تنش‌های محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses in Crop Sciences
جلد چهاردهم، شماره سوم، پائیز ۱۴۰۰
۸۰۵-۸۲۱
http://dx.doi.org/10.22077/escs.2020.3078.1791

مقاله پژوهشی

اثر تنش شوری بر برخی صفات فیزیولوژیک گیاهچه چند رقم برنج در محیط هیدروپونیک

سمیه کامروا[1*]، نادعلی بابائیان جلودار[2]، نادعلی باقری[3]
۱. دانشجوی دکتری اصلاح نباتات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۲. استاد گروه اصلاح نباتات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۳. دانشیار گروه اصلاح نباتات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

تاریخ دریافت: ۹۸/۱۰/۱۴؛ تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۱/۳۰

چکیده

تنش شوری تهدید بسیار جدی برای اکثر محصولات کشاورزی در سطح جهان است بنابراین بررسی سطح تحمل به شوری ارقام یکی از اولویت‌های بسیار مهم در تولید گیاهان زراعی است. به‌منظور بررسی اثر تنش شوری بر صفات رنگیزه کلروفیل، اسیدآمینه پرولین و یون‌های سدیم و پتاسیم در گیاهچه چند رقم برنج در محیط هیدروپونیک، تحقیقی با آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتور اول ۷۱ رقم برنج و فاکتور دوم تنش شوری با ۴ سطح صفر (آب مقطر)، ۳، ۶ و ۹ دسی‌زیمنس بر متر بود. نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات نشان داد که اثر رقم، شوری و اثر متقابل آن‌ها در تمام صفات اندازه‌گیری شده در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود و نتایج نشان داد صفات مقدار اسیدآمینه پرولین و محتوای یون سدیم با افزایش سطح شوری تا سطح شوری dS/m ۹ افزایش و صفات مقدار رنگیزه کلروفیل (a، b و کل) و محتوای پتاسیم با افزایش سطح شوری تا سطح شوری dS/m ۹ کاهش یافتند. مقایسه میانگین اثرات متقابل ارقام و سطوح شوری نشان داد که ارقام شصتک محمدی، نعمت و طارم محلی متحمل‌ترین ارقام به تنش شوری در سطح شوری dS/m ۹ بودند و ارقام صالح، رشتی سرد، R3 و IR20 حساس‌ترین ارقام به تنش شوری بودند که در سطح شوری dS/m ۳ از بین رفتند. نتایج حاصل از تجزیه کلاستر نشان داد در شرایط نرمال ارقام در سه خوشه و در شرایط تنش شوری ارقام در چهار خوشه دسته‌بندی می‌شوند که بیانگر این است ارقام هر خوشه بیشترین شباهت و با ارقام خوشه‌های دیگر شباهت کمتری دارند. نتایج آنالیز همبستگی داده‌ها نشان داد در شرایط نرمال بین محتوای سدیم و پتاسیم همبستگی مثبت و معنی‌دار (r= ۰/۲۵۹) و بین کلروفیل a و کلروفیل b همبستگی منفی و معنی‌دار (r=- ۰/۲۳۶) وجود دارد. در شرایط تنش شوری بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار بین صفات کلروفیل کل و محتوای پتاسیم (r= ۰/۹۸۹) بود همبستگی سدیم با همه صفات منفی و معنی‌دار بود و بیشترین همبستگی منفی و معنی‌دار بین محتوای سدیم و محتوای پتاسیم (r=-۰/ ۹۸۶) مشاهده شد

واژه‌های کلیدی: **شوری، کلروفیل، کلاستر، همبستگی**

مقدمه

در بین غلات دانه‌ریز برنج بعد از گندم مهم‌ترین منبع غذایی انسان بوده و ازنظر تولید و سطح زیر کشت جایگاه ویژه‌ای در تغذیه بشر دارد. برنج محصولی با ارزش اقتصادی بالا است و بیش از نیمی از مردم جهان از آن به‌عنوان غذای اصلی خود استفاده می‌کنند (Praderm et al., 2012). این گیاه به تنش شوری حساس است و واکنش آن به تنش شوری به مراحل رشد، غلظت شوری و مدت‌زمان تأثیر آن بستگی دارد. تنش شوری باعث از بین رفتن تعادل اسمزی، خروج آب از برگ‌ها و از بین رفتن آماس سلولی می‌شود و گسترش برگ‌ها کاهش می‌یابد. وقتی سرعت زوال برگ‌ها بیش از سرعت گسترش آن‌ها باشد مواد ذخیره‌ای کربوهیدرات گیاه به نسبت کاهش سطح برگ کاهش می‌یابند. تنش شوری باعث تغییر فرآیندهای متابولیکی و بیوشیمیایی در گیاه شده و فعالیت آنزیم‌ها را تغییر می‌دهد و سبب افزایش تولید رادیکال‌های

* نگارنده پاسخگو: سمیه کامروا. پست الکترونیک: Kamrava.somaieh@yahoo.com

آزاد اکسیژن (ROS) در گیاه می‌شود (Wang et al., 2013). رادیکال‌های آزاد اکسیژن در غلظت‌های بالای نمک موجب تخریب مولکول‌های حیاتی سلول مانند DNA، پروتئین و غشای لیپیدی می‌شوند (Fotokian, 2015). در مواجه با تنش شوری یون‌های سدیم و پتاسیم جهت ورود به درون سلول گیاهی با هم رقابت دارند در این شرایط اگر جذب پتاسیم نسبت به یون سدیم بیشتر باشد گیاه نسبت به تنش شوری مقاوم‌تر و درنتیجه سمیت سدیم در گیاه کاهش می‌یابد (Chen et al., 2015). فلاح (Fallah, 2015) با بررسی گیاهچه‌های برنج تحت تنش شوری نشان داد که در ارقام متحمل به شوری، سدیم از ریشه به برگ انتقال نمی‌یابد بلکه در ریشه تجمع پیدا می‌کند درواقع ممانعت از انتقال سدیم از ریشه به برگ‌ها یک مکانیسم دفاعی مقابله با تنش شوری است و در ارقام متحمل مشهودتر است. در بین تیمارهای مختلف شوری با افزایش سطح شوری محتوای سدیم بافت برگ افزایش می‌یابد. تنش شوری باعث تجمع سدیم در سیتوزول سلول شده و سبب ایجاد سمیت سدیم در گیاه می‌شود. بیان ژن‌هایی با کارکردهای متفاوت مثل ژن‌های تنظیمی یا ژن‌های دارای فعالیت انتقالی باعث ایجاد تحمل به تنش شوری در گیاه می‌شوند (Roy et al., 2014). پایداری کلروفیل نوعی از شاخص مقاومت گیاه به تنش شوری است و ارقام مقاوم شاخص پایداری بالا و ارقام حساس شاخص پایداری پایینی دارند (Hosseini et al., 2012). کومار و همکاران (Kumar et al., 2010) با مطالعه عکس‌العمل ارقام برنج تحت تنش شوری نشان دادند که درصد جوانه‌زنی، رشد گیاهچه و رنگیزه کلروفیل کاهش می‌یابند و محتوای کلروفیل برگ یک فاکتور مهم در تعیین ظرفیت فتوسنتزی برگ است. آستانه تحمل به شوری برای گیاه برنج ۳ دسی‌زیمنس بر متر گزارش شده است اما غلظت بحرانی نمک در بافت برگ که باعث خسارت به گیاه برنج می‌شود در بین ارقام مختلف متفاوت است (Zeng et al., 2013). با افزایش جمعیت جهان و گسترش زمین‌های شور درک سازوکارهای گیاهان در پاسخ به تنش شوری جهت تأمین امنیت غذایی و افزایش کارایی تولید محصولات زراعی بسیار مهم است (Mirdarmansuri et al., 2017). اصلاح برای مقاومت به تنش‌های غیر زیستی همراه با روش‌های به‌زراعی از مهم‌ترین راه‌های افزایش عملکرد می‌باشند (Fita et al., 2015)؛ بنابراین افزایش سطح تحمل به شوری یکی از اولویت‌های بسیار مهم در تولید گیاهان زراعی است و مطالعه سازوکارهای پاسخ گیاهان در مواجهه با تنش شوری اطلاعات باارزشی در زمینه بالا بردن سطح تحمل به شوری در گیاهان و اصلاح گیاهان فراهم می‌کند.

هدف از این پژوهش مطالعه تغییرات مقدار اسیدآمینه پرولین، رنگیزه کلروفیل a، b و کل، تغییرات محتوای یون‌های سدیم و پتاسیم در بافت برگ گیاه برنج تحت تنش شوری و بررسی همبستگی بین این صفات در شرایط تنش شوری و شرایط نرمال و همچنین بررسی سطح تحمل به شوری ارقام مختلف برنج و شناسایی متحمل‌ترین ارقام بر اساس این صفات از طریق تجزیه خوشه‌ای (کلاستر) است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۹۸-۱۳۹۷ در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی ساری با آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. فاکتور اول ۷۱ رقم برنج (جدول ۱) و فاکتور دوم تنش شوری با ۴ سطح صفر (آب مقطر)، ۳، ۶ و ۹ دسی‌زیمنس بر متر بود. بذور بعد از ضدعفونی کامل با هیپوکلرید سدیم (وایتکس) و قارچ‌کش کربوکسی تیرام (ویتاواکس)، جهت جوانه‌زنی در داخل پتری دیش با آب مقطر و کاغذ صافی قرار گرفتند بعد از ۵ روز که جوانه‌های بذور به‌اندازه کافی رشد کردند بذور جوانه‌زده به محیط کشت هیدروپونیک منتقل شدند. جهت آماده کردن محیط کشت هیدروپونیک یوشیدا از پروتکل محلول غذایی یوشیدا (Yoshida et al., 1976) استفاده شد. pH محیط نیز بین ۵/۵-۵ تنظیم شد. هفته‌ای سه بار pH محیط کنترل‌شده و هر هفته محیط کشت هیدروپونیک یوشیدا با محیط کشت تازه تعویض می‌شد. بعد از سه هفته از کشت بذور در محیط هیدروپونیک، اعمال تنش شوری با استفاده از نمک NaCl صورت گرفت. چهار سطح تنش شوری شامل: صفر (آب مقطر)، ۳، ۶ و ۹ دسی‌زیمنس بر متر به گیاهچه‌ها اعمال شد و سپس به مدت سه هفته گیاهچه‌ها تحت تنش قرار گرفتند. بعد از سه هفته صفات فیزیولوژیک موردنظر اندازه‌گیری شد (Anyomi et al., 2018).

