۰۴**	۴/۸۸۹**	۷۰/۹۲۷**	۱/۱۲۵**	۹۹/۶۱۵**
	خطا	۱۵	۱/۱۶۹	۰/۱۴۴	۱/۹۹۱	۰/۰۷۵	۶/۴۶۰

** معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد.

مقایسه میانگین گروه‌های به‌دست آمده از تجزیه خوشه‌ای، براساس صفات فیزیولوژیک، در شرایط تنش شدید (۲- درجه سانتی‌گراد) نشان داد (جدول ۶)، گروه دوم که شامل ارقام قدس، تجن و پیشتاز می‌باشد (شکل ۴) در صفات کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کاروتنوئید دارای بیش‌ترین مقدار نسبت به سایر رقم‌ها می‌باشند و در صفت درصد تراوش الکترولیتی کم‌ترین مقدار در بین گروه‌ها و رقم‌ها را داشتند که نشان‌دهنده تقریباً کم‌ترین خسارت وارده به این ارقام در شرایط تنش شدید می‌باشد (جدول ۶).

جدول ۵- مقایسه میانگین برای گروه‌های به‌دست آمده از تجزیه خوشه‌ای ۲۰ رقم گندم نان براساس صفات فیزیولوژیک در شرایط شاهد.

صفات / گروه‌ها	کلروفیل a (میکروگرم بر میلی‌لیتر)	کلروفیل b (میکروگرم بر میلی‌لیتر)	کلروفیل کل (میکروگرم بر میلی‌لیتر)	کاروتنوئید (میکروگرم بر میلی‌لیتر)	درصد تراوش الکترولیتی
گروه اول	۱۸/۶۱۸^{a}	۶/۵۳۰^{a}	۲۵/۱۳۴^{a}	۳/۷۶۹^{a}	۷/۱۸۹^{b}
گروه دوم	۱۶/۸۸۶^{ab}	۵/۸۰۰^{ab}	۲۲/۶۸۷^{ab}	۳/۵۹۱^{ab}	۱۳/۲۱۳^{a}
گروه سوم	۱۴/۶۳۳^{bc}	۵/۰۰۷^{bc}	۱۹/۶۴۱^{bc}	۳/۱۸۳^{bc}	۲/۶۰۷^{c}
گروه چهارم	۱۲/۶۶۵^{c}	۴/۴۱۴^{c}	۱۷/۰۷۹^{c}	۲/۷۶۳^{c}	۱۱/۲۷۷^{a}

در هر ستون تفاوت میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند (P>۰/۰۵).

Archive of SID

www.SID.ir

میزان فتوسنتز تعیین‌کننده اصلی رشد و عملکرد گیاهان است و توانایی حفظ آن در شرایط تنش‌های محیطی برای حفظ ثبات عملکرد مهم است (آتیا، ۲۰۰۳). مقاومت به سرما ناشی از مجموعه‌ی از عوامل مختلف مانند افزایش غلظت کلروفیل، انسجام کلروپلاست، ظرفیت فتوسنتزی و تجمع اسمولیت‌ها می‌باشد که این مسأله ناشی از بیان ژن‌های مرتبط با سرما است که باعث مقاومت به سرما می‌گردد (جهانبخش و همکاران، ۲۰۰۹).

جدول ۶- مقایسه میانگین، برای گروه‌های به‌دست آمده از تجزیه خوشه‌ای ۲۰ رقم گندم نان براساس صفات فیزیولوژیک در شرایط تنش شدید.

صفات / گروه‌ها	کلروفیل a (میکروگرم بر میلی‌لیتر)	کلروفیل b (میکروگرم بر میلی‌لیتر)	کلروفیل کل (میکروگرم بر میلی‌لیتر)	کاروتنوئید (میکروگرم بر میلی‌لیتر)	درصد تراوش الکترولیتی
گروه اول	۱۵/۲۸۲^{b}	۵/۰۳۵^{b}	۲۰/۳۱۸^{b}	۳/۲۷۰^{a}	۱۸/۴۳۵^{b}
گروه دوم	۱۸/۶۲۹^{a}	۶/۳۸۶^{a}	۲۵/۰۱۷^{a}	۳/۶۴۴^{a}	۱۴/۴۱۰^{c}
گروه سوم	۱۷/۵۸۸^{ab}	۵/۸۰۴^{ab}	۲۳/۳۹۰^{ab}	۳/۴۹۳^{ab}	۳۳/۸۰۵^{a}
گروه چهارم	۱۱/۹۸۵^{c}	۳/۹۵۳^{c}	۱۵/۹۳۰^{c}	۲/۶۵۵^{bc}	۱۳/۵۱۳^{c}
گروه پنجم	۱۰/۴۸۵^{c}	۳/۴۰۶^{c}	۱۳/۸۹۰^{c}	۲/۲۷۰^{c}	۲۰/۶۴۷^{b}

در هر ستون تفاوت میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند (P>۰/۰۵).

