



"مقاله پژوهشی"

گروه‌بندی لاین‌های پیشرفته گندم بر اساس عملکرد و اجزای آن

حسین مظلومی^۱، همت‌اله پیردشتی^۲، احمد احمدپور^۳ و سید جابر حسینی^۴

۱- گروه زراعت، پژوهشکده ژنتیک و زیست فناوری کشاورزی طبرستان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۲- گروه زراعت، پژوهشکده ژنتیک و زیست فناوری کشاورزی طبرستان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری (نویسنده مسوول: h.pirdashti@sanru.ac.ir)
۳- محقق مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران
۴- گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران
تاریخ دریافت: ۹۸/۱۰/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۹/۵/۱۱
صفحه: ۴۱ تا ۵۳

چکیده

به منظور بررسی تعداد ۴۹ لاین پیشرفته گندم آزمایشی به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه مرکز تحقیقات کشاورزی واقع در قراخیل شهرستان قائمشهر اجرا شد. در این پژوهش صفاتی نظیر تعداد پنجه، ارتفاع بوته، طول برگ، عرض برگ، سطح برگ، وزن تر و خشک برگ، پرچم، ساقه و سنبله، قطر ساقه و SPAD، وزن هزار دانه و عملکرد دانه مورد ارزیابی و اندازه‌گیری قرار گرفت. بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس مشاهده شد که اختلاف بسیار معنی‌داری (در سطح یک درصد) بین ژنوتیپ‌های مختلف گندم بر اساس تمامی صفات مورد مطالعه وجود دارد. تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های مورد مطالعه را به سه گروه مجزا از هم تفکیک نمود. نتایج مقایسه میانگین بین گروه‌های حاصل از کلاستر نشان داد که گروه سوم دارای بالاترین میزان صفات مطلوب از نظر خصوصیات فتوسنتزی شامل طول (۳۰/۰۷ سانتی‌متر)، عرض (۱/۵۴ سانتی‌متر)، سطح برگ (۳۵/۲۲ سانتی‌متر مربع) و SPAD (۴۶/۳۳)، میزان وزن تر (۳/۰۶ گرم) و خشک سنبله (۱/۰۷ گرم)، وزن تر (۱/۲۹ گرم) و خشک برگ پرچم (۰/۴۲ گرم)، وزن تر (۹/۶۳ گرم) و خشک ساقه (۳/۲۸ گرم)، قطر ساقه (۵/۰۲ میلی‌متر) و همچنین وزن هزار دانه (۴۸/۵۱ گرم) می‌باشد. همچنین نتایج آنالیز حساسیت نشان داد که در ژنوتیپ‌های موجود در گروه سوم ارتباط قوی‌تری از نظر صفات وزن تر برگ پرچم و SPAD با صفت عملکرد دانه وجود دارد. از این رو می‌توان از ژنوتیپ‌های گروه سوم (نه لاین پیشرفته) برای برنامه‌های به‌نژادی آینده استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: آنالیز حساسیت، برگ، تجزیه خوشه‌ای، ژنوتیپ، ساقه

مقدمه

این صفات روشی ارزشمند و بسیار مفید است که شانس موفقیت یک اصلاح‌کننده را افزایش می‌دهد (۱۵). محققان نشان داده‌اند که تنها راه دستیابی به تولید بیشتر، افزایش عملکرد در واحد سطح می‌باشد که این امر از طریق تولید و استفاده از ارقام جدید و پرمحصول و با کیفیت مناسب امکان‌پذیر می‌باشد. به طور کلی همگام با پیشرفت‌های اصلاحی جهت افزایش تولید، کاهش تنوع در بسیاری از گونه‌های گیاهی مشاهده شده است (۷).

با توجه به این مطالب بررسی تنوع بین ژنوتیپ‌های مختلف بر اساس صفات زراعی اهمیت ویژه‌ای می‌یابد. در چنین مطالعاتی عموماً از تجزیه و تحلیل‌های چندمتغیره به منظور توصیف و ارزیابی مواد ژنتیکی جهت بهره‌گیری بهینه و همچنین مطالعه روابط داخلی بین صفات استفاده می‌شود (۹). تجزیه کلاستر یک آنالیز چندمتغیره است که در آن با در دست داشتن نمونه‌هایی از n فرد و اندازه‌گیری p متغیر بر روی هر فرد می‌توان افراد را در کلاس‌هایی گروه‌بندی کرد که افراد مشابه در داخل یک کلاس قرار بگیرند. علاوه بر این تجزیه به مولفه‌های اصلی به همراه رسم پلات دو بعدی برای مولفه‌ها روش چندمتغیره دیگری است که برای مطالعه فاصله بین افراد مناسب می‌باشد. چنین روش‌های آماری اساس مطالعه بسیاری از محققین برای بررسی تنوع ژنتیکی ذخایر توارثی گیاهان قرار گرفته است (۱۴).

برای تامین مواد غذایی مورد نیاز جمعیت رو به رشد جهان، لازم است تولید محصولات کشاورزی در مدت زمانی نه چندان طولانی افزایش چشمگیری یابد. در این زمینه، غلات به طور مستقیم و غیرمستقیم بیشترین میزان اهمیت را در تغذیه انسان داشته و در این بین گندم مهم‌ترین نقش را ایفا می‌کند. با توجه به این مساله افزایش عملکرد دانه گندم یکی از مهم‌ترین اهداف اصلاحی در حوزه غلات می‌باشد (۶). انتخاب بر اساس صفات مورفولوژیک وابسته به عملکرد دانه مانند اجزای آن به دلیل آسانی اندازه‌گیری ممکن است روشی سریع و مطمئن برای غربالگری جوامع گیاهی برای بهبود عملکرد دانه محسوب گردد (۱). علاوه بر این عملکرد دانه صفت کمی پیچیده‌ای است که تا حد زیادی تحت تاثیر حاصل‌خیزی خاک، نور، دما و بسیاری از عوامل محیطی قرار می‌گیرد (۲).

تنوع ژنتیکی اساس و پایه کار در اصلاح‌نباتات محسوب شده (۳) و یک به‌نژادگر در صورتی می‌تواند شانس موفقیت زیادی در برنامه‌های اصلاحی خود داشته باشد که تنوع و شانس انتخاب مواد مناسب برای پژوهش او موجود باشد (۲۴). همگام با پیشرفت برنامه‌های اصلاحی، کاهش تنوع در بسیاری از گونه‌های گیاهی از جمله گندم مشاهده شده است. حفظ و نگهداری ژرم‌پلاسم در حقیقت از مهم‌ترین منابع و ثروت‌های هر کشور است که از اهمیت خاصی برخوردار است و مطالعه در مورد صفات مختلف زراعی و تعیین روابط بین

تحقیقات بین‌المللی CIMMYT در مکزیک) در سه تکرار مورد ارزیابی قرار گرفت (جدول ۱). پس از آماده‌سازی زمین، بذریاشی در اواخر آبان‌ماه صورت گرفت. در مرحله داشت مراقبت‌های لازم نظیر سم‌پاشی و کوددهی به‌میزان لازم اعمال گردید. در انتهای فصل رشد برداشت و اندازه‌گیری صفات متعدد صورت گرفت. در این پژوهش صفاتی نظیر تعداد پنجه، ارتفاع بوته، طول برگ، عرض برگ، سطح برگ، وزن تر و خشک برگ پرچم، ساقه و سنبله، قطر ساقه، وزن هزار دانه و عملکرد دانه مورد ارزیابی و اندازه‌گیری قرار گرفت. لازم به ذکر است که صفت SPAD (با استفاده از دستگاه SPAD 502, Minolta) در ابتدای مرحله گلدهی اندازه‌گیری شد. همچنین به‌منظور انجام تجزیه واریانس از نرم‌افزار SAS (9.0)، برای تجزیه کلاستر و تجزیه به مولفه‌های اصلی از نرم‌افزار XLSTAT و برای رسم نمودارها از صفحه گستر Excel استفاده شد به‌منظور تعیین مهم‌ترین صفات در توجیه عملکرد مربوط به گروه‌های به‌دست‌آمده از تجزیه کلاستر آنالیز حساسیت مورد استفاده قرار گرفت، به‌طوری که صفت عملکرد دانه به‌عنوان متغیر وابسته و سایر صفات مورد مطالعه به‌عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شدند. آنالیز حساسیت به مطالعه تاثیرپذیری متغیرهای خروجی از متغیرهای ورودی یک مدل آماری می‌پردازد، به‌عبارتی دیگر آنالیز حساسیت روشی جهت تغییردادن در ورودی‌های یک مدل آماری به‌صورت سازمان‌یافته می‌باشد که در نتیجه آن می‌توان تاثیرات این تغییرها را در خروجی مدل پیشبینی کرد (۲۸).