جدول ۱. فهرست ارقام مورد کاشت در این آزمایش

Table 1. List of cultivated cultivars in this experiment

	Cultivar name	نام رقم		Cultivar name	نام رقم		Cultivar name	نام رقم
1	Gerdeh	گرده	25	R9	R9	49	Tarommahali	طارم محلی
2	Shastakmohamdi	شصتک محمدی	26	IR 24	IR 24	50	R2	R2
3	Hasansaraei	حسن سرایی	27	Sadri	صدری	51	229R	229R
4	Saleh	صالح	28	Mirtarom	میرطارم	52	Sahel	ساحل
5	Rashti sard	رشتی سرد	29	Jelodar	جلودار	53	Champamlo	چمپاملو
6	R3	R3	30	Domsiahkalat	دم‌سیاه کلات	54	Noksiah	نوک سیاه
7	Taromamrolahi	طارم امرالهی	31	Shirodi	شیرودی	55	Nonabokra	نونابوکرا
8	Domsiah	دم‌سیاه	32	5R	5R	56	Taromchalosi	طارم چالوسی
9	IR39595	IR39595	33	Nemat	نعمت	57	Sang jo	سنگ جو
10	R8	R8	34	IR 50	IR 50	58	Sang tarom	سنگ طارم
11	IR 20	IR 20	35	Ghaem	قائم	59	Daylamani	دیلمانی
12	9R	9R	36	Amol 1	آمل ۱	60	Tabesh	تابش
13	Shahriar	شهریار	37	Khazar	خزر	61	Neda	ندا
14	Gasmal	گاسمال	38	Roshan	روشن	62	Mosatarom	موسی طارم
15	PI 2	PI 2	39	Salari	سالاری	63	Taromhashem	طارم هاشمی
16	IR 72	IR 72	40	Kohsar	کوهسار	64	Pajohesh	پژوهش
17	8R	8R	41	IRBLZRL	IRBLZRL	65	Shafagh	شفق
18	CT 18232	CT 18232	42	Pardis	پردیس	66	Kados	کادوس
19	Dorfak	درفک	43	R4	R4	67	Fajer	فجر
20	Anbarbo	عنبربو	44	7R	7R	68	Sepidrod	سپیدرود
21	IRBLZFU	IRBLZFU	45	CT16658	CT16658	69	Binam	بینام
22	IR 29	IR 29	46	Keshvari	کشوری	70	Danesh	دانش
23	131 R	131 R	47	Anbarbolorestan	عنبربولرستان	71	SH1	SH1
24	Hasani	حسنی	48	FL478	FL478			

روش‌های اندازه‌گیری صفات فیزیولوژیک مختلف

استخراج کلروفیل از بافت برگ گیاهچه برنج به روش آرنون (Arnon et al., 1997) برحسب میکروگرم بر گرم، استخراج اسیدآمینه پرولین از بافت برگ گیاهچه برنج به روش بتس و همکاران (Bates et al., 1973) برحسب میکروگرم بر گرم و همچنین استخراج محتوای یون‌های سدیم و پتاسیم از بافت برگ گیاهچه برنج به روش هامادا و النای (Hamada and Elenany, 1994) برحسب میلی‌گرم بر گرم، صورت گرفت.

داده‌های حاصل از اندازه‌گیری این صفات با نرم‌افزارهای آماری SAS و SPSS آنالیز و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد و سپس با خوشه‌بندی ارقام با تجزیه کلاستر ارقام متحمل بر اساس این صفات شناسایی شد (Anyomi et al., 2018).

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات فیزیولوژیک مختلف تحت تنش شوری نشان داد که اثر رقم، شوری و اثر متقابل آن‌ها بر تمام صفات اندازه‌گیری شده ازلحاظ آماری در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). این موضوع بیانگر آن است که صفات مقدار رنگیزه کلروفیل، مقدار اسیدآمینه پرولین و محتوای سدیم و پتاسیم تحت تأثیر اثرات اصلی فاکتورهای اعمال‌شده و اثرات متقابل آن‌ها قرارگرفته و تغییر کرده‌اند. نتایج مقایسه میانگین بین سطوح مختلف شوری نشان داد صفات مقدار اسیدآمینه پرولین و محتوای یون سدیم با افزایش سطح شوری تا سطح شوری ۹ dS/m افزایش و صفات مقدار رنگیزه کلروفیل (a، b و کل) و محتوای پتاسیم با افزایش سطح شوری تا سطح شوری ۹ dS/m کاهش یافتند (جدول ۳).

جدول ۲. تجزیه واریانس صفات فیزیولوژیک ارقام مختلف برنج در سطوح مختلف شوری در محیط هیدروپونیک

Table 2. Analysis of variance of different physiological traits of rice cultivars at different salinity levels in hydroponic environment

S.O.V	منابع تغییر	درجه آزادی df	سدیم Sodium	پتاسیم potassium	کلروفیل کل Total chlorophyll	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل a Chlorophyll a	پرولین Prolin
Cultivar (C)	رقم	70	24.884*	41.89*	0.0536*	0.0107*	0.0191*	0.0012*
Salinity (S)	شوری	3	407.79*	756.42*	0.7101*	0.2292*	0.1462*	0.0126*
C× S	رقم× شوری	210	3.062*	4.65*	0.0073*	0.0011*	0.0037*	0.00035*
Error	خطا	567	0.0464	0.1129	0.000027	0.000023	0.000030	0.000013
Cv%	ضریب تغییرات	-	*8.77*	*8.71*	*3.55*	*8.86*	*5.96*	*19.57*

*و** به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد و یک درصد؛ ns عدم معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد

* and **: Significance at 5% probability level and 1%; ns: Significance at 5% probability level, respectively

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف شوری بر صفات فیزیولوژیک موردانداز‌ه‌گیری در آزمایش

Table 3. Comparison of the mean effect of different salinity levels on the physiological traits measured in the experiment

سطوح شوری Salinity levels	سدیم Sodium	پتاسیم Potassium	کلروفیل کل Total chlorophyll	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیلa Chlorophyll a	پرولین Prolin
dS/m	--------mgr/gr----------		----------µgr/gr----------			
0	0.604^{d}	6.656^{a}	0.2320^{a}	0.1041^{a}	0.1287^{a}	0.0112^{c}
3	2.301^{c}	3.290^{b}	0.1381^{b}	0.0407^{b}	0.1092^{b}	0.0143^{c}
6	3.086^{b}	2.825^{c}	0.1144^{c}	0.0383^{c}	0.0821^{c}	0.0206^{b}
9	3.832^{a}	2.648^{d}	0.1065^{d}	0.0367^{d}	0.0690^{d}	0.0286^{a}

میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند با هم اختلاف معنی‌داری ندارند

Averages that have at least one letter in common do not differ significantly.

مقایسه میانگین اثرات متقابل بین رقم و سطوح شوری در تمام صفات موردبررسی در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد و نشان داد که ارقام شصتک محمدی، نعمت و طارم محلی متحمل‌ترین ارقام به تنش شوری در سطح شوری ۹ dS/m بودند (جدول ۴) که با تجزیه خوشه‌ای در گروه ارقام متحمل دسته‌بندی شدند (شکل ۱) و ارقامی ازجمله صالح، رشتی سرد، R3، IR20، IR39595 و قائم که به تنش شوری بسیار حساس بودند حتی شوری ۳dS/m را هم نتوانستند تحمل کنند و از بین رفتند برخی ارقام نیز ازجمله خزر، فجر، دم‌سیاه و کوهسار تا سطوح شوری ۶ dS/m و برخی مثل حسن سرایی، IR50، آمل ۱ و تابش نیز فقط سطح شوری ۳ dS/m را توانستند تحمل کنند (جدول ۴) که این ارقام با تجزیه خوشه‌ای در گروه ارقام نیمه حساس دسته‌بندی شدند (شکل ۱)

اثر تنش شوری بر صفت محتوای اسیدآمینه پرولین بافت برگ (برحسب میکروگرم بر گرم)

نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل بین ارقام و سطوح شوری برای صفت محتوای اسیدآمینه پرولین نشان داد بیشترین محتوای اسیدآمینه پرولین به ترتیب متعلق به ارقام شصتک محمدی ($\bar{Y}$=۰/۰۵۲۵µgr/gr)، نعمت ($\bar{Y}$=۰/۰۵۲۱µgr/gr) و GASMAL ($\bar{Y}$=۰/۰۵۲۱µgr/gr)، طارم محلی ($\bar{Y}$=۰/۰۵۲µgr/gr)، ندا ($\bar{Y}$=۰/۰۵۱۷µgr/gr) و NONABOKRA ($\bar{Y}$=۰/۰۵۱۸µgr/gr) در سطح شوری ۹ dS/m بود (جدول ۴) و کمترین محتوای پرولین نیز مربوط به سطح صفر (آب مقطر) ارقامی ازجمله نعمت ($\bar{Y}$=۰/۰۱۰۵µgr/gr)، میر طارم ($\bar{Y}$=۰/۰۱۰۵µgr/gr)، شهریار ($\bar{Y}$=۰/۰۱۰۶µgr/gr)، سالاری ($\bar{Y}$=۰/۰۱۰۶µgr/gr) بود چون تحت تنش شوری میزان پرولین افزایش می‌یابد

سطوح نرمال که تنشی نداشتند کمترین میزان پرولین را داشتند (جدول ۴). در درون سلول‌های گیاهی پرولین به‌عنوان ماده حفظ تعادل اسمزی بین سیتوپلاسم و واکوئل سلول عمل می‌کند به‌علاوه پرولین نقش اسمولاتی به‌عنوان مخزن کربن و نیتروژن دارد. همچنین پرولین حفاظت گیاه را در برابر صدمات رادیکال‌های آزاد انجام می‌دهد (Matysik et al., 2012). وقتی‌که گیاهچه تحت تنش شوری قرار می‌گیرد به دنبال آن تنش اسمزی نیز به گیاهچه وارد می‌شود پرولین به‌عنوان ذخیره انرژی و نیتروژن برای استفاده در خلال تنش شوری به کار می‌رود (Roy et al., 2014). در شرایط تنش شوری تجمع پرولین و کربوهیدرات‌های محلول در گیاهچه‌های برنج موجب افزایش محتوای نسبی آب برگ و کاهش اثرات منفی تنش شوری بر سلامت غشاهای سلولی می‌شود (Boriboonkaset et al., 2013). در آزمایش حاضر، محتوای پرولین با افزایش سطح شوری به‌صورت معنی داری افزایش نشان داد به‌طوری‌که در شرایط نرمال (سطح صفر با آب مقطر) محتوای پرولین تمام ارقام (هم متحمل و هم حساس به تنش شوری) تفاوت زیادی با هم ندارند اما در شرایط تنش شوری محتوای پرولین در ارقام متحمل بیشتر از ارقام حساس افزایش می‌یابد چون تجمع زیاد پرولین، گیاهچه را قادر می‌سازد که پدیده اسمزی را حفظ کند و افزایش پرولین باعث حفظ آماس و ادامه رشد سلول می‌گردد و یک نقش آنتی‌اکسیدانی در حفاظت از غشای بیولوژیک دارد (Amirjani et al., 2011).

اثر تنش شوری بر صفت محتوای رنگیزه کلروفیل a (برحسب میکروگرم بر گرم)

نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل بین ارقام و سطوح شوری برای صفت محتوای کلروفیل a نشان داد که بیشترین مقدار کلروفیل a مربوط به سطح صفر (آب مقطر) اکثر ارقام ازجمله شصتک محمدی ($\bar{Y}$ = ۰/۱۲۸ µgr/gr)، طارم امرالهی ($\bar{Y}$ = ۰/۱۲۸ µgr/gr)، R3 ($\bar{Y}$ = ۰/۱۲۸ µgr/gr)، دم‌سیاه ($\bar{Y}$ = ۰/۱۲۸ µgr/gr) و GASMAL ($\bar{Y}$ = ۰/۱۲۸ µgr/gr) بود. چون مقدار کلروفیل a تحت تنش شوری کاهش می‌یابد، در سطح صفر اکثر ارقام که فاقد تنش شوری بودند بیشترین مقدار کلروفیل a را نشان دادند؛ اما تحت تأثیر شوری، روند کاهش مقدار کلروفیل a در ارقام مختلف با افزایش سطح شوری متفاوت بود به‌طوری‌که ارقام شصتک محمدی، نعمت، طارم محلی، ندا، FL478، NONABOKRA و روشن تحت تنش شوری از سطح صفر تا سطح ۹dS/m روند کاهش بسیار ناچیزی داشتند که نشان‌دهنده تحمل این ارقام به تنش شوری بود (جدول ۴). ارقامی ازجمله صالح، رشتی سرد، R3، IR20، IR39595 و قائم که به تنش شوری بسیار حساس بودند حتی شوری ۳dS/m را هم نتوانستند تحمل کنند و از بین رفتند و در بین ارقام نیمه حساس کمترین مقدار کلروفیل a به ترتیب متعلق به ارقام فجر ($\bar{Y}$ = ۰/۱۰۵ µgr/gr)، خزر ($\bar{Y}$ = ۰/۱۰۶ µgr/gr)، کوهسار ($\bar{Y}$ = ۰/۱۰۶ µgr/gr) در سطح شوری ۶ dS/m و رقم IR29 ($\bar{Y}$ = ۰/۱۰۶ µgr/gr) در سطح شوری ۳ dS/m بود (جدول ۴).

