فصلنامه علوم محیطی، دوره پانزدهم، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۶

۱۸۰-۱۶۳

شناسایی صفات مورفولوژیکی موثر بر عملکرد ارقام برنج تحت تنش رطوبتی با استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره

سعید بخشی‌پور[۱]، جعفر کامبوزیا[۱*]، کوروس خوشبخت[۱]، عبدالمجید مهدوی دامغانی[۱] و مریم حسینی[۲]

[۱] گروه کشاورزی اکولوژیک، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

[۲] مؤسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران

تاریخ دریافت: ۹۶/۳/۸ تاریخ پذیرش: ۹۶/۶/۱

بخشی پور، س.، کامبوزیا، ج.، خوشبخت، ک.، مهدوی دامغانی، ع. و م. حسینی. ۱۳۹۶. شناسایی صفات مورفولوژیکی موثر بر عملکرد ارقام برنج تحت تنش رطوبتی با استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره. فصلنامه علوم محیطی. ۱۵(۲): ۱۸۲-۱۶۵.

سابقه و هدف: یکی از مشکلات زراعت برنج کمبود منابع آب است به‌ویژه در دوره‌هایی که کاهش ریزش باران بر رشد رویشی و عملکرد آن تأثیر می‌گذارد. تنش خشکی به‌عنوان عامل موثری بر کاهش تولید در گیاهان شناخته شده است که در این باره شناسایی و گسترش ژنوتیپ‌های سازگار به تنش یکی از راهکارهای غلبه بر شرایط نامساعد محیطی است. بنابراین شناخت کافی از تنوع ژنتیکی و طبقه‌بندی ژرم‌پلاسم‌ها در انتخاب والدین مناسب برای اهداف به‌نژادی لازم و ضروری است.

مواد و روش‌ها: این تحقیق برای شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل و حساس برنج به تنش خشکی با ۲۰ ژنوتیپ بومی و اصلاح‌شده برنج به‌صورت فاکتوریل با طرح کامل تصادفی با سه تکرار در موسسه تحقیقات برنج کشور (رشت)، اجراء شد. طی مراحل رشد صفات ارتفاع بوته، تعداد پنجه کل، تعداد پنجه بارور، مساحت برگ پرچم، طول خوشه، تعداد دانه پر و پوک، وزن صد دانه، تعداد روز تا رسیدگی و عملکرد اندازه‌گیری شدند.

نتایج و بحث: نتایج مقایسه میانگین نشان داد که کمترین درصد تغییرات اکثر صفات در ارقام محلی مربوط به هاشمی، علی‌کاظمی و سنگ‌جو و در ارقام اصلاح‌شده به درفک، سپیدرود و شیرودی تعلق داشت. تجزیه کلاستر به روش واریانس مینیمم وارد و معیار فاصله‌ای اقلیدسی برای صفات زراعی ژنوتیپ‌های مورد بررسی را در دو گروه قرار داد. تفکیک گروه‌ها عمدتاً بر اساس ارقام اصلاح‌شده و ارقام بومی و خوش‌کیفیت بود. در این تحقیق مشخص شد که بین گروه‌های مختلف ایجادشده در ژنوتیپ‌های برنج بر مبنای صفات مورفولوژیک تنوع ژنتیکی وجود دارد و می‌توان از متفاوت‌ترین و پرمحصول‌ترین ژنوتیپ‌های برنج در برنامه‌های دورگ‌گیری به‌ویژه برای تلاقی با ژنوتیپ‌های موجود برای ایجاد ارقام جدید مقاوم به تنش استفاده کرد. نتایج حاصل از تجزیه به عامل‌ها نشان داد که ۳ و ۴ عامل اصلی و مستقل طی دو سال، تحت شرایط نرمال و تنش ۷۳ الی ۸۵ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه می‌کنند.

نتیجه‌گیری: برای گزینش ژنوتیپ‌های با عملکرد دانه بالا و متحمل به تنش رطوبتی در برنج، می‌توان به صفات تعداد پنجه کل و بارور، تعداد روز تا رسیدگی، مساحت برگ پرچم، طول خوشه و وزن صد دانه توجه کرد و از طریق برآورد شاخص‌های گزینشی مناسب، گزینش‌های هم‌زمانی برای صفات مذکور انجام داد.

* Corresponding Author. *E-mail Address*: J_kambouzia@sbu.ac.ir

واژه‌های کلیدی: تنوع ژنتیکی، تجزیه کلاستر، تجزیه به عامل‌ها، خصوصیات مورفولوژیک.

