

## ارتباط نشانگرهای مولکولی SSR با صفات مرفوفنولوژیک در برنج تحت شرایط غرقاب و

## تنش خشکی

سمیه میری<sup>۱</sup>، حسین صبوری<sup>۱</sup>، علی اکبر عبادی<sup>۲</sup> و سید جواد سجادی<sup>۱</sup><sup>۱</sup> ایران، گنبدکاووس، دانشگاه گنبد کاووس، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، گروه تولیدات گیاهی<sup>۲</sup> ایران، رشت، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات برنج کشور

تاریخ پذیرش: ۹۸/۱/۲۷

تاریخ دریافت: ۹۷/۹/۲۹

## چکیده

برنج یکی از مهم‌ترین گیاهان زراعی جهان می‌باشد و غذای اصلی و منبع تأمین کربوهیدرات کثیری از مردم جهان بوده است. در این آزمایش، ارتباط خصوصیات ۹۰ ژنوتیپ برنج با ۱۱ نشانگر SSR پیوسته به تحمل تنش خشکی، در قالب طرح لاتیس در دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبد کاووس بررسی شد. نتایج تجزیه خوشه‌ای برای صفات زراعی در شرایط نرمال و تنش خشکی ژنوتیپ‌ها را به ترتیب به چهار و سه گروه تقسیم کرد. تجزیه رگرسیون چندگانه بین صفات اندازه‌گیری شده و آلل‌های نشانگرهای SSR ارتباط معنی‌داری را بین برخی از آلل‌های تکثیر شده نشان داد. همچنین، نتایج تجزیه رگرسیون نشان داد که در شرایط نرمال و خشکی به ترتیب تعداد خوشه‌چه ثانویه و باروری بیشترین درصد از تغییرات عملکرد را توجیه می‌کند. از نتایج این تحقیق می‌توان برای برنامه‌های به‌نژادی و انتخاب ارقام مناسب و متحمل به تنش خشکی استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: برنج، نشانگر SSR، تنش خشکی، تجزیه ارتباط، رگرسیون.

\* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۱۷۳۳۲۲۸۸۸۳، پست الکترونیکی: hos.sabouri@gmail.com

## مقدمه

(۱۴). بیشتر گونه‌های کشت شده برنج حساس به خشکسالی هستند، بنابراین نیازمند بهبود مستمر برای غلبه بر این مشکل است (۲۲). برنج به‌عنوان یک گیاه غرقابی یکی از حساس‌ترین گیاهان در برابر کمبود آب است و بیشترین نیاز آبی را در بین غلات دارد (۲۱). این گیاه تا رسیدگی فیزیولوژیکی دانه‌ها به حدود ۸ تا ۲۰ هزار مترمکعب آب نیاز دارد. عملکرد در گیاه برآیند صفات مختلف است. تأثیر در هر یک از مراحل رشد بر عملکرد برنج ثابت شده است. تحقیقات نشان داده است که گیاه در ۲۰ روز قبل از خوشه‌دهی و تا حدود ۱۰ روز بعد از خوشه‌دهی به استرس آب حساس است. استرس خشکی اثر قابل ملاحظه‌ای روی رشد پنجه‌ها دارد. تعداد روز تا گلدهی در مناطقی که خشکی تا گلدهی و تا آخر فصل

برنج (*Oryza sativa* L) یکی از مهم‌ترین محصولات غذایی اصلی است که ۲۷ درصد از انرژی تغذیه‌ای جهان و ۲۰ درصد پروتئین تغذیه‌ای را در اختیار دارد (۱۱). علاوه بر این، بیش از ۳ میلیارد نفر در جهان به برنج به‌عنوان ماده غذایی وابسته هستند. این محصول تحت شرایط زیست محیطی متنوعی کشت می‌شود (۱۰). خشکسالی به‌عنوان یک دوره بدون بارش باران تعریف شده است. به‌طور کلی، تنش خشکسالی زمانی رخ می‌دهد که آب موجود در خاک کاهش یابد (۱۵). خشکسالی مهم‌ترین عامل محدود کننده تولید محصول در بسیاری از مناطق جهان است که به شدت بر تولید و کیفیت دانه اثر می‌گذارد (۱۷). به‌ویژه، شرایط خشکسالی منجر به کاهش رشد گیاه توسط تأثیر بر فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی مختلف می‌شود

## مواد و روشها

ارزیابی‌های فنوتیپی: این مطالعه در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه گنبد کاووس واقع در شرق استان گلستان در طول جغرافیایی  $55^{\circ}$  و  $11^{\circ}$  دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی  $57^{\circ}$  و  $15^{\circ}$  دقیقه شمالی و با ۴۵ متر ارتفاع از سطح دریای آزاد، در قالب طرح لاتیس در ۳ تکرار (هر رقم در کرتی به مساحت ۶ متر مربع (۳×۲) با فاصله ردیف ۲۵ سانتی‌متر) کاشته شد. بدین منظور از ۹۰ ژنوتیپ برنج (در قالب تفاهم نامه مشترک بین دانشگاه گنبد کاووس و موسسه تحقیقات بین‌المللی برنج و همچنین در قالب تفاهم نامه مشترک بین دانشگاه گنبد کاووس و دانشگاه آبردین اسکاتلند، ارقام بومی ایران و همچنین لاین‌های اصلاح شده دانشگاه گنبد کاووس) استفاده شد. در این پژوهش سعی شد، تنوع خوبی از ارقام و لاین‌ها وجود داشته باشد (جدول ۳). مزرعه نرمال از همان ابتدا طبق روال معمول در شرایط غرقاب تا پایان دوره رشد قرار داشت و برای اعمال تنش خشکی نیز بعد از اینکه گیاهان به مرحله حداکثر پنجه‌زنی رسیدند، هر ۱۵ روز یک بار آبیاری انجام شد. مطابق نتایج منحنی رطوبتی خاک میزان پتانسیل خاک پس از ۱۵ روز تنش ۱۰- بار و پس از ۳۰ روز از اعمال تنش ۱۵- بار گزارش شد. در این آزمایش ۱۴ صفت فنوتیپی مورد ارزیابی قرار گرفت که عبارتند از: طول خوشه، تعداد خوشه‌چه، دانه پوک، طول خروج خوشه از غلاف، دانه کل خوشه، ارتفاع بوته، تعداد کل خوشه بوته، وزن کل خوشه، وزن کل دانه، باروری، تعداد دانه پرخوشه، وزن دانه پرخوشه، عملکرد در هکتار، تعداد روز تا گلدهی. از هر واحد آزمایشی ۵ بوته به طور تصادفی با حذف اثر حاشیه انتخاب شدند.