اثر تنش شوری بر صفت محتوای رنگیزه کلروفیل b (برحسب میکروگرم بر گرم)

نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل بین ارقام و سطوح شوری برای صفت محتوای کلروفیل b نشان داد که بیشترین مقدار کلروفیل b مربوط به سطح صفر (آب مقطر) اکثر ارقام ازجمله شصتک محمدی ($\bar{Y}$ = ۰/۱۰۶ µgr/gr)، رشتی سرد ($\bar{Y}$ = ۰/۱۰۶ µgr/gr)، دم‌سیاه ($\bar{Y}$ = ۰/۱۰۶µgr/gr)، IR39595 ($\bar{Y}$ = ۰/۱۰۶ µgr/gr)، شهریار ($\bar{Y}$ = ۰/۱۰۶ µgr/gr) و GASMAL ($\bar{Y}$ = ۰/۱۰۶µgr/gr) بود. چون مقدار کلروفیل b تحت تنش شوری کاهش می‌یابد، در سطح صفر اکثر ارقام که فاقد تنش شوری بودند بیشترین مقدار کلروفیل b را نشان دادند؛ اما تحت تأثیر شوری، روند کاهش مقدار کلروفیل b در ارقام مختلف با افزایش سطح شوری متفاوت بود به‌طوری‌که ارقام شصتک محمدی، نعمت، طارم محلی، ندا، دیلمانی،FL478 ، NONABOKRA، روشن و گرده تحت تنش شوری از سطح صفر تا سطح ۹ dS/m روند کاهش بسیار ناچیزی داشتند که نشان‌دهنده تحمل این ارقام به تنش شوری بود (جدول ۴). ارقامی ازجمله صالح، رشتی سرد، R3، IR20، IR39595 و قائم که به تنش شوری بسیار حساس بودند حتی شوری ۳ dS/m را هم نتوانستند تحمل کنند و از بین رفتند و در بین ارقام نیمه حساس کمترین مقدار کلروفیل b به ترتیب متعلق به ارقام IR29 ($\bar{Y}$ = ۰/۰۵۳ µgr/gr)، حسن سرایی ($\bar{Y}$ = ۰/۰۶۰ µgr/gr)، 131R ($\bar{Y}$ = ۰/۰۶۳µgr/gr)، شیرودی ($\bar{Y}$ = ۰/۰۶۵ µgr/gr)، دم‌سیاه کلات نادری ($\bar{Y}$ = ۰/۰۷۰ µgr/gr) و درفک ($\bar{Y}$ = ۰/۰۷۷ µgr/gr) در سطح شوری ۳ dS/m و ارقام کوهسار ($\bar{Y}$ = ۰/۰۶۵ µgr/gr)، فجر ($\bar{Y}$ =۰/۰۷۰ µgr/gr) و خزر

(Ȳ = ۰/۰۷۱ µgr/gr) در سطح شوری ۶ dS/m بود (جدول ۴).

اثر تنش شوری بر صفت محتوای رنگیزه کلروفیل کل (برحسب میکروگرم بر گرم)

نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل بین ارقام و سطوح شوری برای صفت محتوای کلروفیل کل نشان داد که بیشترین مقدار کلروفیل کل مربوط به سطح صفر (آب مقطر) اکثر ارقام ازجمله شصتک محمدی (Ȳ = ۰/۲۳۴ µgr/gr)، صدری (Ȳ = ۰/۲۳۴ µgr/gr)، سالاری (Ȳ = ۰/۲۳۴ µgr/gr)، 7R (Ȳ = ۰/۲۳۴ µgr/gr)، عنبربو لرستان (Ȳ = ۰/۲۳۴ µgr/gr)، طارم چالوسی (Ȳ = ۰/۲۳۴ µgr/gr)، دیلمانی (Ȳ = ۰/۲۳۴ µgr/gr)، ندا (Ȳ = ۰/۲۳۴ µgr/gr) و موسی-طارم (Ȳ =۰/۲۳۴ µgr/gr) بود. چون مقدار کلروفیل کل تحت تنش شوری کاهش می‌یابد، در سطح صفر اکثر ارقام که فاقد تنش شوری بودند بیشترین مقدار کلروفیل را نشان دادند اما تحت تأثیر شوری، روند کاهش مقدار کلروفیل کل در ارقام مختلف با افزایش سطح شوری متفاوت بود، به‌طوری‌که ارقام شصتک محمدی، نعمت، طارم محلی، ندا، FL478، NONABOKRA، روشن، دیلمانی، جلودار و سنگ جو تحت تنش شوری از سطح صفر تا سطح ۹ dS/m روند کاهش بسیار ناچیزی داشتند که نشان‌دهنده تحمل این ارقام به تنش شوری بود (جدول ۴). ارقامی ازجمله صالح، رشتی سرد، R3، IR20، IR39595، IR72، IRBLZFU، نوک سیاه، R4، 7R و قائم که به تنش شوری بسیار حساس بودند حتی شوری ۳ dS/m را هم نتوانستند تحمل کنند و از بین رفتند و در بین ارقام نیمه حساس کمترین مقدار کلروفیل کل به ترتیب متعلق به ارقام فجر (Ȳ = ۰/۱۷۵ µgr/gr)، کوهسار (Ȳ = ۰/۱۷۱ µgr/gr)، خزر (Ȳ = ۰/۱۷۷ µgr/gr) در سطح شوری ۶ dS/m و ارقام حسن سرایی (Ȳ = ۰/۱۷۴ µgr/gr)، تابش (Ȳ = ۰/۱۷۵ µgr/gr)، IR50 (Ȳ = ۰/۱۷۷ µgr/gr)، آمل ۱ (Ȳ = ۰/۱۷۷ µgr/gr)، چمپاملو (Ȳ = ۰/۱۷۹ µgr/gr) و R 131 (Ȳ = ۰/۱۷۹ µgr/gr) در سطح شوری ۳dS/m بود (جدول ۴).

یک اثر مهم افزایش شوری پیری برگ است و فاکتور اصلی که باعث پیری برگ می‌شود کاهش محتوای کلروفیل تحت تنش شوری است (Amirjani et al., 2011). در این تحقیق محتوای کلروفیل کل، کلروفیل a و کلروفیل b تحت تنش شوری کاهش معنی‌داری پیدا کردند که با نتایج بوری بونکاست و همکاران (Boriboonkaset et al., 2013) و ویجایتا و همکاران (Vijayata et al., 2018) که ادعا نمودند محتوای کلروفیل در گیاهان زنده یکی از فاکتورهای مهم حفظ ظرفیت فتوسنتزی است و تحت تنش شوری به‌طور محسوسی کاهش می‌یابد و این کاهش به غلظت نمک و مدت‌زمان تنش بستگی دارد، مطابقت داشت. کومار و همکاران (Kumar et al., 2010) نیز با مطالعه عکس‌العمل ارقام برنج تحت تنش شوری نشان دادند که درصد جوانه‌زنی، رشد گیاهچه و رنگیزه کلروفیل کاهش می‌یابند و محتوای کلروفیل برگ یک فاکتور مهم در تعیین ظرفیت فتوسنتزی برگ است. سنگاتویل و همکاران (Sangatoel et al., 2014) با بررسی تنش شوری در ژنوتیپ‌های حساس و متحمل برنج در دو سطح تنش شوری ۶۰ و ۱۲۰ میلی‌مولار به این نتیجه رسیدند که سرعت تعرق و هدایت روزنه‌ای و به دنبال آن محتوای کلروفیل a و b و کارتنوئید در ۱۶۸ ساعت بعد از اعمال تنش کاهش می‌یابد و این کاهش به دلیل آن است که بیش از ۶۰ درصد بافت برگ آسیب‌دیده است. به نظر می‌رسد نتایج این تحقیق با گزارش وانگ و همکاران (Wang et al., 2012) که اظهار داشتند در اثر تنش‌های محیطی، محتوای سبزینگی برگ‌های برنج کاهش می‌یابد و این کاهش ممکن است به علت تخریب لاملای کلروفیل برگ‌ها باشد مطابقت داشته باشد.

اثر تنش شوری بر صفت محتوای سدیم بافت برگ (برحسب میلی‌گرم برگرم)

نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل بین ارقام و سطوح شوری برای صفت محتوای سدیم نشان داد بیشترین محتوای سدیم به ترتیب متعلق به ارقام چمپاملو (Ȳ = ۶/۶ mgr/gr)، IR29 (Ȳ = ۶/۶ mgr/gr)، دم‌سیاه کلات نادری (Ȳ = ۶/۶ mgr/gr)، IR50 (Ȳ= ۶/۵ mgr/gr)، آمل ۱ (Ȳ= ۶/۴ mgr/gr)، دم‌سیاه (Ȳ = ۶/۳ mgr/gr) و شیرودی (Ȳ = ۶/۲ mgr/gr) در سطح شوری ۳ dS/m بود (جدول ۴). برخی ارقام ازجمله صالح، رشتی سرد، R3، IR20، IR39595، IR72، IRBLZFU، نوک سیاه، R4، 7R و قائم که به تنش شوری بسیار حساس بودند حتی شوری ۳ dS/m را هم نتوانستند تحمل کنند و از بین رفتند. در شرایط نرمال (سطح صفر) محتوای سدیم در اکثر ارقام بسیار پایین بود و کمترین میزان سدیم متعلق به ارقامی ازجمله طارم امرالهی (Ȳ = ۰/۵ mgr/gr)، R8 (Ȳ = ۰/۵ mgr/gr)، IR20

($\bar{Y}$ = ۰/۵ mgr/gr)، صدری ($\bar{Y}$ = ۰/۵ mgr/gr)، شیرودی ($\bar{Y}$ = ۰/۵ mgr/gr)، نعمت ($\bar{Y}$ = ۰/۵ mgr/gr) و روشن در سطح شوری صفر (آب مقطر) بود (جدول ۴). در ارقام متحمل به شوری، سدیم از ریشه به برگ انتقال نمی‌یابد بلکه سدیم در ریشه تجمع پیدا می‌کند درواقع ممانعت از انتقال سدیم از ریشه به برگ‌ها یک مکانیسم دفاعی مقابله با تنش شوری است و در ارقام متحمل مشهودتر است. در بین تیمارهای مختلف شوری با افزایش سطح شوری محتوای سدیم بافت برگ افزایش می‌یابد (Fallah, 2015). نتایج این تحقیق با نتایج هانگ و همکاران (Huang et al., 2012) که با بررسی یون‌های سدیم در برگ‌های پیر و جوان گیاهچه برنج تحت تنش شوری و مقایسه عملکرد هر دو بافت در تحمل به نمک به این نتیجه رسیدند که برنج با تجمع یون‌های Na در برگ-های قدیمی از برگ‌های جوان در برابر تنش شوری محافظت می‌کند و این‌یکی از مکانیسم‌های تحمل به تنش شوری در گیاه است، مطابقت داشت. به نظر می‌رسد تفاوت در انباشت یون سدیم برگ ارقام مختلف برنج مورد ارزیابی به تفاوت در بارگیری یون سدیم در آوند چوبی ریشه و یا میزان انتقال یون سدیم از ریشه به اندام هوایی ارقام بستگی دارد. همچنین تفاوت ژنتیکی در محتوای بارگیری یون سدیم در ریشه منجر به تفاوت ژنتیکی در انتقال یون سدیم به برگ‌ها می‌شود (Ahmad Mohammad et al., 2015) برخی گیاهان قادر هستند با انباشته کردن یون‌ها در ریشه مانع از انتقال آن‌ها به اندام‌های هوایی شده و از این طریق منجر به تحمل به شوری شوند توقف انتقال یون سدیم در ریشه، برگ‌های مسن و غلاف برگ گرامینه‌ها ازجمله سازوکارهای تحمل به شوری این گیاهان گزارش شده است (Huang et al., 2012).