مقدمه

برنج از یک سو به سبب قرار گرفتن در گروه محصولات راهبردی (Shakeri and Garshasbi, 2009) و از سوی دیگر به‌دلیل وابسته بودن اقتصاد بخش قابل‌توجهی از جمعیت ساکن در مناطق شمالی کشور به آن، نیازمند تعاریفی جدید در زمینه چگونگی آبیاری است. زیرا آب مهم‌ترین عامل محدودکننده تولید گیاه برنج در این زمین‌ها و از طرفی آبیاری مهم‌ترین عملیاتی است که لازم است در زراعت برنج مورد توجه قرار گیرد (Islam *et al.*, 2004). آب یکی از منابعی است که در تولید محصولات کشاورزی نقش مهمی ایفا می‌کند و چنانچه به‌صورت صحیح مدیریت نشود محدودیت زیادی را در مصرف آب شرب و کشاورزی به‌وجود می‌آورد. متأسفانه با وجود نقش مهم مدیریت آبیاری در استفاده بهینه از منابع و افزایش بازده تولید، تاکنون به میزان کافی به آن توجه نشده است. بنابراین با توجه به بحران‌های موجود در زمینه آب، طی سال‌های اخیر، لازم است از منابع آبی موجود به بهترین شکل استفاده و با اعمال مدیریت صحیح آبیاری، بهره‌وری آب در بخش کشاورزی در حد ممکن افزایش داده شود (Kiazarmani, 2010). با توجه به این که ایران از نظر اقلیم در موقعیت کشورهای خشک و نیمه‌خشک جهان قرار دارد و در نتیجه میزان نزولات آسمانی در نقاط مختلف کشور پایین است، انجام بررسی‌های لازم برای مهار منابع آب شیرین قابل‌استحصال ضروری است (Mohammadi, 1995). استان گیلان یکی از مناطق عمده تولید برنج با متوسط سطح زیر کشت حدود ۲۳۰۰۰۰ هکتار است که برنج در آن به‌صورت نشاکاری و تحت آبیاری کشت می‌شود. طی چند سال اخیر به علت رشد بی‌سابقه تقاضا برای مصرف آب در بخش‌های صنعتی، شرب و کاهش میزان آب قابل‌استفاده در بخش کشاورزی موجب شده که استفاده از آب در تولید برنج کاهش یافته و این امر تولید برنج را تهدید کند (Amiri, 2006). با توجه به اینکه آب و تنش‌های مربوط به آن می‌تواند از عوامل مهم کاهش‌دهنده عملکرد محصول باشد (Tuong and Bhuiyan, 1999) بنابراین لازم است راه‌های صرفه‌جویی و افزایش بهره‌وری آب برای تولید برنج مورد ارزیابی و استفاده قرار گیرد. آبیاری غرقاب دائم در شالیزار با راندمان آبیاری بسیار پایین باعث مصرف بیش از نیاز واقعی آب شده است. برای کاهش مصرف آب در آبیاری برنج، روش‌های آبیاری مختلفی برای کاهش آب ورودی به شالیزار وجود دارد، که از آن جمله می‌توان به مدیریت‌های آبیاری غیرغرقاب در دوره‌هایی از رشد برنج، اشاره کرد (Bouman and Tuong, 2001). با توجه به اینکه افزایش آب مصرفی بیش از حد لازم نقشی در افزایش عملکرد نداشته، صرفه‌جویی ناشی از کاربرد این روش در مواقع خشکسالی و کمبود آب می‌تواند راه‌گشای مشکلات موجود باشد (Amiri, 2006). نتایج تحقیقات در نقاط مختلف دنیا و ایران مناسب بودن تاثیر مدیریت آبیاری غیرغرقاب بر مقدار عملکرد دانه و افزایش بهره‌وری آب برنج را ثابت کرده است (Tuong *et al.*, 2005). تخمین زده شده است که تا سال ۲۰۵۰ تولید برنج بایستی بالغ بر ۵۰ درصد افزایش یابد که این افزایش تولید نیازمند اصلاح ارقام و اعمال مدیریت‌های صحیح زراعی است (Ntanos and Koutroubas, 2002). روش‌های تجزیه وتحلیلی چندمتغیره بدون از بین بردن مقدار زیادی از اطلاعات مفید، تعداد صفات مؤثر در عملکرد را کاهش داده و مفیدترین صفات را مشخص می‌کند (Acquaah *et al.*, 1992). بنابراین انجام پژوهش‌های بنیادی و کاربردی در راستای استفاده‌ی بهینه از آن، یک راهکار اساسی در افزایش میزان بهره‌وری محسوب می‌شود (Overholt *et al.*, 2000). استفاده از خصوصیات مورفولوژی با تمام

