دو فصلنامه‌ی علوم به زراعی گیاهی

دوره یازدهم، شماره اول، بهار و تابستان ۱۴۰۰

ارزیابی روابط بین صفات شیمیایی و بیوشیمیایی با عملکرد دانه ژنوتیپ‌های برنج از طریق مدل رگرسیون گام به گام در شرایط آب و هوایی شمال استان خوزستان

محمدرضا زرگران خوزانی*[۱] ، کاوه لیموچی[۲]

۱- دانشجوی دکتری اگروتکنولوژی گرایش اکولوژی گیاهان زراعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان ،ایران

۲- دکتری زراعت، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد دزفول، دانشگاه آزاد اسلامی، دزفول، ایران

مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: mr.zargarankh@gmail.com

(تاریخ دریافت:۱۰ مرداد۱۴۰۰، تاریخ پذیرش: ۲۹ مرداد ۱۴۰۰)

چکیده

این پژوهش با هدف شناسایی روابط و تأثیر گذاری مثبت و منفی صفات مرتبط با قند اندام‌ها و دوره‌های مختلف رشد، عناصر غذایی، بیوشیمی، آنزیم و هورمون به عنوان متغیر مستقل با عملکرد دانه به عنوان متغییر وابسته در ۱۲ ژنوتیپ برنج هوازی سازگار با شرایط آب و هوایی خوزستان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. درصد قند اندام‌های مختلف رویشی و زایشی در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی برگ پرچم و ریشه و در مرحله گرده افشانی ریشه، در بین عناصر غذایی نیتروژن در صفات بیوشیمیایی صفات مالون دی‌آلدئید، پروتئین، نشاسته و پرولین و در بین آنزیم و هورمون آبسیزیک اسید، کاتالاز و گایاکول توانستند به صورت معنی‌داری بر تغییرات عملکرد دانه اثر بگذارند. در این بین قند برگ پرچم در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی، نیتروژن، مالون دی-آلدئید و آبسیزیک اسید به ترتیب با رابطه منفی، مثبت، منفی و منفی بیشترین درصد تغییرات معنی‌دار در سطح یک درصد را با عملکرد دانه دارا بودند. نتایج بدست آمده می‌تواند از اهداف مهم و اصلی اصلاح ژنتیکی ارقام برنج در راستای افزایش عملکرد دانه به عنوان محصول اقتصادی و استراتژیک نهایی گیاه باشد.

واژه های کلیدی: عملکرد، دانه، قند، یون، بیوشیمی، آنزیم، هورمون، رگرسیون، چند متغیره، مدل.

مقدمه

برنج یکی از گیاهان خانواده غلات است که سهم عمده‌ایی در برنامه غذایی مردم آسیا به ویژه کشور ایران دارد. برنج پس از گندم، دومین غله مهم به شمار می‌رود (۶). اگر چه در دنیا سطح زیر کشت برنج کمتر از گندم است، اما مقدار تولید آن تقریباً با گندم برابری می‌کند. این گیاه غذای اصلی بیش از نیمی از مردم کره زمین را تشکیل داده و در بخش عظیمی از قاره آسیا بیش از ۸۰ درصد کالری و ۷۵ درصد پروتئین مصرفی مردم را تأمین می‌کند (۴). اعمال دور آبیاری برای بررسی صفات موثر در عملکرد دانه می‌تواند روش مناسبی برای تشخیص صفات موثر به صورت کلی در عملکرد دانه ژنوتیپ‌های برنج باشد (۱۰). در مناطق خشک و نیمه خشک کمبود آب به عنوان عامل اصلی کاهش رشد گیاه و عملکرد دانه به شمار می‌رود (۹ و ۲۸). تولید دانه در گیاهان یک پدیده پیچیده بوده و عوامل چندی به طور مستقیم و غیر مستقیم بر آن موثرند و عملکرد دانه برنج نیز برآیند ارتباط بسیاری از فرآیندهای حیاتی در مرحله نمو گیاهی است و هیچ فرآیندی به تنهایی کلید دسترسی به حداکثر عملکرد نیست (۲۵). در تحقیق دیگر بر روی عملکرد و برخی شاخص‌های مورفوفیزیولوژیکی نتیجه گرفتند که طول خوشه و تعداد دانه در خوشه بیشترین تأثیر را در افزایش عملکرد دانه دارند (۳۲). عملکرد هر محصول زراعی حاصل رقابت برون و درون بوته‌ای برای عوامل محیطی رشد می-باشد. حداکثر عملکرد زمانی حاصل می‌شود که این رقابت‌ها به حداقل خود رسیده و گیاه بتواند از عوامل محیطی رشد موجود، حداکثر استفاده را بنماید (۵). بر اساس مطالعت انجام شده، اجزای تأثیرگذار بر عملکرد از یکدیگر مستقل نیستند و ممکن است افزایش یک جزء با مقدار معین، موجب کاهش در اجزاء دیگر شود. پس برای دست‌یابی به یک رقم با عملکرد بالا باید تمامی اجزاء دخیل در عملکرد به طور مناسبی در نظر گرفته شود (۱۵). به اعتقاد رحمانی و همکاران (۱۹۹۸) اولین شرط جهت افزایش عملکرد، افزایش تولید ماده خشک در واحد سطح می‌باشد. هر چند هنوز مشخص نشده تأثیر تولید ماده خشک قبل از گلدهی می‌تواند باعث کاهش اختصاص مواد، به خصوص مواد دوباره انتقال یافته از سایر اجزاء به دانه و به دنبال آن کاهش عملکرد دانه گردد.

برگ نیز به عنوان اندام فتوسنتز کننده، نقشی انکار ناپذیر در تولید ماده توسط تمامی گونه‌های گیاهی از جمله برنج برنج ایفا می‌کند (۱۳). یانگ و همکاران (۲۰۰۲)، در مطالعه عملکرد دانه و اختصاص آسیمیلات‌ها به دانه در برنج هیبرید ژاپونیکا/ایندیکوم گزارش کردند که در این هیبریدها سطح برگ بالا در طول دوره پر شدن دانه، نقش بسیار مهمی در مقدار فتوسنتز و به دنبال آن تولید ماده خشک دارد. هورتون (۲۰۰۰) نیز معتقد است که برای معرفی ارقام با عملکرد بالا در آینده ممکن است افزایش سطح برگ مدنظر گرفته شود. عملکرد دانه و اجزاء عملکرد گیاه برنج با دیگر خصوصیات مرفولوژیک یک گیاه از جمله تعداد پنجه، ارتفاع بوته، برگ، میزان کلروفیل و سطح برگ پرچم در ارتباط است (۱).