اثر تنش شوری بر صفت محتوای پتاسیم بافت برگ (برحسب میلی‌گرم برگرم)

نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل بین رقم و سطوح شوری برای صفت محتوای پتاسیم نشان داد که بیشترین محتوای پتاسیم به ترتیب متعلق به ارقام شصتک محمدی (mgr/gr $\bar{Y}$ = ۷/۴)، حسنی (mgr/gr $\bar{Y}$ =۷/۲)، NONABOKRA (mgr/gr $\bar{Y}$ = ۷/۲)، حسن سرایی (mgr/gr $\bar{Y}$ = ۷/۱)، R8 (mgr/gr $\bar{Y}$ = ۷/۱)، روشن (mgr/gr $\bar{Y}$ = ۷/۱) و GASMAL (mgr/gr $\bar{Y}$ = ۷/۱) در سطح شوری صفر (آب مقطر) بود (جدول ۵) و کمترین محتوای پتاسیم به ترتیب متعلق به ارقام IR29 (mgr/gr $\bar{Y}$ = ۳)، آمل ۱ (mgr/gr $\bar{Y}$ = ۳)، IR50 (mgr/gr $\bar{Y}$ = ۳)، تابش (mgr/gr $\bar{Y}$= ۳/۱)، حسن سرایی (mgr/gr $\bar{Y}$ = ۳/۱) و چمپاملو (mgr/gr $\bar{Y}$ = ۳/۲) در سطح شوری dS/m ۳ بود (جدول ۴). چون محتوای یون پتاسیم تحت تنش شوری کاهش می‌یابد، در سطح صفر اکثر ارقام که فاقد تنش شوری بودند بیشترین محتوای پتاسیم را نشان دادند و تحت تأثیر شوری، روند کاهش محتوای پتاسیم در ارقام مختلف با افزایش سطح شوری متفاوت بود به‌طوری‌که ارقام متحمل مثل شصتک محمدی، ندا، روشن، نونابوکرا و گاسمال بیشترین میزان پتاسیم را نشان دادند و با افزایش سطح شوری کاهش معنی‌داری در محتوای پتاسیم آن‌ها مشاهده نشد (جدول ۴). یون پتاسیم یکی از مهم‌ترین پارامترهای فیزیولوژیکی است که در سیتوزول سلول نقش مهمی در فعالیت بسیاری از آنزیم‌ها، سنتز پروتئین‌ها و فتوسنتز دارد و به‌عنوان تنظیم‌کننده اسمزی در توسعه سلول‌ها و فعالیت‌های روزنه‌ای ارتباط داشته و میانجیگری می‌نماید (Mirnia and Mohamadian 2004). غلظت بیشتر یون پتاسیم در برگ‌های ارقام متحمل که در معرض تنش شوری قرار گرفته بودند می تواند یک واکنش انطباقی نسبت به نگهداری بالای یون پتاسیم در سلول‌های روزنه در تنش شوری باشد. نتایج این تحقیق با نتایج فلاح (Fallah, 2015) و مرادی (Moradi, 2002) که بیان کردند در گیاهچه‌های برنج با افزایش سطح شوری غلظت یون پتاسیم برگ کاهش می‌یابد مطابقت داشت.

جدول ۴. مقایسه میانگین اثرات متقابل شوری در رقم بر صفات فیزیولوژیک موردانداز‌ه‌گیری در آزمایش

Table 4. Comparison of interaction effects of salinity on physiological characteristics measured in the experimen

رقم در شوری Cultivar×salinity	کلروفیل a Chlorophyll a	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل کل Total chlorophyll	پتاسیم Potassium	سدیم Sodium	پرولین Prolin
	----------µgr/gr----------			----------mgr/gr----------		µgr/gr
C1S1	0.127 ^{a}	0.105 ^{ab}	0.232 ^{ab}	6.8 ^{ab}	0.6 ^{no}	0.0112 ^{k}
C1S2	0.125 ^{bc}	0.104 ^{b}	0.229 ^{c}	6.7 ^{ab}	0.7 ^{n}	0.0209 ^{fg}
C1S3	0.124 ^{d}	0.104 ^{b}	0.228 ^{d}	6.6 ^{b}	0.8 ^{mn}	0.0351 ^{cd}
C1S4	0.121 ^{g}	0.103 ^{bc}	0.224 ^{g}	6.4 ^{c}	1.5 ^{k}	0.0511 ^{a}
C2S1	0.128 ^{a}	0.106 ^{a}	0.234 ^{a}	7.4 ^{a}	0.6 ^{no}	0.0108 ^{l}
C2S2	0.127 ^{a}	0.105 ^{ab}	0.232 ^{ab}	7.2 ^{a}	0.6 ^{no}	0.0233 ^{fg}
C2S3	0.126 ^{ab}	0.105 ^{ab}	0.231 ^{ab}	7 ^{a}	0.7 ^{n}	0.0376 ^{cd}
C2S4	0.125 ^{bc}	0.104 ^{b}	0.229 ^{c}	6.8 ^{ab}	0.6 ^{no}	0.0525 ^{a}
C3S1	0.127 ^{a}	0.105 ^{ab}	0.232 ^{ab}	7.1 ^{a}	0.6 ^{no}	0.0107^{lm}
C3S2	0.114 ^{op}	0.060 ^{w}	0.174 ^{rs}	3.1 ^{t}	6.3 ^{a}	0.0125 ^{jk}
C3S3	0^{v}	0 ^{x}	0^{u}	0 ^{v}	0 ^{q}	0^{q}
C3S4	0 ^{v}	0 ^{x}	0 ^{u}	0 ^{v}	0 ^{q}	0 ^{q}
C4S1	0.127 ^{a}	0.103 ^{bc}	0.230 ^{ab}	7 ^{a}	0.6 ^{no}	0.0108 ^{l}
C4S2	0 ^{v}	0 ^{x}	0 ^{u}	0 ^{v}	0 ^{q}	0 ^{q}
C4S3	0 ^{v}	0 ^{x}	0 ^{u}	0 ^{v}	0 ^{q}	0 ^{q}
C4S4	0 ^{v}	0 ^{x}	0 ^{u}	0 ^{v}	0 ^{q}	0 ^{q}
C5S1	0.127 ^{a}	0.106 ^{a}	0.233 ^{a}	7 ^{a}	0.7 ^{n}	0.0107^{lm}
C5S2	0 ^{v}	0 ^{x}	0 ^{u}	0 ^{v}	0 ^{q}	0 ^{q}
C5S3	0 ^{v}	0 ^{x}	0 ^{u}	0 ^{v}	0 ^{q}	0 ^{q}
C5S4	0 ^{v}	0 ^{x}	0 ^{u}	0 ^{v}	0 ^{q}	0 ^{q}
C6S1	0.128 ^{a}	0.104 ^{b}	0.232 ^{ab}	6.9 ^{ab}	0.6 ^{no}	0.0112 ^{k}
C6S2	0 ^{v}	0 ^{x}	0 ^{u}	0 ^{v}	0 ^{q}	0 ^{q}
C6S3	0 ^{v}	0 ^{x}	0 ^{u}	0 ^{v}	0 ^{q}	0 ^{q}
C6S4	0 ^{v}	0 ^{x}	0 ^{u}	0 ^{v}	0 ^{q}	0 ^{q}
C7S1	0.128 ^{a}	0.103 ^{bc}	0.231 ^{ab}	6.5 ^{b}	0.5 o	0.0107 ^{lm}
C7S2	0.125 ^{bc}	0.099 ^{f}	0.224 ^{g}	6.2 ^{c}	0.8 ^{mn}	0.0180 ^{h}
C7S3	0.123 ^{de}	0.098 ^{fg}	0.221 ^{ij}	6 ^{d}	1.2 ^{l}	0.0319 ^{e}
C7S4	0.120 ^{gh}	0.096 ^{h}	0.216 ^{lm}	6 ^{d}	1.3 ^{kl}	0.0481 ^{b}
C8S1	0.128 ^{a}	0.106 ^{a}	0.234 ^{a}	6.8 ^{ab}	0.6 ^{no}	0.0108 ^{l}
C8S2	0.118 ^{k}	0.082 ^{qr}	0.200 ^{pq}	3.8 ^{q}	6.3 ^{a}	0.0131 ^{j}
C8S3	0 ^{v}	0 ^{x}	0 ^{u}	0 ^{v}	0^{q}	0 ^{q}
C8S4	0 ^{v}	0 ^{x}	0 ^{u}	0 ^{v}	0^{q}	0 ^{q}
C9S1	0.126 ^{ab}	0.106 ^{a}	0.232 ^{ab}	7.1 ^{a}	0.6 ^{no}	0.0108 ^{l}
C9S2	0 ^{v}	0 ^{x}	0 ^{u}	0^{v}	0 ^{q}	0 ^{q}
C9S3	0 ^{v}	0 ^{x}	0 ^{u}	0 ^{v}	0 ^{q}	0 ^{q}
C9S4	0 ^{v}	0^{x}	0 ^{u}	0 ^{v}	0 ^{q}	0 ^{q}
C10S1	0.127 ^{a}	0.103 ^{bc}	0.230 ^{ab}	7.1 ^{a}	0.5 ^{o}	0.0107^{lm}
C10S2	0.122 ^{ef}	0.093 ^{jk}	0.215 ^{m}	6 ^{d}	1.3 ^{kl}	0.0141 ^{j}
C10S3	0.118 ^{k}	0.090 ^{m}	0.208 ^{no}	5.6 ^{fg}	2.9 ^{h}	0.0273 ^{f}
C10S4	0.115 ^{no}	0.088 ^{no}	0.203 ^{p}	5.5 ^{h}	3.5 ^{f}	0.0438 ^{bc}
C11S1	0.127 ^{a}	0.105 ^{ab}	0.232 ^{ab}	7 ^{a}	0.5 ^{o}	0.0108 ^{l}
C11S2	0 ^{v}	0^{x}	0 ^{u}	0 ^{v}	0 ^{q}	0^{q}
C11S3	0 ^{v}	0 ^{x}	0 ^{u}	0 ^{v}	0 ^{q}	0 ^{q}
C11S4	0 ^{v}	0 ^{x}	0 ^{u}	0 ^{v}	0q	0 ^{q}
C12S1	0.128 ^{a}	0.103 ^{bc}	0.231 ^{ab}	6.9 ^{ab}	0.6 ^{no}	0.0107^{lm}
C12S2	0.125 ^{bc}	0.098 ^{fg}	0.223 ^{h}	6.5 ^{b}	0.9 ^{m}	0.0176 ^{hi}

