مجموعه مقالات
چهارمین همایش ملی کاربرد فناوری هسته‌ای در علوم کشاورزی و منابع طبیعی
(۲۹-۳۰ اردیبهشت، ۱۳۹٤، پژوهشکده کشاورزی هسته ای)
The 4th National Congress on Nuclear Technology Application in Agricultural & Natural Resource Sciences (19-20 May, 2015, Nuclear Agriculture Research School)

چالش های کاربرد تبعیض ایزوتوپ پایدار کربن در ارزیابی کارایی مصرف آب و عملکرد دانه تحت شرایط تنش و بدون تنش خشکی

محمد اسماعیل پور[۱]*، عبدالکریم زارعی [۲]

[۱]* استادیار گروه مهندسی علوم باغبانی . [۲] استادیار گروه زیست فناوری، دانشگاه جهرم، صندوق پستی ۱۱۱-۷۴۱۳۵ جهرم، ایران

* esmailpour@jahrom.ac.ir

چکیده: ارتباط بین تبعیض علیه ایزوتوپ کربن ۱۳ ($\Delta^{13}C$) با عملکرد و کارایی مصرف آب (WUE) پیچیده بوده و به شدت تحت تأثیر عوامل گوناگون قرار می گیرد. بطورکلی در آزمایشاتی که تحت تنش خشکی اجرا می شوند و هدایت روزنه ای برگ و تعرق کم می باشد، $\Delta^{13}C$ همبستگی منفی با WUE دارد و برعکس در شرایطی که آب کافی در اختیار گیاه باشد و روزنه ها کاملاً باز هستند، همبستگی مثبتی بین $\Delta^{13}C$ با عملکرد و WUE وجود خواهد داشت. بین ژنوتیپ های مختلف یک گیاه نیز از نظر ارتباط بین $\Delta^{13}C$ با عملکرد تفاوتهایی وجود دارد که علت آن وجود تفاوتهای فیزیولوژیک، مرفولوژیک و ژنتیکی بین ژنوتیپ ها می باشد. همچنین میزان $\Delta^{13}C$ در اندام های مختلف یک گیاه متفاوت است و در طول دوره رشد گیاه نیز ممکن است تغییر کند. نتیجتاً با توجه به اینکه عوامل متعددی بر ارتباط بین $\Delta^{13}C$ با عملکرد و WUE تأثیر گذار است لذا محققین بایستی در مطالعات و گزارشات خود، به مقدار رطوبت خاک مزرعه از قبل از کاشت تا رسیدگی گیاه، ژنوتیپ مورد آزمایش، اندامی از گیاه که نمونه گیری می شود، مرحله رشدی گیاه که در آن مرحله نمونه گیری صورت گرفته و در صورت امکان به میزان هدایت روزنه ای برگ با جزئیات کامل اشاره نمایند تا سایر محققین نیز بتوانند با دقت بیشتری نتایج پژوهش آنها را مورد تحلیل و استفاده قرار دهند.

واژگان کلیدی: همبستگی، رابیسکو، ژنوتیپ، محفظه زیر روزنه، برگ پرچم، هدایت روزنه ای

Use of carbon isotope discrimination for evaluation of water use efficiency and grain yield under drought stress and non-stress conditions: the challenges

Mohammad Esmailpour [1 *], Abdolkarim Zarei[2]

[1 *] Department of Horticultural Sciences and [2]Department of Biotechnology, Jahrom Universtiy, PO BOX 74135-111, Jahrom, IRAN

*esmailpour@jahrom.ac.ir

Abstract: The associations between carbon isotope discrimination ($\Delta^{13}C$) with grain yield and water use efficiency (WUE) is complicate and depend highly on many parameters. In general, $\Delta^{13}C$ is negatively correlated to WUE under water stress condition with low leaf stomatal conductance and transpiration. In contrast, there are positive correlation between $\Delta^{13}C$ and yield and WUE when water source is rich throughout crop growth and transpiration is not limited at all. Relation between $\Delta^{13}C$ and yield vary among genotypes due to differences in their physiological, morphological and genetic backgrounds. Also $\Delta^{13}C$ differ among plant parts and may even change during plant growth. In conclusion, since relations between $\Delta^{13}C$ with yield and WUE depend on many variable parameters, researchers should consider and completely clarify in their reports about conditions of their experiment (i.e. soil water content before cultivation till maturity, examined genotype, sampling parts, plant growing stage at which sampling has done and leaf stomatal conductance) so that other researchers can precisely understand and use their results.