همچنین سایر محققان (۳۹) در بررسی‌های خود به نقش آبسیزیک اسید بر کاهش اثرات منفی تنش‌زای پیرامون گیاه تأکید کرده و اعلام نمودند سنتز این هومون در شرایط ایجاد تنش باعث سازگاری بیشتر گیاهان بواسطه تنظیم فیزیکوشیمیایی رشد و نمو گیاهان بویژه غلات می‌شود. افزایش فعالیت آنزیم‌هایی چون پرکسیداز، کاتالاز و سوپراکسید دیسموتاز جهت تنظیم واکنش‌های فیزیکوشیمیایی و سازگاری گیاه برنج بسیار مطلوب می‌باشد (۱۷). در مورد تعداد پنجه یاداو و همکاران (۱۹۸۸) بین تعداد پنجه و عملکرد دانه رابطه مثبتی گزارش کردند.

ژانک و همکاران (۲۰۰۳)، نیز به رابطه مثبت تعداد خوشه و تعداد دانه در گیاه و عملکرد دانه برنج با قدرت پنجه‌دهی پی‌بردند. از طرف دیگر گرووس و هلمس (۱۹۹۲)، رابطه منفی بین تعداد پنجه با طول بوته را دلیل عملکرد بالاتر ارقام با قدر پنجه‌زنی بالا توصیف کردند. یاموچیا (۱۹۹۴)، پیشنهاد کرد که در اصلاح و معرفی ارقام جدید افزایش قدرت پنجه‌زنی مد نظر قرار گیرد. به اعتقاد نصیری و همکاران (۱۳۸۱) و یاداو و همکاران (۱۹۸۸)، ارتفاع بوته نیز از صفات تأثیرگذار بر عملکرد دانه محسوب می‌شود به طوری که با افزایش ارتفاع از میزان عملکرد کاسته می‌شود.

گنت (۱۹۹۵)، اظهار کردند که برای معرفی ارقام جدید با کمیت و کیفیت بالا، دارا بودن زودرسی و پاکوتاهی می‌تواند به عنوان یک استراتژی مطرح باشد. با این حال مطالعات مهدوی (۱۳۸۳) نشان می‌دهد که بالاترین عملکرد به پابلندترین رقم مربوط می‌شود و ارقام پاکوتاه، به دلیل تولید پنجه‌های نابارور و سطح برگ بالا و سایه‌اندازی بیشتر، دچار کاهش فتووسنتز و تولید دانه می‌شوند. صفات مورفولوژیک به سادگی و با دقت زیاد قابل اندازه‌گیری بوده و توارث پذیری نسبتاً بالایی دارند، پس انتخاب بر اساس این صفات راه مطمئن و سریعی برای غربال جوامع گیاهی و بهبود عملکرد می‌باشد (۸ و ۳۷). از طرفی کنترل بهتر اثرات محیط طی برنامه‌های اصلاحی می‌تواند برای بهبود عملکرد از طریق انتخاب غیر مستقیم برای صفاتی که همبستگی خوبی با عملکرد داشته و کمتر به تغییرات محیط حساس هستند صورت گیرد (۱۹). با کمک تجزیه رگرسیون گام به گام می‌توان اثر صفات غیر مؤثر یا کم تأثیر را در مدل رگرسیونی بر روی عملکرد حذف نموده و تنها صفاتی را که میزان قابل ملاحظه‌ای از تغییرات عملکرد را توجیه می‌کنند مورد بررسی قرار داد (۲۱). بنابراین، بررسی دقیق‌تر روابط بین صفات با عملکرد دانه به منظور تعیین بهترین شاخص‌های انتخاب غیر مستقیم به کمک تجزیه و تحلیل رگرسیون امری ضروری به نظر می‌رسد (۳۰). با استفاده از تجزیه و تحلیل رگرسیون، روابط مثبت و معنی‌دار بین عملکرد دانه با صفات مورفوفیزیولوژیکی را می‌توان در گیاه مشاهده نمود (۱۴). برادران و همکاران (۱۳۸۶) نیز طی بررسی تعیین صفات مطلوب و تأثیر گذار بر کلزا گزارش کردند جهت تعیین صفات موثر بر افزایش عملکرد رگرسیون گام به گام یکی از بهترین روش‌ها برای شناسایی صفات تأثیر گذار جهت تحقیقات بیشتر برای بالابردن عملکرد می‌باشد.

از آن‌جایی که در رگرسیون چند متغیره برهمکنش در بین متغیرها وجود دارد، ممکن است یک متغیر در کنار برخی از متغیرها معنی‌دار نباشد. به همین علت لازم است متغیرهای مهمی را که تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دارند، انتخاب کنیم. برای حذف متغیرهای کم اهمیت در مدل و تصمیم‌گیری برای تشکیل مدل نهایی، روش‌های مختلفی وجود دارد که یکی از آن‌ها روش گام به گام است. در رگرسیون گام به گام می‌تواند طی مراحلی نسبت به حذف یا افزودن متغیرها برای انتخاب مدل نهایی اقدام نمود (۲).

هدف از این تحقیق، بررسی روابط بین صفات مختلف با عملکرد دانه و تعیین بهترین شاخص‌های انتخابی در زمینه بهبود ژنتیکی این صفات در گیاه برنج با استفاده از روابط رگرسیونی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش با هدف تعیین صفات موثر بر تغییرات عملکرد دانه با سه تکرار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی به روش خشکه‌کاری در کرت‌های ۳×۴ متری به مدت دو سال (۱۳۹۳ و ۱۳۹۴) در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی شاوور وابسته به مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی ایران در منطقه خوزستان که در ۷۰ کیلومتری شمال اهواز حدفاصل دو رودخانه کرخه و کارون با عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۵۰ دقیقه و

طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۸ دقیقه و ارتفاع ۳۳ متر از سطح دریا واقع شده است، اجرا گردید. مشخصات مشخصات فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه در جدول شماره ۱ نشان داده شده است. ۱۲ ژنوتیپ برنج هوازی مورد آزمایش شامل وندانا، IR 78908-193-B-3-B، IR 81429-B-31، IR 78875-176-B-1-B، IR 79971-B-202-2-4، IR 80508-B-194-4-B، IR 80508-B-194-3-B، IR 79907-B-493-3-1، IR 81025-B-347-3، IR 81025-B-327-3، ندا و طارم بودند. بذر خشک هریک از ژنوتیپ‌ها پس از تهیه زمین توسط بذرکار همدانی در ردیف‌های ۲۰ سانتی‌متری برای کشت آماده شد و سپس رژیم‌های آبیاری از اواسط پنجه‌زنی اعمال شد. کرت-ها با آبی که توسط پمپ تأمین و کنترل می‌گردد تا ارتفاع پنج سانتی‌متر آبیاری می‌شوند و پس از آن آبیاری متوقف می‌گردد. برخی پارامترهای هواشناسی در جدول شماره ۲ آورده شده است. برای تأمین عناصر غذایی؛ نیتروژن از منبع اوره به میزان ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار به صورت ۲۵٪ پایه (۲۵-۲۰ روز پس از سبز شدن) و ۷۵٪ باقیمانده در سه تقسیط ۲۵٪ به عنوان سرک‌های اوّل تا سوم به ترتیب در ابتدای شکل‌گیری جوانه اولیه خوشه (۴۰- ۳۵ روز پس از مصرف کود پایه) ابتدای آبستنی (۳۰-۳۵ روز پس از سرک اوّل) و زمان ظهور ۵۰٪ خوشه استفاده شد. کود فسفره به مقدار ۵۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سوپرفسفات تریپل، کود پتاسه به میزان ۱۰۰ و عنصر روی به مقدار ۴۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سولفات به صورت خاک کاربرد مصرف شدند. کنترل علف‌های هرز به صورت تلفیقی شامل وجین و مصرف سم توفوردی به میزان ۱/۵-۲ لیتر در هکتار (۴۰- ۳۵ روز پس از سبز شدن) انجام گردید.

جهت اندازه‌گیری عناصر معدنی، در مرحله ۵۰ درصد گلدهی، نمونه برداری صورت گرفته است. از تیمار نمونه برگ از برگ‌های کاملاً توسعه یافته، تهیه شد. برگ‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه ابتدا با آب مقطر شستشو و در آورن به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۷۰ درجه سلسیوس خشک شدند. پس از آماده‌سازی نمونه‌ها، اندازه‌گیری غلظت پتاسیم با دستگاه فلیم فتومتر مدل Corning-405 و اندازه‌گیری غلظت کلسیم با دستگاه جذب اتمی مدل Warian-220 انجام و محاسبات بر اساس وزن خشک صورت گرفت. برای اندازه‌گیری نیتروژن عصاره عصارهٔ نمونه‌ها به روش هضم توسط اسید سولفوریک، اسید سالیسیلیک، آب اکسیژنه و سلنیم تهیه گردید. سپس مقدار نیتروژن موجود در عصارهٔ تهیه شده با استفاده از دستگاه کجلدان تک اتوآنالیزر تعیین گردید. میزان فسفر نیز عصارهٔ نمونه‌ها توسط هضم به روش سوزاندن خشک و ترکیب با اسید کلریدریک تهیه گردید. سپس با میزان فسفر با استفاده از روش رنگ سنجی (رنگ زرد مولیبدات وانادات) و با کمک دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۷۰ نانومتر اندازه‌گیری شد.

استخراج و اندازه‌گیری فعالیت آنزیم پراکسیداز (POX): برای استخراج پراکسیداز محلول ۲۰۰ میلی گرم توده سلولی منجمد شده در ۳ میلی لیتر بافر فسفات سدیم ۲۵میلی متر (pH ۶/۸) در هاون سرد شده و به وسیله ازت مایع تا همگن شدن نمونه‌ها سائیده شد، سپس نمونه‌ها سانتریفوژ (۱۲۰۰۰ rpm، به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی گراد) شدند. مخلوط واکنش شامل بافر فسفات سدیم ۲۵ mM (pH ۶/۱)، گایاکول ۲۸میلی متر، هیدروژن پراکسید ۵میلی متر و عصاره آنزیمی بود. جذب نمونه‌ها در طول زمان یک دقیقه در طول موج ۴۷۰ نانومتر قرائت گردید. فعالیت آنزیم به صورت پراکسیداسیون ۱ µM از گایاکول در دقیقه در میلی‌گرم پروتئین سلول بیان گردید (OD بر دقیقه بر میلی‌گرم پروتئین).

استخراج و اندازه‌گیری فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز (GPX): برای سنجش ابتدا به میزان ۱/۹ میلی‌لیتر بافر فسفات‌پتاسیم با pH برابر ۶/۸، ۱۰ میلی‌مولار گایاکول (۴۰ میکرولیتر)، ۲۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی و ۴۰ میکرولیتر آب‌اکسیژنه ۲۰ میلی‌مولار اضافه شد. فعالیت آنزیمی با افزودن آب‌اکسیژنه به مخلوط واکنش شروع

شد. محلول شاهد دارای ۱/۹۲ میلی‌لیتر بافر فسفات‌پتاسیم ۵۰ میلی‌مولار با pH برابر ۶/۸ و ۴۰ میکرولیتر گایاکول ۱۰ میلی‌مولار و ۴۰ میکرولیتر آب اکسیژنه ۲۰ میلی‌مولار بود. افزایش جذب نور در طول موج ۴۷۰ نانومتر ما بین زمان‌های صفر و ۶۰ ثانیه بعد از اضافه کردن آب اکسیژنه اندازه گیری شد و برای محاسبه فعالیت آنزیم (OD بر دقیقه بر میلی‌گرم پروتئین) به کار رفت.

استخراج و اندازه‌گیری فعالیت آنزیم کاتالاز (CAT): مقدار ۲۰۰ میلی گرم از توده سلولی منجمد شده در ۳ میلی لیتر بافر فسفات سدیم ۲۵میلی متر (pH ۶/۸) عصاره‌گیری و مخلوط اخیر در ۱۲۰۰۰ rpm، به مدت ۳۰ دقیقه در دمای۴ درجه سانتی گراد سانتریفوژ گردید. از محلول رویی شناور برای سنجش فعالیت آنزیمی استفاده شد. سپس مخلوط واکنش شامل بافر فسفات سدیم ۲۵میلی متر (pH ۶/۱)، هیدروژن پراکسید (H_2O_2) ۱۰میلی متر و عصاره آنزیمی تهیه گردید. فعالیت کاتالاز با توجه به روند تجزیه H_2O_2 و در نتیجه کاهش جذب، در طول موج ۲۴۰ nm سنجیده و به ازای میلی‌گرم پروتئین عصاره آنزیمی محاسبه شد. کلیه مراحل استخراج آنزیمی روی یخ انجام گرفت.