آنالیز حساسیت توسط نرم‌افزار MATLAB انجام شد. برای تجزیه واریانس بین گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای از طرح کاملاً تصادفی نامتعادل استفاده شد، به‌طوری که گروه‌های به‌دست‌آمده به‌عنوان تیمار و تعداد ژنوتیپ‌های موجود در هر گروه به‌عنوان تکرار در نظر گرفته شدند. همچنین به‌منظور مقایسه میانگین بین گروه‌های حاصل از تجزیه کلاستر از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به تجزیه واریانس صفات مختلف مورد مطالعه در جدول ۲ نشان داده شد. بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس مشاهده شد که اختلاف بسیار معنی‌داری (در سطح یک درصد) بین ژنوتیپ‌های مختلف گندم بر اساس تمامی صفات مورد مطالعه وجود دارد.

خلیلی و نقوی (۱۱) تنوع ژنتیکی ارقام گندم بهاره را از نظر صفات فیزیولوژیک و زراعی مورد ارزیابی قرار دادند و دریافته‌اند که تنوع مطلوبی بین ارقام مختلف مشاهده شده و تجزیه کلاستر ارقام مورد مطالعه را به سه گروه مجزا از هم تفکیک نمود. در آزمایشی دیگر امینی‌زاده و همکاران (۲) پی‌بردند که تنوع مطلوبی بین ژنوتیپ‌های مختلف مورد مطالعه وجود داشت. همچنین پرند و همکاران (۲۰) نیز وجود تنوع بین ژنوتیپ‌های مختلف گندم را بر اساس صفات مورفولوژیک به اثبات رساندند. در مطالعه‌ای دیگر جودی و عبادی (۱۰) به بررسی خصوصیات زراعی ارقام گندم‌های اصلاح‌شده ایرانی و روابط بین آن‌ها پرداختند. نتایج بدست‌آمده از مطالعات ایشان نشان داد که تنوع مطلوبی بین ارقام مورد مطالعه وجود داشت و همچنین وزن دانه به‌عنوان مهم‌ترین صفت در توجیه عملکرد شناخته شد.

نواب‌پور و کاظمی (۱۹) در آزمایشی به مقایسه ارقام مختلف گندم و بررسی روابط بین صفات آن‌ها با استفاده از روش‌های آماری پرداختند و نشان دادند که وزن سنبله بیشترین تاثیر را در توجیه عملکرد به‌خود اختصاص داد. طهماسب‌عالی و همکاران (۲۵) با استفاده از روش تجزیه خوشه‌ای ارقام گندم را از لحاظ صفات مختلف مورفولوژیک مورد ارزیابی قرار دادند، ایشان دریافته‌اند که ارقام آرتا، بک‌کراس‌روشن، تجن، گاسکوژن و شیروودی در گروه بهترین‌ها قرار گرفتند. در مطالعه‌ای دیگر توسط نقوی و همکاران (۱۸) ارقام مختلف گندم بهاره از نظر صفات فیزیولوژیک، مورفولوژیک و زراعی مورد ارزیابی قرار گرفت و تجزیه کلاستر توانست ارقام را به چهار گروه مجزا از هم تفکیک کند.

از آنجایی که تاکنون مطالعه‌ای در خصوص واکنش ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در شرایط آب و هوایی مازندران صورت نگرفته است، بنابراین هدف از این آزمایش بررسی ژنوتیپ‌های مختلف گندم در شرایط آب و هوایی مازندران (قائم‌شهر) و یافتن صفات موثر در عملکرد در گروه‌های مختلف حاصل از تجزیه خوشه‌ای در نظر گرفته شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه مرکز تحقیقات کشاورزی واقع در قراخیل شهرستان قائمشهر اجرا شد. ابعاد کرت‌های آزمایشی ۴×۳ متر بود. ۳۳۰ بوته در متر مربع برای تراکم نهایی بوته در نظر گرفته شد که به‌صورت ۲۰ سانتی‌متر بین ردیف و ۱۵ سانتی‌متر روی ردیف اجرا شد. در این آزمایش ۴۹ لاین پیشرفته وارداتی حاصل تلاقی‌های مختلف (از موسسه

جدول ۱- شماره و شجره‌ی لاین‌های پیشرفته گندم مورد استفاده در آزمایش

Table 1. Number and pedigree of advanced wheat lines used in experiments

شجره	شماره لاین
SHIROODI/3/NG8319/SHA4/LILA	G1
SHA7//HAHN"S"2/PRL"S"3/SAVENA	G2
CATBIRD/TAJAN	G3
GOV/AZ//MUS/3/DODO/4/BOW/5/ZAGROS	G4
FALAT//ATTILA/BCN/3/MILAN/SHA7	G5
FALAT/HUA 8759//MILAN/SHA7	G6
FALAT/HUA 8759//MILAN/SHA7	G7
SHIROODI/5/PARA2//JUP/BJY/3/VEE/JUN/4/2KAUZ/6/MILAN/SHA7	G8
MXI09-10\M32ESWYTBWIR\49	G9
CHAMRAN/PBW299//MILAN/SHA7	G10
ATRAK/3/NAI60/HN7//SY/7/PRL/BAGULA"S"6/1AS58/4/KAL/BB//CJ"S"3/ALD"S"5/BOW"S"	G11
ATRAK//NANJING 82149/KAUZ/3/MILAN/SHA7	G12
FIT/ARVD//BYAT/3/VEE/4/PBW299/5/NANJING 8201/KAUZ	G13
PARA2//JUP/BJY/3/VEE/JUN/4/2*KAUZ/5/ATTILA/BCN/6/MILAN/SHA7	G14
PBW299/3/SHA7//HAHN"S"4/PRL"S"4/MILAN/SHA7	G15
PBW299/3/SHA7//HAHN"S"4/PRL"S"4/MILAN/SHA7	G16
PBW299/3/SHA7//HAHN"S"4/PRL"S"4/MILAN/SHA7	G17
PBW299/3/SHA7//HAHN"S"4/PRL"S"4/MILAN/SHA7	G18
PBW299/3/SHA7//HAHN"S"4/PRL"S"4/MILAN/SHA7	G19
PBW299/HUA 8759//MILAN/SHA7	G20
SW89.3064/STAR//ATTILA/BCN/3/NG8319//SHA4/LILA	G21
MV 17//VEE/NAC/3/NG 8319//SHA 4/LIRA	G22
MXI10-11\M6EBWYT\7	G23
MXI10-11\M6EBWYT\21	G24
MXI10-11\M6EBWYT\23	G25
MXI10-11\M6EBWYT\26	G26
MXI10-11\M6EBWYT\27	G27
MXI10-11\M6EBWYT\28	G28
GONBAD	G29
MXI10-11\M6EBWYT\42	G30
MXI10-11\M6EBWYT\48	G31
MXI10-11\M6EBWYT\54	G32
MXI10-11\M6EBWYT\56	G33
MXI10-11\M6EBWYT\57	G34
MXI10-11\M6EBWYT\61	G35
MXI09-10\M32ESWYTBWIR\158	G36
MXI09-10\M32ESWYTBWIR\40	G37
MXI09-10\M32ESWYTBWIR\49	G38
MXI09-10\M32ESWYTBWIR\142	G39
MXI09-10\M32ESWYTBWIR\53	G40
MXI09-10\M32ESWYTBWIR\65	G41
MXI09-10\M32ESWYTBWIR\69	G42
MXI09-10\M32ESWYTBWIR\74	G43
MXI09-10\M32ESWYTBWIR\120	G44
MXI09-10\M32ESWYTBWIR\121	G45
MXI09-10\M32ESWYTBWIR\127	G46
MXI09-10\M32ESWYTBWIR\128	G47
MXI09-10\M32ESWYTBWIR\129	G48
MXI09-10\M44IBWSNBWIR\187	G49

جدول ۲- تجزیه واریانس مربوط به صفات مختلف مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های گندم

Table 2. Analysis of variance related to different studied traits in wheat genotypes