همچنین گروه پنجم (زرین، روشن، نیک‌نژاد و بک‌کراس روشن) دارای کم‌ترین مقدار کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کاروتنوئید و رتبه دوم درصد تراوش الکترولیتی در بین گروه‌ها بود که نشان‌دهنده حساسیت ارقام این گروه در شرایط تنش شدید است (جدول ۶). در واقع کاهش مقدار کلروفیل برگی در ارقام حساس در نتیجه خسارت به غشاء کلروپلاست در طی تنش سرما می‌باشد (یانگ و همکاران، ۲۰۰۳) نتایج سایر پژوهش‌ها نشان می‌دهد که اولین مکان خسارت در اثر سرما، غشاء سلولی است که باعث تغییر حالت غشاء از حالت کریستال- مایع به حالت جامد- ژل می‌شود و با این تغییر فیزیکی فعالیت غشاء مختل می‌گردد (بیکا و اسکینر، ۲۰۰۳؛ هانا و بیسچوفا، ۲۰۰۴). مطالعات نشان داده‌اند که اسیدهای چرب غیراشباع موجود در غشاء سلولی در سیالیت غشاء بسیار

Archive of SID

www.SID.ir

مهم می‌باشند. درجه حرارت پایین باعث تغییر سیالیت غشاء این اسیدهای چرب از حالت نیمه‌مایع به حالت کریستالی می‌شود (ماهاجان و توتجان، ۲۰۰۵) و به‌دنبال آن نشت یونی افزایش می‌یابد. گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) تولید شده در شرایط تنش سرما می‌توانند با اسیدهای چرب واکنش دهند و سبب پراکسیداسیون لیپیدهای اصلی غشاء و به‌دنبال آن نشت محتوای سلولی و خشکی سریع و مرگ سلول شوند (تاکیسی، ۲۰۰۴).

نتیجه‌گیری

گندم به‌عنوان مهم‌ترین گیاه زراعی در جهان دارای ژنوتیپ‌های زیادی است که در برنامه‌های اصلاحی مورد استفاده قرار می‌گیرند. بنابراین، لازمه استفاده کارا و صحیح از آن‌ها، شناسایی روابط ژنتیکی ژنوتیپ‌ها و تعیین سطح تنوع موجود می‌باشد (ژانگ و همکاران، ۲۰۰۲). نتایج این پژوهش نشان داد که تنش سرمای بهاره واکنش‌های متفاوتی را در بین ارقام موجب شد و از این نظر تنوع ژنتیکی کافی بین ژنوتیپ‌ها وجود دارد، که ارقام متحمل به سرما دارای میزان کم‌تر تراوش سلولی و میزان بالایی از کلروفیل در سطوح مختلف تنش سرما، می‌باشند. با توجه به نتایج، ارقام پیشتاز، تجن و قدس به‌عنوان متحمل‌ترین و ارقام بک‌کراس روشن، روشن، زرین و نیک‌نژاد به‌عنوان حساس‌ترین رقم‌ها شناخته شدند. به‌طورکلی موفقیت متخصصان اصلاح نباتات در آینده به حفظ ذخایر ژنتیکی در زمان حال بستگی دارد. شانس موفقیت به‌نژادگران در گرو انتخاب مواد مناسب و وجود تنوع بوده و والدینی که از نظر ژنتیکی متفاوت هستند، هیبریدهایی با هتروزیس بیش‌تر تولید می‌کنند و احتمال به‌دست آوردن نتاج تفرق‌یافته برتر (تفکیک متجاوز) افزایش می‌یابد. از طرف دیگر تعیین مشخصات و گروه‌بندی ژرم‌پلاسم به به‌نژادگران امکان می‌دهد تا از تکرار در نمونه‌گیری از جمعیت‌ها اجتناب نمایند.

منابع

1.Ahmadi, A., Yazdi Samadi, B., and Netaj, J. 2005. Physilogical response of wheat seedling to low temperatures. Agric. Sci. 15: 27-44.
2.Ahrens, J.F., and Loomis, W.E. 1963. Floral induction and development in winter wheat. Crop Sci. 3: 463-466.
3.Atteya, A.M. 2003. Alteration of water relations and yield of corn genotypes in response to drought stress. Bulgarian J. Plant Physiol. 29: 63-76.
4.Baeka, K.H., and Skinner, D.Z. 2003. Alteration of antioxidant enzyme gene expression during cold acclimation and near iso-genic wheat line. Plant Sci., 210: 1-7.