محدودیت‌های خود مثل سطح پایین چندشکلی، توارث‌پذیری پایین و تحت‌تاثیر عوامل محیطی بودن، جزء اولین اقداماتی است که برای ارزیابی ژرم‌پلاسم و طبقه‌بندی آن در هر گونه گیاهی انجام می‌شود (Smith and Smith, 1992). بنابر آنچه از منابع مختلف بر می‌آید، در برنج تنوع مطلوب و قابل‌قبولی در ذخایر توارثی از نظر اکثر صفات وجود دارد. Lasalita-Zapico *et al.* (2010) در بررسی تنوع مورفولوژی، ارقام برنج را با استفاده از تجزیه کلاستر آنها، در چهار گروه مشخص و غیرمشابه طبقه‌بندی کردند، به‌طوری‌که هر گروه از نظر یک سری از صفات مورفولوژی برجسته بود. Rahimi *et al.* (2010a) تجزیه به عامل‌ها را برای بررسی روابط بین عملکرد و سایر صفات کمی و زراعی برنج انجام دادند. نتایج نشان داد که پنج عامل مستقل، درمجموع، ۷۴ درصد از تغییرات کل را توجیه می‌کنند. در تحقیقی دیگر Hosseinzadeh *et al.* (2009) ژنوتیپ‌های برنج را مورد بررسی قرار دادند و با استفاده از تجزیه عاملی نشان دادند که شش عامل تعیین‌کننده ۷۹ درصد از تغییرات کل هستند. این عوامل به ترتیب مورفولوژی گیاه، شکل و اندازه دانه، عملکرد و اجزای آن، تعداد دانه و ظهور خوشه بودند. Ghorbani *et al.* (2011) نیز در تحقیق خود نشان دادند که تجزیه به عامل‌ها، 3 عامل اصلی و مستقل ۷۷ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه می‌کند و این سه عامل را تحت عنوان عامل مربوط به خصوصیات مورفولوژیک، عامل عملکرد و اجزای عملکرد و عامل فنولوژیک نامگذاری کردند. در عامل عملکرد و اجزای آن صفات مهمی مثل عملکرد دانه، تعداد دانه پر در خوشه، تعداد دانه پوک در خوشه و وزن هزار دانه، قرار گرفتند که همبستگی بین این خصوصیات با عملکرد دانه معنی‌دار بود و تجزیه کلاستر ژنوتیپ‌های مورد بررسی را در ۹ گروه قرار داد. از آنجا که ماده خشک تولیدی به‌ویژه در اواخر فصل رشد دارای اهمیت بیشتری است، لذا وقوع تنش آب در این دوره بیشترین تأثیر را در کاهش عملکرد دانه دارد. نظر به اینکه برنج تنش خشکی را در اوایل نشاکاری و ابتدای برداشت بهتر تحمل می‌کند، به نظر می‌رسد کاهش عملکرد دانه بیشتر در مراحل گل‌دهی و پر شدن دانه حادث می‌شود. به عبارت دیگر اثر تنش دوره‌های مختلف آبیاری بر عملکرد دانه برنج وابسته به این موضوع است که چه مقدار از کل ماده خشک تولیدی به عنوان ماده مفید قابل برداشت تشخیص داده می‌شود. بر اساس تحقیقات انجام‌شده، کم‌آبیاری یک راهکار بهینه و کارآمد برای تولید محصول در شرایط کمبود آب محسوب می‌شود. بنابراین هدف اساسی در به‌کارگیری از این تکنیک افزایش بهره‌وری از آب است که به این ترتیب یا مقدار آب آبیاری در هر نوبت کاهش می‌یابد و یا آبیاری‌هایی که کمترین بازدهی را دارند، حذف می‌شوند (Tuong and Bhuiyan, 1999). هدف از این آزمایش بررسی تنوع ژنتیکی موجود در بین ارقام برنج با استفاده از آنالیز کلاستر و تجزیه به عامل‌ها است، تا بتوان از این تنوع برای استفاده در برنامه‌های اصلاحی همچون دورگ‌گیری به منظور بهره‌گیری از پدیده هتروزیس و در صورت امکان انتقال صفات مطلوب از جمله مقاومت به خشکی به لاین‌های مورد نظر بهره‌مند شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق برای بررسی تاثیر تنش خشکی بر ۲۰ رقم بومی و اصلاح شده برنج شامل بینام، حسنی، حسن‌سرایی، خزر، درفک، دم‌سیاه، سپیدرود، سنگ‌جو، شیرودی، صالح، طارم، علی‌کاظمی، عنبربو، غریب، کادوس، گوهر، گیلانه، ندا، نعمت و هاشمی تحت شرایط نرمال و تنش در سال‌های ۴-۱۳۹۳ به اجراء درآمد. داده‌های هواشناسی منطقه مورد بررسی در ماه‌های مورد تحقیق سال‌های مورد آزمایش در جدول (۱) آمده است. بذر این ارقام (جدول ۲)، از موسسه تحقیقات برنج کشور در رشت تهیه شد و پس از ضدعفونی در خزانه بذرپاشی شد. نشاءها بعد از ۲۵ روز در گلدان‌هایی که با خاک مزرعه آزمایشی

پر شدند، کشت شدند. این تحقیق در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه بلوک کامل تصادفی و با ۳ تکرار انجام شد. عامل‌ها شامل ۲۰ رقم برنج (جدول ۲) و آبیاری بر مبنای مورفولوژیک برگ در پنج مرحله بر اساس جدول ۳ بعد از مرحله پنجه‌زنی صورت گرفت. کشاورزان گیلانی در سال‌های خشک معمولا فصل بهار را به هر شکل ممکن با استفاده از ذخیره محدود پشت سد سپیدرود، منابع آب داخلی استان و باران‌های بهاری سپری می‌کنند، که این دوره تقریباً مصادف با پایان مرحله پنجه‌زنی است. از این زمان به بعد به سبب کمبود آب در مزارع احتمال وقوع تنش خشکی زیاد است. لذا آبیاری در دو محیط غرقاب و تنش تا مرحله پنجه‌دهی ژنوتیپ‌ها به طور یکسان به طور غرقاب انجام شد و بعد از مرحله پنجه‌زنی هر زمان که پیچش برگ به صورت شکل شماره‌ها در جدول ۳ درآمد آبیاری صورت گرفت (Cabulsay *et al.*, 2002). با توجه به حجم زیاد داده‌ها، تجزیه وتحلیل روی سطح پنجم تنش و شرایط بدون تنش صورت گرفت. اندازه‌گیری صفات بر اساس دستورالعمل سیستم استاندارد ارزیابی برنج انجام شد (SES, 2002). در این آزمایش ده صفت شامل ارتفاع بوته، تعداد پنجه کل، تعداد پنجه بارور، مساحت برگ پرچم، طول خوشه، تعداد دانه پر، تعداد دانه پوک، وزن صد دانه، روز تا رسیدگی و عملکرد بررسی شدند. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد و برای تعیین قرابت ژنتیکی ژنوتیپ‌های مورد بررسی و گروه‌بندی آنها بر اساس میانگین داده‌های صفات مورد بررسی، تجزیه کلاستر به روش واریانس مینیمم وارد و معیار فاصله اقلیدسی انجام و دندروگرام آن رسم شد. تجزیه به عامل‌ها با استفاده از روش مولفه‌های اصلی و اختصاص صفات به عوامل مختلف بر اساس مقادیر ضرایب عاملی بعد از چرخش عامل‌ها به روش واریماکس صورت گرفت. محاسبات و تجزیه‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد.