ضریب تغییرات (%)	واریانس خطا	واریانس تیمار	واریانس تکرار	واریانس تکرار	صفات
۱۶/۶۶	۰/۳۳	۱/۲۹**	۰/۱۴ ^{ns}	۰/۱۴ ^{ns}	تعداد پنجه (X ₁)
۴/۰۳	۱۴/۸۲	۱۸۱/۷۰**	۱۲/۱۷ ^{ns}	۱۲/۱۷ ^{ns}	ارتفاع بوته (X ₂)
۶/۴۸	۲/۸۸	۲۲/۸۷**	۲۳/۶۹**	۲۳/۶۹**	طول برگ پرچم (X ₃)
۷/۸۰	۰/۰۱	۰/۰۶**	۰/۰۳ ^{ns}	۰/۰۳ ^{ns}	عرض برگ پرچم (X ₄)
۱۰/۵۸	۸/۷۹	۶۳/۷۳**	۶۸/۱۶**	۶۸/۱۶**	سطح برگ پرچم (X ₅)
۱۳/۴۶	۰/۰۲	۰/۱۶**	۰/۰۷ ^{ns}	۰/۰۷ ^{ns}	وزن تر برگ پرچم (X ₆)
۱۶/۷۹	۰/۲۱	۰/۶۳**	۰/۴۳ ^{ns}	۰/۴۳ ^{ns}	وزن تر سنبله (X ₇)
۱۱/۱۲	۰/۸۴	۵/۹۹**	۰/۸۳ ^{ns}	۰/۸۳ ^{ns}	وزن تر ساقه (X ₈)
۱۴/۲۷	۰/۰۰۲	۰/۰۱**	۰/۰۱*	۰/۰۱*	وزن خشک برگ پرچم (X ₉)
۱۳/۱۴	۰/۰۱	۰/۱۰**	۰/۰۵*	۰/۰۵*	وزن خشک سنبله (X ₁₀)
۱۰/۷۶	۰/۰۹	۰/۶۷**	۰/۹۲**	۰/۹۲**	وزن خشک ساقه (X ₁₁)
۷/۲۲	۰/۱۲	۰/۳۷**	۰/۱۵ ^{ns}	۰/۱۵ ^{ns}	قطر ساقه (X ₁₂)
۶/۴۹	۸/۲۳	۳۹/۹۶**	۲۳/۴۳ ^{ns}	۲۳/۴۳ ^{ns}	SPAD (X ₁₃)
۶/۱۸	۸/۳۹	۲۹/۷۷**	۴/۹۵ ^{ns}	۴/۹۵ ^{ns}	وزن هزار دانه (X ₁₄)
۷/۰۱	۰/۳۱	۱/۸۷**	۷/۹۰**	۷/۹۰**	عملکرد دانه (X ₁₅)

ns, * و **: به ترتیب نشان‌دهنده غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد.

اندازه‌گیری شده، صفات تعداد پنجه، سطح برگ، وزن تر برگ پرچم، سنبله و ساقه و وزن خشک برگ پرچم، سنبله و ساقه از تنوع بیشتری برخوردار بودند.

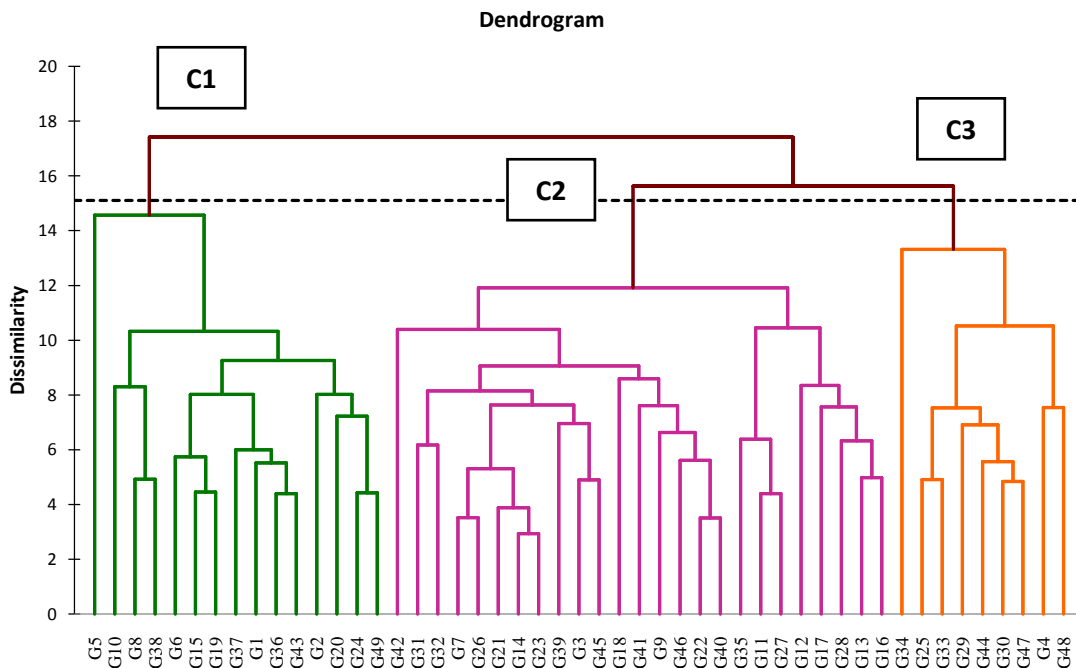
نتایج مربوط به آماره‌های توصیفی در جدول ۳ نشان داده شد. بر اساس نتایج مربوط به آماره‌های توصیفی مشاهده شد که تنوع مطلوبی بین ۴۹ ژنوتیپ مورد مطالعه در صفات مختلف مورد مطالعه وجود دارد. در بین صفات مختلف

جدول ۳- آماره‌های توصیفی مربوط به صفات مختلف مورد مطالعه در ۴۹ ژنوتیپ گندم
Table 3. Descriptive parameters related to different studied traits in 49 wheat genotypes

شماره صفات	صفات	ضریب تغییرات (%)	انحراف معیار	دامنه	میانگین	بیشینه	کمینه
X ₁	تعداد پنجه	۱۹/۰۸	۰/۶۵	۲/۶۶	۳/۴۴	۵/۰۰	۲/۳۳
X ₂	ارتفاع بوته (سانتی متر)	۸/۱۴	۷/۷۸	۳۱/۶۶	۹۵/۵۲	۱۱۰/۶۶	۷۹/۰۰
X ₃	طول برگ پرچم (سانتی متر)	۱۰/۵۳	۲/۷۶	۱۲/۳۳	۲۶/۲۱	۳۱/۳۳	۱۹/۰۰
X ₄	عرض برگ پرچم (سانتی متر)	۱۰/۴۶	۰/۱۴	۰/۶۳	۱/۴۰	۱/۷۳	۱/۱۰
X ₅	سطح برگ پرچم (سانتی متر مربع)	۱۶/۴۴	۴/۶۰	۲۰/۴۳	۲۸/۰۲	۴۱/۰۲	۲۰/۵۹
X ₆	وزن تر برگ پرچم (گرم)	۲۱/۰۴	۰/۲۳	۱/۱۵	۱/۱۰	۱/۷۷	۰/۶۲
X ₇	وزن تر سنبله (گرم)	۱۶/۸۹	۰/۴۶	۱/۹۷	۲/۷۲	۳/۷۲	۱/۷۵
X ₈	وزن تر ساقه (گرم)	۱۷/۱۰	۱/۴۱	۶/۳۳	۸/۲۵	۱۱/۴۲	۵/۰۸
X ₉	وزن خشک برگ پرچم (گرم)	۲۱/۸۸	۰/۰۷	۰/۳۹	۰/۳۵	۰/۶۲	۰/۲۳
X ₁₀	وزن خشک سنبله (گرم)	۱۹/۵۵	۰/۱۷	۰/۸۷	۰/۹۱	۱/۳۷	۰/۵۰
X ₁₁	وزن خشک ساقه (گرم)	۱۷/۱۱	۰/۴۷	۲/۰۸	۲/۷۶	۳/۹۲	۱/۸۴
X ₁₂	قطر ساقه (میلی متر)	۷/۳۷	۰/۳۴	۱/۵۷	۴/۷۳	۵/۵۱	۳/۹۳
X ₁₃	SPAD	۸/۲۵	۳/۶۵	۱۷/۱۳	۴۴/۲۱	۵۳/۵۶	۳۶/۴۳
X ₁₄	وزن هزار دانه (گرم)	۶/۷۲	۳/۱۵	۱۱/۶۶	۴۶/۸۳	۵۱/۶۶	۴۰/۰۰
X ₁₅	عملکرد دانه (تن در هکتار)	۱۰/۰۰	۰/۷۹	۲/۹۶	۷/۸۹	۹/۴۱	۶/۴۵

گرفتند (شکل ۱). بر اساس دندروگرام حاصل از تجزیه کلاستر ژنوتیپ‌های G15, G10, G8, G6, G5, G2, G1, G19, G20, G24, G36, G37, G38, G43 و G49 در گروه اول قرار گرفتند. از سویی دیگر بر اساس دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای مشاهده شد که ژنوتیپ‌های G4, G25, G29, G30, G33, G34, G44, G47 و G48 در گروه دوم سوم قرار گرفتند و سایر ژنوتیپ‌های باقی‌مانده به گروه دوم اختصاص یافتند.

در آزمایش حاضر جهت گروه‌بندی لاین‌های مختلف مورد مطالعه از تجزیه کلاستر مبتنی بر روش UPGMA و با استفاده از ماتریس فاصله اقلیدسی استفاده شد، و با داشتن بالاترین میزان ضریب کوفنیتیک (۰/۸۲) نسبت به سایر روش‌های گروه‌بندی از دقت بالاتری برخوردار بود. نتایج حاصل از تجزیه کلاستر نشان داد که ۴۹ ژنوتیپ مورد مطالعه به سه گروه مجزا از هم تفکیک شدند، به طوری که در گروه اول، دوم و سوم به ترتیب تعداد ۱۵، ۲۵ و ۹ ژنوتیپ قرار



شکل ۱- دندروگرام حاصل از تجزیه کلاستر بر اساس تمامی صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های مختلف گندم
Figure 1. Dendrogram of cluster analysis based on all studied traits in different wheat genotypes

کلاستر صورت گرفت. بر اساس نتایج مربوط به جدول تجزیه واریانس مشاهده شد که اختلاف بین گروه‌های حاصل از تجزیه کلاستر برای صفات تعداد پنجه و عملکرد دانه

به‌منظور درک خصوصیات مربوط به گروه‌های به‌دست‌آمده از تجزیه کلاستر، تجزیه واریانس و مقایسه میانگین برای تمامی صفات مورد مطالعه بین گروه‌های موجود در تجزیه

غیرمعنی دار بود. نتایج نشان داد که سایر صفات مورد مطالعه در سطح پنج و یک درصد معنی دار بودند (جدول ۴). علاوه بر این مقایسه میانگین بین گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای برای تمامی صفات مورد مطالعه در شکل ۲ نشان داده شد.