Archive of SID

www.SID.ir

5.Balocchi, L.O., Caballero, J.V., and Smith, R.R. 2001. Characterization and agronomic variability of 125 ecotypes of Bromus valdivianusphil, collected from Valdivia province. Agro. Sur. 29: 64-77.
6.Bertin, P., Bouharmont, J., and Kinet, J.M. 1996. Somaclonal variation and improvement in chilling tolerance in rice. Plant Breeding, 115: 268-273.
7.Boyer, I.S. 1982. Plant productivity and environment. Science, 218: 443-448.
8.Clacklow, W.M. 1972. Influence of temperature on germination and elongation of radical and shoot of wheat. Agron. J. 12: 647-650.
9.Cummins, D.G., and Park, W.I. 1961. The germination of corn and wheat at different soil temperatures. Soil Sci. Soc. Am. Pros. 25: 47-49.
10.Farshadfar, A. 2009. Molecular Plant Breeding. Taghe bostan Press, Kermanshah, Iran, 815p.
11.Fowler, D.B., and Limin, A.E. 2003. Functional genetics of low-temperature stress. In: Proceedings of tenth international wheat genetics symposium, 3: 949-951, 1-6, Sep 2003, Paestum, Italy.
12.Gharib Eshghi, A., Adelzade, R., Shirii, M.R., and Shahbazi, K. 2010. Effect of winter cold on membrane stability, chlorophyll Content and crown depth in some spring and winter wheat Genotypes in Ardabil Region, Elec. J. Crop Prod. 3: 255-262.
13.Hall, A.F. 2001. Crop Responses to Environmental Stresses, CRC Press. 232p.
14.Hailu, F., Merker, A., Harjit, S., Belay, G., and Johansson, E. 2006. Multivariate analysis of diversity of tetraploid wheat germplasm from Ethiopia. Genetic Resources Corp Environmental, 53: 1089-1098.
15.Hamza, S., Hamida, W.B., Rebai, A., and Harrabi, M. 2004. SSR based genetic diversity assessment among Tunisian winter barley and relationship with morphological traits. Euphytica, 135: 107-118.
16.Hana, B., and Bischofa, J.C. 2004. Direct cell injury associated with eutectic crystallization during freezing. Cryogenics Biotechnol. 48: 8-12.
17.Irani, S., Arzani, A., and Rezaei, A. 2010. Heritability of physiological traits and grain quality relations between the doubled haploid lines and advanced breeding lines equivalent in Triticale, Iran. J. Agric. Res. 8: 542-549.
18.Jahanbakhsh-Godehkahriz, S., Karimzadeh, Gh., Rastegar, F., Mahfozi, S., and Hosseini-Salekdeh, Gh. 2009. Influence of vernalization on some physiological characteristics and cold tolerance in two susceptible and tolerant cultivars of bread wheat, Elec. J. Crop Prod. 2: 85-106.
19.Jaynes, D.B., Kaspar, T.C., Colvin, T.S., and James, D.E. 2003. Cluster analysis of spatiotemporal corn yield patterns in an Iowa field, Agron. J. 95: 574-586.
20.Jobson, J.D. 1992. Applied Multivariate Data Analysis. Volum H, Categorical and Multivariate Methods. Springer-Verlag, New York.
21.Johnsone, R.R., and Wichern, D.W. 1988. Applied Multivariate Statistical Analysis. Prentice Hall Int. Hnc.