**استخراج DNA:** آزمایشات مولکولی نیز در آزمایشگاه ژنتیک دانشگاه گنبد کاووس انجام شد. به این منظور از هر ژنوتیپ نمونه برگی تهیه و با ازت مایع آسیاب شد. استخراج DNA نمونه‌ها طبق روش CTAB انجام گرفت

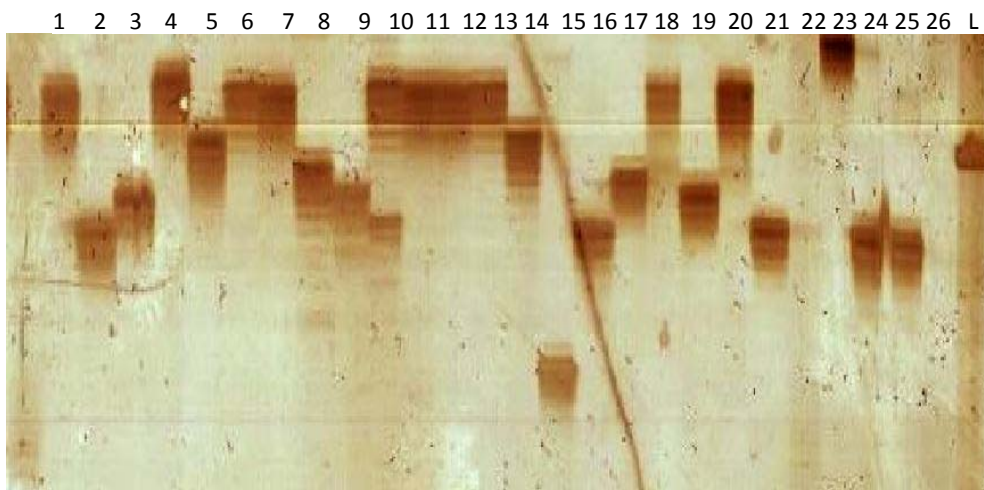
زراعی گسترش یافته است برای کشاورزان بیشترین اهمیت را دارا است (۱۳). ماهگوب (۲۰۱۴) گزارش داد که هیچ پیشرفتی در رابطه با افزایش سطح کشت و بهبود ارقام جدید به دست نیامده است و این به طور عمده به عدم شناخت مکانیسم‌های مرتبط با بهبود خشکسالی در برنج مربوط است. توسعه نشانگرهای مولکولی و استفاده از آنها برای جداسازی ژنتیکی صفات مهم زراعی به عنوان یک ابزار قدرتمند برای مطالعه ویژگی‌های گیاهی پیچیده مانند تحمل به خشکی شناخته شده است (۱۹). به ویژه، نشانگرهای مولکولی مبتنی بر DNA با استفاده از تعداد زیادی از نشانگرهای پلی مورفیکی که امکان طبقه‌بندی دقیق ارقام را دارند، قابل اعتماد است (۲۰). از نشانگرهای مولکولی می‌توان در انتخاب ژنوتیپ‌های برتر در برنامه‌های انتخاب به کمک نشانگر بهره جست. این به این دلیل است که نشانگرهای مولکولی به طور مداوم از نسلی به نسل دیگر منتقل می‌شوند و تحت تاثیر محیط قرار نمی‌گیرند (۹). کریم کشته و همکاران (۱۳۹۴) از نشانگرهای SSR برای شناسایی ژنوتیپ‌های برنج متحمل به شرایط تنش خشکی استفاده کردند. امینی‌نسب و همکاران (۱۳۹۱) نیز از نشانگرهای ریزماهواره پیوسته با ژن‌های کنترل‌کننده تحمل به خشکی برای بررسی تنوع ژنتیکی مجموعه‌ای از ۲۰ رقم برنج ایرانی استفاده نمودند. همچنین شاخص مقاومت به خشکی به عنوان یک صفت تکمیلی مهم در مرحله رسیدگی دانه در ۲۰ رقم و دو محیط (تحت تنش و بدون تنش آبی)، مورد ارزیابی قرار گرفت. نظر به وجود تنش کمبود آب در کشور و اهمیت برنج، بررسی تنوع فنوتیپی و مولکولی برای صفات مذکور در ژنوتیپ‌های برنج جدید وارداتی و اصلاح شده داخلی در شرایط تنش خشکی ضروری است. برای این منظور آزمایشی با هدف بررسی ارتباط نشانگرهای مولکولی با صفات مرفونولوژیک در گیاه برنج تحت شرایط نرمال و تنش خشکی، شناسایی نشانگرهای آگاهی بخش موثر بر صفات برنج با استفاده از تجزیه ارتباطی انجام شد.

(۱۸).

آمید واسرشته‌ساز شش درصد تفکیک، و نمایان‌سازی باندها با روش موسوم به روش سریع رنگ‌آمیزی نقره (Caetano Anolles and Gresshoff 1994) انجام شد.

**امتیاز دهی و تجزیه داده‌ها:** امتیازدهی نوارهای حاصل بر روی ژل به صورت صفر (عدم وجود آلل) و یک (وجود آلل) انجام شد. برای محاسبه همبستگی‌ها و تجزیه کلاستر (به روش Ward)، محاسبه ضرایب رگرسیون چندگانه و تعیین رابطه بین داده‌های ریزماهواره و داده‌های فنوتیپی از نرم افزار SPSS v19.0 (اس پی اس اس، ۱۹۹۴) استفاده شد. برای محاسبه مقایسه میانگین‌ها و تجزیه واریانس صفات از نرم افزار SAS v9.1 (سس، ۱۹۹۴) استفاده گردید.

**واکنش زنجیره‌ای پلی‌مراز:** برای این منظور، ۱۱ نشانگر SSR (جدول ۳) در حجم ۱۰ میکرولیتر برای هر نمونه DNA در دستگاه ترموسایکلر مدل iCycler (BIORAD) ساخت کشور آمریکا انجام پذیرفت. چرخه‌های حرارتی برای نشانگرهای SSR، شامل یک مرحله واسرشته‌سازی اولیه به مدت ۵ دقیقه در دمای ۹۴ درجه سانتی‌گراد، ۳۵ چرخه با واسرشته‌سازی در دمای ۹۴ درجه سانتی‌گراد به مدت یک دقیقه، اتصال آغازگر به مدت یک دقیقه در دمای اختصاصی آن‌ها و بسط در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ دقیقه و نهایتاً مرحله تکثیر نهایی به مدت ۵ دقیقه در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد بود. فرآورده‌های واکنش زنجیره‌ای پلی‌مراز با استفاده از الکتروفورز ژل پلی‌اکریل



شکل ۱- نمونه یک ژل پلی‌اکریل آمید رنگ‌آمیزی شده مربوط به مارکر RM5558

جدول ۱ - برنامه حرارتی برای تکثیر جایگاه‌های ریز ماهواره

مرحله	دما (C)	زمان (دقیقه) و (ثانیه)	تعداد چرخه
واسرشته سازی اولیه DNA	۹۵	۵'	۱
واسرشته سازی DNA	۹۵	۴۵"	
اتصال آغازگرها	-	۴۵"	۱۰
سنتز	۷۲	۴۵"	
واسرشته سازی DNA	۹۵	۴۵"	۲۵
اتصال آغازگرها	-	۴۵"	
سنتز	۷۲	۴۵"	۱
تکثیر نهایی	۷۲	۵'	

جدول ۲ - مواد مورد استفاده در واکنش زنجیره‌ای پلی‌مراز در نشانگر SSR

غلظت مواد	مقدار مواد (میکرولیتر)	اجزای واکنش
1X	۱	بافر PCR 10X
۵۰ میلی مولار	۴۸	MgCl <sub>2</sub>
۱۰ میلی مولار	۶	dNTP
	۱۲	آنزیم Taq DNA پلی‌مراز
۶۰ نانوگرم	۰/۷۵ میکرولیتر	آغازگر رفت
۶۰ نانوگرم	۰/۷۵ میکرولیتر	آغازگر برگشت
۰/۵ - ۰/۷۵ نانوگرم	۵/۲ میکرولیتر	DNA رقیق شده
	۸/۳ میکرولیتر	H <sub>2</sub> O
	۱۰ میکرولیتر	حجم نهایی