Table 4: Continued **جدول ۴. ادامه**

رقم در شوری Cultivar×salinity	کلروفیل a Chlorophyll a	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل کل Total chlorophyll	پتاسیم Potassium	سدیم Sodium	پرولین Prolin
	----------µgr/gr----------			---------mgr/gr---------		µgr/gr
C12S3	0.123 de	0.096 gh	0.219 jk	6.2 c	1.2 l	0.0317 e
C12S4	0.120 gh	0.095 hi	0.215 m	6 d	2.4 ij	0.0478 b
C13S1	0.127 a	0.106 a	0.233 a	6.5 b	0.7 n	0.0106 lm
C13S2	0.125 bc	0.102 cd	0.227 de	6.4 c	0.7 n	0.0196 h
C13S3	0.124 d	0.099 fg	0.221 ij	6.1 cd	0.8 mn	0.0335 e
C13S4	0.123 de	0.097 g	0.220 j	6 d	1.4 kl	0.0497 b
C14S1	0.128 a	0.106 a	0.233 a	7.1 a	0.6 no	0.0111 k
C14S2	0.127 a	0.105 ab	0.232 ab	7.1 a	0.7 no	0.0221 fg
C14S3	0.126 ab	0.105 ab	0.231 ab	7.2 a	0.6 no	0.0363 cd
C14S4	0.125 bc	0.104 b	0.229 c	7 a	0.7 n	0.0521 a
C15S1	0.127 a	0.105 ab	0.232 ab	7 a	0.7 n	0.0110 k
C15S2	0.125 bc	0.104 b	0.229 c	6.8 ab	1.1 l	0.0154 hi
C15S3	0.123 de	0.101 de	0.224 g	6.4 c	2 j	0.0300 e
C15S4	0.122 ef	0.100 ef	0.222 hi	6.2 c	2.4 ij	0.0461 b
C16S1	0.128 a	0.104 b	0.232 ab	7 a	0.7 n	0.0110 k
C16S2	0 v	0 x	0 u	0 v	0 q	0 q
C16S3	0 v	0 x	0 u	0 v	0 q	0 q
C16S4	0 v	0 x	0 u	0 v	0 q	0 q
C17S1	0.127 a	0.105 ab	0.232 ab	6.8 ab	0.6 no	0.0111 k
C17S2	0.119 ij	0.076 s	0.195 q	3.2 st	5.8 ab	0.0328 ef
C17S3	0 v	0 x	0 u	0 v	0 q	0 q
C17S4	0 v	0 x	0 u	0 v	0 q	0 q
C18S1	0.127 a	0.104 b	0.231 ab	6.8 ab	0.7 n	0.0108 l
C18S2	0.124 d	0.103 bc	0.227 de	6.7 ab	1.2 l	0.0158 hi
C18S3	0.122 ef	0.102 c	0.224 g	6.5 b	1.9 jk	0.0300 e
C18S4	0.120 gh	0.101 de	0.221 ij	6.2 c	2.5 h	0.0462 b
C19S1	0.127 a	0.106 a	0.233 a	6.9 ab	0.6 no	0.0110 k
C19S2	0.115 no	0.077 rs	0.192 q	3.5 r	6.1 a	0.0329 e
C19S3	0 v	0 x	0 u	0 v	0 q	0 q
C19S4	0 v	0 x	0 u	0 v	0 q	0 q
C20S1	0.128 a	0.105 ab	0.232 ab	7 a	0.6 no	0.0108 l
C20S2	0.124 d	0.102 cd	0.226 f	6.5 b	0.7 n	0.0182 h
C20S3	0.123 de	0.098 fg	0.221 ij	6.1 cd	1.4 kl	0.0324 e
C20S4	0.122 ef	0.095 hi	0.217 l	6 d	2.1 ij	0.0484 b
C21S1	0.126 ab	0.104 b	0.230 ab	7.1 a	0.7 n	0.0109 kl
C21S2	0 v	0 x	0 u	0 v	0 q	0 q
C21S3	0 v	0 x	0 u	0 v	0 q	0 q
C21S4	0 v	0 x	0 u	0 v	0 q	0 q
C22S1	0.127 a	0.105 ab	0.232 ab	6.8 ab	0.6 no	0.0108 l
C22S2	0.106 rs	0.053 w	0.159 t	3 u	6.6 a	0.0363 cd
C22S3	0 v	0 x	0 u	0 v	0 q	0 q
C22S4	0 v	0 x	0 u	0 v	0 q	0 q
C23S1	0.127 a	0.105 ab	0.232 ab	6.5 b	0.6 no	0.0112 k
C23S2	0.116 n	0.063 v	0.179 rs	3.2 st	5.8 b	0.0326 e
C23S3	0 v	0 x	0 u	0 v	0 q	0 q
C23S4	0 v	0 x	0 u	0 v	0 q	0 q
C24S1	0.127 a	0.106 a	0.233 a	7.2 a	0.7 n	0.0108 l
C24S2	0.126 ab	0.104 b	0.230 ab	6.8 ab	0.7 n	0.0200 fg
C24S3	0.124 d	0.103 bc	0.227 de	6.5 b	0.9 m	0.0339 e
C24S4	0.123 de	0.103 bc	0.226 f	6.3 c	1.2 l	0.0501 a
C25S1	0.127 a	0.105 ab	0.232 ab	7.1 a	0.7 n	0.0108 l
C25S2	0.123 de	0.100 cd	0.223 h	6 d	1.6 jk	0.0142 j
C25S3	0.118 k	0.091 m	0.209 no	5.6 fg	3 g	0.0277 f

Table 4: Continued **جدول ۴. ادامه**

رقم در شوری Cultivar×salinity	کلروفیل a Chlorophyll a	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل کل Total chlorophyll	پتاسیم Potassium	سدیم Sodium	پرولین Prolin
	----------µgr/gr----------			---------mgr/gr---------		µgr/gr
C25S4	0.115 no	0.086 o	0.201 p	5.4 hi	1.4 e	0.0438 bc
C26S1	0.128 a	0.106 a	0.232 ab	7 a	0.6 no	0.0107 lm
C26S2	0.124 d	0.098 fg	0.222 hi	6.2 c	1.3 kl	0.0112 k
C26S3	0.123 de	0.093 jk	0.216 lm	5.8 ef	2.7 h	0.0279 f
C26S4	0.120 gh	0.091 l	0.211 n	5.6 fg	3.5 f	0.0444 bc
C27S1	0.128 a	0.106 a	0.234 a	6.7 ab	0.5 o	0.0106 n
C27S2	0.120 gh	0.095 hi	0.215 m	5.4 hi	1.4 kl	0.0152 hi
C27S3	0.120 gh	0.082 qr	0.202 p	5 k	2.5 hi	0.0279 f
C27S4	0.117 lm	0.080 rs	0.197 q	4.7 m	3.2 g	0.0443 bc
C28S1	0.128 a	0.105 ab	0.233 a	6.6 b	0.6 no	0.0105 no
C28S2	0.125 bc	0.101 de	0.226 f	5.5 h	0.6 no	0.0148 j
C28S3	0.120 gh	0.085 pq	0.205 op	5.1 jk	0.9 m	0.0287 f
C28S4	0.118 k	0.081 r	0.199 q	4.9 kl	1.4 kl	0.0446 bc
C29S1	0.128 a	0.106 a	0.234 a	7.1 a	0.7 n	0.0107 lm
C29S2	0.126 ab	0.105 ab	0.231 ab	6.7 ab	3.5 f	0.0203 fg
C29S3	0.125 bc	0.102 c	0.227 de	6.5 b	5 d	0.0345 e
C29S4	0.123 de	0.101 de	0.224 g	6.2 c	5.2 bc	0.0504 a
C30S1	0.127 a	0.105 ab	0.232 ab	6.5 b	0.6 no	0.0107 lm
C30S2	0.118 k	0.070 t	0.188 r	3.3 s	6.6 a	0.0232 fg
C30S3	0 v	0 x	0 u	0 v	0 q	0 q
C30S4	0 v	0 x	0 u	0 v	0 q	0 q
C31S1	0.127 a	0.104 b	0.231 ab	6.9 ab	0.5 o	0.0108 l
C31S2	0.119 ij	0.065 uv	0.184 r	3.4 rs	6.2 a	0.0235 fg
C31S3	0 v	0 x	0 u	0 v	0 q	0 q
C31S4	0 v	0 x	0 u	0 v	0 q	0 q
C32S1	0.128 a	0.106 a	0.232 ab	6.8 ab	0.7 n	0.0105 no
C32S2	0.119 ij	0.081 rs	0.200 p	3.5 r	6.1 a	0.0234 fg
C32S3	0 v	0 x	0 u	0 v	0 q	0 q
C32S4	0 v	0 x	0 u	0 v	0 q	0 q
C33S1	0.127 a	0.106 a	0.233 a	7 a	0.5 o	0.0104 no
C33S2	0.127 a	0.105 ab	0.232 ab	7.1 a	0.6 no	0.0222 fg
C33S3	0.126 a	0.105 ab	0.231 ab	6.9 ab	0.7 n	0.0363 cd
C33S4	0.126 a	0.104 b	0.230 ab	6.8 ab	0.8 mn	0.0521 a
C34S1	0.127 a	0.105 ab	0.232 ab	7 a	0.6 no	0.0107 lm
C34S2	0.116 n	0.061 vw	0.177 rs	3 u	6.5 a	0.0225 fg
C34S3	0 v	0 x	0 u	0 v	0 q	0 q
C34S4	0 v	0 x	0 u	0 v	0 q	0 q
C35S1	0.128 a	0.105 ab	0.233 a	6.8 ab	0.6 no	0.0105 no
C35S2	0 v	0 x	0 u	0 v	0 q	0 q
C35S3	0 v	0 x	0 u	0 v	0 q	0 q
C35S4	0 v	0 x	0 u	0 v	0 q	0 q
C36S1	0.126 ab	0.106 a	0.232 a	6.8 ab	0.5 o	0.0107 lm
C36S2	0.115 no	0.062 vw	0.177 rs	3 u	6.4 a	0.0242 fg
C36S3	0 v	0 x	0 u	0 v	0 q	0 q
C36S4	0 v	0 x	0 u	0 v	0 q	0 q
C37S1	0.127 a	0.104 b	0.230 ab	6.6 b	0.6 no	0.0107 lm
C37S2	0.115 no	0.088 no	0.203 p	4.8 l	4.5 d	0.0142 fg
C37S3	0.106 rs	0.071 t	0.177 rs	4.2 no	5.8 b	0.0268 f
C37S4	0 v	0 x	0 u	0 v	0 q	0 q
C38S1	0.128 a	0.105 ab	0.233 a	7.1 a	0.5 o	0.0107 lm
C38S2	0.127 a	0.104 b	0.231 ab	7 a	0.6 no	0.0208 g
C38S3	0.126 ab	0.104 b	0.229 c	6.9 ab	0.7 n	0.0351 cd
C38S4	0.125 bc	0.103 bc	0.228 d	6.5 b	1.2 l	0.0512 a
C39S1	0.128 a	0.106 a	0.234 a	6.5 b	0.6 no	0.0106 n