Keywords: Correlation, rubisco, genotype, sub-stomatal cavity, flag leaf, stomatal conductivity.

مقدمه:

شوری خاک یکی از اساسی‌ترین مشکلات کشاورزی و از جمله مهم‌ترین موانع موجود بر سر راه افزایش عملکرد گیاهان زراعی در سراسر کره زمین می‌باشد. میزان اراضی شور در ایران ۲۳/۵ میلیون هکتار معادل۱۴/۲٪ کل می‌باشد که به صورت وسیعی در مناطق مختلف کشور پراکنده‌اند. مشکلات شوری در مناطق برنج خیز به خاطر استفاده از منابع آب نامطلوب روند افزایشی دارد [۱]. بنابراین اتخاذ برنامه‌هایی برای فائق آمدن بر این مشکل الزامی می‌باشد. شناسایی صفات مربوط به تحمل گیاه، گزینش و اصلاح و معرفی ارقام جدید در راستای مقابله با پدیده رو به گسترش شوری نه تنها مؤثر و مفید، بلکه اجتناب ناپذیر بوده و در غلات به ویژه برنج از بیشترین اهمیت برخوردار است. تولید و شناسایی ژرم پلاسم با صفات مفید یکی از مهم‌ترین فعالیت‌ها در اصلاح برنج می‌باشد [۲]. تکنیک موتاسیون القایی یکی از مهم‌ترین ابزارهای ایجاد تنوع ژنتیکی به منظور انتخاب ارقام موتانت با خصوصیات زراعی مطلوب در گیاهان می‌باشد [۳]. انتخاب و شناسایی پتانسیل ژنتیکی برتر در یک برنامه اصلاحی برای تحمل به تنش شوری بر اساس روش‌های فنوتیپک، بیوشیمیایی، مولکولی و فیزیولوژیکی در شرایط محیطی با تنش مورد نظر صورت می‌گیرد که نیازمند زمان زیاد و شرایط خاص آزمایشگاهی هستند [۲]. در نتیجه استفاده از تکنیک‌های سریع و موثر در ارزیابی از رشد و عملکرد گیاه و شناسایی گیاهان برتر می‌تواند در برنامه‌های اصلاح با موتاسیون مفید باشد. نشان داده شده که اندازه‌گیری فلورسانس کلروفیل می‌تواند به طور موثری به منظور برآورد و ارزیابی سریع و غیر تخریبی از رشد گیاهان در برنامه‌های اصلاحی محصولات زراعی و باغبانی مورد استفاده قرار گیرد [۴]. تنش شوری منجر به تخریب ساختار کلروپلاست و ناپایداری مجموعه‌های پروتئین رنگدانه می‌شود بنابراین میزان کلروفیل و به دنبال آن مشخصات فلورسانس کلروفیل تحت تأثیر شوری قرار می‌گیرند [۵]. گیاهان مقاوم در هنگام تنش، توسط مکانیسم‌های مختلفی شامل حفظ تعادل یونی بین واکوئل و سیتوزول، حفظ پتانسیل اسمزی و افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی از تخریب غشاء سلولی و اندامک های سلول جلوگیری می‌کنند [۶]. هدف از این پژوهش شناسایی و انتخاب لاین‌های موتانت برتر مقاوم به شوری با استفاده از فلورسانس کلروفیل و مؤلفه‌های آن در مرحله رشد رویشی می‌باشد.

مواد و روش‌ها:

در این بررسی از ۱۳۴ لاین موتانت حاصل از انتخاب تک بوته‌های مقاوم به شوری در جمعیت موتانت نسل سوم (حاصل از پرتو تابی ارقام بومی برنج طارم محلی، حسنی و عنبربو با دزهای ۲۰۰، ۲۵۰ و ۳۰۰ گری اشعه گاما حاصل از چشمه کبالت ۶۰) به همراه سه رقم شاهد استفاده گردید. بذور تک بوته‌های انتخابی نسل سوم همراه با بذور شاهد در فروردین سال ۱۳۹۳ در شرایط نرمال (غیر شور) به طور جداگانه در خزانه مزرعه تحقیقاتی موسسه تحقیقات برنج کشور در آمل کشت شدند. در مرحله سه برگی ، نشاءها به صورت کرتی (۱/۵ × ۱/۵ متر) در قالب طرح آگمنت با ۹ بلوک در زمین اصلی شور در استان مازندران (ایستگاه بهنمیر) کشت گردیدند. در این آزمایش در هر بلوک از سه رقم بومی طارم محلی، حسنی و عنبربو به عنوان شاهد که یک شاهد در ابتدا و یک شاهد در انتهای بلوک کشت شدند، استفاده گردید. کلیه عملیات زراعی

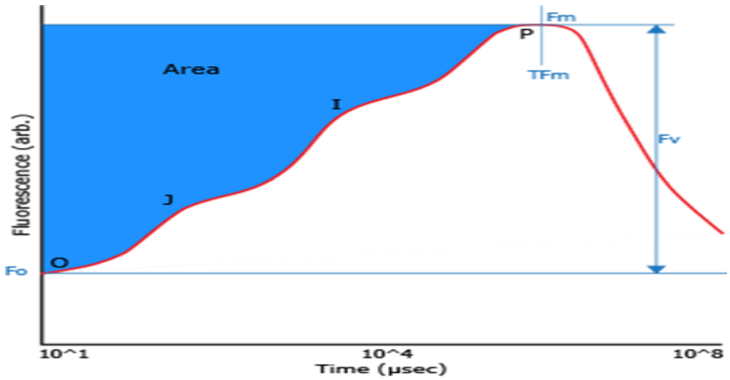
از قبیل آبیاری، مبارزه با علف‌های هرز، مبارزه با آفات و بیماری‌ها و کوددهی مطابق روش‌های معمول انجام شد. در اواخر مرحله حداکثر پنجه زنی برای اندازه‌گیری مؤلفه‌های فلورسانس کلروفیل، قسمتی از برگ گیاه به مدت ۱۵ دقیقه با استفاده از گیره‌های برگی در تاریکی قرار گرفتند. سپس با دستگاه کلروفیل فلوریمتر (Hansatech Instruments Ltd Pocket PEA) مؤلفه‌های فلورسانس کلروفیل شامل F0 (فلورسانس صفر یا زمینه)، Fm (حداکثر فلورسانس)، Fv (فلورسانس متغیر)، Fv/Fm (حداکثر کارایی کوانتومی فتوسیستم II)، Tfm (مدت زمان برای افزایش فلورسانس از Foبه Fm) و Area (مساحت بالای منحنی فلورسانس بین F0 و Fm) اندازه گیری شدند (شکل ۱). خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه و آب آبیاری در زمان اندازه‌گیری در جدول ۱ آمده است.

جدول۱- وضعیت خاک از حیث پارامترهای فیزیکوشیمیایی مرتبط با شوری در زمان اندازه‌گیری مؤلفه‌های فلورسانس.

خاک مزرعه		آب آبیاری	
*EC	pH	EC	pH
۶/۱±۰/۶	۸/۳±۰/۱۱	۵/۱۱	۷/۶۱

* هدایت الکتریکی (دسی زیمنس/ متر)

تجزیه داده‌ها بر اساس موازین طرح آگمنت و تصحیحات لازم بر روی هر بلوک با استفاده از نرم افزار SPAD (Statistical Package for Augmented Design) [۷] و همبستگی صفات با استفاده از نرم افزار SPSS 22 صورت گرفت.



شکل ۱- منحنی تغییرات فلورسانس کلروفیل.

نتایج و بحث:

مؤلفه‌های F0 و Fm : نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که از لحاظ فلورسانس حداقل و حداکثر اختلاف معنی داری بین لاین‌های مختلف در شرایط تنش شوری مشاهده نگردید (جداول ۲ و ۳). در F0 توان استفاده از انرژی برانگیخته در حداکثر است و قسمت بیشتری از انرژی مولکول برانگیخته در واکنش‌های فتوشیمیایی مصرف می‌شود ولی در Fm افزایش تدریجی عملکرد فلورسانس و کاهش سرعت واکنش‌های فتوشیمیایی اتفاق می‌افتد [۴]. در شرایط وجود تنش، میزان مؤلفه F0 افزایش در حالی که مؤلفه Fm کاهش می‌یابد. کاهش در مؤلفه فلورسانس حداکثر در ژنوتیپ های برنج تحت شرایط تنش شوری گزارش گردید [۹]. افزایش در فلورسانس حداقل با گسستگی در مرکز جمع آوری کننده نوری (LHCII) در فتوسیستم II حاصل می‌شود که گزارش گردید ممکن است به خاطر وجود رنگدانه های آزاد باشد [۸]. بنابراین با توجه به نتایج حاصل، ظرفیت کوئینون آ (اولین گیرنده الکترون در واکنش‌های نوری فتوسنتز) بین لاین‌های موتانت و ارقام شاهد در مراکز فتوسیسم II تقریباً یکسان است و با دریافت نور، مقدار انرژی الکترون برانگیخته که در واکنش‌های فتوشیمیایی مصرف می‌شود بین لاین‌ها تفاوت معنی داری ندارد. با این وجود تعدادی از لاین‌های موتانت نسبت به شاهد برتر به طور معنی‌داری فلورسانس حداقل پایین‌تری داشتند که نشان دهنده این است که این لاین ها در برابر شرایط شور مزرعه، مقاومت و عکس‌العملی مقاوتی نسبت به شاهد دارند (جدول ۳).

مؤلفه Fv/Fm : این مؤلفه حداکثر کارایی کوانتومی فتوسیستمII برای تبدیل نور جذب شده به انرژی شیمیایی را نشان می‌دهد در یک گیاه سالم مقدار حداکثر این پارامتر حدود ۰/۸۵ می‌باشد مقادیر پایین‌تر از این نشان دهنده این است که گیاه تحت تأثیر تنش‌های زنده یا غیر زنده قرار دارد [۱۰]. بررسی داده‌ها نشان داد که بین لاین‌های مورد بررسی تفاوت معنی داری در سطح ۵ درصد وجود دارد. میزان این پارامتر در بین لاین‌های مختلف از ۰/۶۳ تا ۰/۸۳ متغیر بود بنابراین قابلیت فتوسیستم II برای انجام فرآیندهای اولیه فتوشیمیایی در لاین‌های مختلف متفاوت است (جدول ۲). در مقایسه بین شاهدها، رقم طارم محلی میزان Fv/Fm (۰/۷۹) بالاتری نسبت به ارقام حسنی (۰/۷۶) و عنبربو (۰/۷۷) نشان داد ولی اختلاف معنی داری با همدیگر نداشتند. در بین لاین‌های موتانت تعداد ۵۰ لاین نسبت به شاهد طارم محلی فلورسانس کلروفیل بالاتری نشان دادند که تعدادی از آن‌ها Fv/Fm بالای ۰/۸۲ نشان دادند (جدول ۲) که ممکن است به خاطر تحمل بیشتر تنش نسبت به شاهد در این لاین ها باشد.

فلورسانس متغیر (Fv) : این پارامتر با حداکثر ظرفیت برای فرآیند خاموش سازی (کوئیچینگ) فتوشیمیایی مرتبط است و میزان بالاتر این مؤلفه نشان دهنده ظرفیت بالاتر فرآیند کئیچینگ فتوشیمیایی می‌باشد [۴ و ۱۰]. فلورسانس متغیر که از اختلاف فلورسانس حداکثر با فلورسانس حداقل به دست می‌آید وضعیت جریان الکترون از فتوسیستم به Q_A را نشان می‌دهد [۱۱]. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که بین لاین‌های موتانت اختلاف معنی داری از لحاظ این مؤلفه وجود دارد در حالی که بین شاهدها و بلوک‌ها اختلاف معنی داری وجود نداشت (جداول ۲ و ۳). با توجه به نتایج موجود در جدول ۳ تعداد ۴ لاین میزان Fv بالایی نشان دادند که نسبت به شاهد برتر (رقم طارم محلی) دارای اختلاف معنی داری بودند.