جدول ۳ - لیست و توالی نشانگرهای پیوسته به QTL‌های مرتبط با کیفیت برنج

منبع References	توالی برگشت Reverse	توالی رفت Forward	نشانگر Marker
Mei et al, 2012	CTTTGCTACCAGTAGATCCAGC	ACGCGAACAAATTAACAGCC	RM587
Cho et ai, 2014	AAATCTTGAAAAATTCTTCT	GTGTCTTAGAGCATATAACG	RM3370
Cho et ai, 2014	GGGTGTGAACAAAGACAC	ATCGCAGCAATGCCTCGT	RM217
Cho et ai, 2014	CAGGTTCCAACCAGACACTG	ATCATGGTCGGTGGCTTAAC	RM589
Sato et al, 2004	GAAGAACAATGGGGTCTGG	CCCTCCCTTCTGTAAGCTCC	RM529
Cho et ai, 2014	AGAGAGAGAACTATTCGATG	CCGTTTGTATGTAAGTACAG	RM5642
Cho et ai, 2014	TGCTGCCCTCTCTCTCTCTC	TCTCCCTCCTCACCATTGTC	RM484
Cho et ai, 2014	GTCTTCGCGATCACTCGC	GTACGACTACGAGTGTACCAA	RM333
Mo et al., 2013	GGCCACTTCCAACATCAG	GCTGACTTCACACTGCGATC	RM5558
Cho et ai, 2014	ATCCCTTCTGCGGTAAC	AAACTGTTTTACCCCTGGCC	RM1161
Cho et ai, 2014	ACTTAGGGGATCAGGGGATG	GTGAAAGTCGGTGACGATGG	RM3498
Cho et ai, 2014	TGATCTCCTCCTCCTCCTCC	CGTCCACTCGTGACAATGAC	RM6349

جدول ۴ - ژنوتیپ‌های برنج مورد مطالعه

شماره	نام یا شجره	منشا	شماره	نام یا شجره	منشا
Number	Name or Pedigree	Origin	Number	Name or Pedigree	Origin
1	SANGJO	Iran	23	HHZ 1-DT3-Y1-Y1	IRRI
2	Dolar	IRRI	24	IR71739-24-3-5	IRRI
3	229L	IRRI	25	HHZ 1-DT7-LI2-LI1	IRRI
4	USEN	IRRI	26	HHZ 21-SAL13-Y1-Y1	IRRI
5	RestorerN5	IRRI	27	HHZ 21-Y4-Y2-Y1	IRRI
6	CANTURPANTA	IRRI	28	HHZ 22-Y3-DT1-Y1	IRRI
7	216L	IRRI	29	HHZ 23-DT16-DT1-DT1	IRRI
8	Sang Tarom	Iran	30	HHZ 26-SAL12-Y1-Y1	IRRI
9	Zeriah	Iran	31	HHZ 2-SUB2-DT1-DT1	IRRI
10	MOHAMMADI	Iran	32	HHZ 3-SAL13-Y2-DT1	IRRI

11	AZUCENA.BALA.21	Scotland- Improved line	33	HHZ 3-SAL6-Y1-Y1	IRRI
12	AZUCENA.BALA.88	Scotland- Improved line	34	HHZ 4-DT3-Y1-Y1	IRRI
13	AZUCENA.BALA.111	Scotland- Improved line	35	HHZ 4-DT6-LI2-LI1	IRRI
14	AZUCENA.BALA.114	Scotland- Improved line	36	HHZ 4-SAL12-LI1-LI1	IRRI
15	AZUCENA.BALA.169	Scotland- Improved line	37	HHZ 4-SAL5-LI1-LI1	IRRI
16	AZUCENA.BALA.189	Scotland- Improved line	38	HHZ 4-SAL5-Y2-Y1	IRRI
17	AZUCENA.BALA.225	Scotland- Improved line	39	HHZ 6-DT1-LI1-LI1	IRRI
18	AZUCENA.BALA.265	Scotland- Improved line	40	IRRI 104	IRRI
19	AZUCENA.BALA.285	Scotland- Improved line	41	HHZ 10-DT5-LI1-LI1	IRRI
20	AZUCENA.BALA.292	Scotland- Improved line	42	HHZ 15-DT7-SAL2	IRRI
21	HHZ 15-SAL13-Y1	IRRI	43	HHZ 15-SAL13-Y1	IRRI
22	HHZ 18-Y3-Y1-Y1	IRRI	44	HHZ 15-SAL13-Y3	IRRI

## ادامه جدول ۴

شماره	نام یا شجره	منشا	شماره	نام یا شجره	منشا
Number	Name or Pedigree	Origin	Number	Name or Pedigree	Origin
45	HHZ 1-DT13-Y1-Y1	IRRI	68	IR75489-75-2-1	IRRI
46	HHZ 21-SAL13-Y1-Y1	IRRI	69	IR 11C123	IRRI
47	HHZ 21-Y4-Y2-Y1	IRRI	70	AHLNAD.2	Iran- Improved line
48	IR59673-93-2-3	IRRI	71	AHLNAD.8	Iran- Improved line
49	HHZ 26-SAL12-Y1-Y1	IRRI	72	AHLNAD.18	Iran- Improved line
50	HHZ 3-SAL4-Y1-Y1	IRRI	73	AHLNAD.27	Iran- Improved line
51	HHZ 4-DT3-Y1-Y1	IRRI	74	AHLNAD.34	Iran- Improved line
52	HHZ 4-DT6-LI2-LI1	IRRI	75	GHBNAM.2	Iran- Improved line
53	HHZ 4-SAL12-LI1-LI1	IRRI	76	GHBNAM.140	Iran- Improved line
54	HHZ 6-DT1-LI1-LI1	IRRI	77	GHBNAM.22	Iran- Improved line
55	IR14L110	IRRI	78	GHBNAM.105	Iran- Improved line
56	IR14L103	IRRI	79	GHBNAM.111	Iran- Improved line
57	IR12L353	IRRI	80	AHLSPD.4	Iran- Improved line
58	IR12L356	IRRI	81	AHLSPD.92	Iran- Improved line
59	IR747719-145-2-3-3	IRRI	82	AHLSPD.11	Iran- Improved line
60	IR13L382	IRRI	83	AHLSPD.14	Iran- Improved line
61	IR74721-199-1-3-2	IRRI	84	AHLSPD.16	Iran- Improved line
62	IR74481-146-3-2	IRRI	85	ANBNAD.1	Iran- Improved line
63	IR 10F221	IRRI	86	ANBNAD.3	Iran- Improved line
64	IR 11A410	IRRI	87	ANBNAD.7	Iran- Improved line
65	IR 11A534	IRRI	88	ANBNAD.21	Iran- Improved line
66	IR6962B	IRRI	89	ANBNAD.29	Iran- Improved line
67	IR75481-108-3-3	IRRI	90	ANBNAD.22	Iran- Improved line

## نتایج و بحث

داشتند، از روش تجزیه رگرسیون استفاده شد. برای این منظور عملکرد به عنوان متغیر وابسته و سایر صفات به عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که در شرایط نرمال تعداد خوشه‌چه ثانویه بیشترین درصد از تغییرات عملکرد (۰/۱۴) را توجیه می‌کند. ضرایب

تجزیه رگرسیون صفات زراعی اندازه‌گیری شده در شرایط غرقاب و تنش خشکی: جهت انتخاب صفاتی که نقش مهمی در توجیه عملکرد و سایر صفات زراعی