استخراج و اندازه‌گیری فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز (SOD): جهت استخراج آنزیم های سوپر اکسید دسموتاز (SOD) ۰/۵ گرم برگ، همراه با ۵ میلی لیتر بافر سرد شده در یک هاون چینی از قبل سرد شده و مستقر در یک ظرف یخ سائیده شد. بافر مورد استفاده شامل فسفات پتاسیم ۰/۱ مول با pH= ۷/۵ که دارای ۰/۵ میلی مول EDTA است، می‌باشد. مخلوط به وسیله صافی عبور و عصاره حاصل در سانتریفوژ ۱۵۰۰۰ دور (مدل Eppendorf) به مدت ۱۵ دقیقه قرار داده شد. ماده شفاف بالائی به عنوان عصاره آنزیم تلقی می گردد. فعالیت سوپر اکسید دسموتاز مطابق با روش سایرام و همکاران مورد سنجش قرار گرفت. ۳میلی لیتر مخلوط واکنش شامل۱۳ میلی مول میتیونین ،۲۵ میکرومول نیترو بلوتترازولیوم (NBT)، ۰/۱ میلی مول EDTA ،۵۰ میلی‌مول فسفات بافر (pH=۷/۸)، ۵۰ میلی مول سدیم بی‌کربنات و ۰/۱ میلی‌لیتر از عصاره آنزیم است. با اضافه نمودن ۲ میکرومول ریبوفلاوین و قرار دادن لوله‌ها زیر نور لامپ فلورسانس ۱۵ وات در فاصله ۳۰ سانتی‌متری و به مدت ۱۵ دقیقه واکنش آنزیم SOD آغاز می‌گردد. پس از ۱۵ دقیقه، لوله‌ها را با فویل آلومینیومی پوشانده و لامپها خاموش شد. لوله شاهد که فاقد آنزیم است بیشترین رنگ را ایجاد می کند. اعداد جذب نوری نمونه‌ها در طول موج ۵۶۰ نانومتر ثبت گردید. قابل ذکر است که یک واحد از فعالیت آنزیمی به عنوان میزانی از آنزیم است که موجب می‌گردد ، مقدار جذب نمونه‌ها در طول موج ذکر شده به ۵۰٪ در مقایسه با نمونه شاهد کاهش یابد. سپس میزان فعالیت آنزیم بر حسب یک واحد در دقیقه به ازای میلی‌گرم پروتئین محاسبه گردید.

هورمون ABA: برای استخراج ABA بافت برگ در هر مرحله از نمونه‌برداری دو گیاه از هر تکرار برداشته و پس از تفکیک برگ پرچم و توزین، آماده برای استخراج ABA شدند. برای این منظور دو تا پنج گرم نمونه تر برگ از هر ژنوتیپ انتخاب و بلافاصله توسط ازت مایع منجمد و سپس پودر شدند. نمونه‌های آسیاب شده در ۲۰ میلی‌لیتر محلول حاوی متانول، اتیل استات و اسید استیک به ترتیب با نسبت‌های (۵۰: ۵۰: ۱) که به آن ۲۰ میلی‌گرم BHT (Butylated hydroxy toluene) بعنوان آنتی اکسیدان اضافه شده بود حل شدند و یک محلول هموژن ایجاد شد. محلول حاصل توسط کاغذ واتمن شماره ۱ صاف و سپس حجم نهایی محلول به ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد. به منظور حذف حلال، محلول نهایی داخل بالن روتاری در شرایط خلاء و دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفن. پس از حذف حلال، ۱۰ میلی‌لیتر فسفات هیدروژن پتاسیم ۵۰۰ میلی مولار pH برابر ۸ به باقیمانده اضافه و سپس محلول توسط کاغذ صافی مجدداً صاف شد. pH محلول بدست آمده با استفاده از اسید فسفریک ۱۰ درصد به ۲/۵ رسانده شد. در ادامه ۱۰ میلی‌لیتر اتیل استات به محلول آخری اضافه شد.

برای جداسازی اتیل استات حاوی ABA و محلول فسفات هیدروژن پتاسیم از قیف دکانتور استفاده شد و برای آبگیری از محلول اتیل استات حاوی ABA، سولفات سدیم بکار رفت. اتیل استات به فاصله چند ساعت در هوای آزاد تبخیر می‌شود. پس از تبخیر اتیل استات، ۵ میلی‌لیتر متیل کلراید به عصاره خشک باقیمانده اضافه و نمونه‌ها بمدت ۲۴ ساعت برای تبخیر متیل کلراید زیر هود نگاه داشته شدند. پس از تبخیر متیل کلراید ۳۰۰ میکرولیتر محلول متانول حاوی ۱ درصد اسید استیک به عصاره خشک باقیمانده اضافه و محلول حاصل توسط صافی میلی‌پور مجدداً صاف شد و محلول نهایی برای تعیین غلظت ABA مورد استفاده قرار گرفت.

برای تعیین غلظت ABA نمونه‌ها از ستون HPLC (۱۵×۴/۶cm) با فاصله زمانی ۴ تا ۵ دقیقه مطابق ABA استاندارد استفاده شد. فاز ثابت ستون از استونیتریل، آب و اسید فرمیک بترتیب با نسبت‌های حجمی ۲۵: ۷۴/۹: ۰/۱۰ تشکیل شد. در هر بار اندازه‌گیری مقدر ۸۰ میکرولیتر محلول تزریق و سپس سطح منحنی تعیین و از طریق روابط موجود (منحنی استاندارد) غلظت نمونه‌ها تعیین شد.برای اندازه گیری آنزیم‌ها ابتدا می‌بایست پرتئین اندازه گیری شود سپس مقدار آنزیم بر اساس پرتئین گرفته می‌شود. میزان پروتئین محلول به روش زیر اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری پروتئین با استفاده از کیت پروتئین کل محصول شرکت پارس آزمون، تهران (ایران) انجام شد که در این روش پیوندهای پپتیدی در محیط قلیایی با یون‌های مس دو ظرفیتی تشکیل یک کمپلکس آبی‌ارغوانی رنگ می‌دهد. شدت رنگ متناسب با مقدار پروتئین در نمونه می‌باشد. برای اندازه‌گیری پروتئین ۲۰ میکرولیتر عصاره و ۱۰۰۰ میکرولیتر از محلول‌های آماده ۱ و ۲ مخلوط شد، پس از مخلوط کردن نمونه‌ها به مدت ۵ دقیقه در حمام بن ماری (مدل 54 UM) ساخت شرکت پارس آزما ایران با دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری گردید. میزان جذب نور در طول موج ۵۴۶ نانومتر توسط اسپکتوفتومتر اندازه‌گیری شد. برای تهیه منحنی استاندارد، از استاندارد پروتئین در کیت استفاده شده و پس از تهیه منحنی استاندارد، معادله زیر تعیین گردید.

$$Y=0.014X+0.0108$$

Y: عددقرائت شده ازاسپکتروفتومتر،X: مقدارپروتئین برحسب میلی‌گرم در میلی‌لیتر

مقدار پروتئین برحسب میلی گرم درمیلی لیتر(X) دررابطه زیر قرار داده تا غلظت پروتئین بر حسب میکرو گرم در گرم وزن خشک به دست آید.

$$C\ (\mu g.g^{-1}) = X\times\frac{V}{M}$$

V: حجم عصاره (میلی‌لیتر)، M: وزن نمونه مورد استفاده برای تهیه عصاره (گرم)

با رسیدن ۸۵ درصد دانه‌ها در خوشه برداشت از مساحت ۱/۵ متر مربع از میانه هر کرت با حذف حاشیه‌ها به منظور اندازه‌گیری عملکرد دانه با رطوبت ۱۴ درصد انجام شد.

جدول ۱- مشخصات خاک مزرعه تحقیقاتی

عمق خاک (Cm)	pH	EC	N (ppm)	P (mg/Kg)	K (ppm)	عناصر ریز مغذی (ppm)				بافت خاک
						Cu	Zn	Mn	Fe	
۰-۳۰	۷/۳	۲/۵	۰/۰۹	۱۱	۲۲۱	۳/۱	۲/۵	۳/۵	۱۵/۲	لومی-رسی

جدول ۲- میانگین حداقل و حداکثر درجه حرارت ماهیانه (کاشت تا برداشت) طی سال‌های زراعی ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی شاوور

ماه	(۱۹۹۳)		(۱۹۹۴)	
	میانگین حداقل (درجه سانتی‌گراد)	میانگین حداکثر (درجه سانتی‌گراد)	میانگین حداقل (درجه سانتی‌گراد)	میانگین حداکثر (درجه سانتی‌گراد)
خرداد	۲۶	۴۴	۲۶/۶	۴۶/۲
تیر	۲۷/۸	۴۶/۷	۲۷/۸	۴۵/۷
مرداد	۲۷/۸	۴۶/۵	۲۹/۱	۴۷/۵
شهریور	۲۵/۲	۴۴/۵	۲۷/۴	۴۴/۶
مهر	۲۱	۳۸	۲۲/۲	۳۹/۵
آبان	۱۲/۷	۲۹	۱۵/۸	۲۷/۸
میانگین	۲۳/۴۲	۴۱/۴۵	۲۴/۸۲	۴۱/۸۸

کلیه داده‌های حاصل از آزمایش پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها، با استفاده از نرم‌افزارهای آماری SPSS مورد تجزیه رگرسیون گام به گام قرار گرفتند.

نتایج و بحث

در بین عناصر غذایی مورد بررسی نیتروژن با رابطه مثبت و معنی‌داری که بر عملکرد دانه داشت به عنوان تنها صفتی بود که توانست بر روند تغییرات عملکرد دانه اثر بگذارد. افزایش سطح برگ و کلروفیل که خود منجر به افزایش تولید مواد فتوسنتزی می‌شود از یک طرف و افزایش پروتئین از سوی دیگر می‌تواند از اثرات مستقیم و غیر مستقیم افزایش عملکردی این صفت باشد. نتایج بدست آمده با سایر بررسی‌های صورت گرفته (۱۶) در مورد رابطه مثبت و معنی‌دار نیتروژن به عنوان متغییر مستقل با عملکرد دانه به عنوان متغییر وابسته پیرامون اظهارات اخیر کاملاً مطابقت دارد (جدول ۳).

جدول ۳- نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام بین عناصر غذایی و عملکرد دانه براساس تمام داده‌ها

مدل	Partial R^2	Model R^2
$Y=۱۱۸۸/۳۵۵^{**}+۳۰/۷۱۲^{*}X_۱$	۰/۱۶	۰/۱۶۷

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار بودن و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

$X_۱$=نیتروژن

مشاهدات حاصل از بررسی رگرسیون گام به گام مبنی بر تأثیر قند اندام‌ها و قسمت‌های مختلف گیاه بر عملکرد دانه نشان داد قند برگ پرچم در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی به دلیل تجمع قند در این اندام به جای دانه، ریشه در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی به دلیل نقش ذخیره‌ایی و ریشه در مرحله گرده افشانی به دلیل نیاز به قند مخزن اصلی گیاه در این مرحله از رشد به ترتیب دارای رابطه معنی‌دار مستقیم، معکوس و مستقیمی با عملکرد دانه بودند و نشان از اهمیت اندام‌ها و مراحل رشدی مزبور در افزایش عملکرد دانه دارد. بهترین و مناسب ترین ضریب تعیین را R^2=۰/۲۰۷ داشت که نشان دهنده نزدیکی برازش خط به بیشترین داده‌ها است و می‌توان با دقت بیشتری برآورد تغییرات عملکرد دانه را در این مدل تفسیر نمود. با این وجود شیب و سهم نسبی از تغییرات مربوط به هر یک از متغییرهای مستقل که شامل قند اندام‌ها و مراحل مختل رشدی گیاه است متفاوت بود به گونه‌ای که قند برگ پرچم با شدت بسیار بیشتری بر تغییرات عملکرد دانه

نسبت به سایر اندام‌ها اثر گذاشته و به تنهایی ۰/۱۷۲ از ۰/۲۰۷ تغییرات کلی را به خود اختصاص داده بود و نشان از اهمیت این اندام به لحاظ نزدیکی بیشتر به مخزن اصلی گیاه در راستای افزایش راندمان تولید و انتقالی مواد فتوسنتزی بود و لزوم اهمیت اصلاحی بیشتر را می‌طلبد. نتایج بدست آمده با دیگر محققان (۲۷ و ۳۱) مبنی بر اثر زیان‌بار تجمع قند در اندام‌های گفته شده با رابطه منفی به جهت اختلال در روند جذب و تجمع عناصر غذایی در مخزن اصلی که باعث کاهش عملکرد دانه می‌گردد مطابقت دارد (جدول ۴).

جدول ۴- نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام بین قند اندام‌های گیاه، مراحل مختلف رشد و عملکرد دانه براساس تمام داده‌ها

مدل	Partial R^2	Model R^2
$Y=۵۶۹۱/۳۳۷^{**}-۲۷/۶۸۶^{**}X۱$	۰/۱۷۲	۰/۱۷۲
$Y=۵۵۴۷/۲۱۲^{**}-۳۱/۷۰۵^{**}X۱۵+۱/۸۴۵^{**}X۲$	۰/۱۷۲+۰/۰۲۴	۰/۱۹۶
$Y=۵۸۰۷/۰۹۵^{**}-۳۴/۱۸۱^{**}X۳۳+۱/۱۶۵^{**}X۱۰-۲/۷۸۱^{*}X۳$	۰/۱۷۲+۰/۰۲۴+۰/۰۱۱	۰/۲۰۷

^{ns}، * و **: به ترتیب غیرمعنی دار بودن و معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

$X_۱$= قند برگ پرچم در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی

$X_۲$= قند ریشه در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی

$X_۳$= قند ریشه در مرحله گرده افشانی

برازش حاصل نتایج رگرسیون گام به گام بین صفات بیوشیمیایی از یک طرف به عنوان متغیر مستقل و عملکرد دانه از طرف دیگر به عنوان متغیر وابسته نشان داد بهترین مدل با بالاترین ضریب تعیین مدل R^2=۰/۲۶۰ است زیر توانسته خط رگرسیون را با کمترین فاصله ممکن از نقاط عبور دهد بهترین برآورد عملکردی را داشته باشد. این مدل نشان می‌دهد که مالون دی‌آلدئید با بیشترین ضریب تأثیر و پس از آن به ترتیب شدت تأثیر پذیری بر عملکرد دانه پروتئین، نشاسته و پولین توانستند بر روند تغییرات عملکرد دانه تأثیر بگذارند که از این بین فقط پروتین توانسته تأثیر افزایشی و مثبتی به لحاظ رابطه مستقیم و نقش موثری که در افزایش پر شدن دانه و کاهش عقیمی دانه دارا می‌باشد داشته باشد حال دیگر صفات که در واقع صفات تنشی هستند نقش مخرب و منفی بلحاظ تخصیص مواد تولیدی گیاه به سازگاری مطلوب به جای افزایش عملکردی دانه دارا بودند که از بین آنها مالون د آدهید با ضریب تأثیر ۰/۱۷۳ بیشترین تأثیر منفی را به لحاظ تخصیص بیشتر مواد پرورده گیاه به ترمیم بافت‌های سلولی بویژهی غشاءهای سلولی به جای مخزن اصلی گیاه با حفظ بقای گیاه گرچه مانع از نابودی کمل گیاه شد ولی سبب کاهش افزایش کمی و کیفی عملکرد دانه گیاه برنج گردیده است و به همین لحاظ بیشترین تأثیر منفی را بر روند تغییرات عملکرد دانه دارد. نتایج بدست آمده با سایر بررسی‌های (۸ و ۲۰) انجام شده مبنی بر رابطه مثبت و منفی صفات مزبور با عملکرد دانه مطابق آنچه گفته شد در یک راستا قرار داشت (جدول ۵).

جدول ۵- نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام بین صفات بیوشیمیایی و عملکرد دانه براساس تمام داده‌ها

مدل	Partial R^2	Model R^2
$Y=۵۲۳۱/۷۴۰^{**}-۲۵/۷۹۴^{**}X۱$	۰/۱۷۳	۰/۱۷۳
$Y=۴۳۸۲/۸۵۳^{**}-۲۳/۱۷۴^{**}X۴۵+۱/۲۱۳^{**}X۲$	۰/۱۷۳+۰/۰۴۴	۰/۲۱۷
$Y=۵۳۲۶/۰۴۷^{**}-۲۵/۳۸۰^{**}X۶۱+۱/۰۵۹^{**}X۴-۲/۶۳۶^{**}X۳$	۰/۱۷۳+۰/۰۴۴+۰/۰۳۵	۰/۲۵۲
$-۱۹/۷۰۶^{**}X۵۴+۱/۵۷۸^{**}X۴-۲/۹۱۶^{**}X۳۰-۳/۷۹۵^{*}X۴$ $Y=۶۰۵۱/۸۹۹^{**}$	۰/۱۷۳+۰/۰۴۴+۰/۰۳۵+۰/۰۰۸	۰/۰۲۶

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار بودن و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

$X_۱$=مالون دی‌آلدئید

$X_۲$= پروتئین

$X_۳$= نشاسته

$X_۴$=پرولین

نتایج حاصل از بررسی رگرسیون چند متغییره نشان داد هورمون آبسیزیک اسید در درجه اول و پس از آن آنزیم‌های کاتالاز و گایاکول در درجه دوم و سوم تأثیر معنی‌داری بر روند تغییرات عملکرد دانه داشتند. ضریب تعیین R^2=۰/۱۳۹ بهترین برازش را به لحاظ فاصله کم خط رگرسیون از داده‌های مورد آزمایش دارا بود. هورمون آبسیزیک اسید به دلیل نقش منفی که در تولید مواد فتوسنتزی با فرایندهای سازگاری نظیر بستن روزنه و کاهش تبادلات گازی و درنتیجه فتوسنتز دارا رابطه منفی با عملکرد دانه بود. پس از آن کاتالاز که یک آنزیم تنشی است نیز جهت افزایش سازگاری گیاه با شرایط پیرامون سبب صرف تبادلات آسیمیلات‌ها به سازوکار سازگاری به جای افزایش کمی و کیفی دانه رابطه منفی با عملکرد دانه داشت. ولی گایاکول به دلیل نقش تنظیمی آنزیم‌های درگیر در فرایند فتوسنتز سبب افزایش کمی و کیفی وزن دانه و در نتیجه افزایش وزن دانه می‌شود که رابطه مثبت آن با عملکرد دانه نیز نشان دهنده تأثیر مثبت این آنزیم در افزایش عملکرد دانه می‌باشد. در نتایج مشابهی (۱۸ و ۳۳) تأثیر معنی‌داری هورمون آبسیزیک اسد و آنزیم‌های مزبور بر عملکرد دانه، مطابق اظهارات گذشته را گزارش کردند (جدول ۶).

جدول ۶- نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام بین آنزیم، هورمون و عملکرد دانه براساس تمام داده‌ها

مدل	Partial R^2	Model R^2
$Y=۵۱۶۴/۱۴۰^{**}-۵۸/۹۰۶^{**}X۱$	۰/۱۰۶	۰/۱۰۶
$Y=۵۳۵۳/۳۰۵^{**}-۴۳/۳۷۴^{**}X۷۹-۱/۹۴۹^{*}X۲$	۰/۱۰۶+۰/۰۱۳	۰/۱۱۹
$Y=۵۰۲۵/۳۹-۹۲۵/۶۶۷^{**}X۱۴۷-۱/۲۴۶^{**}X۱۰۲۳+۲/۰۱۱^{**}X۳$	۰/۱۰۶+۰/۰۱۳+۰/۰۲	۰/۱۳۹

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار بودن و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

$X_۱$=هورمون آبسیزیک اسید

$X_۲$= کاتالاز

$X_۳$= گایاکول

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از برازش رگرسیون چند متغیره گام به گام نشان داد در بین عناصر غذای نیتروژن تنهاترین و بیشترین اثر را بر عملکرد دانه داشت. در بین اندام‌ها و مراحل مختلف رشد گیاه برنج قند برگ پرچم در مرحله

رسیدگی فیزیولوژیکی بیشترین و پس از آن قند ریشه در مراحل رسیدگی فیزیولوژیکی و گرده افشانی بر روند تغییرات عملکرد دانه موثر بودند. در بین صفات بیوشیمیایی مالون دی آلدئید با رابطه منفی بیشترین و پس از آن پروتئین و نشاسته و پرولین تأثیر معنی‌داری بر تغییرات عملکرد دانه داشتند. با بررسی صفات هورمونی و انزیمی نیز مشاهده شد هورمون آبسیزیک اسید در درجه اول و پس از کاتلاز و گایاکون تأثیر معنی‌داری بر روند تغییرات عملکرد دانه داشتند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت صفات مزبور از با اهمیت‌ترین صفات بویژه جهت فرایندهای به‌نژادی و اصلاحی با حفظ مدیریت مطلوب زراعی می‌باشند و لزوم توجه به مراتب بیشتری در تحقیقات زراعی را می‌طلبند.

منابع

۱- اکبری ، غ ، صالحی زرخونی ، ر.ا ، یوسفی راد ، م. ، نصیری ، م. ، متقی ، س .۱۳۸۶.ارزیابی برخی ویژگی های ریخت شناسی موثر بر عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ های برنج ، مجله علوم کشاورزی. ۳ (۲): ۱۳۰-۱۳۷

۲- امیری س، نورمحمدی س، جعفری ع. ا، و چوگان ر. ۱۳۸۸. تجزیه و تحلیل همبستگی، رگرسیون و علیت برای عملکرد دانه و اجزای آن در هیبریدهای زودرس ذرت دانه‌ای. مجله پژوهش‌های تولید گیاهی. ۱۶(۲): ۹۹-۱۱۲.

۳- برادران ، ر. ، مجیدی ، ا. ، درویش ، ف. ، و عزیزی ، م. ۱۳۸۶. مطالعه روابط همبستگی و تجزیه و تحلیل ضریب ضریب مسیر بین عملکرد و عملکرد در کلزا (برسیکا نپوس ال.) ، مجله علوم کشاورزی به ۱۲ (۴): ۸۱۸-۸۱۱.

۴- خدابنده ، ن. ۱۳۷۷. غلات. انتشارات دانشگاه تهران. ص۵۳۷.

۵- خواجه پور ، م.ر .۱۳۸۷. اصول و ملزومات تولید محصول. انتشارات جهاد دانشگاهی ، دانشگاه صنعتی اصفهان. ص۳۸۸.

۶- صالح ، ج. ، الحجفی ، ن. ، اوستا ، س. ۱۳۹۴. تأثیر سیلیکون بر رشد ، ترکیب شیمیایی و خواص فایزولوژیکی مقداری برنج در شرایط شور ، مجله علم و فناوری کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۹ (۷۲): ۲۴۰- ۲۲۹

۷- فرهودی، ر.، جی‌لی، د. و معتمدی، م. ۱۳۹۵. بررسی رشد رویشی، پایداری غشا سلولی و تسهیم یون‌ها در ارقام برنج در شرایط تنش شوری. فرایند و کارکرد گیاهی. ۵(۱۵): ۹۱-۱۰۵.

۸- قلی‌زاده، ا، و دهقان، ح. ۱۳۹۴. تعیین ویژگی‌های مرتبط با تحمل به شوری ژنوتیپ‌های گندم نان در استان یزد با استفاده از رگرسیون لجستیک. نشریه تولید گیاهان زراعی. ۸(۱): ۶۳-۷۷.

۹- محمدی ، س. ، نهاوی ، م. ، و محدثی ، ع. ۱۳۹۴. اثرات آبیاری متناوب در مراحل مختلف رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام برنج ، مجله تحقیق و توسعه (کشاورزی) ، ۲ (۱۰۷): ۱۰۸-۱۱۴.

۱۰- مهدوی ، ف. ۱۳۸۳. بررسی شاخصهای فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی رشد در انواع جدید و قدیمی برنج ، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه مازندران. ص۱۳۱.

۱۱- نصیری ، م. ، بهرامی ، م. ، و حسینی ، س. ۱۳۸۱. معرفی انواع جدید برنج با کیفیت مطلوب ، انتشار برنج موسسه تحقیقاتی شما. ص۲۲.

۱۲- نوربخشیان ، ج. ، و رضایی ، ع. ۱۳۷۷. منحنی و میزان رشد برنج در منطقه لوردگان ، کنگره کراپ ایران ، کرج ، موسسه بهبود بذر و گیاه. ۱۱-۱۳ سپتامبر. صص ۶۲۱-۶۲۰.

۱۳- هاشمی ، ز.ا .، گل پرور، ا.ا. ، و رسولی. م. ۱۳۸۷. تجزیه و تحلیل همبستگی ، رگرسیون و عملکرد علیت و اجزای عملکرد کلزا (برسیکا نپوس ال.) ، یافته های جدید کشاورزی. ۲ (۴): ۴۱۹-۴۱۲

۱۴- هاشمی دزفولی ، ا، کوچکی، ا .، بنایی، م۱۳۷۴. افزایش عملکرد محصول. انتشارات دانشگاه مشهد. ص۲۴۳.

15- Ashworth, A.J., West, C.P., Allen, F.L., Keyser, P.D., Weiss, S.A., Tyler, D.D., Taylor, A.M., Warwick, K.L. and Beamer, K.P. 2015. Biologically Fixed Nitrogen in Legume Intercropped Systems: Comparison of Nitrogen-Difference and Nitrogen-15 Enrichment Techniques. Agronomy, Soil & Environmental Quality. 107(6): 2419-2430.

16- Bagheri, A.A., Saadatmand, S., Niknam, V., Nejadsatari, T., and Babaeizad, V. 2014. Effects of Piriformospora indica on biochemical parameters of Oryza sativa under salt stress. International Journal of Biosciences. 4(4): 24-34.

17- Bhusan, D., Das, D.K., Hossain, M., Murata, Y., and Hoque, M.A. 2016. Improvement of salt tolerance in rice (*Oryza sativa* L.) by increasing antioxidant defense systems using exogenous application of proline. Austalian Journal of Crop Science. 10(1): 50-56.

18- Dawari, N.H., and Luthra, O.P. 1991. Character association studies under high and low environments in wheat (*Triticum aestivum L.*), Indian. J. Agric. Res. 25: 68 -72.

19- Dawood, M.G. 2016. Influence of osmoregulators on plant tolerance to water stress. Scientia Agriculturae. 13(1): 42-58.

20- Farshadfar, E., Galiba, G., Kozsegi, B., and Sutka, J. 1993. Some aspects of the genetic analysis of drought tolerance in wheat, Cereal Research Communications. 21: 323 -330.

21- Gent, M.P.N. 1995. Canopy light, gas exchenge and biomass in reduced height of winter wheat isolines of winter wheat crop, Crop Science. 38: 36-42.

22- Gravois K.A., and Helms R.S. 1992. Path analysis of rice yield and yield components as affected by seedling growth rate, Agronomy Journal. 84: 1-4.

23- Horton, P. 2000. Prospects for crop improvement trought the genetic manipulation of photosynthesis morphological and biochemical aspect of light capture, Journal of experimental Botany. 51: 475-485.

24- Kobata, T., Sugware, M., and Tcx Akata, S. 2000. Shading during the early grain filling period not affect potential grain dry matter increase in rice, Agronomy Journal. 92: 411-417.

25- Mirzaee, M., Moieni, A., and Ghanati, F. 2013. Effect of drought stress on proline and soluble sugar content in canola (*Brassica napus* L.) seedlings. Iranian Journal of Biology. 26(1): 90-98.

26- Munns, R., James R.A. and Läuchli A. 2006. Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals, J. Exp. Bot. 57: 1025-1043.

27- Rahimian, H., Kochaci, A., and Zand, A. 1998. Evolution and adaptation and crop yield. Publishing publishing agricultural education. 241 p.

28- Sheikh, F.A., Rather, A.G., and Wani, S.A. 1999. Genetic variability and inter-relationship in Toria (*Brassica campestris* L. var. *Toria*), Advances in Plant Sciences. 12(1):139-143.

29- Sodaeizadeh, H., and Mansouri, F. 2014. Effects of drought stress on dry matter accumulation, nutrient concentration and soluble carbohydrate of *Salvia macrosiphon* as a medicinal plant. Arid Biome Scientific and Research Journal. 4(1): 1-8.

30- Tavoosi, M., Naderi, A., and Ltfly¬Ynh, G.H.A. 2015. Evaluation of wheat genotypes reaction to cold stress at heading stage using physiological indices, yield and yield components, Field Crop Science Iran. 46(1): 113-105.

31- Wu, Q., Zhang, X., Peirats-Llobet, M., Belda-Palazon, B., Wang, X., Cui, S., Yu, X. and Rodriguez , P., An, C. 2016. Ubiquitin Ligases RGLG1 and RGLG5 Regulate Abscisic Acid Signaling by Controlling the Turnover of Phosphatase PP2CA. *Plant Cell. 28(8): 1755-1756.*

32- Yadava, M.S., and Singh, O.P. 1988. Effect of plant growth characters on yield of indian rice cultivars, Indian Journal of Botany. 11: 74-83.

33- Yamauchia, M. 1994. Physiological bases of height yield potential in F1 rice hybrids. Hybrid Rice Technology. 3rd ed., International Rice Research Institute Press. 324 p.

34- Yang, J., Peng, S., Zhang, Z., Wang, Z., Visperas, R.M., and Zhu, Q. 2002. Grain and dry matter yields and partitioning of assimilates in Japonica/Indica hybrid rice, Crop Sci. 42: 766–772.

35- Yap, T.C., and Harvey, B.L. 1972. Inheritance of yield components and morpho-physiological traits in barley (*Hordeum vulgare* L.), Crop Sci. 12: 283-286.

36- Zhong, X., Peng, S., Shelly, J.E., Visperasa, R.M., and Liu, H. 2003. Relationship between tillering index: Quantifying critical leaf area index for tillerring in rice, Journal of Agricultural Science. 138: 269-279.

37- Zhu, Y., Yan, J., Liu, W., Liu, L., Sheng, Y., Sun, Y., Li, Y., Scheller, H.V., Jianh, M., Hou, X., Ni, L., and ZHANG, A. 2016. Phosphorylation of a NAC transcription factor by ZmCCaMK regulates abscisic acid-induced antioxidant defense in maize. Plant Physiology Preview. 1(1): 1-34.

Bi-Quarterly Journal of Plant Production
Vol. 11, Issue 1, Spring and Summer 2021

Evaluation of relationships between chemical and biochemical traits with grain yield of rice genotypes through stepwise regression model in northern Khouzestan province

Mohammad Reza Zargaran Khouzani[1*], Kaveh Limouchi[2]

1- PhD Student in Agrotechnology, Crop Ecology, Khuzestan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran

2- Ph.D Agronomy. Young Researchers and Elite Club, Dezful Branch, Islamic Azad University, Dezful, Iran

Corresponding Author; Email: : mr.zargarankh@gmail.com

(Received: 1 August 2021; Accepted: 20 August 2021)

Abstract

This study aims to identify relationships as well as the positive and negative influence of the related traits to the sugar of organs and different periods of growth, ion, biochemistry, enzyme and hormone as the independent variable with the grain yield as the dependent variable. Twelve genotypes were carried out in the random complete blocks' design with three replications that were consistent with the climate conditions of Khuzestan. They can impact significantly on the grain yield changes in the sugar of the vegetative, reproductive organs at the stage of physiological maturity of the flag leaf and root, in the pollination stage, in the nitrogen ions, in the biochemical traits of the Malondialdehyde, protein, starch and proline attributes and between the abscisic acid enzyme and hormone, Catalase and Guaiacol. The sugar in the flag leaf had the highest percentage of significant change in the level of 1% with the yield grain at the physiological maturity stage, nitrogen, Malondialdehyde (MDA) and abscisic acid, with negative, positive, negative and negative relation, respectively. The obtained results can be the major and important target for genetic modification of the rice varieties to increase the grain yield of the plant as an economic and strategic product.

Keywords: **Yield, grain, sugar, ions, biochemistry, enzyme, hormone, regression, multivariate model.**