جدول ۱- آمار هواشناسی منطقه رشت در سال‌های زراعی ۹۴ -۱۳۹۳

Table 1. Meteorological data in Rasht in 2014 and 2015 cropping seasons

بارندگی (میلی‌متر) Rainfall (mm)		ساعات آفتابی Sunshine Hours		حداکثر رطوبت نسبی (درصد) Maximum relative humidity (%)		حداقل رطوبت نسبی(درصد) Minimum relative humidity (%)		دمای متوسط (سانتی‌گراد) Average temperature (°C)		دمای بیشینه (سانتی‌گراد) Maximum temperature (°C)		دمای کمینه (سانتی‌گراد) Minimum temperature (°C)		سال Year / ماه Month
2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	
1.5	0.4	5.8	7.2	92	93.9	60.4	59.9	17.7	20.6	22.3	25.7	13.1	15.5	اردیبهشت Apr
0	0.5	8.7	8.4	86.8	93.7	52.2	64.2	24.4	24.3	29.7	28.7	19.2	19.8	خرداد May
2.6	0.5	8.5	8	88.3	91.1	56.6	55.4	26.8	26.4	31.6	30.7	22.1	22	تیر Jun
0.4	0	9.4	9.7	93.2	88.9	54.6	42.3	27.4	27.2	33.1	33.6	21.6	20.9	مرداد Jul
4	1.4	5	6	95.3	94.7	63.1	56.3	24	26	28.5	30.9	19.6	21.1	شهریور Aug

جدول ۲- لیست ژنوتیپ‌های برنج

Table 2. List of rice genotypes

شماره No	نام Name	شماره No	نام Name
1	Binam بینام	11	Tarom طارم
2	Hasani حسنی	12	Alikazemi علی‌کاظمی
3	Hasansarayie حسن سرایی	13	Anbarbo عنربو
4	Khazar خزر	14	Gharib غریب
5	Dorfak درفک	15	Kadoos کادوس
6	Domsiah دم‌سیاه	16	Gohar گوهر
7	Sepidroodسپیدرود	17	Gilaneh گیلانه
8	Sangjo سنگ‌جو	18	Neda ندا
9	Shiroodi شیرودی	19	Nemat نعمت
10	Saleh صالح	20	Hashemi هاشمی

جدول ۳- وضعیت امتیازدهی به لوله شدن برگ

Table 3. Leaf rolling score description

شدت تنش Stress intensity	شکل برگ Leaf rolling	وضعیت برگ Leaf state	تنش نمره Drought score
بدون تنش No stress		برگ‌ها صاف هستند Leaves healthy	۰
آغاز تنش Stress start		شروع تا خوردن برگ‌ها Leaves starts to fold.	1
		تا خوردن برگ‌ها Leaves folding (deep V- shaped)	2
ملایم Mild		برگ‌ها کاملا فنجانی می‌شوند Leaves fully cupped (U- shaped)	3
		حاشیه برگ‌ها با هم تماس پیدا می‌کنند Leaves margins touching (O-shaped)	4
متوسط Medium		برگ‌ها به طور کامل پیچ می‌خورند Leaves tightly rolled	5

نتایج و بحث

عوامل هواشناسی محل انجام طرح را نشان می‌دهد جدول (۱)، کمینه و بیشینه دما در سال اول در مقایسه با سال دوم بیشتر است. مقدار رطوبت هوای کمینه در سال اول نیز تقریباً کمتر است. همچنین در این سال میزان بارندگی کمتر بود. تاریخ انجام عملیات زراعی نشان می‌دهد با وجود اینکه بذرپاشی و انتقال نشاء به خزانه در هر دو سال تقریبا یک زمان است ولی طول دوره رشد در سال اول در مقایسه با سال بعدی کوتاه‌تر بود که می‌تواند به‌دلیل تغییرات جوی و نقش عوامل هواشناسی باشد (Jing *et al*., 2005). دمای هوا نیز از عوامل دیگر موثر بر مقدار مصرف آب است. هرچه حرارت هوا بیشتر باشد میزان تبخیر آب بیشتر شده، مقدار افزایش خواهد یافت (Okhovat and Vakili, 1997).