رگرسیون مثبت و معنی‌دار برای صفات خوشه‌چه اولیه، طول خروج خوشه از غلاف و تعداد خوشه‌چه ثانویه (به ترتیب<sup>\*\*</sup> ۱۸۵/۸۸۷، <sup>\*\*</sup>۱۱۵/۱۰۹ و <sup>\*\*</sup>۳۳۱/۴۲۳) نیز دلالت بر اهمیت آن‌ها در توجیه تغییرات عملکرد دارد. در شرایط خشکی صفت ارتفاع بوته بیشترین درصد از تغییرات عملکرد (۰/۴۶) را توجیه کرد. ضرایب رگرسیون برای صفات باروری و ارتفاع بوته (به ترتیب<sup>\*\*</sup> ۱۳/۶۴۷ و <sup>\*\*</sup>۱۴/۹۴۷) در تغییرات عملکرد تأثیر داشتند (جداول ۵ و ۶). در پژوهش گیلوایی و همکاران (۱۳۹۶) تجزیه

رگرسیون مثبت و معنی‌دار برای صفات خوشه‌چه اولیه، طول خروج خوشه از غلاف و تعداد خوشه‌چه ثانویه (به ترتیب<sup>\*\*</sup> ۱۸۵/۸۸۷، <sup>\*\*</sup>۱۱۵/۱۰۹ و <sup>\*\*</sup>۳۳۱/۴۲۳) نیز دلالت بر اهمیت آن‌ها در توجیه تغییرات عملکرد دارد. در شرایط خشکی صفت ارتفاع بوته بیشترین درصد از تغییرات عملکرد (۰/۴۶) را توجیه کرد. ضرایب رگرسیون برای صفات باروری و ارتفاع بوته (به ترتیب<sup>\*\*</sup> ۱۳/۶۴۷ و <sup>\*\*</sup>۱۴/۹۴۷) در تغییرات عملکرد تأثیر داشتند (جداول ۵ و ۶). در پژوهش گیلوایی و همکاران (۱۳۹۶) تجزیه

جدول ۵- تجزیه رگرسیون برای عملکرد به عنوان متغیر تابع و سایر صفات به عنوان متغیر مستقل تحت شرایط غرقاب

متغیر وارد شده در مدل	ضریب رگرسیون	خطای معیار	F	R	R <sup>2</sup>
تعداد خوشه‌چه اولیه	185.887 <sup>**</sup>	67.739 <sup>**</sup>	5.143 <sup>*</sup>	0.23	0.05
طول خروج خوشه از غلاف	115.109 <sup>*</sup>	43.904 <sup>*</sup>	5.074 <sup>**</sup>	0.32	0.10
تعداد خوشه‌چه ثانویه	331.423 <sup>**</sup>	165.131 <sup>*</sup>	4.843 <sup>**</sup>	0.38	0.14
عرض از مبدا	1379.980				

\* و \*\* معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد

جدول ۶- تجزیه رگرسیون برای عملکرد به عنوان متغیر تابع و سایر صفات به عنوان متغیر مستقل تحت شرایط تنش خشکی

متغیر وارد شده در مدل	ضریب رگرسیون	خطای معیار	F	R	R <sup>2</sup>
باروری	13.647 <sup>**</sup>	3.924 <sup>**</sup>	13.188 <sup>**</sup>	0.36	0.13
ارتفاع بوته	14.947 <sup>**</sup>	4.771 <sup>**</sup>	12.161 <sup>**</sup>	0.46	0.46
عرض از مبدا	-45.684				

\* و \*\* معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد

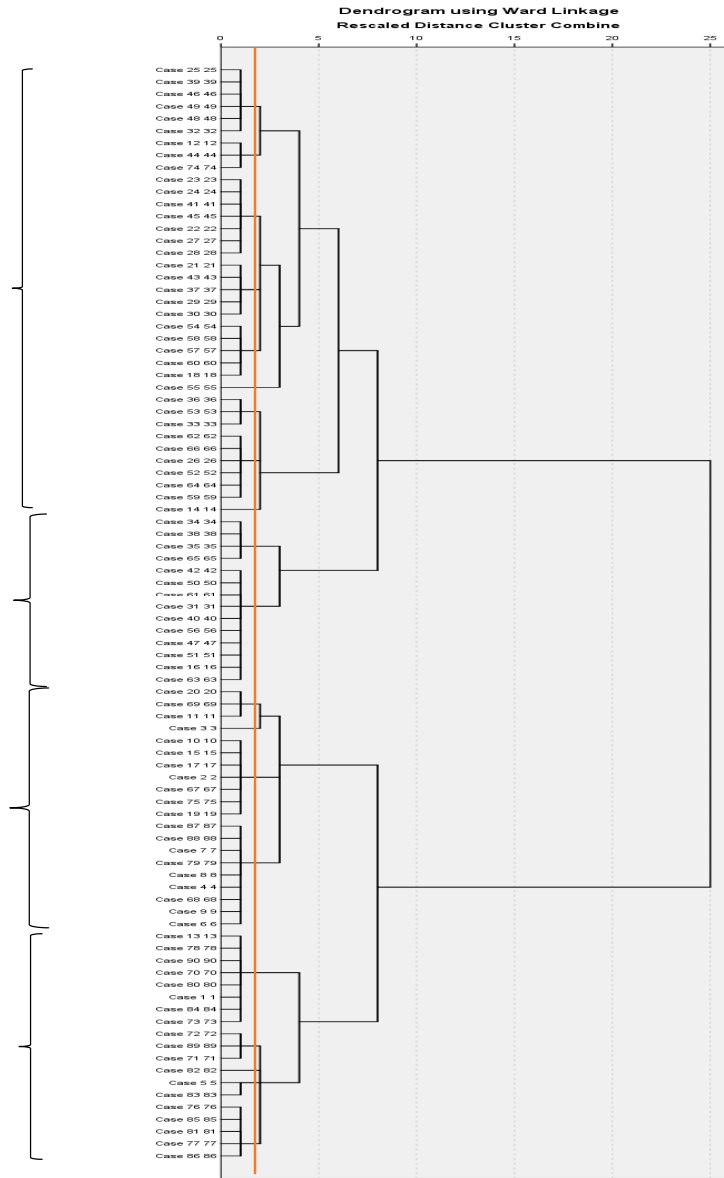
ارزیابی تنوع مولکولی ژنوتیپ‌های برنج با استفاده از نشانگرها انجام دادند، منجر به طبقه‌بندی ۹۴ ژنوتیپ برنج در ۹ گروه متفاوت گردید (جداول ۷، ۸، ۹ و ۱۰) و (شکل ۲ و ۳).