Table 4: Continued **جدول ۴. ادامه**

رقم در شوری Cultivar×salinity	کلروفیل a Chlorophyll a	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل کل Total chlorophyll	پتاسیم Potassium	سدیم Sodium	پرولین Prolin
	----------µgr/gr----------			---------mgr/gr---------		µgr/gr
C39S2	0.124 d	0.104 b	0.228 d	6.5 b	1 l	0.0161 hi
C39S3	0.123 de	0.101 de	0.224 g	6.4 c	1.4 kl	0.0303 e
C39S4	0.122 ef	0.100 ef	0.222 hi	6.2 c	1.4 kl	0.0465 b
C40S1	0.126 ab	0.106 a	0.232 ab	6.8 ab	0.8 mn	0.0108 l
C40S2	0.111 qr	0.085 op	0.196 q	4.1 op	5.1 b	0.0231 fg
C40S3	0.106 rs	0.065 uv	0.171 rs	4 p	6.2 a	0.0321 g
C40S4	0 v	0 x	0 u	0 v	0 q	0 q
C41S1	0.128 a	0.105 ab	0.233 a	6.6 b	0.8 mn	0.0106 n
C41S2	0 v	0 x	0 u	0 v	0 q	0 q
C41S3	0 v	0 x	0 u	0 v	0 q	0 q
C41S4	0 v	0 x	0 u	0 v	0 q	0 q
C42S1	0.126 ab	0.104 b	0.230 ab	6.8 ab	0.6 no	0.0106 n
C42S2	0.120 gh	0.101 de	0.221 ij	5.9 e	1.4 kl	0.0152 hi
C42S3	0.119 ij	0.090 m	0.209 no	5.5 h	2.2 ij	0.0294 f
C42S4	0.117 lm	0.085 op	0.192 q	5.4 hi	2.4 ij	0.0458 b
C43S1	0.127 a	0.104 b	0.231 ab	6.9 ab	0.8 mn	0.0109 kl
C43S2	0 v	0 x	0 u	0 v	0 q	0 q
C43S3	0 v	0 x	0 u	0 v	0 q	0 q
C43S4	0 v	0 x	0 u	0 v	0 q	0 q
C44S1	0.128 a	0.106 a	0.234 a	6.5 b	0.7 n	0.0108 l
C44S2	0 v	0 x	0 u	0 v	0 q	0 q
C44S3	0 v	0 x	0 u	0 v	0 q	0 q
C44S4	0 v	0 x	0 u	0 v	0 q	0 q
C45S1	0.127 a	0.105 ab	0.232 ab	7.1 a	0.8 mn	0.0107 lm
C45S2	0 v	0 x	0 u	0 v	0 q	0 q
C45S3	0 v	0 x	0 u	0 v	0 q	0 q
C45S4	0 v	0 x	0 u	0 v	0 q	0 q
C46S1	0.128 a	0.103 bc	0.231 ab	7 a	0.8 mn	0.0109 kl
C46S2	0.120 gh	0.095 hi	0.215 m	6.1 cd	1.2 l	0.0142 j
C46S3	0.118 k	0.093 jk	0.203 p	5.7 f	3.1 g	0.0276 f
C46S4	0.117 lm	0.090 m	0.197 q	5.6 fg	3.5 f	0.0439 bc
C47S1	0.128 a	0.106 a	0.234 a	7 a	0.6 no	0.0107 lm
C47S2	0.125 bc	0.101 de	0.226 f	6.5 b	0.8 mn	0.0188 h
C47S3	0.124 d	0.095 hi	0.209 no	5.9 e	0.9 m	0.0329 e
C47S4	0.123 de	0.093 jk	0.206 op	5.7 f	1.5 k	0.0496 b
C48S1	0.127 a	0.106 a	0.233 a	7.1 a	0.5 o	0.0110 k
C48S2	0.126 ab	0.105 ab	0.231 ab	7a	0.6 no	0.0207 fg
C48S3	0.125 bc	0.104 b	0.229 c	6.7 ab	0.7 n	0.0357 cd
C48S4	0.124 d	0.104 b	0.228 d	6.5 b	0.8 mn	0.0517 a
C49S1	0.128 a	0.105 ab	0.233 a	6.9 ab	0.5 o	07 lm
C49S2	0.127 a	0.105 ab	0.232 ab	7 a	0.4 p	0.0221 fg
C49S3	0.126 ab	0.104 b	0.230 ab	6.7 ab	0.7 n	0.0358 cd
C49S4	0.125 bc	0.104 b	0.229 c	6.7 ab	0.8 mn	0.0520 a
C50S1	0.127 a	0.106 a	0.233 a	6.8 ab	0.5 o	0.0107 lm
C50S2	0 v	0 x	0 u	0 v	0 q	0 q
C50S3	0 v	0 x	0 u	0 v	0 q	0 q
C50S4	0 v	0 x	0 u	0 v	0 q	0 q
C51S1	0.127 a	0.105 ab	0.232 ab	6.9 ab	0.6 no	0.0107 lm
C51S2	0 v	0 x	0 u	0 v	0 q	0 q
C51S3	0 v	0 x	0 u	0 v	0 q	0 q
C51S4	0v	0 x	0 u	0 v	0 q	0 q
C52S1	0.128 a	0.103 bc	0.231 ab	6.9 ab	0.6 no	0.0110 k
C52S2	0.125 bc	0.103 bc	0.228 d	6.7 ab	0.5 o	0.0201 g
C52S3	0.124 d	0.102 c	0.226 f	6.5 b	0.8 mn	0.0341 e

Table 4: Continued **جدول ۴. ادامه**

رقم در شوری Cultivar×salinity	کلروفیل a Chlorophyll a	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل کل Total chlorophyll	پتاسیم Potassium	سدیم Sodium	پرولین Prolin
	µgr/gr			mgr/gr		µgr/gr
C52S4	0.123 de	0.102 ^{c}	0.225 ^{fg}	6.3 ^{c}	1.9 ^{jk}	0.0504 ^{a}
C53S1	0.127 ^{a}	0.106 ^{a}	0.233 ^{a}	6.6 ^{b}	0.7 ^{n}	0.0109 ^{kl}
C53S2	0.116 ^{n}	0.063 ^{v}	0.179 ^{rs}	3.2 st	6.7 ^{a}	0.0229 ^{fg}
C53S3	0 ^{v}	0 ^{x}	0 ^{u}	0 ^{v}	0 ^{q}	0 ^{q}
C53S4	0 ^{v}	0 ^{x}	0 ^{u}	0 ^{v}	0 ^{q}	0 ^{q}
C54S1	0.128 ^{a}	0.105 ^{ab}	0.233 ^{a}	6.8 ^{ab}	0.7 n	0.0107^{lm}
C54S2	0 ^{v}	0 ^{x}	0 ^{u}	0 ^{v}	0 ^{q}	0 ^{q}
C54S3	0 ^{v}	0 ^{x}	0 ^{u}	0 ^{v}	0 ^{q}	0 ^{q}
C54S4	0 ^{v}	0 ^{x}	0 ^{u}	0 ^{v}	0 ^{q}	0 ^{q}
C55S1	0.127 ^{a}	0.105 ^{ab}	0.231 ^{ab}	7.2 ^{a}	0.6 ^{no}	0.0108 ^{l}
C55S2	0.126 ^{ab}	0.105 ^{ab}	0.231 ^{ab}	7.1 ^{a}	0.6 ^{no}	0.0208 ^{g}
C55S3	0.126 ^{ab}	0.104 ^{b}	0.230 ^{ab}	6.8 ^{ab}	0.6 ^{no}	0.0355 ^{cd}
C55S4	0.125 ^{bc}	0.104 ^{b}	0.229 ^{c}	6.5 ^{b}	0.7 ^{n}	0.0518 ^{a}
C56S1	0.128 ^{a}	0.106 ^{a}	0.234 ^{a}	7.1 ^{a}	0.5 ^{o}	0.0107^{lm}
C56S2	0.121 ^{g}	0.102 ^{c}	0.223 ^{h}	5.6 ^{fg}	1.4 ^{kl}	0.0147 ^{j}
C56S3	0.118 ^{k}	0.091 ^{m}	0.200 ^{p}	5.2 ^{j}	2.2 ^{jk}	0.0293 ^{f}
C56S4	0.115 ^{no}	0.082 ^{qr}	0.197 ^{pq}	5 ^{k}	2.9 ^{h}	0.0458 ^{b}
C57S1	0.127 ^{a}	0.105 ^{ab}	0.232 ^{ab}	7.1 ^{a}	0.5 ^{o}	0.0108 ^{l}
C57S2	0.126 ^{ab}	0.104 ^{b}	0.230 ^{ab}	7 ^{a}	0.6 ^{no}	0.0205 ^{g}
C57S3	0.124 ^{d}	0.104 ^{b}	0.228 ^{d}	6.6 ^{b}	0.9 ^{m}	0.0344 ^{e}
C57S4	0.123 ^{de}	0.103 ^{bc}	0.226 ^{f}	6.4 ^{c}	1.8 ^{jk}	0.0506 ^{a}
C58S1	0.127 ^{a}	0.106 ^{a}	0.233 ^{a}	7 ^{a}	0.7 ^{n}	0.0107^{lm}
C58S2	0.125 ^{bc}	0.101 ^{de}	0.226 ^{f}	6.5 ^{b}	0.8 ^{mn}	0.0188 ^{h}
C58S3	0.124 ^{d}	0.095 ^{hi}	0.209 ^{no}	6.1 ^{cd}	1.4 ^{kl}	0.0329 ^{e}
C58S4	0.123 ^{de}	0.095 ^{hi}	0.205 ^{op}	5.9 ^{e}	2.1 ^{ij}	0.0490 ^{b}
C59S1	0.128 ^{a}	0.106 ^{a}	0.234 ^{a}	6.5 ^{b}	0.6 ^{no}	0.0107^{lm}
C59S2	0.126 ^{ab}	0.105 ^{ab}	0.231 ^{ab}	6.6 ^{b}	0.7 ^{n}	0.0207 ^{g}
C59S3	0.124 ^{d}	0.104 ^{b}	0.228 ^{d}	6.5 ^{b}	0.8 ^{mn}	0.0347 ^{e}
C59S4	0.123 ^{de}	0.103 ^{bc}	0.226 ^{f}	6.4 ^{c}	1.5 ^{k}	0.0508 ^{a}
C60S1	0.127 ^{a}	0.105 ^{ab}	0.232 ^{ab}	6.8 ^{ab}	0.8 ^{mn}	0.0107^{lm}
C60S2	0.115 ^{no}	0.060 ^{w}	0.175 ^{rs}	3.1 ^{t}	6.1 ^{a}	0.0229 ^{fg}
C60S3	0 ^{v}	0 ^{x}	0 ^{u}	0 ^{v}	0 ^{q}	0 ^{q}
C60S4	0 ^{v}	0 ^{x}	0 ^{u}	0^{v}	0 ^{q}	0 ^{q}
C61S1	0.128 ^{a}	0.106 ^{a}	0.234 ^{a}	6.9 ^{ab}	0.6 ^{no}	0.0107^{lm}
C61S2	0.126 ^{ab}	0.105 ^{ab}	0.231 ^{ab}	6.8 ^{ab}	0.6 ^{no}	0.0216 ^{fg}
C61S3	0.125 ^{bc}	0.104 ^{b}	0.229 ^{c}	6.8 ^{ab}	0.6 ^{no}	0.0355 ^{cd}
C61S4	0.125 ^{bc}	0.104 ^{b}	0.229 ^{c}	6.5 ^{b}	0.8 ^{mn}	0.0517 ^{a}
C62S1	0.127 ^{a}	0.106 ^{a}	0.234 ^{a}	6.8 ^{ab}	0.7 ^{n}	0.0106 ^{n}
C62S2	0.126 ^{ab}	0.102 ^{cd}	0.228 ^{d}	6.7 ^{ab}	0.9 ^{m}	0.0173 ^{hi}
C62S3	0.124 ^{d}	0.100 ^{ef}	0.224 ^{g}	6.2 ^{c}	1.4 ^{kl}	0.0313 ^{e}
C62S4	0.122 ^{ef}	0.098 ^{fg}	0.210 ^{no}	6.1 ^{cd}	1.7 ^{jk}	0.0474 ^{b}
C63S1	0.128 ^{a}	0.105 ^{ab}	0.233 ^{a}	6.6 ^{b}	0.7 ^{n}	0.0104 ^{p}
C63S2	0.120 ^{gh}	0.100 ^{ef}	0.220 ^{j}	5.7 ^{f}	1.2 ^{l}	0.0146 ^{j}
C63S3	0.119 ^{ij}	0.089 ^{mn}	0.208 ^{no}	5.2 ^{j}	2.5 ^{hi}	0.0282 ^{f}
C63S4	0.117 ^{lm}	0.082 ^{qr}	0.192 ^{q}	5 ^{k}	3.5 ^{f}	0.0446 ^{bc}
C64S1	0.128 ^{a}	0.104 ^{b}	0.232 ^{ab}	7.1 ^{a}	0.6 ^{no}	0.0105 ^{no}
C64S2	0.126 ^{ab}	0.101 ^{de}	0.227 ^{de}	6.5 ^{b}	0.7 ^{n}	0.0193 ^{h}
C64S3	0.124 ^{d}	0.098 ^{fg}	0.212 ^{n}	6.1 ^{cd}	1.2 ^{l}	0.0333 ^{e}
C64S4	0.123 ^{de}	0.096 ^{gh}	0.209 ^{no}	6 ^{d}	2 ^{j}	0.0494 ^{b}
C65S1	0.127 ^{a}	0.106 ^{a}	0.233 ^{a}	7 ^{a}	0.7 ^{n}	0.0105 ^{no}
C65S2	0.121 ^{g}	0.100 ^{ef}	0.221 ^{ij}	5.7 ^{f}	0.9 ^{m}	0.0151 ^{hi}
C65S3	0.120 ^{gh}	0.089 ^{mn}	0.209 ^{no}	5.4 ^{hi}	1.9 ^{jk}	0.0300 ^{e}
C65S4	0.117 ^{lm}	0.085 ^{op}	0.202 ^{p}	5.2 ^{j}	2.4 ^{ij}	0.0458 ^{b}
C66S1	0.127 ^{a}	0.105 ^{ab}	0.232 ^{ab}	6.5 ^{b}	0.6 ^{no}	0.0104 ^{p}