خصوصیات مورفولوژیکی و عملکرد ارقام برنج در شرایط پتانسیل و تنش آبی

ارتفاع بوته اگرچه از عوامل وابسته به ژنتیک محسوب می‌شود، اما از جمله صفات گیاهی است که نسبت به اجزای عملکرد راحت‌تر تحت‌تاثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد. در مرحله طویل شدن ساقه نیاز گیاه به رطوبت افزایش می‌یابد. کمبود آب در این مرحله نه تنها روی طویل‌شدن ساقه، بلکه بر اندام‌های تولیدی گل نیز تاثیر منفی می‌گذارد (Saadati, 1996). رشد رویشی گیاه تا مرحله گل‌دهی ادامه دارد. بنابراین کاهش میزان آب در این دوره باعث کاهش ارتفاع بوته می‌شود. کاهش رشد سلول و متعاقب آن کاهش رشد رویشی، اولین واکنش متاثر از کمبود آب در گیاه است (Miri,

2007). کمترین درصد تغییرات این صفت در ارقام محلی مربوط به هاشمی، علی کاظمی و سنگ‌جو و در ارقام اصلاح‌شده به درفک، سپیدرود و شیرودی تعلق داشت (جداول ۴ و ۵). Ghorbanli *et al.* (2004) نشان دادند که در شرایط آبیاری تناوبی، ارتفاع برنج به طور معنی‌داری کمتر از شرایط غرقابی است. قابلیت پنجه‌زنی در برنج، یک صفت مهم زراعی برای تولید دانه است (Lee *et al.*, 1997). قابلیت پنجه‌زنی ارقام اصلاح‌شده بیشتر از ارقام بومی است که این یک صفت ژنتیکی است. بنابراین تعداد خوشه حاصله بیشتر از ارقام محلی است. نتایج تحقیق نیز نشان داد که بیشترین تعداد پنجه در ارقام اصلاح‌شده شیرودی، گوهر و نعمت و کمترین تعداد پنجه مربوط به ارقام محلی بینام، حسنی و دم‌سیاه بود (جداول ۴ و ۵). Boonjung and Fukai. (1996) اثر کمبود آب در مراحل مختلف رشد را بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام برنج ارزیابی کردند و دریافتند که اعمال کم آبیاری در مرحلهٔ رویشی، تأثیر کمی بر رشد و عملکرد دانه داشته است و کاهش ۳۰ درصدی عملکرد ناشی از کاهش در تعداد خوشه و کاهش تعداد دانه در خوشه بود. امّا زمانی که کم‌آبیاری در خلال دوره گل‌دهی اتفاق افتاد، تأثیر آن بر عملکرد بسیار زیاد بود، به طوری که گل‌دهی به تأخیر افتاد و تعداد دانه در خوشه نسبت به شرایط بدون تنش تا ۶۰ درصد کاهش یافت و باعث کاهش درصد پر شدن دانه نیز شد. Pirdashti *et al.* (2004) اثر تنش کمبود آب در مراحل مختلف رشد برنج را بررسی و اظهار کردند که تنش کمبود آب در مرحله رشد رویشی به‌طور معنی‌داری باعث کاهش ارتفاع گیاه و تعداد پنجه‌ها شد، اما در مرحله زایشی و پر شدن دانه، تعداد دانه در خوشه، وزن هزار دانه و عملکرد شلتوک نیز به طور معنی‌داری کاهش یافت. در تحقیقات نشان داده شد که وقوع تنش خشکی طی پر شدن دانه در برنج با تسریع زمان رسیدگی و کاهش طول دوره رشد و پر شدن دانه‌ها همراه است (Boonjaung and Fukai, 1996). به نظر می‌رسد که کاهش میزان آب در دوره پس از گل‌دهی باعث کاهش دوام سطح برگ و در نتیجه کاهش طول دوره پر شدن دانه شود. Yoshida (1981) بیان داشت، تعداد بیشتر دانه در خوشه (به خصوص در ارقام جدید)، با یک نسبت بزرگ‌تر خوشه در مرحله گل‌دهی و اختصاص بیشتر مواد پرورده برای خوشه در طی دو هفته‌ای قبل از گل‌دهی که در این دوره زمانی برگ پرچم و برگ‌هایی که از نظر جنبه تولید مواد فتوسنتزی طی پرشدن دانه مهم‌ترین برگ‌های گیاه محسوب می‌شوند که در افزایش عملکرد نقش دارد. بنابراین وقوع هر نوع تنش در این زمان که باعث کاهش فتوسنتز شود، موجب کاهش تقاضای مخزن و هم تامین منبع برای مواد فتوسنتزی می‌شود. Saadati (1996) بیان داشت که تنش آب در مرحله ساقه رفتن باعث کاهش وزن هزار دانه می‌شود. تنش آب در مرحله گل‌دهی و خمیری شدن دانه در عملکرد موثر است. ولی شدت حساسیت آن کمتر از مرحله سنبله رفتن است. تنش در این مرحله باعث تسریع در رسیدن گیاه و کاهش وزن دانه و در نتیجه کاهش عملکرد می‌شود. همچنین کمبود آب در مرحله شیری که قریب به ۵۰٪ دانه آب است اثر فوق‌العاده‌ای در تقلیل وزن دانه‌ها دارد. وزن هزار دانه یکی از اجزای عملکرد در برنج محسوب می‌شود که یک صفت ژنتیکی بوده و در ارقام مختلف فرق دارد و مقدار آن متاثر از شرایط دوره رسیدگی است. اندازه دانه در برنج به وسیله پوسته کنترل می‌شود و به همین علت تغییرات این صفت زیاد نیست (Saha *et al.*, 1998). نتایج این تحقیق نیز کمترین درصد تغییرات را در دو صفت وزن صد دانه و مساحت برگ پرچم نشان داد (جداول ۴ و ۵). گزارش شده ارتفاع گیاه، تعداد پنجه، تعداد خوشه، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در برنج با ایجاد تنش آبی کاهش می‌یابد (Rahman *et al.*, 2002). Saadati and Fallah, (1995) گزارش کردند که کاهش