تجزیه خوشه‌ای صفات زراعی مورد بررسی تحت شرایط غرقاب و تنش خشکی: نتایج حاصل از تجزیه خوشه‌ای نشان داد که برای صفات زراعی در شرایط نرمال و تنش به ترتیب چهار و سه گروه تشکیل شد. در پژوهشی که اله قلی پور و همکاران (۱۳۹۲) به منظور

جدول ۷- تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر صفات زراعی در چهار گروه شرایط غرقاب

گروه‌ها	شماره ژنوتیپ‌ها
گروه اول	14-59-64-52-26-66-62-33-53-36-55-18-60-57-58-54-30-29-37-43-21-28-27-22-45-41-24-23-74-44-12-32-48-49-46-39-25
گروه دوم	63-16-51-47-56-40-31-61-50-42-65-35-38-34
گروه سوم	6-9-68-4-8-79-7-88-87-19-75-67-2-17-15-10-3-11-69-20
گروه چهارم	86-77-81-85-76-83-5-82-71-89-72-73-84-7-80-70-90-78-13

نام ژنوتیپ‌های مورد بررسی در جدول ۲ آمده است



شکل ۲- دندوگرام تجزیه خوشه‌ای صفات زراعی تحت شرایط غرقاب

شرایط نرمال همه صفات اختلاف معنی‌دار داشتند. عملکرد گروه اول، دوم و سوم معنی‌دار نبود اما گروه اول و چهارم باهم معنی‌دار بودند. صفت طول خوشه گروه‌های اول، دوم و سوم با هم معنی‌دار نبود (جدول ۸).

گروه‌های ایجاد شده در نقطه برش نشان داد که گروه‌های مختلف ایجاد شده از نظر آماره‌های Pillai's Trace، Roy's Largest و Hotelling's Trace، Willk's Lambda، Root (به ترتیب ۱/۸۴۱-۰/۰۴۱-۶/۸۰۴ و ۴/۴۶۲) با سطح احتمال یک درصد معنی‌دار هستند. برای صفات زراعی در

جدول ۸- میانگین گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای برای صفات زراعی تحت شرایط غرقاب

صفات	گروه اول	گروه دوم	گروه سوم	گروه چهارم
وزن اندام هوایی (گرم)	0.965B	0.599A	0.103A	0.720A
روز تا گلدهی (روز)	74.324C	70.381C	62.400B	56.193A
طول خوشه (سانتی متر)	23.477A	22.517A	22.400A	25.289B
وزن خوشه اصلی (گرم)	3.036C	2.249B	2.111B	1.596A
تعداد خوشه در کل بوته	26.319B	21.964A	38.900C	24.543AB
تعداد دانه پر	156.824C	126.357B	109.116B	76.570A
وزن دانه پر (گرم)	2.629C	1.182AB	1.860B	1.476A
باروری (روز)	78.526AB	78.526A	84.625C	76.283A
عملکرد در هکتار (تن)	4872.522B	4377.690AB	4295.366AB	3932.684A
تعداد خوشچه اولیه	11.265C	10.654C	8.833B	7.543A
تعداد خوشچه ثانویه	2.855B	2.178A	2.075A	1.798A
ارتفاع بوته (سانتی متر)	85.538B	78.125A	99.058C	106.524D

اختلاف هر دو گروه که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند معنی دار نیست

جدول ۹- تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر صفات زراعی در سه گروه شرایط تنش خشکی

گروه‌ها	شماره ژنوتیپ‌ها
گروه اول	42-65-50-16-29-34-30-39-31-38-24-66-56-69-21-62-35-36-53-33-47-60-25-40-55-32-64-28-51-43-63-26
گروه دوم	37-14-18-17-58-52-45-41-57-44-22-48-23-49-46
گروه سوم	81-72-70-89-75-79-10-2-82-71-74-20-19-15-61-12-27-90-54-88-9-67-59-5-78-76-85-86-80-87-83-77-84-13-11-7-68-3-4-8-6-73-1

نام ژنوتیپ‌های مورد بررسی در جدول ۲ آمده است

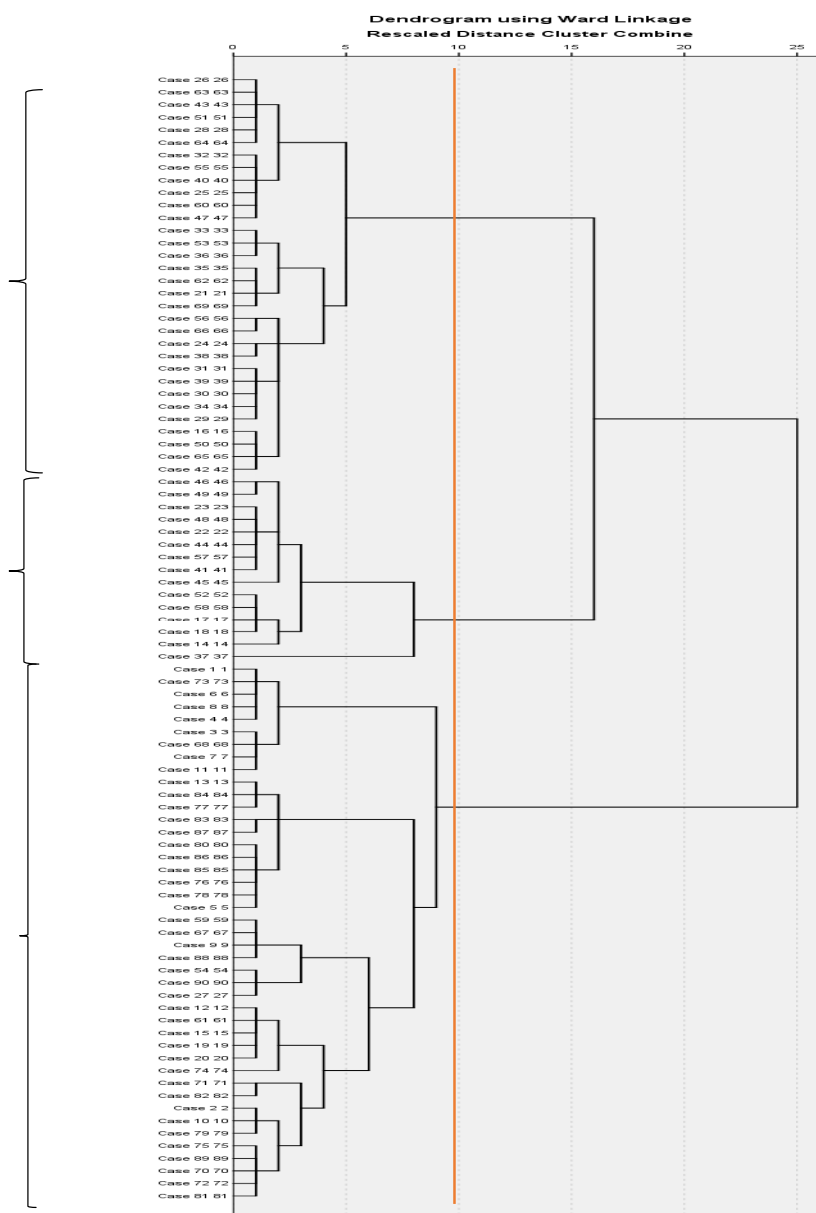
اندام هوایی دارای بیشترین میزان اثر گذاری را دارا بود. در پژوهشی (۵ و ۶) مکان ژنی کنترل‌کننده روی کروموزوم ۶ شناسایی شد و اثر افزایشی آن ۴/۶۱۴- بود. برای ارتفاع بوته نیز یک QTL روی کروموزوم ۶ در حد فاصل نشانگرهای RM۱۶۲-RM۴۶۱ شناسایی شد. برای طول خروج خوشه از غلاف و طول خوشه، دو مکان ژنی کمی کنترل‌کننده روی کروموزوم ۶ قرار داشت. برای تعداد دانه پر در خوشه، سه مکان ژنی کمی روی کروموزوم‌های ۱ و ۶ با اثر افزایشی آلل IR۲۸ شناسایی شد. مکان‌های ژنی کمی شناسایی شده برای وزن دانه و وزن خوشه روی کروموزوم‌های ۱ و ۶ قرار داشتند. برای میزان سوختگی برگ، دو QTL دیده شد. برای میزان لوله شدن برگ سه QTL تشخیص داده شد که از بین آنها ۱-qROL بیش از

تجزیه ارتباط: از میان ۹۲ آلل موثر بر صفات مورد ارزیابی، هفت آلل با صفات مربوط به عملکرد و اجزای عملکرد مرتبط بودند (جدول ۱۱ و ۱۲). آلل RM3370-B در شرایط نرمال در کنترل پنج صفت (وزن اندام هوایی، وزن خوشه اصلی، تعداد دانه پر، وزن دانه پر، تعداد خوشه چه اولیه)، اثر گذار بود. آلل RM484-A در شرایط نرمال بر روی سه صفت (روز تا گلدهی، وزن خوشه اصلی، وزن دانه پر) اثر گذار بود. در شرایط تنش خشکی صفت وزن اندام هوایی تحت تأثیر ۹ آلل بود. آلل‌های RM587-A، RM6349-A، RM1161-C و RM5558-A هر کدام کنترل‌کننده چهار صفت بودند. از نظر میزان اثر گذاری آلل‌ها بر روی صفات مورد بررسی در شرایط خشکی، آلل RM1161-C با ۹/۹۳ درصد توجیه برای صفت وزن



ترتیب با LOD  $2/518$  و  $2/727$  اثر افزایشی بر صفات وزن ریشه و زیست توده داشتند و توانستند به ترتیب  $11/4$  و  $12/3$  درصد تغییرات را توجیه نمایند. رضایی و همکاران (۱۳۹۶) (۳) در پژوهشی از میان ۲۰ آلل موثر بر صفات ارزیابی آلل DO-D با اثر گذاری بر روی سه صفت تعداد دانه در سنبله، تعداد خوشه بارور و عملکرد (دربوته) دارای بیشترین اثرگذاری بر روی عملکرد و اجزای آن بود.

سایر QTL ها توانست تغییرات میزان لوله شدن برگ را کنترل کند. برای درصد باروری، سه QTL ردیابی شد که بیشترین تغییرات را QTL روی کروموزوم ۶ توجیه نمود. نتایج تحقیق کاتوزی و همکاران (۱۳۹۶) که بر روی شناسایی ژن‌های کنترل کننده صفات گیاهچه‌ای برنج بود نیز نشان داد که چهار QTL در تنش خشکی بر روی کروموزوم ۳ و ۷ مکان‌یابی شد.  $qDBM-3$  و  $qDRW-3$  به



شکل ۳- دندوگرام تجزیه خوشه‌ای صفات زراعی تحت شرایط خشکی

گروه‌های ایجاد شده در نقطه برش نشان داد که گروه‌های مختلف از نظر آماره‌های Willk's ، Pillai's Trace ، Roy's Largest Root و Hotelling's Trace، Lambda (به ترتیب ۱/۴۱۳، ۰/۰۷۶، ۵/۷۴۵ و ۴/ ۲۱۳) با سطح احتمال ۱۰٪ یک درصد معنی‌دار هستند. از نظر صفت طول خوشه و تعداد کل خوشه‌ها در بوته گروه‌ها معنی‌دار نبودند (جدول ۱۰).

جدول ۱۰- میانگین گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای برای صفات زراعی تحت شرایط تنش خشکی

صفات	گروه اول	گروه دوم	گروه سوم
وزن اندام هوایی (گرم)	0.618A	0.872B	0.550A
روز تا گلدهی (روز)	72.989C	67.955B	55.472A
طول خوشه (سانتی متر)	20.580A	22.166A	21.800A
وزن خوشه اصلی (گرم)	1.290A	2.473B	1.183A
تعداد خوشه در کل بوته	18.619A	20.466A	21.062A
تعداد دانه پر	81.892A	117.736B	73.887A
وزن دانه پر (گرم)	0.943A	2.080B	0.987A
باروری (روز)	51.648A	67.461B	65.213B
عملکرد در هکتار (تن)	1590.719A	2460.666B	2121.938AB
تعداد خوشچه اولیه	10.038B	10.866B	7.166A
تعداد خوشچه ثانویه	1.765A	2.266B	1.724A
ارتفاع بوته (سانتی متر)	69.328A	79.688B	90.011C
طول خروج خوشه از غلاف (سانتی متر)	0.817A	1.066A	3.858B

اختلاف هر دو گروه که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند معنی‌دار نیست.

جدول ۱۱- نتایج تجزیه ارتباط بین نشانگرهای SSR و صفات مختلف اندازه گیری شده در شرایط غرقاب

صفات	عرض از مبدا	آل	ضریب رگرسیون (B)	خطای استاندارد (STD.ERROR)	آماره (F)	ضریب تبیین (R <sup>2</sup> )
وزن اندام هوایی	0.0063	RM3370-B	0.021**	0.008	6.84*	2.87
		RM5558-A	0.067**	0.017	7.33*	4.78
		RM3498-B	0.026**	0.008	11.13**	6.90
		RM589-A	0.025**	0.010	12.85**	7.86
روز تا گلدهی	6.667	RM3498-C	16.00**	2.282	10.22**	3.76
		RM5642-E	13.33**	2.025	19.37**	7.08
		RM5558-E	20.66**	4.070	29.64**	8.56
		RM484-A	-13.00**	3.892	40.07**	9.20
طول خوشه	23.727	RM5558-D	-2.466**	0.577	13.05**	4.34
		RM484-D	4.373**	1.245	14.29**	6.41
		RM3370-A	-2.494**	0.895	16.14**	7.64
وزن خوشه اصلی	1.811	RM3370-B	0.908**	0.210	15.76**	4.81
		RM5558-E	1.422**	0.454	12.12**	6.03
		RM484-A	0.746**	0.247	15.25**	7.53
تعداد کل خوشه‌ها	35.372	RM589-A	-1.168**	2.819	5.02*	2.28
		RM6349-B	-6.390**	1.856	6.29*	4.40
		RM217-B	-6.722**	2.983	6.59*	5.82
وزن کل خوشه‌ها	20.133	RM333-C	12.517**	3.616	10.66*	3.85
		RM3370-B	8.828*	3.616	9.86**	5.52
تعداد دانه پر	96.972	RM3370-B	73.357**	14.143	13.95**	4.51
		RM333-D	-95.330**	30.836	12.30**	6.06
		RM1161-D	-34.653*	15.393	11.97**	7.05
وزن دانه پر	1.525	RM3370-B	0.729**	0.231	9.95**	3.69
		RM484-A	0.749*	0.271	8.31**	5.10

		RM5558 -E	1.386*	0.499	10.34**	6.76
تعدادانه پوک	39.177	RM5558 -A	50.323*	18.310	7.04*	2.93
		RM3370 -A	-29.177**	13.322	6.70*	4.56
وزن کل دانه در ۱۰ مترمربع	3.707	RM6349 -D	1.346**	0.304	11.57**	4.05
		RM1161 -D	0.884*	0.333	11.38**	5.87
عملکرد در هکتار	37.7.212	RM6349 -D	1345.784**	303.757	11.57**	4.05
		RM1161 -D	884.365**	332.749	11.38**	5.87
تعداد خوشه چه اولیه	9.286	RM5642 -D	-5.712*	1.736	5.27**	2.37
		RM3370 -B	2.426**	0.804	8.45**	5.14
تعداد خوشه ثانویه	2.963	RM484 -D	-1.443**	0.373	6.705**	2.83
		RM589 -A	-1.297**	0.325	12.409**	6.08
		RM3370 -C	-0.520*	0.190	130.80**	7.23
		RM5642 -B	-0.386*	0.168	13.920**	7.99
ارتفاع بوته	84.419	RM333 -B	-11.886**	4.442	6.51**	2.77
		RM3498 -D	20.164**	5.502	6.51**	4.49
		RM3498 -B	10.900**	3.392	10.31**	6.74
طول خروج خوشه از غلاف	2.208	RM5642 -D	8.729**	2.536	8.46**	3.23
		RM3498 -A	3.062*	1.389	7.62**	4.88
شکل دانه قهوه‌ای	1.913	RM217 -B	1.101**	0.262	14.19**	4.55
		RM3498 -A	-0.738**	0.234	15.79**	4.64
شکل دانه سفید	1.913	RM217 -B	1.101**	0.262	14.19**	4.55
		RM3498 -A	-0.738**	0.234	15.79**	6.64

\* و \*\* معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد

جدول ۱۲- نتایج تجزیه ارتباط بین نشانگرهای SSR و صفات مختلف اندازه گیری شده در شرایط تنش خشکی

صفات	عرض از مبدا	آل	ضریب رگرسیون (B)	خطای استاندارد (STD.ERROR)	آماره (F)	ضریب تبیین (R <sup>2</sup> )
وزن اندام هوایی	0.029	RM1161 -B	0.153**	0.006	8.81**	3.41
		RM6349 -D	0.122**	0.006	10.27**	5.62
		RM589 -E	-0.122**	0.006	17.87**	7.81
		RM587 -A	0.153**	0.010	22.02**	8.63
		RM5558 -A	-0.017**	0.010	25.67**	9.08
		RM6349 -A	-0.101**	0.013	43.71**	9.56
		RM333 -C	0.042**	0.006	54.14**	9.72
		RM5558 -D	-0.023**	0.005	68.85**	9.82
روز تا گلدهی	59.523	RM1161 -C	0.019**	0.005	149.03**	9.93
		RM5642 -C	-14.948**	2.655	11.20**	97.3
		RM587 -B	13.615**	2.655	19.80**	7.12
طول خوشه	21.649	RM6349 -A	12.144*	5.520	17.98**	7.82
		RM6349 -B	-2.194*	0.834	7.22*	2.98
تعداد کل خوشه ها	19.606	RM484 -D	4.306*	1.736	7.76*	4.93
		RM587 -C	-6.178**	1.442	9.61**	3.61
وزن کل خوشه ها	29.305	RM1161 -B	5.286**	1.613	12.93**	6.18
		RM337 -C	-14.202**	3.136	4.81*	2.21
تعدادانه پر	66.573	RM589 -A	-17.363**	4.065	5.18*	3.93
		RM5642 -B	7.229*	2.845	6.59**	5.82
		RM5558 -C	11.191*	4.655	8.31**	7.04
		RM1161 -B	42.376**	8.36	9.02**	3.47
تعداد دانه پوک	30.839	RM3498 -B	31.086**	6.004	8.03**	5.01
		RM5558 -E	70.101**	14.554	9.44**	6.54
		RM6349 -B	-21.340*	7.943	12.49**	7.81
		RM484 -A	28.862**	7.462	16.82**	5.66
باروری	56.130	RM5558 -D	-16.186**	7.251	19.14**	9.05
		RM3370 -B	32.086**	14.182	5.39*	2.41
وزن دانه در ۱۰ مترمربع	2.246	RM6349 -D	31.314**	14.182	5.75*	4.18
		RM3370 -A	25.162*	10.791	5.43*	2.42
عملکرد در هکتار	2245.926	RM1161 -C	-0.657*	0.239	7.57*	3.08
تعداد خوشه ثانویه	1.295	RM1161 -C	-657.259*	238.824	7.57*	3.08
		RM5642 -E	0.872**	0.236	13.60**	4.45
ارتفاع بوته	96.917	RM3498 -A	-21.778**	4.051	8.02**	3.21
		RM3498 -C	-24.361**	4.023	14.76**	6.49
		RM5642 -E	-12.750**	3.831	14.28**	7.41

		RM6349 -B	-8.778*	3.577	15.08**	8.19
		RM5642 -D	5.969**	1.980	5.80*	2.54
طول خروج خوشه از غلاف	1.031	RM3370 -A	3.844**	1.440	7.50*	4.84
		RM5642 -C	-0.553*	0.217	8.50**	3.33
		RM5558 -E	-1.395**	0.224	9.95**	5.54
شکل دانه قهوه‌ای	3.125	RM5642-E	0.960**	0.249	13.63**	7.32
		RM6349 -B	-0.535*	0.193	16.66**	8.26
		RM5642 -C	-0.553*	0.217	8.50**	3.33
		RM5558 -B	-1.395**	0.224	9.95**	5.54
شکل دانه سفید	3.125	RM5642 -E	0.960**	0.249	13.63**	7.32
		RM6349 -B	-0.535*	0.193	16.66**	8.26

\* و \*\* معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

## نتیجه گیری

تجزیه ارتباط نشان داد از میان ۹۲ آلل موثر بر صفات مورد ارزیابی، هفت آلل با صفات مربوط به عملکرد و اجزای عملکرد مرتبط هستند. نتایج تجزیه رگرسیون نشان داد که در شرایط نرمال تعداد خوشه‌چه ثانویه بیشترین درصد از تغییرات عملکرد (۰/۱۴) را توجیه می‌کند.

## تشکر و قدردانی

بدینوسیله از موسسه بین المللی تحقیقات برنج، معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری و دانشگاه گنبد کاووس جهت حمایت های مالی و معنوی تشکر می‌گردد.

اطلاعات این مطالعه می‌تواند برای انتخاب والدین مناسب جهت توسعه ژنوتیپ‌ها و جمعیت‌های جدید منحل به تنش خشکی، مورد استفاده قرار گیرد. نشانگرهای SSR مورد استفاده در این مطالعه می‌تواند برای سایر مطالعات ژنتیکی برنج مورد استفاده قرار گیرد، زیرا آنها قادر به نشان دادن تنوع ژنتیکی حتی در میان ژنوتیپ‌های نزدیک بودند. تجزیه خوشه‌ای با گروه‌بندی لاین‌ها ارزش هر یک از گروه‌ها را از نظر صفات مورد ارزیابی شناسایی کرد. نتایج

## منابع

- ۱- امینی نسب، ر.، و همکاران، بررسی تنوع ژنتیکی ارقام برنج ایرانی با استفاده از نشانگرهای ریز ماهواره پیوسته با ژن‌های مقاومت به خشکی، مجله علمی پژوهشی زیست فناوری گیاهان زراعی (سال دوم، بهار و تابستان ۱۳۹۱).
- ۲- رضایی، م.، صبوری، ح.، قلی‌زاده، ع.، و محمدی، ر.، ۱۳۹۶. تغییرات آللی، تجزیه ارتباط و تنوع هاپلوتایپی برای نشانگرهای ریز ماهواره پیوسته به ژن‌های تحمل به اسیدیته خاک در جو. مجله علمی- پژوهشی زیست فناوری گیاهان زراعی - سال هفتم - شماره ۲۲ - (۲۷-۳۹).
- ۳- ربیعی، ب و صبوری، ح. ۱۳۸۷. مکان‌یابی ژن‌های کنترل کننده صفات کمی. انتشارات دانشگاه گیلان، ۱۹۳ صفحه
- ۴- صبوری، ع.، صبوری، ح. محمدی نژاد، ق و بیابانی، ع. ۱۳۸۹، تجزیه ژنتیکی اجزای عملکرد و صفات زراعی برنج با استفاده از روش QTL mapping، یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات، تهران، دانشگاه شهید بهشتی
- ۵- قلی‌زاده، ر.، ۱۳۹۷. تنوع آللی برای نشانگرهای پیوسته به QTL های مرتبط با تحمل خشکی در برنج پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی؛ دانشگاه گنبد. ۱۱۵ص.
- ۶- کاتوزی، م.، رحیم‌زاده خوئی، رضایی، م.، یارنیا، م.، و صبوری، ح. ۱۳۹۵. تعیین مناسب‌ترین رقم برنج در تنش حاصل از مدیریت- های مختلف آبیاری. تحقیقات کاربردی اکوفیزولوژی گیاهی (۱۳): ۴۴-
- ۷- کریم کشته، ر.، و صبوری، ح.، ۱۳۹۴. شناسایی ژنوتیپ‌های برنج متحمل به تنش خشکی با تجزیه و تحلیل چند متغیره. مجله بوم- شناسی گیاهان زراعی. جلد ۱۱، شماره ۴، صفحات ۲۴-۱۳، زمستان ۱۳۹۴.
- ۸- گیلوایی، م.، سمیع زاده، ح.، و ربیعی، ب.، ۱۳۹۶. ارزیابی تجزیه علیت بر روی عملکرد و اجزای عملکرد در برنج تحت شرایط نرمال و تنش خشکی. پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی / سال نهم / شماره ۲۴ / زمستان ۱۳۹۶.

9-Afiukwa, C. A., Faluyi, J. O., Atkinson, C. J., Ubi, B. E., Igwe, D. O., and Akinwale, RO. (2016). Screening of some rice varieties and landraces

cultivated in Nigeria for drought tolerance based on phenotypic traits and their association with

- SSR polymorphism. *African Journal of Agricultural Research*, 11(29), 2599-2615
- 10-Awasthi, S., and Prakash Lal, J. (2014). Marker assisted selection for the improvement of Sarjoo-52 for drought tolerance by introgression of MQTL1. 1 from the source Nagina-22. *Journal of Plant Molecular Breeding*, 2(2), 43-55
- 11-Bashir, K., Khan, N. M., Rasheed, S., and Salim, M. (2007). Indica rice varietal development in Pakistan: an overview. *Paddy and Water Environment*, 5(2), 73-81
- 12-Caetano-Anolles G, Gresshoff PM (1994) Staining Nucleic Acids with silver An Alternative to Radioisotopic and Fluorescent Labeling. *Promega Notes Magazine* 45:13-21.
- 13-Cooper, M. 1999. Concepts and strategies for plant adaptation research in rainfed lowland rice. *Field Crops Res* 64: 13-34.
- 14-Farooq, M., Basra, S. M. A., Wahid, A., Cheema, Z. A., Cheema, M. A., and Khaliq, A. (2008). Physiological role of exogenously applied glycinebetaine to improve drought tolerance in fine grain aromatic rice (*Oryza sativa L.*). *Journal of Agronomy and Crop Science*, 194(5), 325-333.
- 15-Jaleel, C. A., Manivannan, Paramasivam, Wahid, A., Farooq, M., Al-Juburi, H. J., Somasundaram, Ramamurthy, and Panneerselvam, R. (2009). Drought stress in plants: a review on morphological characteristics and pigments composition. *Int. J. Agric. Biol*, 11(1), 100-105.
- 16-Mahgoub, F. (2014). Current status of agriculture and future challenges in Sudan. *Nordiska Afrikainstitutet*. 57: 7-12.
- 17-Ndjiondjop, M. N., Cisse, F., Futakuchi, K., Lorieux, M., Manneh, B., Bocco, R., and Fatondji, B. (2010). Effect of drought on rice (*Oryza spp.*) genotypes according to their drought tolerance level. In *Second Africa Rice Congress, Bamako, Mali (Vol. 1, pp. 1-1)*.
- 18-Saghi Maroof MA, Biyaoshev RM, Yang GP, Zhang Q, Allard RW (1994) Extra ordinarily polymorphic microsatellites DNA in barley species diversity, chromosomal location, and population dynamics. *Proceeding of the National Academy of Sciences of the United States of America* 91:5466-5470.
- 19-Sajib, A. M., Hossain, M., Mosnaz, A. T. M. J., Hossain, H., Islam, M., Ali, M., and Prodhan, S. H. (2012). SSR marker-based molecular characterization and genetic diversity analysis of aromatic landraces of rice (*Oryza sativa L.*). *Journal of BioScience & Biotechnology*, 1(2).
- 20-Sohrabi M., Rafii M.Y., Hanafi M.M. and Latif M.A., (2013). Genetic divergence of Malaysian upland rice revealed by microsatellite markers. *POJ*, 6(3): 175182
- 21-Tao, H., Brueck, H., Dittert, K., Kreye, C., Lin, S. and Sattelmacher, B. 2006. Growth and yield formation for rice (*Oryza sativa L.*) in the water-saving ground cover rice production system (GCRPS). *Field Crops Research* 95: 1-12.
- 22-Uphoff, N., Fasoula, V., Iswandi, A., Kassam, A., and Thakur, A. K. (2015). Improving the phenotypic expression of rice genotypes: Rethinking “intensification” for production systems and selection practices for rice breeding. *The Crop Journal*, 3(3), 174-189
- 23-Yang, J.C., Liu, K., Zhang, S.F., Wang, X.M., Wang, ZH. Q., and Liu, L.J. 2008. Hormones in rice spikelets to water stress during meiosis *Acta Agronomica Sinica*, 34(1): 111-118.
- 24-Yashito. T. M. Sandarm. R. biradar. S. Thirumuragau. K. 2004. Sequence specific PCR. Marker for distinguishing rice line at the basis of wild abortive cytoplasm for their congenic maintir lin. *Crop scientific*. 44: 920-924

## **Relationship of molecular markers with morphofenological traits in rice under flooding and drought stress conditions**

**Miri S.<sup>1</sup>, Sabouri H.<sup>1</sup>, Ebadi A.A.<sup>2</sup> and Sajadi S.J.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Plant Production Dept., College of Agriculture Science and Natural Resources, Gonbad Kavous University, I.R. of Iran

<sup>2</sup> The Rice Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, I.R. of Iran

### **Abstract**

Rice is one of the most important crops in the world. Also, It is the main source of food and carbohydrates in the world. In this research, the relationship between the characteristics of 90 rice genotypes (Traditional and improved) with 11 SSR markers evaluated. This research was conducted as a lattice design with three replications in 2015-2016 at the Gonbad Kavous University under normal and drought conditions. Multiple regression analysis between measured traits and SSR markers showed a significant relationship between data. The results of cluster analysis for agricultural traits in normal and drought stress genotypes were divided into four and three groups. The results of multiple regression analysis showed that the number of secondary branches and fertility, the most percentage of variation of explanation of yield variation, under normal and drought conditions, respectively. The results of this research can be used for breeding programs and selection of suitable and tolerant cultivar.

**Key words:** Rice, SSR Marker, Drought Stress, Association analysis, Regression