جدول ۴. ادامه

Table 4. Continued

رقم در شوری Cultivar×salinity	کلروفیل a Chlorophyll a	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل کل Total chlorophyll	پتاسیم Potassium	سدیم Sodium	پرولین Prolin
	----------µgr/gr----------			---------mgr/gr---------		µgr/gr
C66S2	0.121 ^{g}	0.103 ^{bc}	0.227 ^{de}	6.6 ^{b}	1.2 ^{l}	0.0170 ^{hi}
C66S3	0.120 ^{gh}	0.100 ^{ef}	0.220 ^{j}	6.4 ^{c}	4.3 ^{e}	0.0310 ^{e}
C66S4	0.118 ^{k}	0.099 ^{f}	0.217 ^{l}	6.1 ^{cd}	4.7 ^{d}	0.0469 ^{b}
C67S1	0.127 ^{a}	0.104 ^{b}	0.231 ^{ab}	6.8 ^{ab}	0.5 ^{o}	0.0107^{lm}
C67S2	0.118 ^{k}	0.085 ^{op}	0.205 ^{op}	4.5 ^{mn}	3.2 ^{g}	0.0137 ^{j}
C67S3	0.105 ^{tu}	0.070 ^{t}	0.175 ^{rs}	4 ^{p}	4.1 ^{e}	0.0262 ^{f}
C67S4	0^{v}	0 ^{x}	0^{u}	0 ^{v}	0 ^{q}	0 ^{q}
C68S1	0.127 ^{a}	0.106 ^{a}	0.233 ^{a}	6.7 ^{ab}	0.5 ^{o}	0.0107^{lm}
C68S2	0.123 ^{de}	0.102 ^{cd}	0.225 ^{fg}	6.4 ^{c}	0.9 ^{m}	0.0187^{lm}
C68S3	0.120 ^{gh}	0.095 ^{hi}	0.215 ^{m}	6 ^{d}	1.4 ^{kl}	0.0327 ^{e}
C68S4	0.118 ^{k}	0.094 ^{i}	0.212 ^{n}	5.8 ^{ef}	2 ^{j}	0.0486 ^{b}
C69S1	0.127 ^{a}	0.105 ^{ab}	0.232 ^{ab}	6.8 ^{ab}	0.5 ^{o}	0.0105 ^{no}
C69S2	0.124 ^{d}	0.102 ^{cd}	0.226 ^{f}	6.6 ^{b}	0.9 ^{m}	0.0174 ^{hi}
C69S3	0.120 ^{gh}	0.100 ^{ef}	0.220 ^{j}	6.2 ^{c}	1.6 ^{jk}	0.0315 ^{e}
C69S4	0.119 ^{ij}	0.097 ^{g}	0.206 ^{op}	6.1 ^{cd}	1.8 ^{jk}	0.0476 ^{b}
C70S1	0.127 ^{a}	0.105 ^{ab}	0.232 ^{ab}	6.5 ^{b}	0.5 ^{o}	0.0106 ^{n}
C70S2	0.124 ^{d}	0.104 ^{b}	0.228 ^{d}	6.5 ^{b}	0.8 ^{mn}	0.0170 ^{hi}
C70S3	0.123 ^{de}	0.100 ^{ef}	0.223 ^{h}	6.1 ^{cd}	1.2 ^{l}	0.0309 ^{e}
C70S4	0.122 ^{ef}	0.098 ^{fg}	0.210 ^{no}	6.1 ^{cd}	2.1 ^{ij}	0.0470 ^{b}
C71S1	0.127 ^{a}	0.105 ^{ab}	0.232 ^{ab}	6.9 ^{ab}	0.7 ^{n}	0.0106 ^{n}
C71S2	0.125 ^{bc}	0.101 ^{de}	0.226 ^{f}	5.8 ^{ef}	0.8 ^{mn}	0.0151 ^{hi}
C71S3	0.120 ^{gh}	0.091 ^{m}	0.211 ^{n}	5.3 ^{ij}	1.2 ^{l}	0.0264 ^{f}
C71S4	0.118 ^{k}	0.084 ^{pq}	0.202 ^{p}	5.2 ^{j}	2.3 ^{ij}	0.0364 ^{e}

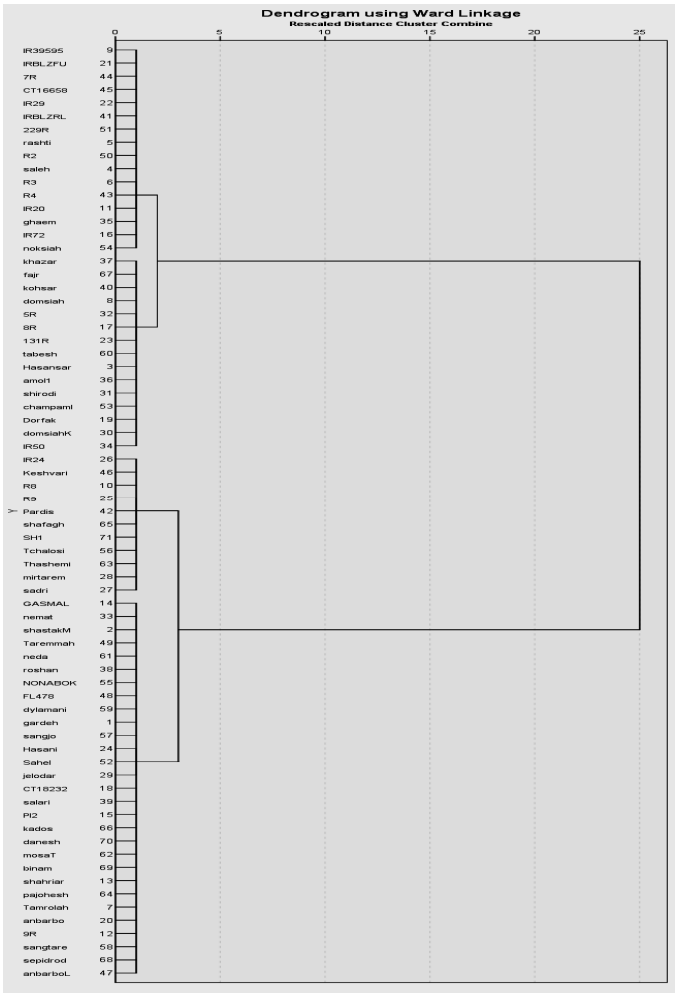
C مخفف Cultivar شماره ارقام بر اساس جدول ۱ است و S مخفف Salinity سطوح مختلف شوری می‌باشند (S1، S2، S3 و S4 به ترتیب سطح شوری صفر، ۳، ۶ و ۹ دسی‌زیمنس بر متر). میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند با هم اختلاف معنی‌داری ندارند.

C stands for Cultivar, the number of cultivars according to Table 1, and S stands for Salinity of different salinity levels (S1, S2, S3 and S4, respectively, salinity levels of 0, 3, 6 and 9 dS / m). They have a common word and no significant differences.

نتایج حاصل از تجزیه کلاستر (خوشه‌بندی سلسله مراتبی) در شرایط نرمال و تنش شوری

اصطلاح تجزیه خوشه‌ای یا کلاستر اولین بار توسط تریون در سال ۱۹۹۳ برای گروه‌بندی کردن اشیائی که به هم شبیه بودند مورداستفاده قرار گرفت. هدف از خوشه‌بندی داده‌ها، تقسیم‌بندی مشاهده‌ها به گروه‌های متجانس است به‌طوری‌که مشاهده‌های هر گروه بیشترین شباهت و مشاهده-های گروه-های مختلف کمترین شباهت را به هم داشته باشند. از روش تجزیه کلاستر وارد برای انتخاب محل دقیق برش و تعیین تعداد مطلوب خوشه‌ها بر اساس معیار فاصله اقلیدسی استفاده شد. در شرایط تنش شوری تجزیه کلاستر، کل ارقام را در دو خوشه دسته‌بندی کرد خوشه ارقام متحمل و خوشه ارقام حساس که هر خوشه دو زیر خوشه دارد خوشه ارقام متحمل شامل دو زیر خوشه ارقام متحمل و زیر خوشه ارقام نیمه متحمل و خوشه ارقام حساس شامل دو زیر خوشه ارقام حساس و زیر خوشه ارقام نیمه حساس می‌باشند که زیر خوشه ارقام متحمل شامل (GASMAL، نعمت، شصتک محمدی، طارم محلی، ندا، روشن، NONABOKRA، FL478، دیلمانی، گرده، سنگ جو، حسنی، ساحل، جلودار، CT18232، سالاری، PL2، کادوس، دانش، موسی طارم، بینام، شهریار، پژوهش، طارم امرالهی، عنبربو، R۹، سنگ طارم، سپیدرود و عنبربو لرستان) و زیر خوشه ارقام نیمه متحمل شامل (IR24، کشوری، R8، R9، پردیس، شفق، SH-1، طارم چالوسی، طارم هاشمی، میرطارم و صدری)، زیر خوشه ارقام نیمه حساس شامل (خزر، فجر، کوهسار، دم‌سیاه، R۵، R۸، R۱۳۱، تابش، حسن سرایی، آمل ۱، شیرودی،

چمپاملو، درفک، دم‌سیاه کلات نادری و (IR50و زیر خوشه ارقام حساس شامل (R39595، IRBLZFU، R۷، CT16658، IR29، IRBLZRL، R۲۲۹، رشتی سرد، R2، صالح، R3، R4، IR20، قائم، IR72 و نوک سیاه) بود (شکل ۱).



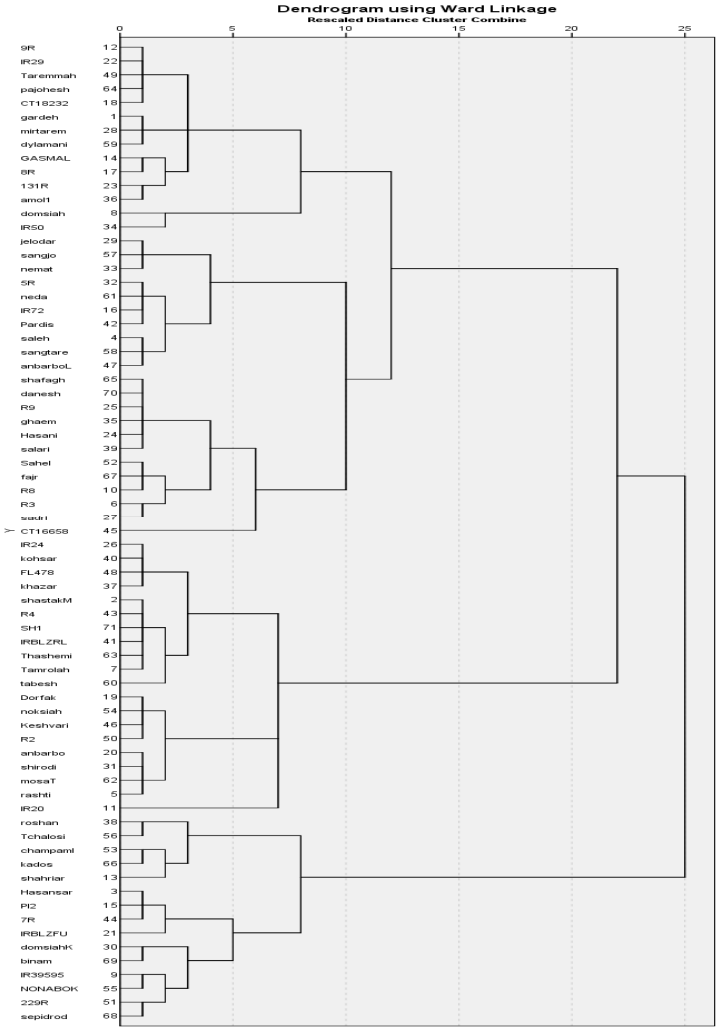
شکل ۱. دندوگرام حاصل از بررسی ارقام مختلف برنج تحت تنش شوری

Fig. 1. Dendrogram from different rice cultivars under salinity stress

نتایج همبستگی بین صفات

ضریب همبستگی بین صفات در شرایط بدون تنش با استفاده از مقادیر صفات هر رقم در سطح صفر (آب مقطر) با استفاده از نرم‌افزار spss محاسبه گردید و نتایج نشان داد بین محتوای سدیم و پتاسیم همبستگی مثبت و معنی‌دار (r=۰/۲۵۹) و بین مقدار کلروفیل a و کلروفیل b همبستگی منفی و معنی-دار (r=-۰/۲۳۶) وجود دارد (جدول ۵). در شرایط تنش شوری نیز برای محاسبه ضریب همبستگی بین صفات از میانگین سطوح شوری هر رقم و نرم‌افزار spss استفاده گردید و مشخص شد در شرایط تنش شوری بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار بین صفات کلروفیل کل و محتوای پتاسیم (r=۰/۹۸۹) بود محتوای سدیم با همه صفات همبستگی منفی و معنی‌دار داشت و بیشترین همبستگی منفی و معنی‌دار بین محتوای سدیم و محتوای پتاسیم (r=-۰/۹۸۶) بود (جدول ۶). بررسی ضریب همبستگی بین صفات باعث می‌شود که در مورد شاخص‌های غیرمستقیم انتخاب و حذف صفات غیر مؤثر به‌طور دقیق‌تر تصمیم‌گیری شود (Gholparvar et al., 2009). برای رسیدن به اهداف مطلوب در برنامه‌های اصلاحی، شناخت ویژگی‌های ژنتیکی صفات، بررسی روابط و نحوه تأثیرگذاری آن‌ها بر یکدیگر از مبانی مهم تصمیم‌گیری در مورد طراحی و اجرای روش‌های مختلف اصلاحی می‌باشند. کمبود اطلاعات در زمینه ارتباط و همبستگی بین صفات و

انجام انتخاب یک‌طرفه برای صفات زراعی ممکن است نتیجه‌ای کمتر از میزان مورد انتظار در برنامه بهنژادی منجر شود بنابراین همبستگی بین صفات باید در طرح برنامه‌های اصلاحی انتخاب موردتوجه قرار گیرد.



شکل ۲. دندوگرام حاصل از بررسی ارقام مختلف برنج تحت شرایط نرمال

Fig. 2. Dendrogram from different rice cultivars under normal conditions

جدول ۵. ضریب همبستگی بین صفات در شرایط نرمال (بدون تنش)

Table 5. Correlation coefficient among traits under normal conditions (without stress)

		پتاسیم	پرولین	کلروفیل کل	کلروفیل a	کلروفیل b	سدیم
		K	Prolin	Total chlorophyll	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Na
K	**پتاسیم**	1					
Prolin	**پرولین**	-0.143	1				
Total chlorophyll	**کلروفیل کل**	0.186	0.069	1			
Chlorophyll a	**کلروفیل a**	0.172	-0.196	0.185	1		
Chlorophyll b	**کلروفیل b**	0.154	0.00	0.00	-0.236*	1	
Na	**سدیم**	0.252*	-0.100	0.028	0.103	0.075	1

* همبستگی معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

جدول ۶. ضریب همبستگی بین صفات در شرایط تنش شوری

Table 6. Correlation coefficient among traits under salinity stress conditions

		پتاسیم K	پرولین Prolin	کلروفیل کل Total chlorophyll	کلروفیل a Chlorophyll a	کلروفیل b Chlorophyll b	سدیم Na
K	پتاسیم	1					
Prolin	پرولین	0.971**	1				
Total chlorophyll	کلروفیل کل	0.989**	0.956**	1			
Chlorophyll a	کلروفیل a	0.883**	0.882**	0.917**	1		
Chlorophyll b	کلروفیل b	0.936**	0.872**	0.929**	0.755**	1	
Na	سدیم	-0.986**	-0.972**	-0.968**	-0.868**	-0.910**	1

* همبستگی معنی‌دار در سطح احتمال ۰۵/

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج این تحقیق نشان داد که تنش شوری باعث کاهش معنی‌داری در صفات رنگیزه کلروفیل (a، b و کل) و محتوای یون پتاسیم بافت برگ و همچنین باعث افزایش معنی‌داری در صفات اسیدآمینه پرولین و محتوای یون سدیم بافت برگ می‌شود (جدول ۳). بررسی مقایسه میانگین اثرات متقابل بین رقم و شوری نشان داد که ارقام شصتک محمدی، نعمت، طارم محلی، GASMAL، ندا، روشن، NONABOKRA، FL478، دیلمانی و سنگ جو تا سطح شوری ۹ دسی‌زیمنس بر متر را بدون کاهش معنی‌دار در این صفات تحمل می‌کنند و ازنظر صفات اندازه‌گیری شده در این تحقیق متحمل‌ترین ارقام به تنش شوری بودند و ارقام صالح، رشتی سرد، R3، IR20، IR39595 و قائم حتی سطح شوری ۳ دسی‌زیمنس بر متر را نتوانستند تحمل کنند و از بین رفتند و حساس‌ترین ارقام به تنش شوری بر اساس صفات بررسی شده بودند (جدول ۴).

قدردانی

از دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری و آزمایشگاه ژنتیک و بهنژادی گیاهی به خاطر فراهم کردن بخشی از هزینه‌های این تحقیق و همچنین فراهم کردن نمونه‌های گیاهی سپاسگزاریم.

منابع

Amirjani, M.R., 2011. Effect of salinity stress on growth, sugar content, pigments and enzyme activity of rice. Int J Bot. 7, 73-81 [In Persian].

Arnon, A.N., 1997. Method of extraction of chlorophyll in the plant. Journal of Agronomy and Plant Breeding. 23, 112-121.

Ahmad Mohammad, M., Mekawy, M., Assaha, V.M., Hiroyuki, Y., Yuma, T., Akihiro, U., Hirofumi, S., 2015. Growth, physiological adaptation and gene expression analysis of two Egyptian rice cultivars under salt stress. Plant Physiology and Biochemistry. 87, 17-25.

Anyomi, W.E., Ashalley, R., Kofi Abaka, A.N., Blay, E.T., Ofori, A., 2018. Hydroponic screening of rice seedlings for salinity tolerance. Journal of Agriculture. 24, 1-15.

Bates, L., Waldren, R., Teare, I., 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant and Soil.

Boriboonkaset, T., Theerawitaya, C., Yamada, N., Pichakum, A., Supaibulwatana, K., Cha-um, S., Kirdmanee, C., 2013. Regulation of some carbohydrate metabolism-related genes, starch and soluble sugar contents, photosynthetic activities and yield attributes of two contrasting rice genotypes subjected to salt stress. Protoplasma. 250, 1157-1167.

Chen, G., Hu, Q., Luo, L., Yang, T., Zhang, S., Hu, Y., Xu, G., 2015. Rice potassium transporter *Oshak1* is essential for maintaining potassium-mediated growth and functions in salt tolerance over low and high potassium

concentration ranges. Plant, Cell and Environment. 38, 2747-2765.

Fallah, A., 2015. Investigation of some physiological mechanisms associated with salt stress tolerance in Iranian rice cultivars. Deputy of Rice Research Institute of Iran (Amol). 21, 25-29 [In Persian].

Fita, A., odríguez, R., Burruezo, A., Boscaiu, M., Prohens, J., Vicente, O., 2015. Breeding and domesticating crops adapted to drought and salinity: A new paradigm for increasing food production. Frontiers in Plant Science. 12, 87-99 pp.

Fotokian, M., 2015. QTL Analysis Of Genes Related To Salinity Tolerance And Grain Quality In Rice. Ph.D. Dissertation University of Tehran.

Gholparvar, A.R., Ghanadha, M.R., Zali, A.A., Ahmadi, A., 2003. Evaluation of some morphological traits as selection criteria in breeding wheat. Iranian Journal of Crop Sciences. 4, 202-208 [In Persian with English summary].

Hosseini, S.J., Tahmasebi, Z., Pirdashti, H., 2012. Screening of rice (*Oryza sativa* L.) genotypes for NaCl. Cell and Environment. 8, 63-74.

Huang, W., Meishan, Z., Rui, G., Decheng, SH., Bao, L., Xiuyun, L., Chunwu, Y., 2012. Effects Of Salt Stress On Ion Balance And Nitrogen Metabolism Of Old And Young Leaves In Rice (*Oryza Sativa* L.). BMC Plant Biology. 12, 194 -199.

Hamada, A.M., Elenany, A.E., 1994. Effect of Nacl salinity on growth, pigment and mineral element contents, and gas exchange of broad bean and pea plants. Biologia Plantarum. 36, 75- 81.

Kumar Singh, R., Redoña, E., Refuerzo, L., 2010. Varietal improvement for abiotic stress. Journal of Scientific Research. 11, 201-208.

Govindjee, R., 2009. Abiotic stress adaptation in plants. Physiological, Molecular and Genomic Foundation. Journal of Agricultural Science 88, 387-415.

Mirnia, S.Kh., Mohamadian, M., 2004. Rice (Nutrient disorders and nutrient management. Agricultural Research, Education and Extension Organization. 436p. [In Persian].

Mirdarmansuri, S.H., 2017. Introducing the promising salt tolerance involved genes in rice based on the microarray data analysis. Science and Agricultural Industries. 18, 65-76.

Mirmohammadi, S.A.M., Ghareyazi, B., 2012. Physiological aspects and breeding for salinity stress in plants. Esfahan Industrial University Press. 274 [In Persian].

Matysik, J., Alia Balu, B., Mohanty, P., 2012. Molecular mechanisms of quenching of reactive oxygen species by proline under stress in plants. Curr. Sci. 82, 525-531.

Moradi, F., 2002. Physiological characterization of rice cultivars for salinity tolerance during vegetative and reproductive stages. PhD thesis. The University of Philippines at los Banos. Laguna. Philippines. 19-28.

Praderm, W., Teerakalathiti, T., Roytrakal, S., kirdmanee, C., Peyachoknagul, S., 2010. A highly efficient method for Agrobacterium mediated transformation in elite rice varieties (*Oryza sativa* L.). African Journal of Biotechnol. 9, 5488-5495.

Roy, S.J., Negrao, S., Tester, M., 2014. Salt resistant crop plants. Current Opinion in Biotechnology. 26, 115-24.

Sopory, A., Bohnert, S.K., 2017. Tolerance in crop plants: Special reference to salinity in rice. In Pareek, 25, 98-103.

Sangatoel, w., Jomchai, N., Ruang, P., Shearman, J., Sonthirod, R., 2014. Salt tolerance and salinity effects on plant. Ecotoxicology and Environmental Safety. 60, 324-346.

Vijayata, S., Ajit Pal, S., Jyoti, B., Jitender, G., Jogendra, S., Vineeth, T.V., Sharma, P.C., 2018. Differential expression of salt-responsive genes to salinity stress in salt-tolerant and salt-sensitive rice (*Oryza sativa* L.) at seedling stage. Cross Mark. 255, 1667–1681.

Wang, W.X., Vinocur, B., Altman, A., 2013. Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures towards genetic engineering for stress tolerance. Planta. 218, 1-14.

Yoshida, S., Forno, D.A., Cock, J.K., Gomez, K.A., 1976. Laboratory Manual for Physiological Studies of Rice. International Rice Research Institue Los Banos Laguna Philippines. 71-88.

Zeng, L., James, A.P., Wilson, C., Draz, A.S.E., Gregorio, G.B., Grieve, C.M., 2013. Evaluation of salt tolerance in rice genotypes by physiological characters. Euphytica. 129, 281-292.