عملکرد در اثر تنش رطوبت در مرحله گلدهی به مقدار زیادی به علت تشکیل گل‌های عقیم است. اگرچه تاثیر خشکی بر عملکرد و اجزای آن امری بدیهی است، ولی طول دوره خشکی مشخص‌کننده شدت و ضعف آن است. کاهش رطوبت در مرحله تشکیل خوشه و گل‌دهی باعث می‌شود تا عمل تلقیح به خوبی انجام نشده و برنج به‌دست‌آمده دارای عملکرد کمی باشد. به این ترتیب انتخاب ژنوتیپ‌های با روز تا رسیدگی بیشتر تا حدودی می‌تواند منجر به انتخاب ژنوتیپ‌های با عملکرد شلتوک بالا در شرایط آبیاری مطلوب شود، اما این نوع انتخاب تأثیری در عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش رطوبتی نخواهد داشت. Fukai *et al*. (1999) اظهارکردند که پایداری و عملکرد بالا در برنج‌های آبی تحت شرایط خشکی می‌تواند با داشتن فنولوژی مناسب ایجاد شود و نیز می‌تواند از خشکی دیرهنگام (انتهای فصل) جلوگیری‌کند. Lafitte *et al*., (2004) نیز زودرسی را به عنوان یکی از صفات مهم برای انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی عنوان کردند. نتایج نشان داد که ارقام بومی در شرایط تنش نسبت به ارقام اصلاح‌شده زودرس‌تر می‌شوند (جدول ۵). به عقیده آنها ارقام زودرس به خاطر توسعه سریع اندام‌های رویشی و وارد شدن به مرحله زایشی امکان تولید عملکرد بیشتر را به دلیل استفاده بهینه از شرایط محیطی قبل از وقوع تنش‌های شدید رطوبتی و دمایی دارا هستند. ارقام بومی ایران به شرایط غیرغرقابی مقاوم هستند. اگرچه عقیده بر این است که در ارقام محلی ایرانی تنش خشکی تا حد رطوبت خاک ۸۰ درصد رطوبت اشباع نیز باعث کاهش محصول ارقام محلی نخواهد شد. ولی کاهش رطوبت بیش از این مقدار در میزان محصول اثر منفی دارد (Razavipor *et al*., 2000). Roderick *et al*. (2011) در همین زمینه در پژوهشی نتیجه گرفتند که روش کم‌آبیاری تناوب خشکی و رطوبت در حدود ۳۸٪ مصرف آب آبیاری شالیزار را بدون کاهش عملکرد و سود کشاورزان، کاهش داده است. یکی از پیامدهای اجتناب‌ناپذیر کشاورزی مدرن که مبتنی بر استفاده از واریته‌های اصلاح‌شده با حداکثر عملکرد و کیفیت قابل‌قبول است، کاهش تنوع ذخایر ژنتیکی بوده است. اگرچه تخمین کاهش تنوع ژنتیکی مشکل و یا غیرممکن است، اما در اینکه تعداد بسیاری از ژن‌های مفید از دست رفته‌اند و ذخایر ژنتیکی با سرعت فزاینده‌ای کاهش یافته‌اند تردیدی وجود ندارد. بنابراین امروزه آگاهی از تنوع ژنتیکی و مدیریت منابع ژنتیکی به عنوان اجزای مهم پروژه‌ها تلقی می‌شود (Rahimi *et al*., 2010b). جمع‌آوری، نگهداری، مدیریت و ارزیابی تنوع ژنتیکی و مورفولوژی در ارقام مختلف برنج، مخصوصاً ارقام محلی و بومی هر منطقه، امری بسیار ضروری و با ارزش است (Ram *et al*., 2007).

ارقام محلی ضمن برخورداری از سازگاری وسیع در شرایط مختلف محیطی، به‌عنوان یک منبع با ارزش در ایجاد جمعیت‌های اصلاحی به حساب می‌آیند. بنابراین برای حفظ تنوع ژنتیکی لازم، استمرار معرفی ارقام جدید با دارا بودن زمینه ژنتیکی متفاوت ضروری است و برای جلوگیری از خسارت‌های غیرقابل پیش‌بینی ناشی از یکنواختی ارقام اصلاحی، باید ارقام و لاین‌های موجود از نظر خصوصیات مهم مورفولوژی و فیزیکوشیمیایی دانه مورد بررسی و ارزیابی دقیقی قرار گیرند و بدین ترتیب، ضمن شناسایی صفات و چگونگی ارتباط آنها، ارقام و لاین‌های والدینی هتروتیک برای اهداف اصلاحی متفاوت شناسایی شوند تا در زمان‌های مناسب مورد استفاده کاربردی قرار گیرند (Tabakhkar *et al*., 2012). با توجه به نرخ رو به رشد افزایش جمعیت در کشورهای مصرف‌کننده برنج تقاضا برای تولید بیشتر این محصول در سال‌های آتی افزایش پیدا خواهد کرد و افزایش محصول هدف اصلی به‌نژادگران خواهد بود. این هدف با ایجاد واریته‌های پرمحصول، افزایش کیفیت غذایی و تحمل به تنش‌های زیستی و غیرزیستی تأمین می‌شود (Jahani *et al*., 2016).