مؤلفه Tfm: تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین لاین‌های مورد بررسی اختلاف معنی داری در سطح یک درصد از لحاظ مؤلفه Tfm وجود دارد. نتایج حاصل از آنالیز متقابل نشان داد که ارقام شاهد از لحاظ صفت مذکور تفاوت معنی داری نشان ندادند (جدول ۱ و ۲). این مؤلفه مدت زمان لازم برای افزایش فلورسانس از Fo به Fm است و در گیاهان دچار تنش میزان این مؤلفه پایین و نشان دهنده این است که گیاه خیلی زودتر از حد انتظار به فلورسانس حداکثر Fm رسیده است [۴]. در مقایسه میانگین لاین‌های موتانت نسبت به شاهد برتر، تعداد ۶ لاین به طور معنی داری مدت زمان بیشتر داشتند که ممکن است نشان دهنده این باشد که این لاین‌ها در شرایط تنش شوری کمتر دچار تنش شدند (جدول ۳).

مؤلفه Area: این مؤلفه، ناحیه‌ای بالاتر از منحنی فلورسانس بین فلورسانس حداقل و حداکثر که تخمینی از اندازه مخزن پلاستوکوئینون (گیرنده‌ی الکترون در فتوسیستم II) می‌باشد. در قسمت احیاء فتوسیستم II اگر در انتقال الکترون از مراکز واکنش به کوئینون (گیرنده الکترون) مسدود شود این ناحیه به طور چشمگیری کاهش می‌یابد [۴ و ۹]. نتایج آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد که بین لاین‌ها اختلاف معنی داری در سطح یک درصد در شرایط تنش شوری وجود دارد (جدول ۲). نتایج آنالیز متقابل نشان داد که بین لاین‌های موتانت و همچنین بین شاهدها با لاین‌های موتانت اختلاف معنی داری در سطح یک درصد وجود دارد. نسبت به شاهد برتر، ۱۱ لاین موتانت به طور معنی داری دارای مساحت بیشتری بودند (جدول ۳) که نشان دهنده ظرفیت بالای گیرنده الکترون در شرایط تنش شوری در این لاین‌ها می‌باشد.

جدول ۲- تجزیه واریانس مؤلفه‌های کلروفیل فلورسانس لاین‌های موتانت برنج کشت شده در شرایط تنش شوری

صفات	میانگین کل	ضریب تغییرات	انحراف معیار	حداکثر	حداقل		میانگین مربعات	
							بلوک	لاین	خطا
						درجه آزادی	۸	۱۳۶	۱۶
F0	۵۳۰۳/۴۰	۱۷/۴۹	۹۲۷/۹۱	۸۶۳۴/۷	۴۸۰/۷		۱۳۶۱۴۹۹/۸۳	۱۳۴۰۹۸۷/۹۶	۸۶۱۷۵۶/۹۰
Fm	۲۴۳۶۷/۲۱	۱۶/۲۳	۳۹۵۴/۸۰	۳۵۷۸۴/۶	۵۷۰/۶		۲۳۷۲۰۴۹۱/۸۷	۳۰۴۵۸۳۶۳/۰۹	۱۵۶۳۷۸۰۶/۸۱
Fv	۱۹۰۶۱/۸۱	۱۶/۶۹	۳۱۸۱/۰۵	۲۸۶۶۰	۹۰		۱۵۵۹۴۳۱۱/۳۷	۲۰۸۴۲۸۴۶/۰۶*	۱۰۱۱۹۰۹۰/۸۴
Fv/Fm	۰/۷۸	۲/۵۳	۰/۰۲	۰/۸۳	۰/۶۳		۰/۰۰۰۷۷	۰/۰۰۰۸۳*	۰/۰۰۰۳۸
Tfm	۴۶۹/۶۹	۴۵/۳۳	۲۱۲/۹۳	۲۶۳۸/۹	۲۸/۹		۴۶۸۴۱/۶۷	۱۳۵۲۲۶/۳۳**	۴۵۳۴۰/۲۸
Area (مساحت)	۷۲۴۴۲۰/۹	۱۹/۰۳	۱۳۷۸۷۰/۳	۶۳۱۳۶۴۹	۷۷۰۶۰/۳		۲۰۸۲۷۷۷۳۰۹۲/۷	۳۴۹۸۱۳۴۵۱۷۴۴/۷**	۱۹۰۰۸۲۲۶۹۹۳/۷

* و**: به ترتیب نشان دهنده معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

جدول ۳- آنالیز متقابل مؤلفه‌های کلروفیل فلورسانس برای لاین‌های موتانت برنج و ارقام شاهد بر اساس طرح آگمنت

صفت	منابع	درجه آزادی	میانگین مربعات	انحراف معیار	LSD (5%)	میانگین شاهد برتر	تعداد لاین برتر از شاهد
F0	بین شاهدها	۲	۱۷۸۴۶۲۱/۶۶	۴۳۷/۶۱	۹۲۷/۷۳	۴۷۴۹/۴	۹
	بین لاین‌های یک بلوک	۱۳۳	۱۳۴۳۶۹۹/۶۴	۱۳۱۲/۸۳	۲۷۸۳/۱۹		
	بین لاین ها در بلوک‌های متفاوت			۱۵۱۵/۹۲	۳۲۱۳/۷۵		
	شاهد با لاین	۱	۵۳۱۶۳/۲۹	۱۱۰۱/۲۹	۲۳۳۴/۷۴		
Fm	بین شاهدها	۲	۳۸۷۰۵۷۵۰/۷۷	۱۸۶۴/۱۵	۳۹۵۲/۰۱	۲۵۳۱۴/۷	۳
	بین لاین‌های یک بلوک	۱۳۳	۳۰۳۲۱۳۴۸/۳۳	۵۵۹۲/۴۶	۱۱۸۵۶/۰۲		
	بین لاین ها در بلوک‌های متفاوت			۶۴۵۷/۶۲	۱۳۶۹۰/۱۵		
	شاهد با لاین	۱	۲۹۰۵۰۰۵۳/۰۴	۴۶۹۱/۳۵	۹۹۴۵/۶۶		
Fv	بین شاهدها	۲	۲۷۵۰۴۰۱۴/۷۶	۱۴۹۹/۵۶	۳۱۷۹/۰۷	۱۹۹۳۶/۱	۴
	بین لاین‌های یک بلوک	۱۳۳	۲۰۶۸۲۷۷۱۳/۶۷*	۴۴۹۸/۶۹	۹۵۳۷/۲۲		
	بین لاین ها در بلوک‌های متفاوت			۵۱۹۴/۶۴	۱۱۰۱۲/۶۳		
	شاهد با لاین	۱	۲۶۶۱۷۷۴۱/۲۴	۳۷۷۳/۸۲	۸۰۰۰/۴۹		
Fv/Fm	بین شاهدها	۲	۰/۰۰۱۲	۰/۰۰۹۳	۰/۰۱۹۷	۰/۷۹	۱
	بین لاین‌های یک بلوک	۱۳۳	۰/۰۰۰۸	۰/۰۲۷۹	۰/۰۵۹۱		
	بین لاین ها در بلوک‌های متفاوت			۰/۰۳۲۲	۰/۰۶۸		
	شاهد با لاین	۱	۰/۰۰۱۲	۰/۰۲۳۴	۰/۰۴۹۶		
Tfm	بین شاهدها	۲	۳۷۶۴۴/۴۱	۱۰۰/۳۸	۲۱۲/۸۰	۵۰۵/۶	۶
	بین لاین‌های یک بلوک	۱۳۳	۱۳۷۲۸۷/۰۱**	۳۰۱/۱۳	۶۳۸/۴۰		
	بین لاین‌های در بلوک‌های متفاوت			۳۴۷/۷۲	۷۳۷/۱۶		
	شاهد با لاین	۱	۵۲۶۰۵/۱۵	۲۵۲/۶۱	۵۳۵/۵۴		
Area	بین شاهدها	۲	۹۴۴۹۲۹۲۲۱۱/۷	۶۴۹۹۲/۷	۱۳۷۷۸۴/۵	۶۵۴۲۰۸/۳	۱۱
	بین لاین‌های یک بلوک	۱۳۳	۳۵۴۶۱۶۴۲۸۶۵۷/۳**	۱۹۴۹۷۸/۱	۴۱۳۳۵۳/۵		
	بین لاین‌های در بلوک‌های متفاوت			۲۲۵۱۴۱/۳	۴۷۷۲۹۹/۶		
	شاهد با لاین	۱	۳۶۰۳۳۶۷۸۹۶۱۸/۷**	۱۶۳۵۶۱/۴	۳۴۶۷۵۰/۱		

* و**: به ترتیب نشان دهنده معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

همبستگی *صفات*: ضرایب همبستگی ساده مؤلفه‌های فلورسانس بر اساس ۱۳۷ نمونه در جدول ۴ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که در شرایط تنش شوری همبستگی فلورسانس حداقل با مؤلفه‌های فلورسانس متغیر و فلورسانس حداکثر

مثبت و در سطح یک درصد معنی داری بود. همچنین همبستگی مثبت و معنی داری بین فلورسانس حداکثر و متغیر مشاهده گردید. مؤلفه Tfm با مؤلفه مساحت همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح یک درصد دارد در حالی که با دیگر مؤلفه‌ها همبستگی منفی نشان داد.

جدول ۴- ضرایب همبستگی ساده بین مؤلفه‌های فلورسانس مورد مطالعه در لاین‌های موتانت برنج در شرایط تنش شوری

صفت	F0	Fm	Fv	Fv/Fm	Tfm	Area
F0	۱					
Fm	۰/۸۷**	۱				
Fv	۰/۸۱**	۰/۹۹**	۱			
Fv/Fm	-۰/۰۸	۰/۳۹**	۰/۵۰	۱		
Tfm	-۰/۱۷*	-۰/۳۲**	-۰/۳۵	-۰/۳۵**	۱	
Area	۰/۲۶**	۰/۱۴	۰/۱۱	-۰/۲۱	۰/۶۴**	۱

* و**: به ترتیب نشان دهنده معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

نتیجه‌گیری کلی: نتایج این پژوهش نشان داد واکنش‌های متفاوتی از لحاظ مؤلفه‌های کلروفیل فلورسانس در بین لاین‌های موتانت در شرایط تنش شوری وجود دارد و از این نظر تنوع ژنتیکی کافی بین لاین‌های موتانت وجود دارد. بر اساس نتایج تجزیه و تحلیل‌های آماری در خصوص ارزیابی میزان تحمل به شوری لاین‌های موتانت برنج، تعداد ۱۹ لاین موتانت در مرحله رویشی تحمل به شوری بالاتری نسبت شاهد برتر (رقم طارم محلی) نشان دادند.

منابع:

[۱] اسلامی، ک. "گزارش پژوهشی آب و خاک مرکز گلستان". (۱۳۸۰).

[2] G.B. Gregorio, D. Senadhira, and R.D. Mendoza. "Screening rice for salinity tolerance". International Rice Reseach Institute (IRRI), P.O. Box 933, Manila 1099, the Philippines, (1997).

[3] K.S. Oo, and N.T. Lang. "Developing salt tolerance in rice by mutagenesis". Omonrice. 13, 126-134 (2005).

[4] N. R. Baker and E. Rosenqvist. "Applications of chlorophyll fluorescence can improve crop production strategies: an examination of future possibilities". Journal of Experimental Botany, 55, 1607-1621(2004).

[5] B. Zaman, A. Arshad, M. Salim and H. Khawer. "Growth of wheat affected by sodium chloride and sodium sulphate salinity". Pakistan J. biol. Sci. 5, 1313 (2002).

[6] V. Chinnusamy, A. Jagendorf and JK. Zhu. "Understanding and improving salt tolerance in plants". Crop Science. 45: 437-448 (2005).

[7] A. Rathore, R. Parsad, and V.K. Gupta. "Computer aided construction and Analysis of augmented Designs". Journal of the Indian Society of Agricultural Statistics. 57, 320-344 (2004).

[8] A.N. Misra and I. Terashima. "Changes in photosystem activities during adapatation of Vicia faba seedlings to low, moderate and high temperatures", Plant Cell Physiol, Abstract, Annual Symp. JSPP, Nara, (2003).

[9] K. Yaman, M. Kawasaki, M. Taniguchi and H. Miyake. "Correlation between chloroplast ultrastracture and chlorophyll fluorescence characteristics in the leaves of rice (Oryza sativa L.) grown under salinity". Plant Prod. Sci.11: 139 – 145 (2008).

[10] A. Soltani. "Chlorophyll fluorescence and its application". Internal Press. University of Agricultural Science and Natural Resource, Gorgan, Iran (2004).

[11] A. Xia, Y. Li, D. Zou. "Effects of salinity stress on PSII in Ulva lactuca as probed by chlorophyll fluorescence measurements". Aquat. Bot. 8: 129-137 (2004).