جدول ۴- تجزیه واریانس مربوط به گروه‌های حاصل از کلاستر بر اساس صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های مختلف گندم
Table 4. Analysis of variance related to the groups that derived from cluster analysis based on all studied traits in different wheat genotypes

صفات	واریانس تیمار	واریانس خطا	ضریب تغییرات (%)
تعداد پنجه (x ₁)	۰/۰۸ ^{ns}	۰/۴۴	۱۹/۴۰
ارتفاع بوته (x ₂)	۱۰۸۳/۵۱ ^{**}	۱۶/۰۹	۴/۱۹
طول برگ پرچم (x ₃)	۸۲/۳۰ ^{**}	۴/۳۷	۷/۹۸
عرض برگ پرچم (x ₄)	۰/۱۰ ^{**}	۰/۰۱	۹/۵۲
سطح برگ پرچم (x ₅)	۲۸۸/۷۸ ^{**}	۹/۶۱	۱۱/۰۶
وزن تر برگ پرچم (x ₆)	۰/۱۹ [*]	۰/۰۴	۱۹/۸۲
وزن تر سنبله (x ₇)	۰/۶۹ [*]	۰/۱۹	۱۶/۰۳
وزن تر ساقه (x ₈)	۱۴/۶۲ ^{**}	۱/۴۴	۱۴/۵۶
وزن خشک برگ پرچم (x ₉)	۰/۰۲ ^{**}	۰/۰۰۴	۱۹/۹۲
وزن خشک سنبله (x ₁₀)	۰/۱۴ ^{**}	۰/۰۲	۱۷/۹۷
وزن خشک ساقه (x ₁₁)	۱/۷۳ ^{**}	۰/۱۵	۱۴/۳۸
قطر ساقه (x ₁₂)	۰/۵۹ ^{**}	۰/۱۰	۶/۷۲
SPAD (x ₁₃)	۴۹/۳۵ [*]	۱۱/۷۵	۷/۵۴
وزن هزار دانه (x ₁₄)	۴۵/۷۸ ^{**}	۸/۳۶	۶/۱۷
عملکرد دانه (x ₁₅)	۰/۲۱ ^{ns}	۰/۶۴	۱۰/۱۵

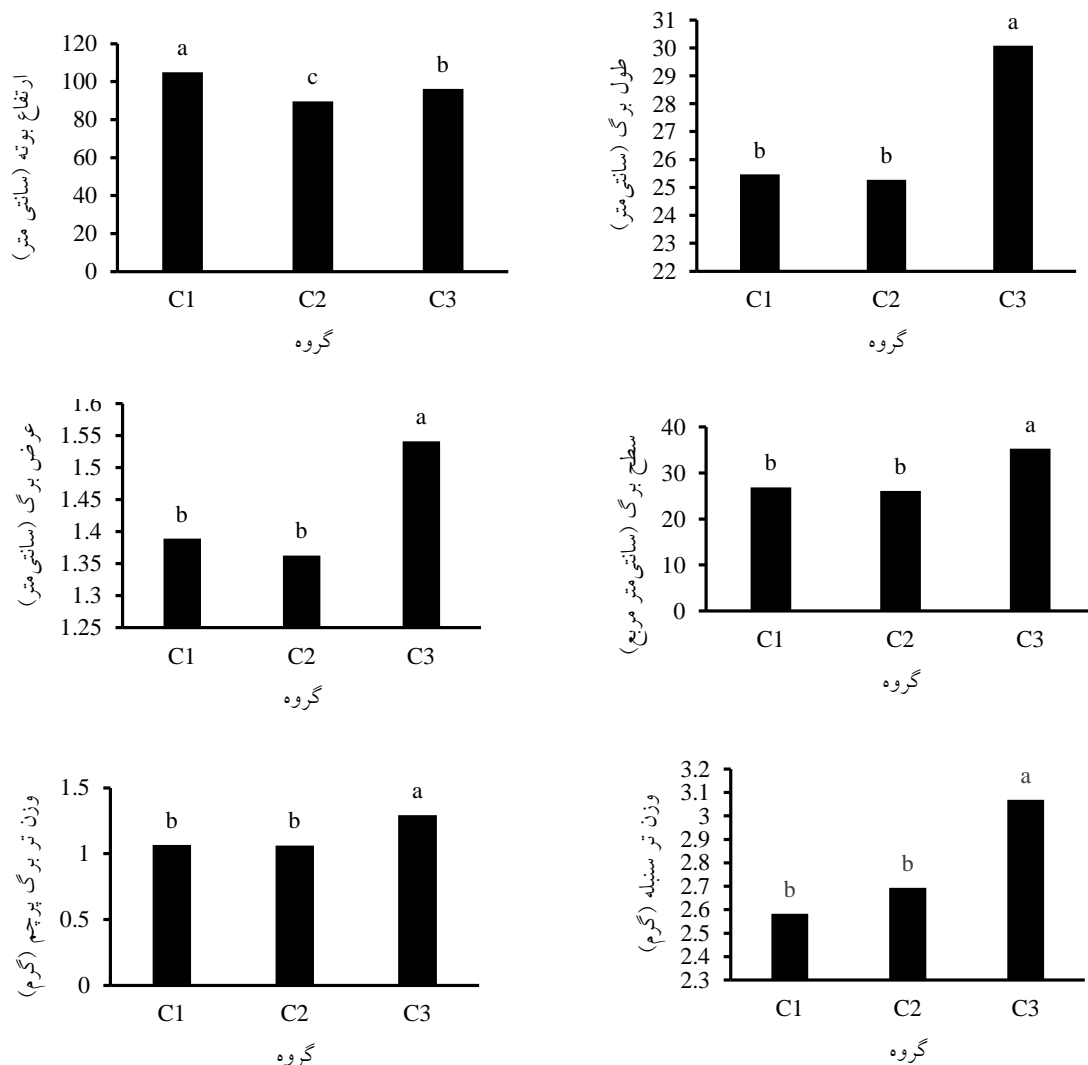
ns، * و ** به ترتیب نشان‌دهنده غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد.

فتوستنتزی دارد و داشتن مقادیر بالاتری از صفات ذکر شده می‌تواند گیاه را در حوزه سامانه فتوستنتزی تقویت کند (۱۳، ۲۲ و ۲۶). نتایج مربوط به صفات عرض، طول و سطح برگ دارای ارتباط منطقی مبتنی بر اصول فیزیولوژیک با نتایج مربوط به صفت ارتفاع می‌باشد، به طوری که ژنوتیپ‌های موجود در گروه سوم با ارتفاع کوتاه‌تر بیشترین میزان عرض، طول و سطح برگ را به خود اختصاص دادند و این امر بیانگر این است که ژنوتیپ‌های موجود در گروه سوم دارای قدرت منبع قوی‌تری از حیث فتوستنتزی می‌باشند و این امر مهم در نتیجه کاهش ارتفاع و سرمایه‌گذاری هرچه بیشتر مواد تولید شده توسط گیاه در بخش مربوط به سامانه فتوستنتزی می‌باشد. از این رو ژنوتیپ‌های موجود در گروه سوم دارای صفات مطلوبی از نظر خصوصیات فتوستنتزی می‌باشد و می‌توان از این ژنوتیپ‌ها برای افزایش پتانسیل سامانه فتوستنتزی در طرح‌های به‌نژادی استفاده نمود. از سویی دیگر نتایج مقایسه میانگین نشان داد که گروه سوم دارای بیشترین میزان وزن تر برگ پرچم (۱/۲۹ گرم) می‌باشد. در مقابل گروه اول و دوم کمترین میزان وزن تر برگ پرچم را به خود اختصاص دادند و از نظر آماری در یک سطح قرار گرفتند. همچنین بیشترین میزان وزن تر سنبله در گروه سوم به میزان ۳/۰۶ گرم مشاهده شد. در صورتی که گروه‌های اول و دوم کمترین میزان وزن تر سنبله را به خود اختصاص دادند و از نظر آماری در یک سطح قرار گرفتند. مقایسه میانگین مربوط به صفت وزن تر ساقه نشان داد که بیشترین و کمترین میزان به‌ترتیب مربوط به گروه‌های سوم و دوم با ۹/۶۳ و ۷/۵۹ گرم بوده است. نتایج مقایسه میانگین بین گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای برای سه صفت وزن خشک برگ پرچم، سنبله و ساقه مشابه بوده است، به طوری که بیشترین مقدار مربوط به گروه سوم به‌ترتیب به‌میزان ۰/۴۲، ۱/۰۷ و ۳/۲۸

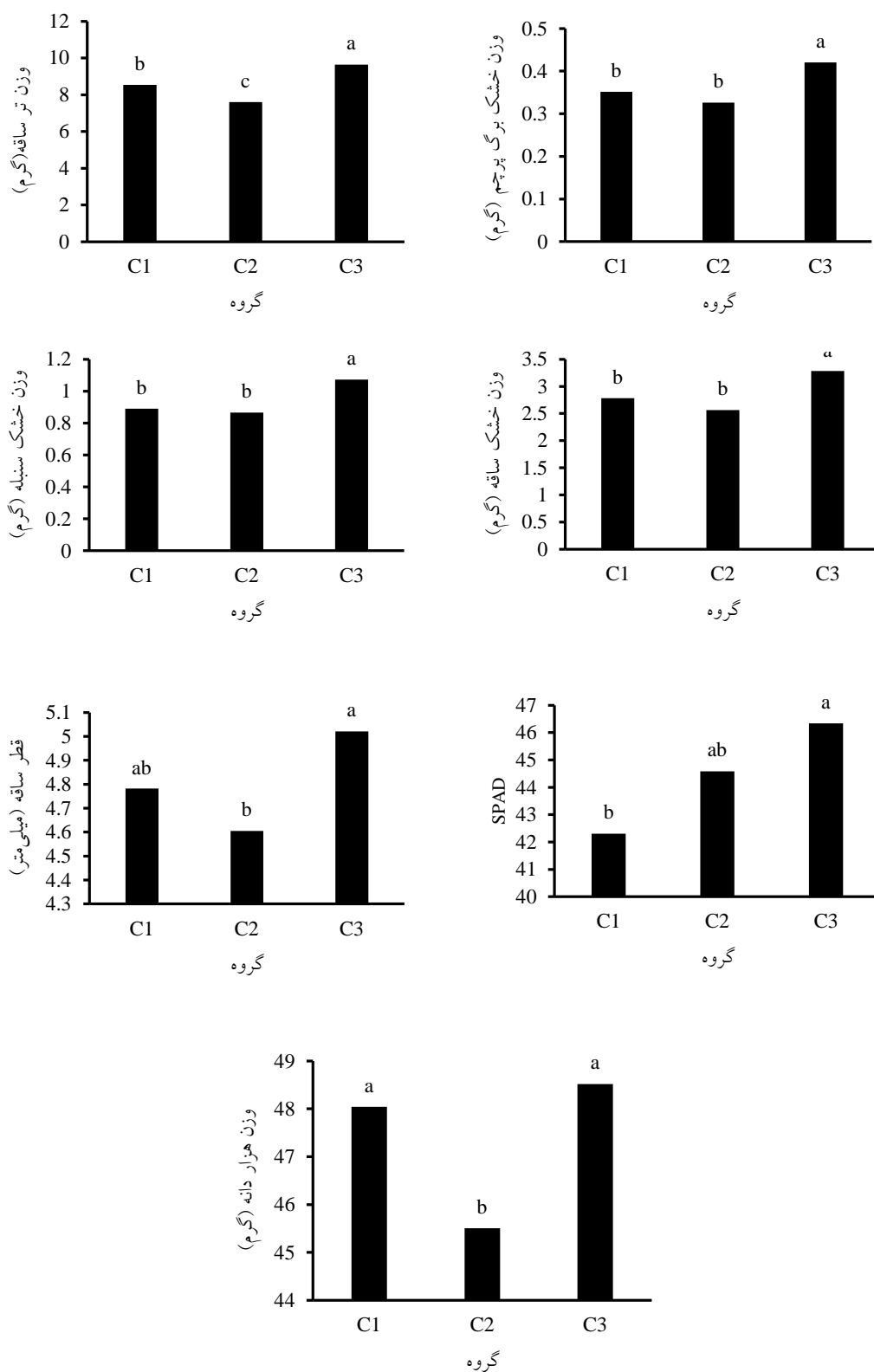
بیشترین میزان ارتفاع بوته مربوط به گروه اول (۱۰۴/۸۶ سانتی‌متر) بود، در صورتی که کمترین میزان ارتفاع با ۸۹/۶۸ سانتی‌متر در گروه سوم مشاهده شد که در مقایسه با گروه اول به‌میزان ۱۷ درصد از ارتفاع کمتری برخوردار است. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده مشاهده شد که ژنوتیپ‌های موجود در گروه سوم با کمترین میزان صفت ارتفاع از اهمیت بالایی برخوردارند، زیرا با داشتن ارتفاع کمتر تحمل به خوابیدگی (ورس) در آن‌ها بیشتر خواهد بود. اگرچه از نظر صفت عملکرد دانه بین گروه‌های حاصل از تجزیه کلاستر تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد، اما لاین‌های مختلف مورد مطالعه در آزمایش از جهات دیگر دارای خصوصیات مطلوب بودند و در علم اصلاح‌نیات‌ها داشتن حتی یک صفت مطلوب در یک لاین موجب ارزش بسیار بالای لاین مربوطه می‌گردد. به‌همین منظور می‌توان از صفات مطلوب ژنوتیپ‌های موجود در هر گروه به‌منظور اهداف به‌نژادی بهره برد. محققان زیادی نشان دادند که داشتن ساقه کوتاه‌تر مقاومت به خوابیدگی (ورس) را در گیاهان افزایش می‌دهد (۴، ۸ و ۲۱). نتایج مربوط به مقایسه میانگین بین گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای نشان داد که بیشترین میزان طول برگ (۳۰/۰۷ سانتی‌متر)، عرض برگ (۱/۵۴ سانتی‌متر) و سطح برگ (۳۵/۲۲ سانتی‌متر مربع) مربوط به گروه سوم بوده است. اما در مقابل کمترین میزان برای صفات طول، عرض و سطح برگ مربوط به گروه‌های اول و دوم بوده است که از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند. بیشترین میزان SPAD مربوط به گروه سوم به‌میزان ۴۶/۳۳ بود که با گروه دوم اختلاف معنی‌داری نداشت. در مقابل کمترین میزان SPAD مربوط به گروه اول به‌میزان ۴۲/۳۰ بود که نسبت به گروه سوم ۹/۵۲ درصد کاهش نشان داد. فیزیولوژیست‌های گیاهی نشان دادند که خصوصیات مربوط به عرض، طول و سطح برگ و همچنین SPAD اثر بسیار مهمی در تولید فرآورده‌های

گرم بوده است و گروه‌های اول و دوم کمترین میزان را به خود اختصاص دادند که از نظر آماری در یک سطح قرار گرفتند. قطر ساقه در بین سه گروه حاصل از تجزیه خوشه‌ای از اختلاف چشمگیری برخوردار بود، به طوری که گروه سوم با ۵/۰۲ میلی‌متر بیشترین میزان قطر ساقه را به خود اختصاص داد که با گروه اول اختلاف معنی‌داری نداشت. همچنین کمترین میزان قطر ساقه مربوط به گروه دوم به میزان ۴/۶۰ میلی‌متر بود که ۹/۱۳ درصد نسبت به گروه سوم کاهش نشان داد. قطر ساقه از صفات بسیار مهم در حوزه فیزیولوژی گیاهی می‌باشد که ایستادگی گیاه را در برابر بسیاری از نامالایمات محیطی تضمین می‌کند (۱۲ و ۲۷). از نظر صفت وزن هزاردانه بیشترین میزان مربوط به گروه‌های سوم

گرم بوده است و گروه‌های اول و دوم کمترین میزان را به خود اختصاص دادند که از نظر آماری در یک سطح قرار گرفتند. قطر ساقه در بین سه گروه حاصل از تجزیه خوشه‌ای از اختلاف چشمگیری برخوردار بود، به طوری که گروه سوم با ۵/۰۲ میلی‌متر بیشترین میزان قطر ساقه را به خود اختصاص داد که با گروه اول اختلاف معنی‌داری نداشت. همچنین کمترین میزان قطر ساقه مربوط به گروه دوم به میزان ۴/۶۰ میلی‌متر بود که ۹/۱۳ درصد نسبت به گروه سوم کاهش نشان داد. قطر ساقه از صفات بسیار مهم در حوزه فیزیولوژی گیاهی می‌باشد که ایستادگی گیاه را در برابر بسیاری از نامالایمات محیطی تضمین می‌کند (۱۲ و ۲۷). از نظر صفت وزن هزاردانه بیشترین میزان مربوط به گروه‌های سوم



شکل ۲- نتایج مربوط به مقایسه میانگین بین گروه‌های حاصل از تجزیه کلاستر برای تمامی صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های مختلف گندم
Figure 2. The results of mean comparison between the groups derived from cluster analysis for all studied traits in different wheat genotypes



ادامه شکل ۲- نتایج مربوط به مقایسه میانگین بین گروه‌های حاصل از تجزیه کلاستر برای تمامی صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های مختلف گندم

Continued of Figure 2. The results of mean comparison between the groups derived from cluster analysis for all studied traits in different wheat genotypes

وزن خشک برگ پرچم و وزن خشک ساقه بود. در صورتی که در مولفه دوم صفات وزن تر سنبله، وزن خشک سنبله و عملکرد دانه بیشترین میزان بار عامل را به خود اختصاص دادند. دو صفت ارتفاع بوته و SPAD در مولفه سوم بیشترین میزان بار عامل را در جهت مثبت دارا بودند. از سویی دیگر صفت تعداد پنجه به‌عنوان تنها صفت اثرگذار با بار عامل بالا و در جهت مثبت در مولفه چهارم مشاهده شد. صفت عرض برگ نیز به‌عنوان تنها صفت دارای بار عامل بالا در مولفه پنجم شناسایی گردید.

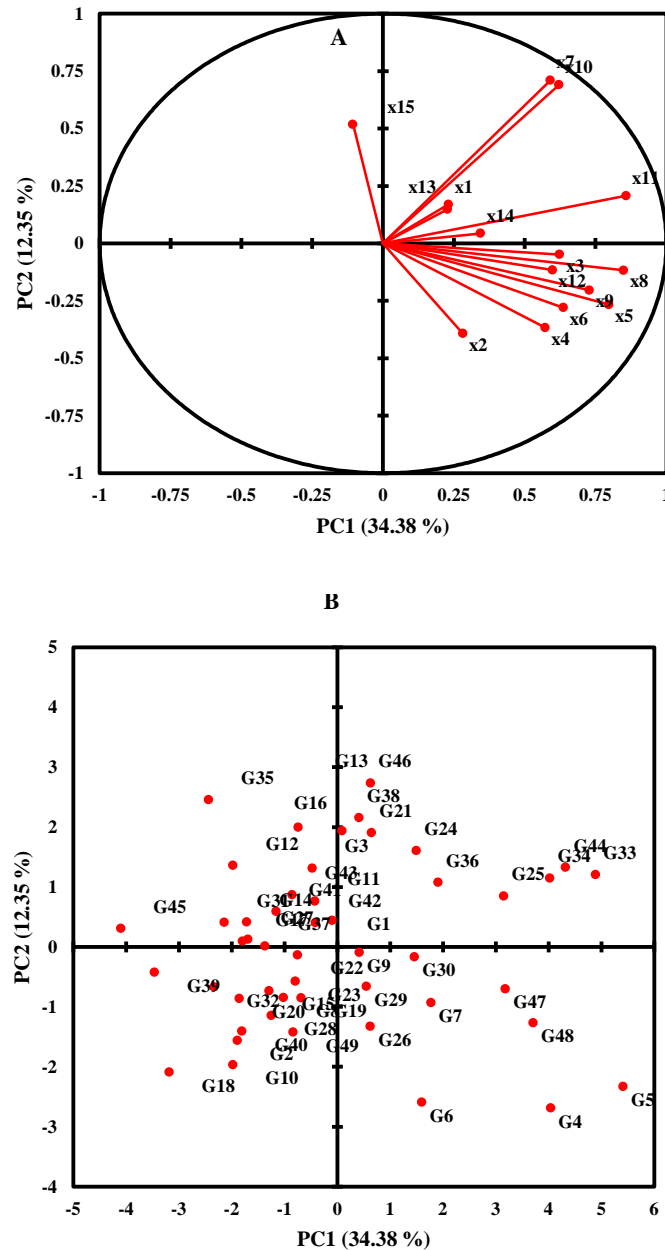
نتایج حاصل از تجزیه به مولفه‌های اصلی نشان داد که تعداد پنج مولفه اول دارای مقدار ویژه بالاتر از یک بودند و بیشترین میزان واریانس را به خود اختصاص دادند (جدول ۵). به‌طوری‌که پنج مولفه اول ۷۲/۷۸ درصد از واریانس کل را دارا بودند. علاوه بر این مولفه‌های اول، دوم، سوم، چهارم و پنجم به‌ترتیب ۳۴/۳۸، ۱۲/۳۴، ۱۰/۵۰، ۸/۵۵ و ۷/۰۰ درصد از واریانس کل را به خود اختصاص دادند. در مولفه اول بیشترین میزان بار عامل در جهت مثبت مربوط به صفات طول برگ، سطح برگ، وزن تر برگ پرچم، وزن تر ساقه،

جدول ۵- نتایج مربوط به تجزیه به مولفه‌های اصلی بر مبنای تمامی صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های مختلف گندم
Table 5. The results of principal component analysis based on all studied traits in different wheat genotypes

صفات	مولفه				
	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم
تعداد پنجه (X ₁)	-۰/۳۳۱	۰/۱۷۰	-۰/۱۲۴	۰/۵۸۵	-۰/۳۹۰
ارتفاع بوته (X ₂)	-۰/۲۸۲	-۰/۳۹۲	-۰/۶۴۵	۰/۲۴۶	-۰/۰۶۹
طول برگ (X ₃)	۰/۶۳۴	-۰/۰۴۸	۰/۲۹۶	۰/۴۰۸	-۰/۱۱۶
عرض برگ (X ₄)	-۰/۵۷۲	-۰/۳۶۷	۰/۰۹۲	-۰/۰۴۱	۰/۵۸۶
سطح برگ (X ₅)	-۰/۷۹۷	-۰/۲۶۶	۰/۲۵۰	۰/۲۲۷	۰/۳۱۲
وزن تر برگ پرچم (X ₆)	۰/۶۳۷	-۰/۲۸۰	۰/۰۹۱	-۰/۲۶۳	-۰/۴۰۲
وزن تر سنبله (X ₇)	-۰/۵۹۱	۰/۷۱۰	۰/۰۸۱	۰/۰۶۰	۰/۰۹۸
وزن تر ساقه (X ₈)	-۰/۸۵۰	-۰/۱۱۷	-۰/۱۲۳	-۰/۱۰۴	-۰/۰۵۳
وزن خشک برگ پرچم (X ₉)	۰/۷۲۹	-۰/۲۰۴	۰/۰۴۰	-۰/۱۸۴	-۰/۵۰۵
وزن خشک سنبله (X ₁₀)	-۰/۶۳۱	۰/۶۹۰	۰/۰۰۷	-۰/۱۱۸	۰/۱۲۳
وزن خشک ساقه (X ₁₁)	-۰/۸۵۸	-۰/۲۰۷	-۰/۱۲۷	-۰/۰۴۰	-۰/۰۳۵
قطر ساقه (X ₁₂)	-۰/۵۹۸	-۰/۱۱۶	-۰/۲۸۶	-۰/۲۳۹	۰/۲۰۵
SPAD (X ₁₃)	-۰/۲۲۸	۰/۱۴۹	۰/۶۴۶	-۰/۴۷۷	-۰/۰۹۰
وزن هزار دانه (X ₁₄)	-۰/۳۴۵	۰/۰۴۳	-۰/۴۶۳	-۰/۴۲۲	۰/۰۹۷
عملکرد دانه (X ₁₅)	-۰/۱۰۶	۰/۵۱۸	-۰/۴۶۸	-۰/۲۵۴	-۰/۰۴۲
مقدار ویژه	۵/۱۵۷	۱/۸۵۲	۱/۵۷۵	۱/۲۸۲	۱/۰۵۱
واریانس نسبی (%)	۳۴/۳۸۰	۱۲/۳۴۸	۱۰/۵۰۰	۸/۵۵۰	۷/۰۰۴
واریانس تجمعی (%)	۳۴/۳۸۰	۴۶/۷۲۹	۵۷/۲۲۹	۶۵/۷۷۹	۷۲/۷۸۳

بالایی نسبت به هم برخوردار بودند و با ژنوتیپ‌های G5، G4، G48، G47، G6، G7، G30، G26، G29 و G9 ارتباط قوی‌تری داشتند. از سویی دیگر بر اساس بای‌پلات مبتنی بر مولفه اول و دوم حاصل از تجزیه به مولفه‌های اصلی مشاهده شد که صفت عملکرد دانه با صفات وزن تر سنبله، وزن خشک سنبله، SPAD و تعداد پنجه همبستگی بالایی داشت. محققان زیادی از تجزیه به مولفه‌های اصلی برای تعیین مولفه‌های با واریانس بالا بر اساس صفات مورد مطالعه استفاده نمودند (۱۶، ۱۷ و ۲۳).

بر اساس نتایج به دست آمده از بای‌پلات مبتنی بر مولفه اول و دوم، صفات وزن تر سنبله، SPAD، تعداد پنجه، وزن خشک ساقه، وزن هزاردانه و وزن خشک سنبله از همبستگی بالایی برخوردار بودند و با ژنوتیپ‌های G33، G34، G44، G25، G36، G24، G1، G42، G11، G21، G38، G46، G13 و G16 ارتباط قوی‌تری را نشان دادند (شکل ۳). علاوه بر این صفات ارتفاع بوته، عرض برگ، وزن تر برگ پرچم، سطح برگ، وزن خشک برگ پرچم، وزن تر ساقه، قطر ساقه و طول برگ مبتنی بر مولفه اول و دوم از همبستگی



شکل ۳- نمودار بای پلات حاصل از مولفه‌های اول و دوم بر اساس همه صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های مختلف گندم (A: نمودار بای پلات بر اساس صفت و B: نمودار بای پلات بر اساس ژنوتیپ)

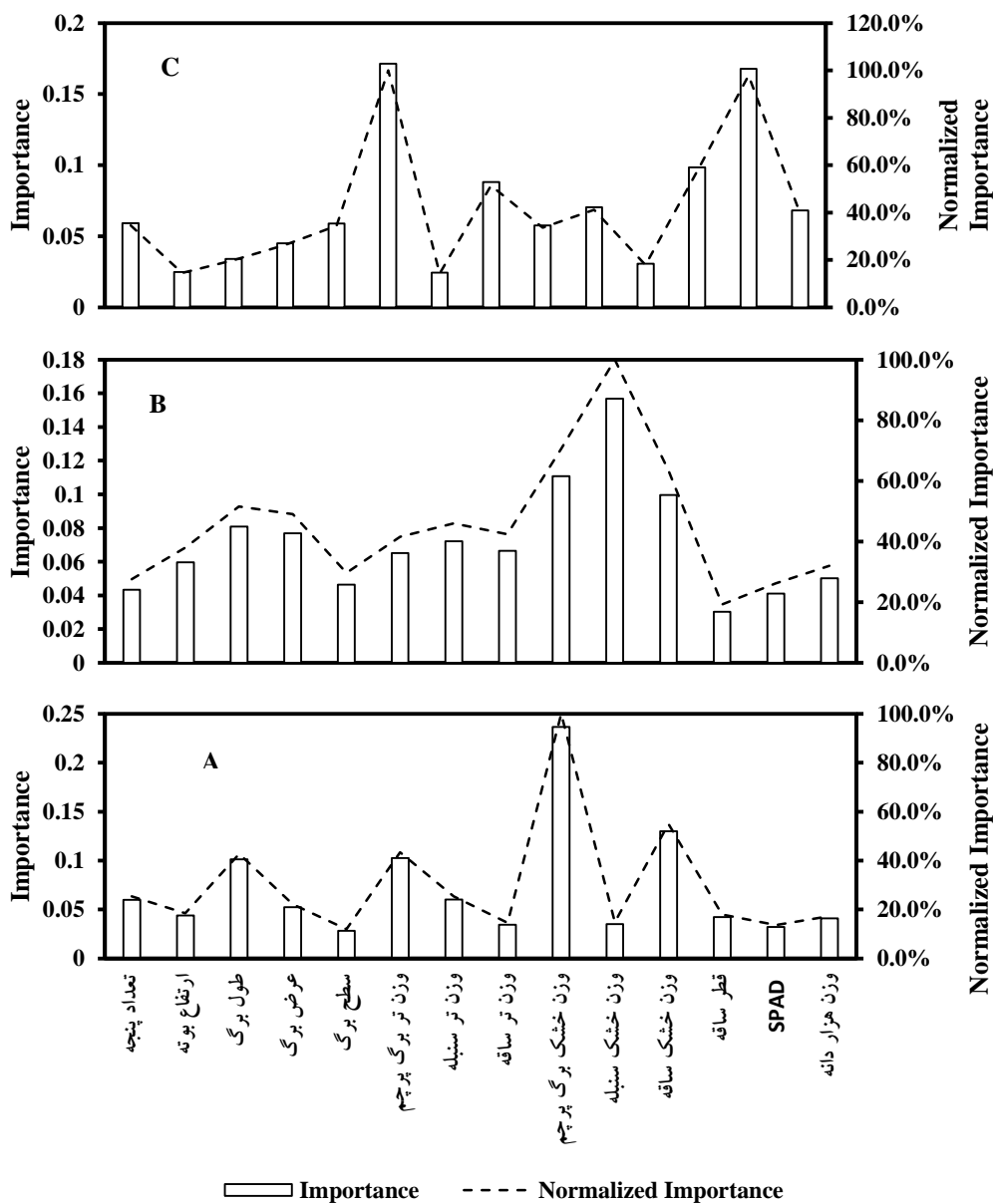
Figure 3. The biplot chart derived from the first and second components based on all studied traits in different wheat genotypes ((A): Biplot chart based on trait and (B): Biplot chart based on genotypes)

گروه دوم حاصل از تجزیه کلاستر با نتایج مربوط به گروه اول تا حدودی متفاوت بود. به طوری که در گروه دوم صفات وزن خشک سنبله (۰/۱۵)، وزن خشک برگ پرچم (۰/۱۱) و وزن خشک ساقه (۰/۱۰) از اثرگذاری بیشتری در توجیه عملکرد برخوردار بودند. نتایج آنالیز حساسیت در گروه سوم حاصل از تجزیه کلاستر با گروه‌های اول و دوم بسیار متفاوت بود. آنالیز حساسیت در گروه سوم حاصل از تجزیه کلاستر صفات وزن تر برگ پرچم (۰/۱۷)، SPAD (۰/۱۶)، قطر ساقه (۰/۰۹) و

نتایج آنالیز حساسیت در شکل ۴ نشان داده شد. نتایج آنالیز حساسیت بر اساس ژنوتیپ‌های مربوط به گروه اول حاصل از تجزیه کلاستر نشان داد که صفات وزن خشک برگ پرچم (۰/۲۳)، وزن خشک ساقه (۰/۱۳)، وزن تر برگ پرچم (۰/۱۰) و طول برگ (۰/۱۰) در توجیه عملکرد نقش موثرتری داشتند، همچنین قابل ذکر است که نقش صفت وزن خشک برگ پرچم در مقایسه با سایر صفات بسیار چشمگیر بود. از سویی دیگر نتایج آنالیز حساسیت بر اساس ژنوتیپ‌های مربوط به

اثرگذاری صفات طول و عرض برگ در توجه عملکرد در گروه دوم نسبت به گروه‌های اول و سوم بیشتر بود. اما میزان اثرگذاری سطح برگ در توجه عملکرد با نتایج مربوط به اثرگذاری صفات طول و عرض برگ همخوانی نداشت، به طوری که در گروه سوم بیشترین میزان اثرگذاری صفت سطح برگ در توجه عملکرد مشاهده شد. در گروه دوم حاصل از تجزیه کلاستر وزن تر سنبله بیشترین میزان اثرگذاری را در توجه عملکرد به خود اختصاص داد. در مقایسه بین سه گروه بر اساس صفت وزن خشک برگ پرچم بیشترین میزان اثرگذاری در توجه عملکرد مربوط به گروه اول بود.

وزن تر ساقه (۰/۰۸) را به عنوان موثرترین متغیرها در توجه عملکرد گزینش نمود. بر اساس نتایج آنالیز حساسیت تاثیرگذاری صفت قطر ساقه در گروه‌های اول و دوم ناچیز بود، ولی در گروه سوم اثرگذاری بیشتری را در توجه عملکرد از خود نشان داد. همچنین تاثیر صفت SPAD مربوط به گروه سوم در مقایسه با گروه‌های اول و دوم بسیار چشمگیر بود و در توجه عملکرد از نقش بسیار موثری برخوردار بود. اثرگذاری صفت وزن هزاردانه در توجه عملکرد در گروه سوم بیشتر بود در صورتی که کمترین میزان مربوط به گروه اول بود. بالاترین میزان اثرگذاری وزن تر برگ پرچم مربوط به گروه سوم بود، در صورتی که در گروه اول و دوم از اثرگذاری تقریباً مشابهی برخوردار بودند. علاوه بر این نتایج نشان داد که



شکل ۴- نتایج مربوط به آنالیز حساسیت مربوط به گروه‌های اول (شکل A)، دوم (شکل B) و سوم (شکل C) حاصل از تجزیه کلاستر
 Figure 4. The results of sensitivity analysis related to group number one (A), two (B) and three (C) derived from the cluster analysis

گروه سوم بیشترین میزان را به خود اختصاص دادند و از این رو می‌توان از این ژنوتیپ‌های گروه سوم برای پروژه‌های اصلاحی آینده بهره جست. همچنین می‌توان با بهبود بخشیدن سیستم نقل و انتقال فرآورده‌های فتوسنتزی و همچنین تقویت انتقال مجدد به‌عنوان یک راهکار اثرگذار، ژنوتیپ‌های گروه سوم را اصلاح نمود و عملکرد را در این گروه مطلوب از نظر جمیع صفات مورد مطالعه افزایش داد.

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در این آزمایش مشاهده شد که تنوع بسیار مطلوبی بین ۴۹ ژنوتیپ مورد مطالعه وجود داشت. اگرچه بین گروه‌های مختلف حاصل از تجزیه کلاستر اختلاف معنی‌داری بر اساس صفت عملکرد دانه وجود نداشت، اما از نظر سایر خصوصیات شامل پتانسیل در سامانه فتوسنتزی (طول، عرض، سطح برگ و SPAD)، پتانسیل ایستادگی گیاه در برابر ناملايمات محیطی (قطر ساقه)، قدرت مخزن قوی (وزن تر و خشک سنبله) ژنوتیپ‌های موجود در

منابع

- Ahmed, N., M.A. Chowdhry, I. Khaliq and M. Maekawa. 2016. The inheritance of yield and yield components of five wheat hybrid populations under drought conditions. *Indonesian Journal of Agricultural Science*, 8(2): 53-59.
- Aminizadeh Bezenjani, S., G. Mohamadinejad and R. Abdolshahi. 2018. Application of selection indices for grain yield improvement in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) under drought stress condition. *Journal of Crop Breeding*, 10(27): 152-159 (In Persian).
- Araus, J.L. and J.E. Cairns. 2014. Field high-throughput phenotyping: the new crop breeding frontier. *Trends in plant science*, 19(1): 52-61.
- Bassi, F.M., A.R. Bentley, G. Charmet, R. Ortiz and J. Crossa. 2016. Breeding schemes for the implementation of genomic selection in wheat (*Triticum* spp.). *Plant Science*, 242: 23-36.
- Cano, F.J., R.E. Sharwood, A.B. Cousins and O. Ghannoum. 2019. The role of leaf width and conductances to CO₂ in determining water use efficiency in C4 grasses. *New Phytologist*, 225(1): 169-182.
- Chhetri, M., H. Bariana, D. Wong, Y. Sohail, M. Hayden and U. Bansal. 2017. Development of robust molecular markers for marker-assisted selection of leaf rust resistance gene Lr23 in common and durum wheat breeding programs. *Molecular Breeding*, 37(3): 21.
- Crossa, J., P. Pérez-Rodríguez, J. Cuevas, O. Montesinos-López, D. Jarquín, G. de los Campos and S. Dreisigacker. 2017. Genomic selection in plant breeding: methods, models, and perspectives. *Trends in Plant Science*, 22(11): 961-975.
- Haghighattalab, A., L.G. Pérez, S. Mondal, D. Singh, D. Schinostock, J. Rutkoski, and J. Poland. 2016. Application of unmanned aerial systems for high throughput phenotyping of large wheat breeding nurseries. *Plant Methods*, 12(1): 35.
- Johnson, D.E. 1998. *Applied Multivariate Methods for Data Analysis*. Dunbury.
- Joudi, M. and A. Ebadi. 2015. Evaluation of agronomic traits of Iranian wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars and their associations under terminal heat stress. *Research in Filed crops*, 1(3): 42-54 (In Persian).
- Khalili, M. and M. Naghavi. 2018. Evaluation of genetic diversity of spring wheat cultivars for physiological and agronomic traits under drought stress. *Journal of Crop Breeding*, 10(25): 138-151 (In Persian).
- Knott, C.A., D.A. Van Sanford, E.L. Ritchey and E. Swiggart. 2016. Wheat yield response and plant structure following increased nitrogen rates and plant growth regulator applications in Kentucky. *Crop, Forage and Turfgrass Management*, 2(1).
- Liao, T., S. Cheng, X. Zhu, Y. Min and X. Kang. 2016. Effects of triploid status on growth, photosynthesis, and leaf area in *Populus*. *Trees*, 30(4): 1137-1147.
- Manly, F. 1986. *Multivariate Statistical Methods*. Chapman and Hall. Press. New York. USA, 455p.
- Michel, S., C. Ametz, H. Gungor, D. Epure, H. Grausgruber, F. Löschenberger and H. Buerstmayr. 2016. Genomic selection across multiple breeding cycles in applied bread wheat breeding. *Theoretical and Applied Genetics*, 129(6): 1179-1189.
- Mousavi-Baygi, M., M. Bannayan, B. Ashraf and E. AsadiOskuei. 2016. Assessment of climatic indices limiting rainfed wheat yield. *Ecological indicators*, 62: 298-305.
- Mwadzingeni, L., H. Shimelis, S. Tesfay and T.J. Tsilo. 2016. Screening of bread wheat genotypes for drought tolerance using phenotypic and proline analyses. *Frontiers in plant science*, 7: 1276.
- Naghavi, M., M. Moghadam, M. Torchi and M. Shakiba. 2016. Evaluation of Spring Wheat Cultivars Based on Drought Resistance Indices. *Journal of Crop Breeding*, 8(17): 207-192 (In Persian).
- Navabpour, S. and G. Kazemi. 2013. Comparison of miferent wheat cultivars and investigation of relationships between their traits using uni and multivariate statistical analysis methods. *Journal of Crop Production*, 6(1): 191-203 (In Persian).
- Parand, M., A. Yamchi, H. Soltanloo and K. Zaynalinejad. 2018. Study of morphological traits and genetic diversity of low molecular wight-glutenin subunits in some bread wheat cultivars using SRAP Markers. *Journal of Crop Breeding*, 10(28): 38-49 (In Persian).

21. Piñera-Chavez, F.J., P.M. Berry, M.J. Foulkes, G. Molero and M.P. Reynolds. 2016. Avoiding lodging in irrigated spring wheat. II. Genetic variation of stem and root structural properties. *Field Crops Research*, 196: 64-74.
22. Puangbut, D., S. Jogloy and N. Vorasoot. 2017. Association of photosynthetic traits with water use efficiency and SPAD chlorophyll meter reading of Jerusalem artichoke under drought conditions. *Agricultural Water Management*, 188: 29-35.
23. Qaseem, M.F., R. Qureshi, N. Illyas, and S.G. Jalal-Ud-Din. 2017. Multivariate statistical analysis for yield and yield components in bread wheat planted under rainfed conditions. *Pakistan Journal of Botany*, 49(6).
24. Schaart, J.G., C.C. Van de Wiel, L.A. Lotz and M.J. Smulders. 2016. Opportunities for products of new plant breeding techniques. *Trends in Plant Science*, 21(5): 438-449.
25. Tahmasebi-Ali, L., A. Asghar, A. Sofalian, H. Mohammaddost-Chamanabad and E. Rasolzadeh. 2017. Study some of Wheat Cultivars Based on Morphological Traits and Drought Tolerance Indices. *Journal of Crop Breeding*, 9(21): 44-55 (In Persian).
26. Vercruyssen, L., V.B. Tognetti, N. Gonzalez, J. Van Dingenen, L. De Milde, A. Bielach and D. Inzé, 2015. Growth regulating factor5 stimulates Arabidopsis chloroplast division, photosynthesis, and leaf longevity. *Plant Physiology*, 167(3): 817-832.
27. Zhang, M., H. Wang, Y. Yi, J. Ding, M. Zhu, C. Li and X. Zhu. 2017. Effect of nitrogen levels and nitrogen ratios on lodging resistance and yield potential of winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *PloS one*, 12(11): e0187543.
28. Zhang, Y. and B. Wallace. 2015. A sensitivity analysis of (and practitioners' guide to) convolutional neural networks for sentence classification. arXiv preprint arXiv:1510.03820.

Grouping of Advanced Wheat Lines Based on Yield and Its Components

Hossein Mazloumi¹, Hemmatolah Pirdashti², Ahmad Ahmadpour³ and
Seyed Jaber Hosseini⁴

1- Department of Agronomy, Genetics and Agricultural Biotechnology Institute of Tabarestan, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University

2- Department of Agronomy, Genetics and Agricultural Biotechnology Institute of Tabarestan, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University

(Corresponding author: h.pirdashti@sanru.ac.ir)

3- Researcher of Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research Center

4- Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran

Received: December 31, 2019 Accepted: August 1, 2020

Abstract

In order to study of 49 wheat advanced lines, a randomized complete block design with three replications was conducted on the Agricultural Research Center farm located in Gharakheil, Ghaemshahr city. In this study traits such as tiller number, plant height, flag leaf length, flag leaf width, flag leaf area, fresh and dry weight of flag leaf, stem and spike, stem diameter and SPAD, 1000 grain weight and grain yield were evaluated and measured. Based on the results of variance analysis, it was observed that there was a significant difference (at 1% probability level) between different genotypes of wheat based on all studied traits. Cluster analysis separated the studied genotypes into three distinct groups. Results of mean comparison between clustered groups showed that the third cluster had the highest desirable traits for photosynthetic characteristics including leaf length (30.07 cm), leaf width (1.54 cm), leaf area (35.22 cm²) and SPAD (46.33), fresh (3.06 g) and dry (1.07 g) weight of spike, fresh (1.29 g) and dry (0.42) weight of flag leaf, fresh (9.63 g) and dry (3.28 g) weight of stem, stem diameter (5.02 mm) and 1000 grain weight (48.51 g). Also, results of sensitivity analysis showed that genotypes in the third group had a stronger relationship with flag leaf fresh weight and SPAD traits with yield. Therefore, genotypes of the third group (nine advanced lines) can be used for future breeding programs.

Keywords: Cluster Analysis, Genotype, Sensitivity Analysis, Wheat, Yield