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات ارقام برنج در شرایط پتانسیل

Table 4. Mean comparison for rice cultivar traits under potential conditions

رقم Cutivar	سال Year	گیاه ارتفاع (سانتی‌متر) Plant Height (cm)	تعداد پنجه کل Total number of Tillers	تعداد پنجه بارور Fertile tiller number	مساحت برگ پرچم (سانتیمتر مربع) Flag Leaf Area (cm^2)	طول خوشه (سانتی‌متر) Panicle length (cm)	تعداد دانه پر Full Grain number	تعداد دانه پوک Hull Grain number	وزن صد دانه (گرم) 100- Grain weight (gr)	روز تا رسیدگی Day to Maturity	عملکرد گلدان (گرم) Yield(gr)
بینام Binam	2014	134bc	12de	11de	24.29efg	28abcd	74j	14efg	2.67cdef	116defg	25.82h
	2015	149c	13gh	13de	24.5d	28bc	88hi	7fgh	2.69bcde	120cdefg	30.12ij
حسنی Hasani	2014	116e	10e	10e	25.31ef	24de	72j	8h	3.16a	104j	26.62gh
	2015	122h	11h	11e	25.49cd	25cde	81i	6gh	3.2a	112i	29.43j
حسن سرایی Hasansarayie	2014	118de	16bc	15abc	25.46de	23e	84hi	14efg	2.31l	118cdef	25.14h
	2015	127gh	17cdef	17abc	25.68cd	24de	98fg	9efgh	2.34e	122cde	29.28j
خزر Khazar	2014	114ef	14cd	13bcde	27.74bc	28abcd	103d	24b	2.57fghij	121cd	33.9def
	2015	125h	16defg	15bcd	28.03b	28bc	120cd	23b	2.62bcde	123cd	38.54ef
درفک Dorfak	2014	107fg	15bcd	14bcd	30.98a	32a	119b	14efg	2.48hij	115efg	43.48c
	2015	116i	17cdef	15bcd	31.2a	32a	132b	12cde	2.52bcde	123cd	47.14c
دم سیاه Domsiah	2014	144a	12de	11de	28.39b	24de	82i	20bcd	2.47ij	112ghi	26.8gh
	2015	161a	14fgh	14cde	28.67b	24de	98fg	10defg	2.48cde	118defgh	31.5hij
سپیدرود Sepidrood	2014	99gh	16bc	15abc	28.19b	26cde	95e	13efgh	2.6efgh	120cde	47.17bc
	2015	107jk	18bcde	17abc	28.42b	28bc	109e	12cde	2.64bcde	124c	51.17b
سنگ جو Sangjo	2014	128c	14cd	13bcde	21.9h	23e	110c	9gh	2.3l	114fgh	31.26fg
	2015	135ef	15efg	14cde	22.08e	23e	120cd	6gh	2.34e	122cde	34.24gh
شیرودی Shiroodi	2014	96h	18ab	16ab	23.55g	26cde	93ef	9gh	2.6efgh	108ij	56.6a
	2015	105k	20abc	18ab	23.75de	28bc	105ef	6fg	2.64bcde	115ghi	59.84a
صالح Saleh	2014	112ef	12de	12cde	27.57bc	31ab	74j	24b	2.54ghij	120cde	35.05def
	2015	123h	14fgh	13de	27.87b	31ab	90gh	15c	2.6bcde	123cd	39.8de
طارم Tarom	2014	146a	14cd	13bcde	24.05fg	27bcde	107cd	12fgh	2.45jk	112ghi	37.51de
	2015	154bc	16defg	15bcd	24.23d	28bc	118d	11cdef	2.49cde	121cdef	40.61de
علی‌کاظمی Alikazemi	2014	126cd	13cde	12cde	26.78cd	27bcde	85hi	9gh	2.75bcd	106j	30.97fg
	2015	132fg	14fgh	13de	27.21bc	27cd	93gh	5h	2.78bc	114hi	33.6ghi
عنربو Anbarbo	2014	140ab	15bcd	14bcd	28.22b	31ab	91efg	16def	2.34kl	109hij	28.1gh
	2015	156ab	17cdef	16bcd	28.44b	33a	106ef	14cd	2.38de	112i	32.34ghij
غریب Gharib	2014	126cd	14cd	13bcde	28.52b	26cde	89fgh	12fgh	2.8b	109hij	35.6def
	2015	140de	15efg	14cde	28.73b	27cd	102ef	8efgh	2.83abc	114hi	39.48def
کادوس Kadoos	2014	103gh	15bcd	14bcd	28bc	26cde	111c	22bc	2.71bcde	123c	38.49d
	2015	111ij	17cdef	16bcd	28.24b	27cd	127bc	14cd	2.75bcd	123cd	42.95d
گوهرGohar	2014	107fg	18ab	16ab	28.05bc	27bcde	127a	32a	2.65defg	142a	49.93b
	2015	115i	21ab	20a	28.37b	27cd	145a	28a	2.69bcde	141a	54.78b
گیلانه Gilaneh	2014	97h	16bc	14bcd	27.58bc	26cde	107cd	18cde	2.54ghij	117defg	38.39d
	2015	105k	18bcde	17abc	27.82b	26cde	122cd	11cdef	2.56bcde	117efghi	42.81d
نداNeda	2014	99gh	16bc	16ab	28.41b	25de	87ghi	21bcd	2.83b	135b	46.79bc
	2015	108jk	19abcd	18ab	28.67b	25cde	103ef	12cde	2.87ab	138ab	51.37b
نعمت Nemat	2014	103gh	20a	18a	28.39b	27bcde	88fgh	20bcd	2.79bc	131b	48bc
	2015	114i	22a	20a	28.62b	27cd	102ef	15c	2.82bc	135b	52.28b
هاشمی Hashemi	2014	138ab	14cd	14bcd	24.6efg	30abc	95e	10gh	2.59efghi	108ij	33.27ef
	2015	143d	16defg	15bcd	24.75d	31ab	102ef	6gh	2.61bcde	116fghi	35.72fg

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means in each column followed by similar letter (s) are not significantly different at 5% probability level using LSD Test.