Archive of SID

www.SID.ir

22.Khalili, A., Hajam, S., and Irannejad, P. 1991. The Comprehensive Water Country Project (climate knowing of Iran-climatic divisions). Ministry of Energy Publication, 274p. (In Persian)
23.Khodadadi, M., Fotokian, M.H., and Miransari, M. 2011. Genetic diversity of wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes based on cluster and principal component analyses for breeding strategies. Austr. J. Crop Sci. 5: 17-24.
24.Kimber, G., and Feldman, M. 1987. Wild wheat, an introduction. Columbia (MO): College of Agriculture. University of Missouri Special Report No. 353. p. 146.
25.Levitt, J. 1980. Responses of Plants to Environmental Stresses. Vol. 1. Chilling, Freezing and High Temperature Stresses. Academic Press: New York, USA.
26.Lichtenthaler, H. 1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. Methods in Enzymol. 148: 350-382.
27.Mahajan, S., and Tutejan, N. 2005. Cold, salinity and drought stresses: An overview. Arch. Biochem. Biophys. 444: 139-158.
28.Mahfoozi, S., Limin, A.E., Hayes, P.M., Hucl, P., and Fowler, D.B. 2000. Influence of photoperiod response on the expression of cold hardiness in wheat and barley. Plant Sci. 80: 687-692.
29.Mahfoozi, S., and Sasani, Sh. 2008. Vernalization requirement in wheat and barley, some genotype and its relationship with expression of cold hardiness in field and controlled conditions. Iran. J. Crop Sci. 39: 113-126.
30.Mirfakhraei, R., Mardi, M., Talei, A., Mahfoozi, S., and Zali, A. 2010. Identification of Quantitative Trait Loci Associated with Low-Temperature Tolerance in Winter Wheat (*Triticum aestivum* L.). Iran. J. Crop Sci. 41: 105-112.
31.Moghaddam, M., Mohammadi-Shoti, A., and Aghaei-Sarbarzeh, M. 1994. Introduction to Multivariate Statistical Methods. Science Vanguard Publishers, Tabriz, Iran, 208p.
32.Mohammadi, S.A., and Prasanna, B.M. 2003. Analysis of genetic diversity in crop plants: Salient statistical tools and considerations. Crop Sci. 43: 123-1248.
33.Moreda, A.P., Fisher, A., and Hill, S.J. 2003. The classification of tea according to region of origin using pattern recognition techniques and trace metal data. J. Food Composition and Anal. 16: 195-211.
34.Pecetti, L., and Annicchiarico, P. 1998. Agronomic value and plant type of Italian durum wheat cultivars from different areas of breeding. Euphytica. 99: 9-15.
35.Peeters, J.P., and Martinelli, J.A. 1989. Hierarchical clustering analysis as a tool to manage variation in germplasm collection. Theor. Appl. Genet. 78: 42-48.
36.Samach, A., and Wigge, P.A. 2005. Ambient temperature perception in plants. Curr. Opin. Plant Biol. 8: 483-6.

Archive of SID

www.SID.ir

37.Sarmadnia, Gh. 1995. Effect of low temperature on the growth and yield of five winter wheat cultivars. J. Agric. Sci. 26: 1-9.
38.Takac, T. 2004. The relationship of antioxdidant enzymes and some physiological parameters in maize during chilling. J. Plant Soil and Environ. 50: 27-32.
39.Van Beuningen, L.T., and Busch, R.H. 1997. Genetic diversity among North American spring wheat cultivars: I. Analysis of the coefficient of parentage matrix. Crop Sci. 37: 570-579.
40.Yong, I.J.S., Nilda, R., Tay, E., Oksoo, H., Baik, S., and Ock, G. 2003. Antioxidative enzyme offer protection from chilling damage in rice plants. Crop Sci. 43: 2109-211.
41.Zadoks, J.C., Chang, T.T., and Konzak, C.F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Res. 14: 415-421.
42.Zhang, X.Y., Li, C.W., Wang, L.F., Wang, H.M., You, G.X., and Dong, Y.S. 2002. An estimation of the minimum number of SSR alleles needed to reveal genetic relationships in wheat varieties. Information from large-scale planted varieties and cornerstone breeding parents in Chinese wheat improvement and production. Theor. Appl. Genet. 106: 67-73.

Archive of SID

www.SID.ir

EJCP., Vol. 6 (2): 149-166
http://ejcp.gau.ac.ir

Study of genetic diversity of spring cold stress in Iranian bread wheat cultivars by using multivariate statistical methods

*M. Hohamadi[1], R.Gh. Mirfakhrai[2] and A.R. Abbasi[3]
[1]M.Sc. Student of Tarbiat Modares University, Tehran, Iran,
[2]Assistant Prof. of Tarbiat Modares University, Tehran, Iran,
[3] Assistant Prof. of Tehran University, Iran
Received: 06/12/2012; Accepted: 02/20/2013

Abstract

Genetic diversity is necessary for breeding program and increasing selection efficiency. With the onset of spring growth, spring cold stress is a problem for wheat crops at heading and also may be damaged some other parts of the plant. The aim of this study was the investigation of genetic diversity duo to artificial cold stress on the physiological traits, chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll, carotenoid and cytoplasmic membrane stability at the reproductive stage. For this purpose an experiment with 20 cultivars of bread wheat and four levels of cold stress, (8 (control), +2, 0 and -2 Celsius) was performed in factorial arrangement in a completely randomized design. Results of variance analysis showed that cultivars and cold stress interaction effect was significant at the 5% level which showed the existence of genetic diversity among cultivars. There were significant correlations between chlorophyll a, b, total and carotenoid. In order to determine genetic relationship among cultivars, cluster analysis with Ward method was performed and cultivars were divided into 5 groups at -2°C and 4 groups at +8°C. Discriminate function and principal component analysis confirmed the results of cluster analysis. The third group of -2°C including of GHODS, TAJAN and PISHTAZ had the lower level of ion leakage and higher level of plant pigments.

Keywords: Cluster analysis, Multivariate statistics, Principal components analysis, Spring cold stress, Wheat.

* Corresponding author; Email: majidmohammadi432@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir