



"مقاله پژوهشی"

ارزیابی تنوع بهمنظور گزینش هیبریدهای مطلوب ذرت دانه‌ای

معصومه پیران^۱, علی اصغری^۲, سجاد محروم‌نژاد^۳ و حمیدرضا محمددوست چمن‌آباد^۲

- ۱- دانشجوی ژنتیک و بهنژادی گیاهی، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردبیل، اردبیل، ایران
 ۲- استاد، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردبیل، اردبیل، ایران
 ۳- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مغان، ایران (نویسنده مسؤول: sm.chakherlo@yahoo.com)
 تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱/۵
 تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۳/۲۷
 صفحه: ۹۸ تا ۱۰۷

چکیده

بهمنظور ارزیابی ۳۸ هیبرید ذرت امید بخش، آزمایشی بهصورت طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی مغان در سال زراعی ۱۳۹۹ اجرا شد. نتایج حاصل نشان داد که اختلاف معنی‌داری برای صفات عملکرد بالا، ارتفاع بوته، ارتفاع بالا، دمای برگ، شاخص کلروفیل، فلورسانس متغیر (Fv) و فلورسانس حداقل (Fm)، حداقل کارایی کوانتمومی فتوسیستم II (Fv/Fm) بین هیبریدهای ذرت وجود داشت. هیبرید شماره ۹ (K74/2-2-1-4-1-1 × K3640/3) با بیشترین عملکرد بالا و کارایی سیستم فتوسنتزی بهعنوان برترین هیبرید عملکرد بالا با دمای برگ و فلورسانس حداقل (Fo) معنی‌دار بود. میزان وارثت‌پذیری برآورده شده بین سه (فلورسانس حداقل (Fo)) تا ۷۱ (ارتفاع بالا) درصد بود. نتایج حاصل از تجزیه علیت نشان داد که فلورسانس حداقل (Fo) و دمای برگ به طور مستقیم بر عملکرد بالا تأثیر ندارد. تجزیه خوش‌های با صفت عملکرد بالا، ارتفاع بوته، ارتفاع بالا، دمای برگ، شاخص کلروفیل و عملکرد کوانتمومی فتوسنتز، ۳۸ هیبرید ذرت را در سه گروه متفاوت طبقه‌بندی کرد که گروه سوم با دارا بودن هیبرید شماره ۹ (K74/2-2-1-4-1-1 × K3640/3) به عنوان مطلوب‌ترین گروه بود.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع بوته، رگرسیون گام به گام، شاخص کلروفیل، فتوسنتز، گروه‌بندی

صفاتی است که تنها توسط چند ژن محدود کنترل می‌شود (۱۱,۱۲). همبستگی بین صفات در برنامه‌های اصلاحی از اهمیت زیادی برخوردار است. به دلیل اینکه، بهنژادگران در انتخاب غیر مستقیم برای صفات مهم زراعی از طریق صفات دیگر که اندازه‌گیری آن‌ها آسان‌تر است، کمک خواهد کرد. آگاهی نداشتن از ارتباط و همبستگی بین صفات گوناگون و انتخاب یک طرفه برای صفات زراعی ممکن است، در برنامه‌های اصلاحی منجر به نتیجه کمتر از انتظار شود (۱۵). یکی از پدیده‌های اساسی ژنتیکی شباخت خویشاوندی است که توسط صفات کمی بروز می‌کند. درجه شباخت خاصیتی از صفات است که می‌تواند از طریق اندازه‌گیری‌های نسبتاً ساده روی جمعیت و بدون نیاز به روش‌های خاص آزمایشگاهی تعیین گردد. همچنین این شباخت وسیله‌ای برای برآورد واریانس ژنتیکی و وراثت‌پذیری است که این معیارها به طور کلی تعیین کننده بهترین روش اصلاحی مورد استفاده در اصلاح گیاهان بهشمار می‌رود (۱۷). دیگلاریتا و آلوارز (۱۶) گزارش کردن که دلیل پایین بودن وراثت‌پذیری عملکرد گزینش غیر مستقیم برای عملکرد دانه پرخی صفات مربوط به بالا می‌تواند موثر باشد عملکرد دانه شدیداً تحت تأثیر محیط قرار دارد و انتخاب مستقیم برای عملکرد دانه در نسل‌های در حال تفکیک غیر قابل اعتماد خواهد بود. بنابراین، برای بهنژادگران بسیار حائز اهمیت است که صفاتی را انتخاب و معرفی کنند که همبستگی بالایی با آن داشته باشند و از وراثت‌پذیری بالایی برخوردار باشند و اندازه‌گیری آن‌ها راحت و با هزینه کمتری صورت گیرد (۱۵). روش‌های گوناگونی برای مطالعه تنوع ژنتیکی وجود دارد که از مهم‌ترین

مقدمه

ذرت یکی از مهم‌ترین محصولات راهبردی بوده و بعد از گندم از لحاظ سطح زیر کشت مقام دوم را به خود اختصاص داده است (۵). منع اصلی تأمین غذای انسان گیاهان زراعی می‌باشند که در بین آن‌ها غلات از اهمیت زیادی برخوردار هستند. تأمین غذای جمعیت رویه رشد از طریق افزایش تولید، از اهداف اولیه و مهم بهشمار می‌رود. با توجه به محدودیت اراضی قابل کشت، تلاش محققین بر افزایش عملکرد در واحد سطح متمرکز شده است (۸).

یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در تولید بیomas گیاهان، ظرفیت فتوسنتزی آن‌ها و میزان کلروفیل برگ‌ها و رنگدانه‌های فتوسنتزی می‌باشند. به طور کلی مواد فتوسنتزی ذخیره شده در دانه از دو منبع فتوسنتز جاری و انتقال مجدد مواد ذخیره شده در اندام‌های رویشی تأمین می‌شود (۱۸). حدود ۰/۳ تا ۳ درصد کل انرژی نور دریافتی گیاه توسط فلورسانس کلروفیل در شرایط عادی بازتاب می‌شود (۱). میزان فلورسانس کلروفیل a یکی از شاخص‌های فیزیولوژیک در گیاه برای تشخیص تغییرات القاء شده در کارایی سیستم فتوسنتزی می‌باشد.

تنوع ژنتیکی اساس مطالعات اصلاحی در گونه‌های گیاهی می‌باشد، بنابراین جهت مطالعات ژنتیکی و اصلاح ارقام مناسب‌تر، عملکرد بالا و سازگار ابتدا باید میزان تنوع ژنتیکی بین و درون گونه‌ها تعیین و سپس اقدام به اصلاح آن نمود (۱). مطالعه تنوع ژنتیکی از طریق صفات کمی مانند عملکرد و اجزای عملکرد که توسط تعداد زیادی ژن کوچک اثر کنترل می‌شود و تحت تأثیر زیاد محیط قرار دارند، مشکل‌تر از

پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی مغان که در شمالی‌ترین نقطه استان اردبیل بین ۳۴ درجه و ۹۲ دقیقه عرض شمالی و ۹۴ درجه و ۳۲ دقیقه طول شرقی و ارتفاع ۹۹ تا ۹۲ متر از سطح دریای آزاد با بافت خاکی لومی رسی واقع شده‌است. عملیات تهیه پستر بذر برای اجرای آزمایش شامل شخم برگدان، رتواتور، دیسک و تسطیح بهاره بودند. ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره که نیمی از آن قبل از کاشت و مایقی در مراحل مختلف رشدی گیاه ذرت به صورت کود سرک توزیع گردید. آبیاری قطعه آزمایش هر ۱۰ روز یکبار انجام گرفت و تعداد دور آبیاری از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیکی حدود ۱۰ بار بود. هر کرت آزمایشی شامل دو خط به فاصله ۷۵ سانتی‌متر و به طول ۵/۶ متر بود (روی هر خط ۱۶ کپه، فاصله هر کپه از هم ۳۵ سانتی‌متر و میزان تراکم حدود ۷۶ هزار بوته در هکتار). جهت اطمینان از سیزشدن در هر کپه چهار بذر به صورت دستی کاشته شد و پس از تنک کردن در مرحله ۳-۴ برگی فقط دو بوته در هر کپه نگه داشته شد. وجین علف‌های هرز از مرحله ابتدایی کاشت تا مراحل نهایی به صورت دستی انجام گرفت.

آن‌ها، روش‌های آماری چند متغیره است. که همزمان اطلاعات بیشتری از چندین صفت در تمام افراد مورد مطالعه را در اختیار بهزادگران قرار می‌دهد. چوکان و همکاران (۳) تجزیه کلاستری را با ۵۲ ژنتیپ ذرت براساس ۲۵ صفت در چهار گروه انجام دادند. با بررسی تجزیه تابع تشخیص به این نتیجه رسیدند که به ترتیب صفات شاخص مخربوطی بودن بالا، طول پدانکل خارج از برگ پرچم و تعداد ریف دانه در بالا از اهمیت زیادی در این گروه‌بندی برخوردار هستند. مطالعات اخیر روی فلورسانس کلروفیل و میزان کلروفیل برگ در ذرت نشان می‌دهد که استفاده از پارامترهای فیزیولوژیکی می‌توان جهت افزایش کارآیی اصلاح جمیعت می‌شود (۱۰، ۸). در این راستا، این پژوهش به منظور ارزیابی تنوع ژنتیکی تعدادی از هیبریدهای امیدبخش ذرت و همچنین بررسی ارتباط بین فلورسانس کلروفیل با عملکرد بالا آن‌ها با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره اجرا شد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی آزمایش شامل ۳۶ هیبرید سینگل کراس امید بخش و یک رقم سینگل کراس ۷۰۴ به همراه یک رقم تروی کراس (TWC647) بود (جدول ۱). این تحقیق در قالب طرح

جدول ۱- هیبریدهای ذرت مورد مطالعه

Table 1. The maize hybrids

شماره	هیبرید	شماره	هیبرید
۲۰	K74/1×K1264/5-1	۱	K3653/2×K1264/5-1
۲۱	KLM76002/3-1-1-1-1-1-3×K1264/5-1	۲	4-CHTSEY, 2002/90/1-2×K1264/5-1
۲۲	KLM82010 × K166B	۳	KLM77002/10-1-1-1-1-3-2 × K1264/5-1
۲۳	KLM76004/3-5-1-2-2-1-1-1×K1264/5-1	۴	K18X2-CHTHY, 2002/90/77-3×K1264/5-1
۲۴	KLM76021/1-3-1-1-2-1-1×K1264/5-1	۵	K18x2-CHTHY, 2002/90/77-1×K1264/5-1
۲۵	KLM76021/1-3-1-1-2-1-1×K1264/5-1	۶	K18x2-CHTHY, 2002/90/77-2×K1264/5-1
۲۶	KLM81027 × K47/3	۷	20-CHTSY, 2002/90/61-2 × K3640/3
۲۷	KLM77002/3-1-1-1-1-1-3 × K47/3	۸	K3547/4×K1264/5-1
۲۸	KLM78012/6-1-1-1-1-3 × K47/3	۹	K74/2-2-1-4-1-1-1 × K3640/3
۲۹	C4-97-5×C4-97-25	۱۰	K3640/3×K1264/5-1
۳۰	C4-97-16×SD-97-6	۱۱	K47/2-2-1-2-1-1-1-1×K1264/5-1
۳۱	C4-97-23×C4-97-14	۱۲	K47/2-2-1-2-2-1-1-1×K1264/5-1
۳۲	C5-97-2×C4-97-12	۱۳	K74/2-2-1-3-3-1-1-1 × K166B
۳۳	C5-97-2×C4-97-23	۱۴	K47/2-2-1-3-3-1-1-1×K1264/5-1
۳۴	C4-97-25×C4-97-13	۱۵	K47/2-2-1-4-1-1-1×K1264/5-1
۳۵	C8-97-7×SD-97-1	۱۶	K47/2-2-1-2-2-1-1-1×K1264/5-1
۳۶	SD-97-6×C8-97-2	۱۷	K47/2-2-1-4-1-1-1×K1264/5-1
۳۷	TWC647	۱۸	K47/2-2-1-4-1-1-1-1×K1264/5-1
۳۸	SC704	۱۹	K47/2-2-1-4-2-1-1-1×K1264/5-1

دماستج مادون قرمز از برگ‌های بالایی بوته‌ها به‌طور تصادفی اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری فلورسانس کلروفیل، برگ‌های کاملاً توسعه یافته بالای بوته انتخاب شدند. برگ‌های انتخاب شده با استفاده از کلیپس‌های مخصوص دستگاه Handy-PEA به مدت ۳۰ دقیقه در تاریکی قرار گرفتند. در این دوره تاریکی مراکز واکنشی موجود در فتوسیستم II به صورت کامل باز می‌شود. سپس به این برگ‌ها به مدت چهار ثانیه یک پالس نوری در طول موج ۶۵۰ نانومتر با شدت ۳۰۰۰ میکرومول فوتون بر مترمربع بر ثانیه تابیده شد و پارامترهای مختلف دستگاه با استفاده از نرم‌افزار ویژه این دستگاه (PEA plus v1.10) قرائت و یادداشت شدند.

اندازه‌گیری صفات مورد بررسی بالا هیبریدهای ذرت بعد از خشک شدن کامل بوته‌ها در مرحله رسیدگی زراعی برداشت شدند، به‌طوریکه پس از حذف ۲۵ سانتی‌متر از ابتدا و انتهای هر خط کاشت به عنوان حاشیه، از دو خط کاشت هر کرت به مساحت $8/4$ متر مربع بالا، های ذرت برداشت و وزن بالا توسط ترازو اندازه‌گیری شد. بعد از رسیدگی فیزیولوژیکی به‌طور تصادفی از هر کرت آزمایشی ارتفاع بالا (از طوفه تا نوک بالا) و ارتفاع بوته (از طوفه تا گل آذین نر) با متر برای تمام هیبریدهای ذرت اندازه‌گیری شد شاخص کلروفیل و دمای برگ به ترتیب توسط دستگاه کلروفیل متر دستی (SPAD-502، Minolta) و

جدول ۲- تجزیه واریانس عملکرد بالال و صفات فیزیولوژیکی در هیبریدهای ذرت

Table 2. ANOVA of ear yield and physiological traits in the maize hybrids

میانگین مربعات										منابع تغییر	درجات آزادی	عملکرد بالال	ارتفاع بوته	ارتفاع بالال	دماجی برگ	شاخص کلروفیل	Fv/Fm	Fv	Fm	Fv/Fm	فلورسانس کلروفیل
۰/۱*	۱۳۷۵۷/۷ ^{ns}	۱۲۵۶۹/۶ ^{ns}	۱۴/۱ ^{ns}	۱۴۶/۴*	۴۵/۳**	۸۸۳/۸**	۳۸۲۳/۲**	۶/۴ ^{ns}	۶	تکرار	۲										
۰/۰۱*	۷۰۷۰۷/۵**	۷۵۳۵۰/۸**	۶۳۵/۵ ^{ns}	۵۸/۳*	۱۸/۲**	۱۳۳۳/۲**	۷۲۳/۵**	۱۰/۶**	۳۷	هیبرید											
۰/۰۰۵	۲۵۲۴۲/۷	۲۳۳۰/۶/۶	۵۷۷/۲	۳۶/۶	۷/۴	۱۵۳/۷	۱۹۱/۶	۳/۶	۷۴	خطا											
۹/۹	۲۰/۴	۱۴/۱	۷/۹	۱۱/۱۱	۱۹/۳	۹/۲	۵/۷	۲۲/۷	۰	ضریب تغییرات (%)											
۱۴	۳۸	۴۳	۳	۱۶	۳۲	۷۱	۴۸	۳۹	۰	وراثت‌پذیری (%)											

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشد.

(Fv: فلورسانس حداکثر، Fm: فلورسانس متفاوت به فلورسانس حداکثر (حداکثر کارایی کوانتومی فتوسیستم II))

امید بخش ذرت بیان شده است که بین هیبریدهای ذرت مورد مطالعه اختلاف معنی‌دار وجود داشت که نشان از تنوع قابل توجهی بین هیبریدهای ذرت از لحاظ عملکرد بالال بود (۱۳) که با نتایج این پژوهش همسو می‌باشد. محروم‌نژاد و شیری (۱۰) نیز با بررسی ۱۱ هیبرید امید بخش ذرت، میزان وراثت‌پذیری عمومی برای عملکرد بالال را ۶۱ درصد گزارش کردند.

تجزیه واریانس داده‌های ارتفاع بوته و ارتفاع بالال بین اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد برای هیبریدهای ذرت بود (جدول ۲). مقایسه میانگین ارتفاع بوته و ارتفاع بالال نشان داد که هیبرید شماره ۳۳ دارای بیشترین ارتفاع بوته و ارتفاع بالال (به ترتیب ۳۰۷ و ۱۹۰ سانتی‌متر) بود و هیبرید شماره ۹ با ارتفاع بوته و ارتفاع بالال ۲۶۱/۳۳ سانتی‌متر و ۱۲۶/۳۳ سانتی‌متر کمترین مقدار را داشت (جدول ۳). اختلاف بین هیبریدهای امید بخش ذرت در این مطالعه از لحاظ ارتفاع بوته و ارتفاع بالال نشان از وجود تنوع ژنتیکی هیبریدهای مورد مطالعه است. برآورده وراثت‌پذیری عمومی ۴۸ درصد برای ارتفاع بوته و ۷۱ درصد برای ارتفاع بالال، نشان داد که صفات مذکور نسبتاً از وراثت‌پذیری مطلوبی برخوردار هستند. همچنین، ضریب تغییرات ارتفاع بوته و ارتفاع بالال به ترتیب ۹/۲ و ۵/۷ درصد بدست آمد.

محمدی و همکاران (۹) با بررسی و گروه‌بندی هیبریدهای ذرت با استفاده از صفات زراعی بیان داشتند که بین هیبریدهای ذرت مورد مطالعه از لحاظ ارتفاع بوته و ارتفاع بالال اختلاف معنی‌داری وجود داشت و دامنه تغییرات ارتفاع بوته بین ۵۰ تا ۱۹۲ سانتی‌متر و دامنه تغییرات ارتفاع بالال بین ۱۲۲ تا ۱۴۷/۵ سانتی‌متر در هیبریدهای مورد ارزیابی گزارش شد. چوکان و همکاران (۳) با

ارزیابی پتانسیل ژنتیکی لاین‌های ذرت ایرانی با استفاده از روش دایال گریفینگ و مدل امی، برای صفت ارتفاع بوته در ژنتیک‌های موردن بررسی میزان وراثت‌پذیری عمومی را حدود ۶۸ درصد گزارش کردند. محروم‌نژاد و همکاران (۱۱) با

تجزیه‌های آماری

نرمال بودن خطاهای آزمایشی حاصل از صفات اندازه‌گیری شده توسط تست کرلمرگروف-اسمیرنوف مورد آزمون قرار گرفت و سپس تجزیه آماری و مقایسه میانگین توسط آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت. برای برآورده وراثت‌پذیری از امید ریاضی جدول تجزیه واریانس و از فرمول $\frac{V_G}{V_P} h^2 = \frac{V_G}{V_P} dh$ و V_G به ترتیب وراثت‌پذیری عمومی، واریانس ژنتیکی و واریانس فتوپیکی استفاده شد (۱۲). برای اعتماد به همبستگی صفات مورد مطالعه، از میانگین ۳۸ هیبرید امید بخش ذرت استفاده شد. تجزیه رگرسیون چندگانه به روش گام به گام برای تعیین ارتباط بین عملکرد بالال با صفات برای تجزیه علیت برای عملکرد دانه نیز انجام گرفت. تجزیه خوشه‌ای از تمام صفات به روش Ward بر مبنای مربع فاصله اقلیدوسی استفاده شد. برای تجزیه واریانس، مقایسه میانگین و تجزیه رگرسیون از نرم‌افزار SAS، تجزیه علیت از نرم‌افزار AMOS و برای رسم نمودار همبستگی، تجزیه کلاستر و نقشه دمایی از نرم‌افزار JMP استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین هیبریدهای مختلف ذرت اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد برای عملکرد بالال وجود داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین عملکرد بالال نشان از تفاوت بین هیبریدهای ذرت داشت. هیبرید شماره ۹ با ۱۱/۲ کیلوگرم در کرت بیشترین وزن بالال را در بین هیبریدهای ذرت موردن مطالعه به خود اختصاص داد (جدول ۳). وراثت‌پذیری عمومی برآورده شده برای عملکرد بالال حدود ۳۹ درصد بود. ضریب تغییرات مربوط به عملکرد بالال هیبریدهای ذرت موردن مطالعه ۲۲/۷ درصد محاسبه شد.

در گزارشی مبنی بر ارزیابی عملکرد هیبریدهای تجاری و

و محتوای کلروفیل اختلاف معنی‌دار وجود داشت همچنین میزان و راثت‌پذیری دمای برگ و شاخص کلروفیل را به ترتیب ۱۸ و ۵۲ درصد گزارش کردند.

اختلاف بین هیبریدهای ذرت از نظر فلورسانس حداقل (F0) غیرمعنی‌دار، فلورسانس متغیر (Fv) و فلورسانس حداکثر (Fm) در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار و از نظر حداکثر کارایی کوانتمی فتوسیستم II (Fv/Fm) در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین فلورسانس کلروفیل هیبریدهای ذرت نشان داد که هیبرید شماره ۹ بهترین کلروفیل شماره ۶ بیشترین کارایی کوانتمی فتوسیستم II را داشت (جدول ۳).

در اثر تابش فوتون‌های نوری همه‌ی ناقلهای الکترون به فرم احیا در آمده و همه‌ی مراکز واکنشی بسته‌ی شوند، مقدار کلروفیل ۶ در این زمان نشان دهنده فلورسانس حداکثر است (۶). میزان فلورسانس حداکثر به علت کاهش فعالیت کمپلکس تجزیه‌کننده و کاهش فعالیت فتوسیستم II کاهش می‌یابد (۸). افزایش در میزان فلورسانس حداقل با تجمع پلاستوکینون‌های احیاء شده در ارتباط است و این تجمع می‌تواند منجر به فسفریالاسیون کمپلکس‌های دریافت‌کننده نور در فتوسیستم II شوند (۱۶، ۸). در پژوهشی با ارزیابی فلورسانس کلروفیل در هیبریدهای ذرت، مشخص شد که اختلاف بین هیبریدهای ذرت از نظر فلورسانس حداقل غیر معنی‌دار و از نظر فلورسانس متغیر، فلورسانس حداکثر و حداکثر کارایی کوانتمی فتوسیستم II معنی‌دار بود (۱۰) که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. میزان و راثت‌پذیری عمومی برآورده شده برای فلورسانس کلروفیل در هیبریدهای ذرت بین ۱۶ تا ۸۷ درصد اعلام شده است (۱۰).

انجام تجزیه میانگین نسل ذرت میزان و راثت‌پذیری عمومی ارتفاع بوته را ۷۷ درصد برآورد کردند.

تجزیه واریانس داده‌ها برای دمای برگ و شاخص کلروفیل (جدول ۲) نشان داد که اثر هیبرید برای دمای برگ و شاخص کلروفیل به ترتیب در سطح احتمال یک و پنج درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین دمای برگ و شاخص کلروفیل در هیبریدهای ذرت نشان داد که هیبرید شماره شش و هیبرید شماره هیبرید شماره ۹ بهترین بیشترین دمای برگ و شاخص کلروفیل را داشتند (جدول ۳).

ضریب تغییرات دمای برگ و شاخص کلروفیل به ترتیب ۱۹/۳ و ۱۱/۱ درصد بود که دلیل بر تنوع قابل قبول در ژنوتیپ‌های ذرت است. برآورد میزان و راثت‌پذیری عمومی برای دمای برگ و شاخص کلروفیل به ترتیب ۳۲ و ۱۶ درصد شد. احتمال پایین بودن میزان و راثت‌پذیری صفات دمای برگ و شاخص کلروفیل در ژنوتیپ‌های ذرت مورد بررسی می‌تواند مربوط به تأثیر محیط باشد.

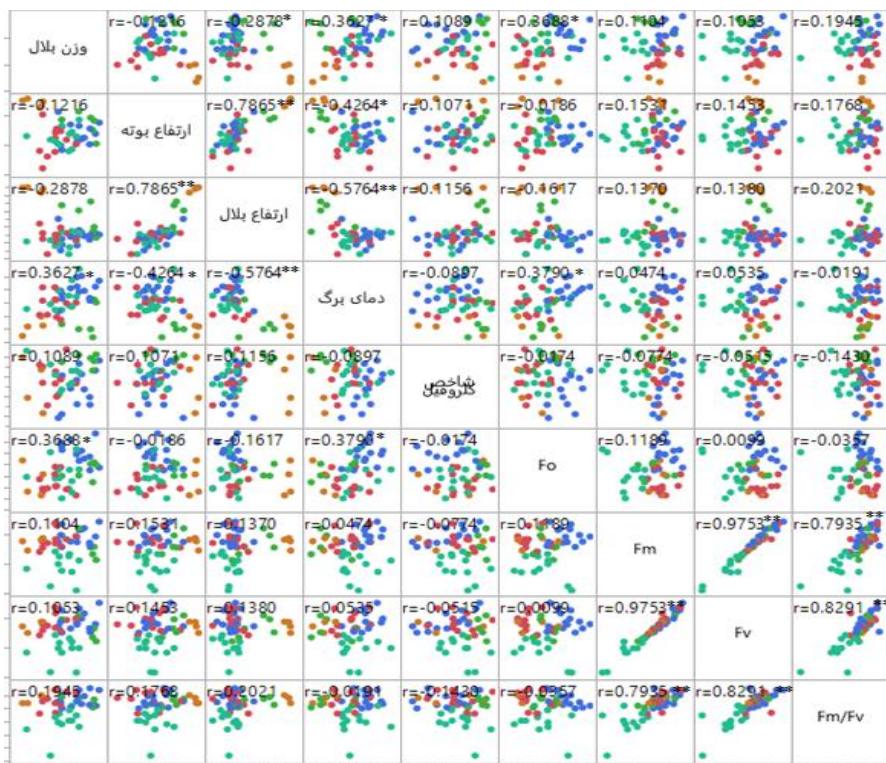
مقدار کلروفیل و رنگدانه‌های فتوستتری از مهم‌ترین عوامل مؤثر در ظرفیت فتوستتری گیاهان هستند. زیرا، بطور مستقیم بر سرعت و میزان فتوستتر و در نهایت تولید زیست توده اثر می‌گذارند. بطور کلی، مواد فتوستتری ذخیره شده در دانه از دو منبع فتوستتر جاری و مواد ذخیره شده در اندام‌های رویشی تأمین می‌شود (۱۶). دمای مناسب برگ گیاه و محیط اثر بسزایی روی بخش‌های مختلف سیستم فتوستتری از جمله تنظیم قطر منافذ روزنه‌ها، سنتر رنگدانه‌های فتوستتری، فعالیت فتوسیستم I و II و تثبیت دی اکسید کربن دارد که در نهایت موجب افزایش فعالیت فتوستتری می‌گردد (۸). محروم‌نژاد و شیری (۱۰) با بررسی تنوع ژنتیکی و راثت‌پذیری محتوای کلروفیل و شاخص‌های کلروفیل در ۱۱ هیبرید امید بخش ذرت اظهار کردند که بین هیبریدها از لحاظ دمای برگ

جدول -۳- مقایسه میانگین عملکرد بالال، ارتفاع بوته، ارتفاع بالال، دمای برگ و فلورسانس کلروفیل

Table 3. Means comparisons of ear yield, plant height, era height, leaf temperature and chlorophyll fluorescence

Fv/Fm	Fv	Fm	شاخص کلروفیل (SPAD)	دمای برگ (°C)	ارتفاع بالال (cm)	ارتفاع بوته (cm)	ارتفاع بوته (cm)	عملکرد بالال (Kg/m ²)	شماره هیبرید
./۷۵	۱۰۰/۰۰	۱۳۱۰/۳۳	۵۳/۲۰	۲۸/۳۳	۱۲۱/۳۳	۲۵۳/۰۰	۷/۱۷	۱	
./۷۴	۸۳۶/۰۰	۱۱۲۱/۶۷	۵۳/۴۲	۲۸/۳۳	۱۲۴/۶۷	۲۳۶/۳۳	۵/۹۷	۲	
./۷۲	۸۶۲/۶۷	۱۱۹۲/۳۳	۵۴/۶۰	۲۷/۸۳	۱۱۰/۰۰	۲۵۹/۶۷	۷/۷۳	۳	
./۷۱	۵۶۹/۳۳	۸۱۸/۰۰	۵۳/۱۹	۲۹/۴۳	۱۱۲/۵۷	۲۷۳/۱۳	۸/۸۳	۴	
./۷۳	۷۷۶/۶۷	۱۰۶۵/۳۳	۵۷/۵۶	۲۶/۳۰	۱۱۲/۰۰	۲۹۱/۰۰	۵/۹۷	۵	
./۶۳	۵۹۵/۰۰	۹۳۴/۰۰	۵۶/۰۳	۳۱/۱۳	۱۱۳/۶۷	۲۸۵/۶۷	۹/۵۳	۶	
./۶۵	۵۹۵/۳۳	۸۱۴/۰۰	۵۶/۴۵	۲۵/۴۰	۱۱۰/۶۷	۲۵۵/۶۷	۸/۸۳	۷	
./۶۵	۵۹۲/۶۷	۸۹۸/۳۳	۵۰/۳۵	۲۷/۱۷	۱۱۸/۰۰	۲۶۱/۰۰	۷/۵۰	۸	
./۷۷	۹۹۸/۳۳	۱۲۸۹/۳۳	۶۱/۹۲	۲۶/۰۳	۱۲۶/۲۲	۲۶۱/۳۳	۱۱/۲۰	۹	
./۷۶	۸۷۹/۶۷	۱۱۴۹/۰۰	۶۰/۱۱	۲۵/۹۳	۱۱۳/۰۰	۲۶۵/۲۳	۸/۳۰	۱۰	
./۶۷	۳۴۷/۳۳	۶۲۹/۳۳	۵۶/۵۴	۲۶/۹۰	۱۲۲/۳۳	۲۶۸/۶۷	۹/۲۷	۱۱	
./۷۵	۸۳۴/۳۳	۱۱۲۱/۰۰	۴۷/۹۹	۲۸/۴۷	۱۱۶/۳	۲۳۲/۰۰	۹/۳۳	۱۲	
./۷۶	۸۹۶/۰۰	۱۱۷۹/۶۷	۵۳/۲۹	۲۶/۰۰	۱۲۲/۶۷	۲۶۰/۶۷	۹/۲۳	۱۳	
./۷۱	۶۶۴/۶۷	۹۳۹/۶۷	۴۹/۹۲	۲۳/۸۰	۱۲۹/۶۷	۲۷۶/۱۳	۷/۲۳	۱۴	
./۷۰	۷۵۲/۰۰	۱۰۷۱/۶۷	۴۵/۴۵	۲۷/۳۳	۱۲۴/۶۷	۲۵۵/۰۰	۷/۸۳	۱۵	
./۶۷	۷۷۷/۳۳	۱۰۲۵/۰۰	۵۵/۴۴	۲۴/۹۰	۱۱۵/۶۷	۲۶۳/۶۷	۷/۲۰	۱۶	
./۵۲	۳۵۱/۰۰	۶۷۲/۰۰	۵۸/۰۹	۲۵/۷۷	۱۲۲/۰۰	۲۶۵/۳۳	۶/۷۳	۱۷	
./۷۲	۸۰۱/۰۰	۱۱۰۹/۰۰	۵۳/۲۳	۲۶/۵۰	۱۲۹/۶۷	۲۶۷/۰۰	۷/۲۰	۱۸	
./۶۸	۹۴۹/۰۰	۱۱۴۹/۶۷	۵۶/۳۱	۲۶/۴۰	۱۲۲/۶۷	۲۷۲/۶۷	۷/۲۳	۱۹	
./۶۸	۶۴۸/۰۰	۹۷۵/۰۰	۵۰/۶۶	۲۴/۷۷	۱۱۸/۶۷	۲۶۰/۳۳	۷/۶۰	۲۰	
./۶۹	۶۹۳/۶۷	۹۹۹/۰۰	۵۲/۹۵	۲۵/۵۰	۱۱۴/۰۰	۲۷۱/۲۳	۸/۶۰	۲۱	
./۷۵	۹۷۸/۶۷	۱۳۰۱/۶۷	۵۵/۷۷	۲۶/۶۰	۱۱۷/۳۳	۲۷۹/۰۰	۷/۱۸	۲۲	
./۶۵	۶۸۹/۳۳	۹۷۸/۰۰	۵۳/۱۰	۲۷/۰۷	۱۵/۳۳	۲۵۳/۶۷	۸/۵۳	۲۳	
./۷۱	۷۷۰/۰۰	۱۰۷۷/۶۷	۵۴/۲۷	۲۳/۴۰	۱۳۹/۰۰	۲۷۴/۰۰	۷/۷۳	۲۴	
./۶۴	۵۴۹/۳۳	۸۴۹/۶۷	۵۱/۶۸	۲۴/۹۰	۱۳۷/۶۷	۲۷۹/۳۳	۷/۸۳	۲۵	
./۶۲	۵۵۰/۳۳	۸۴۹/۳۳	۶۱/۵۴	۲۵/۰۳	۱۲۱/۳۳	۲۶۹/۰۰	۴/۴۰	۲۶	
./۶۸	۷۲۴/۶۷	۱۰۲۱/۶۷	۵۸/۰۰	۲۴/۱۳	۱۴۴/۰۰	۲۵۴/۰۰	۵/۶۷	۲۷	
./۷۴	۸۲۳/۰۰	۱۱۱۲/۰۰	۴۷/۷۱	۲۴/۱۷	۱۰/۵/۳۳	۲۴۸/۳۳	۶/۴۳	۲۸	
./۷۳	۸۱۶/۳۳	۱۱۲۲/۳۳	۴۴/۵۱	۲۴/۷۰	۱۰/۰/۰	۲۳۱/۷	۷/۵۰	۲۹	
./۷۵	۸۶۲/۰۰	۱۱۴۴/۶۷	۵۶/۷۹	۲۳/۹۰	۱۸۲/۲۲	۲۹۹/۰۰	۵/۸۳	۳۰	
./۷۴	۸۸۷/۳۳	۱۱۸۷/۶۷	۵۸/۷۱	۲۲/۱۳	۱۶۷/۲۲	۲۸۵/۶۷	۷/۸۳	۳۱	
./۷۱	۷۵۵/۰۰	۱۰۶۶/۰۰	۵۹/۷۱	۲۱/۹۷	۱۷۲/۰۰	۲۸۷/۶۷	۱۰/۶۷	۳۲	
./۷۲	۷۴۸/۶۷	۱۰۳۴/۶۷	۴۹/۶۲	۲۲/۳۷	۱۹/۰/۰	۳۰/۷۰	۴/۵۰	۳۳	
./۷۲	۸۱۵/۳۳	۱۱۲۹/۰۰	۵۹/۸۷	۲۰/۹۳	۱۸۹/۶۷	۳۰/۵/۰۰	۴/۰۰	۳۴	
./۷۴	۹۲۶/۳۳	۱۲۶۰/۰۰	۶۰/۴۸	۲۱/۹۷	۱۶۰/۶۷	۲۹۴/۰۰	۹/۵۰	۳۵	
./۷۰	۸۵۹/۸۳	۱۱۶۱/۰۰	۴۵/۷۲	۲۲/۵۰	۱۸۸/۰/۰	۳۰/۴/۰۰	۶/۰۰	۳۶	
./۷۳	۷۰۳/۳۳	۹۹۷/۶۷	۵۶/۵۴	۲۰/۷۳	۱۳۳/۶۷	۲۷۵/۰۰	۱۰/۸۷	۳۷	
./۷۱	۷۹۴/۶۷	۱۰۷۳/۳۳	۵۸/۹۳	۲۶/۴۷	۱۳۹/۶۷	۲۸۴/۶۷	۱۱/۰۰	۳۸	
./۱	۲۵۱/۳	۲۰۶/۹	۸/۲	۳/۷	۱۶/۸	۱۸/۸	۲/۱	LSD _{5%}	

F: فلورسانس حداقل، Fm: فلورسانس حداکثر، Fv: فلورسانس متغیر و Fv/Fm: نسبت فلورسانس متغیر به فلورسانس حداکثر (حداکثر کارایی کوانتومی فتوسیستم II)

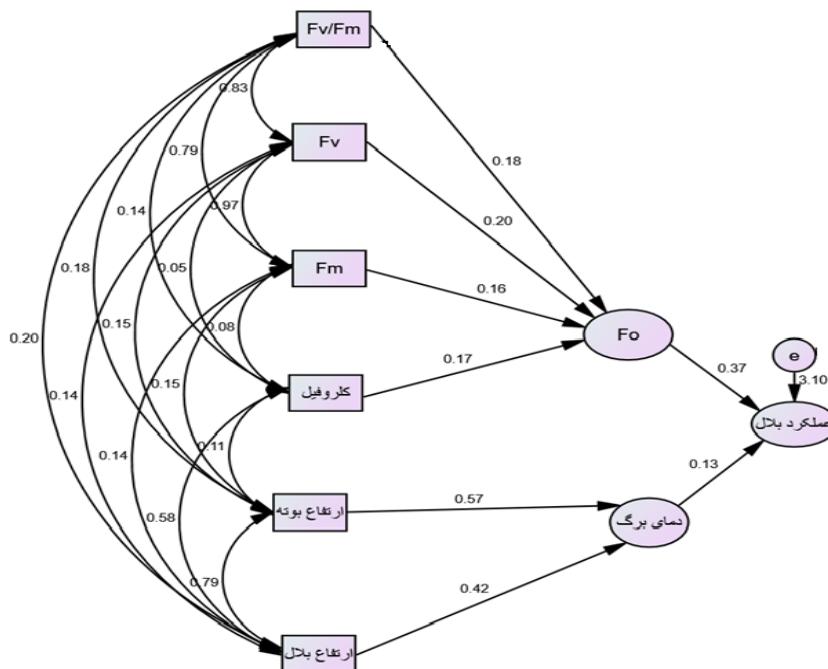


شکل ۱- همبستگی بین صفات عملکرد بلال، دمای برگ، شاخص کلروفیل و فلورسانس کلروفیل (Fo: فلورسانس حداقل، Fm: فلورسانس حداکثر، Fv: فلورسانس متغیر و Fv/Fm: حداکثر کارآئی فتوسیستم II در هیبریدهای ذرت

Figure 1. Correlation coefficients between ear yield, leaf temperature and chlorophyll fluorescence (Fo: minimum fluorescence, Fm: maximum fluorescence, Fv: variable fluorescence and Fv/Fm: maximum quantum yield of PSII) in maize hybrids

نتایج حاصل از تجزیه همبستگی بین صفات عملکرد بلال و شاخصهای مهم درگیر در سیستم فتوسنتزی هیبریدهای ذرت مورد مطالعه توسط محرم نژاد و شیری (۱۰) نشان داد که عملکرد بلال با اجزای فلورسانس کلروفیل ارتباط معنی داری نداشت. عسکر و همکاران (۲) با بررسی خصوصیات فیزیولوژیک و عملکرد هیبریدهای ذرت بیان کردند که بین اجزای فلورسانس کلروفیل همبستگی مثبت معنی دار وجود دارد اما بین عملکرد هیبریدهای ذرت با سیستم فتوسنتزی در شرایط عادی مزرعه همبستگی وجود نداشت که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد.

تجزیه همبستگی بین برخی صفات زراعی و فیزیولوژیکی در هیبریدهای امیدبخش ذرت نشان داد (شکل ۱) که بین وزن بلال با دمای برگ، شاخص کلروفیل و فلورسانس حداقل همبستگی مثبت معنی دار وجود داشت. همبستگی مثبت معنی دار بین ارتفاع بوته و ارتفاع بلال با دمای برگ و شاخص کلروفیل مشاهده شد. همچنین بین دمای برگ با فلورسانس حداقل همبستگی مثبت وجود داشت. اما بیشترین همبستگی بین کارآئی کوانتمومی فتوسیستم II بود (شکل ۱). براساس نتایج حاصل از همبستگی بین صفات چنبین بهنظر می رسد که ارتباط قوی بین عملکرد بلال با کارآئی کوانتمومی فتوسیستم II در هیبریدهای مورد مطالعه نداشت.



شکل ۲- دیاگرام تجزیه علیت صفات موثر بر عملکرد بالل در هیبریدهای ذرت (Fo: فلورسانس حداقل، Fm: فلورسانس حداکثر، Fv: فلورسانس متغیر و Fv/Fm: حداکثر کارآیی فتوسیستم II)

Figure 2. Path analysis diagram of effective traits on ear yield in maize hybrids (Fo: minimum fluorescence, Fm: maximum fluorescence and Fv/Fm: maximum quantum yield of PSII)

و تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک را به عنوان مهم‌ترین صفات موثر بر عملکرد دانه ذرت گزارش نمودند. گروه‌بندی هیبریدهای امید بخش ذرت با استفاده از تجزیه خوش‌های و نقشه دمایی صفات مورد بررسی هیبریدهای ذرت را به سه گروه مختلف تقسیم‌بندی کرد که این گروه‌ها با رنگ‌های مختلف در شکل ۳ قابل مشاهده هستند. هیبریدهای با شماره ۱، ۳، ۱۱، ۱۴، ۱۶، ۱۸، ۲۰، ۲۲ و ۳۸ با خصوصیات یکسان در یک گروه، هیبریدهای با شماره ۲۹، ۳۰، ۳۱، ۳۳، ۳۴، ۳۵ و ۳۷ با کمترین کارآیی کوانتومی فتوسیستم II در یک گروه و هیبریدهای با شماره ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۲۰، ۲۱، ۲۳، ۲۴، ۲۵، ۲۶ و ۲۷ در یک گروه دیگر قرار گرفتند، به طوریکه در این گروه هیبرید ۹ به عنوان مطلوب‌ترین هیبرید از لحاظ عملکرد بالل، کارآیی فتوسیستم II و شاخص کلروفیل بود (شکل ۳).

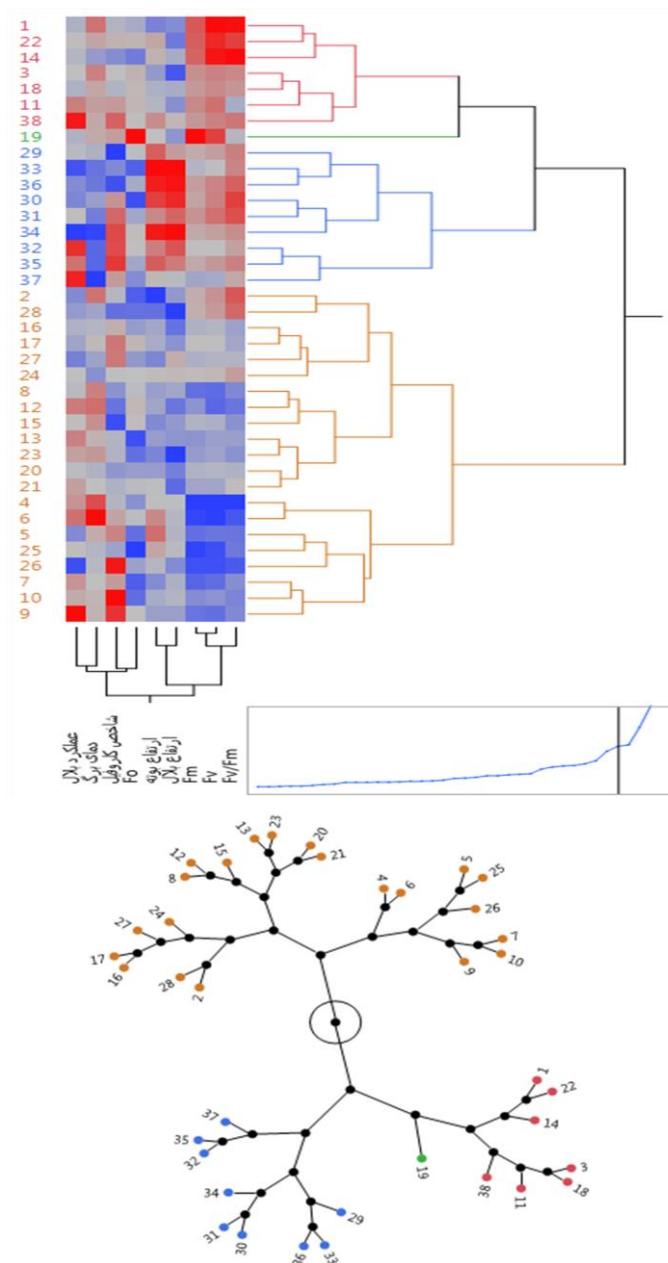
در مطالعه‌ای مبنی بر گروه‌بندی برخی هیبریدهای ذرت دانه‌ای با استفاده از تجزیه خوش‌های و نقشه دمایی صفات عملکرد و سیستم فتوسیستزی، ۱۱ هیبرید ذرت را در دو گروه تقسیم‌بندی کردند (۱۰). روزبهانی و همکاران (۱۳) با ارزیابی هیبریدهای تجاری و امید بخش ذرت در شرایط آب و هوایی استان مرکزی از لحاظ صفات زراعی و فنولوژیکی، ۱۲ هیبرید ذرت مورد مطالعه را در سه گروه مختلف تقسیم‌بندی کردند. صادقی و رتبه (۱۴) با بررسی عملکرد و اجزای عملکرد دانه ژنتیک‌های مختلف ذرت با استفاده از روش‌های آماری توصیفی و چند متغیره، نتایج حاصل از تجزیه خوش‌های براساس صفات زراعی، ۲۱ ژنتیک ذرت را در سه گروه مختلف گروه‌بندی کردند.

تجزیه رگرسیون چندگانه به روش گام به گام بین عملکرد بالل با صفات ارتفاع بوته، ارتفاع بالل، دمای برگ و سیستم کارآیی کلروفیل نشان از ارتباط معنی‌دار دو صفت فلورسانس حداقل و دمای برگ با عملکرد بالل بود و مدل آماری حاصل به صورت زیر می‌باشد:

$$\begin{aligned} R^2 = 0.58 & \quad P = 0.01 : (\text{دمای برگ}) / 26 + (\text{فلورسانس}) \\ \text{حداقل} & \quad [Y = -6.30 + 0.05] \end{aligned}$$

تجزیه علیت بین صفات مورد مطالعه در هیبریدهای ذرت نشان داد که صفات فلورسانس حداقل و دمای برگ بیشترین اثر مستقیم روی عملکرد بالل داشتند. صفات شاخص کلروفیل، فلورسانس متغیر، فلورسانس حداکثر و حداکثر کارآیی کوانتومی فتوسیستم II به طور غیر مستقیم اثر مثبت اما صفات ارتفاع بوته و ارتفاع بالل اثر منفی روی عملکرد بالل داشتند. همچنین صفات شاخص کلروفیل، فلورسانس متغیر، فلورسانس حداکثر و حداکثر کارآیی کوانتومی فتوسیستم II از طریق صفت فلورسانس حداقل و صفات ارتفاع بوته و ارتفاع بالل از طریق صفت دمای برگ روی عملکرد بالل هیبریدهای ذرت تحت تأثیر قرار دادند (شکل ۲).

محمدی و همکاران (۹) با انجام تجزیه علیت روی صفات زراعی در ۱۴ هیبرید دیررس ذرت بیان داشتند که شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک و وزن هزار دانه رابطه مستقیم و ارتفاع بوته رابطه غیر مستقیم با عملکرد دانه داشت. جلیلی و همکاران (۷) مطالعه روابط بین صفات با استفاده از تجزیه علیت صفات وزن هزار دانه، درصد چوب بالل، مساحت برگ



شکل ۳- نقشه دمایی همراه با تجزیه و تحلیل خوشای سلسه مراتبی
Figure 3. Heatmap and hierarchical cluster analysis

علیت نشان داد که فلورسانس حداقل و دمای برگ رابطه مستقیم و سایر صفات مورد ارزیابی رابطه غیرمستقیم با عملکرد بالال داشتند. نتایج حاصل از تجزیه خوشای و نقشه دمایی صفات عملکرد بالال، ارتفاع بوته، ارتفاع بالال، دمای برگ، شاخص کلروفیل و کارآیی کواتومی سیستم فتوستتری نشان داد که ارتباط بین صفات مناسب بوده و باعث تغییک ۳۸ هیبرید ذرت در سه گروه مختلف شد. بنابراین چنین به نظر می‌رسد که می‌توان از فلورسانس کلروفیل برای گزینش ژنوتیپ‌های برتر بهره‌مند شد.

نتیجه‌گیری

براساس نتایج حاصل اثر هیبرید برای صفات عملکرد بالال، ارتفاع بوته، ارتفاع بالال، دمای برگ، شاخص کلروفیل و کارآیی سیستم فتوستتری معنی دار بود و بین هیبریدها تبعه قابل توجهی وجود داشت. مقایسه میانگین بین هیبریدهای ذرت نشان داد که از لحاظ اکثر صفات مورد ارزیابی، هیبرید شماره ۹ به عنوان مطلوب‌ترین هیبرید شناسایی شد. در این مطالعه، همبستگی مثبت معنی دار بین صفات زراعی و سیستم فتوستتری مشاهده شد. تجزیه رگرسیون چندگانه و تجزیه

منابع

1. Ashraf, M. and P. Harris. 2013. Photosynthesis under stressful environments: an overview. *Photosynthetica*, 51: 163-190.
2. Askary, M., A.A. Maghsoudi Moud and V.R. Saffari. 2013. Investigation of some physiological characteristics and grain yield of corn (*Zea mays L.*) hybrids under salinity stress. *Journal of Crop Production and Processing*, 3: 93-104 (In Persian).
3. Choukan, R., K. Mostafavi, M. Taeb, M.R. Bihamta and E. Majidi Heravan. 2017. Genetic potential evaluation of Iranian corn Inbred lines using griffing diallel and AMMI model. *Journal of Plant Production Sciences*, 6: 13-24 (In Persian).
4. De Galarreta, J.R. and A. Alvarez. 2001. Morphological classification of maize landraces from northern Spain. *Journal of Genetic Resources Crop Evolution*, 48: 391-400.
5. FAO. 2019. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>.
6. Fracheboud, Y., P. Haldimann, J. Leipner and P. Stamp. 1999. Chlorophyll fluorescence as a selection tool for cold tolerance of photosynthesis in maize (*Zea mays L.*). *Journal of Experimental Botany*, 50: 1533-1540.
7. Jalili, M., V. Rashidi and M.R. Shiri. 2009. Identification of characters association with grain yield in medium maturity corn hybrids using direction analysis. *Journal of Agriculture Science*, 3(9): 27-42 (In Persian).
8. Kalaji, H., A. Oukarroum, V. Alexandrov, M. Kouzmanova, M. Brešić, M. Zivčak, I. Samborska, M. Cetner, S. Allakhverdiev and V. Goltsev. 2014. Identification of nutrient deficiency in maize and tomato plants by *in vivo* chlorophyll a fluorescence measurements. *Plant Physiology and Biochemistry*, 81: 16-25.
9. Mohammadi, S., L. Alivand, F. Farahvash, H. Hamzeh, K. Anvari and S. Arefi. 2013. Grouping of late maturing corn hybrids in relation to some agronomic traits. *Journal of Crop Ecophysiology*, 7(1): 1-16 (In Persian).
10. Moharramnejad, S. and M.R. Shiri. 2020. Study of genetic diversity in maize genotypes by ear yield and physiological traits. *Journal of Crop Breeding*, 12(35): 30-40. (In Persian).
11. Moharramnejad, S. M. Valizadeh and J. Emartpardaz 2018. Generation mean analysis in maize (*Zea mays L.*) under drought stress. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27: 1021-1032.
12. Nemati, M. and A. Asghari. 2013. Changes in chlorophyll content and fluorescence and total soluble sugars of rapeseed cultivars under osmotic stress. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 22: 167-181 (In Persian).
13. Ruzbehani, A., T. Bsaki, S. Karami and F. Azizi. 2018. Evaluation of promising forage maize hybrids under Markazi province climatic condition. *Journal of Applied Field Crops Research*, 31: 87-92 (In Persian).
14. Sadeghi, F. and J. Rotbeh. 2013. Evaluation of grain yield and yield components using descriptive and multivariate statistics. *Journal of Crop Breeding*, 8(18): 212-221 (In Persian).
15. Silva, T.N., G.V. Moro, F.V. Moro, D.M.M.D. Santos and R. Buzinaro. 2016. Correlation and path analysis of agronomic and morphological traits in maize. *Journal of Revista Ciência Agronômica*, 47: 351-357.
16. TahmasbeAli, M., A. Asghari, O. Sofalian, H. Mohammaddoust Chaman Abad and A. Rasoulzadeh. 2016. Effect of osmotic stress on some physiological characters of wheat cultivars. *Journal of Crop Breeding*, 7(19): 112-123 (In Persian).
17. Zhao, Y., M.F. Mette and J.C. Reif. 2015. Genomic selection in hybrid breeding. *Journal of Plant Breeding*, 134: 1-10.
18. Zlatev, Z. and F.C. Lidon. 2012. An overview on drought induced changes in plant growth, water relations and photosynthesis. *Emirate Journal of Food Agriculture*, 24: 57-72.

Evaluation of diversity to Selecting Best Maize Hybrids

Masoomeh Piran¹, Ali Asghari², Sajjad Moharramnejad³ and
Hamidreza Mohammaddoust Chaman Abad²

1- M.Sc. Student of Genetic and Plant Breeding, Department of Genetic and Plant Production, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

2- Professor, Department of Genetic and Plant Production, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

3- Research Assistant Professor, Crop and Horticultural Science Research Department, Ardabil Agricultural and Natural Resources and Education Center, AREEO, Moghan, Iran, (Corresponding author: sm.chakherlo@yahoo.com)

Received: April 4, 2021 Accepted: June 17, 2021

Abstract

To evaluate 38 maize hybrids, an experiment based on randomized complete block design with three replications at the Moghan Agriculture Research Station during the 2020 growing season. The results indicated that a significant difference had among maize hybrids for ear yield, plant height, ear height, leaf temperature, chlorophyll index, maximum fluorescence (Fm), variable fluorescence (Fv) and maximum quantum yield of PSII (Fv/Fm). K74/2-2-1-4-1-1-1 × K3640/3 hybrid (No. 9) with high ear yield and photosynthetic system introduced the best hybrid to comparing with other hybrids. The range of heritability was from 3% for minimum fluorescence (Fo) to 71 % for ear height. Path analysis revealed that minimum fluorescence (Fo) and leaf temperature had the highest and positive direct effects on ear yield. The cluster analysis, with ear yield, plant height, ear height, leaf temperature, chlorophyll index, and quantum yield, was classified 38 maize hybrids in three different groups, and the third group with 9 (K74/2-2-1-4-1-1-1 × K3640/3) was the most desirable.

Keywords: Chlorophyll index, Clustering, Photosynthesis, Plant height, Stepwise regression