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات ارقام برنج در شرایط تنش

Table 5. Mean comparison for rice cultivar traits under drought condition

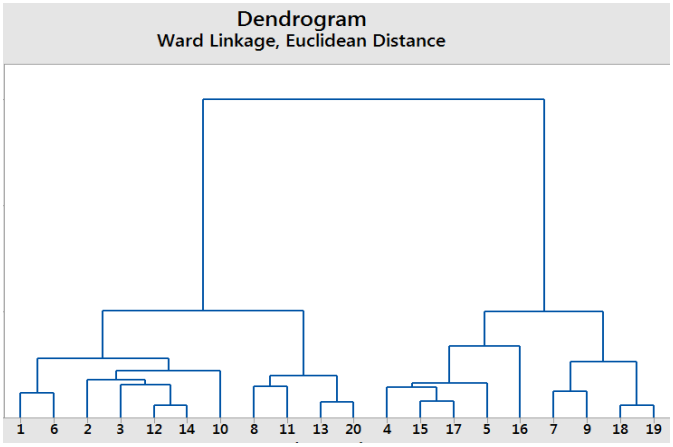
رقم Cutivar	سال Year	گیاه ارتفاع (سانتی‌متر) Plant Height (cm)	تعداد پنجه کل Total number of Tillers	تعداد پنجه بارور Fertile tiller number	مساحت برگ پرچم (سانتیمتر مربع) Flag Leaf Area (cm^2)	طول خوشه (سانتی‌متر) Panicle length (cm)	تعداد دانه پر Full Grain number	تعداد دانه پوک Hull Grain number	وزن صد دانه (گرم) 100- Grain weight (gr)	روز تا رسیدگی Day to Maturity	عملکرد گلدان (گرم) Yield(gr)
بینام Binam	2014	120bc	6de	5cd	23.75ef	22abcd	57i	30g	2.53bcd	110cdef	16.41efg
	2015	125c	7ef	6c	23.98cd	22defg	68i	30hi	2.56cd	111def	19.67j
حسنی Hasani	2014	101ghi	6de	5cd	25.03cde	19de	58i	23h	3.02a	94l	17.61efg
	2015	111ef	6f	6c	25.19c	19g	66i	20jk	3.06a	102i	20.11ij
حسن سرایی Hasansarayie	2014	107efg	8bc	7ab	25.04cde	18e	65h	34ef	2.19f	110cdef	16.14fg
	2015	112e	10bc	8ab	25.18c	19g	76ghi	34efgh	2.22i	113cdef	19.38j
خزر Khazar	2014	102fgh	6de	5cd	26.8bcd	21bcde	76e	40c	2.43bcdef	114cd	19.9defg
	2015	107fg	8de	7bc	27.05b	22defg	89bcdef	57b	2.49e	114cde	23.79ghi
درفک Dorfak	2014	94ijk	8bc	6bc	30.58a	25a	94a	39cd	2.36cdef	106efghi	28.16bcd
	2015	106g	9cd	7bc	30.82a	29a	107a	38def	2.41g	113cdef	32.15bc
دم سیاه Domsiah	2014	115cd	5e	4d	27.39bc	18e	58i	35de	2.33def	107defgh	15.38g
	2015	121cd	7ef	6c	27.57b	19g	72hi	35efgh	2.35h	110efg	19.12j
سپیدرود Sepidrood	2014	90klm	8bc	7ab	27.79b	20cde	74ef	33ef	2.47bcdef	111cde	30.29abc
	2015	96h	9cd	8ab	28.07b	25bcd	88cdefg	31ghi	2.52de	115cd	34.65b
سنگ جو Sangjo	2014	111de	8bc	6bc	21.65f	18e	88b	28g	2.19f	103fghij	20.62defg
	2015	117d	8de	7bc	21.84e	19g	98abc	26ij	2.24i	111def	23.69ghi
شیرودی Shiroodi	2014	84m	10a	7ab	23.25ef	20cde	74ef	32efg	2.47bcdef	99ijkl	36.74a
	2015	93hi	11ab	9a	23.33de	23cdef	82efgh	32fghi	2.52de	106ghi	39.72a
صالح Saleh	2014	98hij	5e	5cd	26.47bcd	23abc	51j	40c	2.4bcdef	114cd	19.91defg
	2015	104g	7ef	6c	27.17b	24bcde	68i	37efg	2.47ef	115cd	25.28fgh
طارم Tarom	2014	126ab	8bc	6bc	23.77ef	21bcde	85bc	34ef	2.33def	102ghijk	24.66bcde
	2015	139a	9cd	8ab	23.99cd	23cdef	97abc	31ghi	2.39gh	110efg	28.26def
علی کاظمی Alikazemi	2014	110de	8bc	7ab	26.5bcd	22abcd	69gh	23h	2.63bcd	95kl	20.65defg
	2015	121cd	9cd	8ab	26.99b	23cdef	78fghi	19k	2.67b	103i	23.76ghi
عنربو Anbarbo	2014	129a	7cd	6bc	27.57b	24ab	70fg	34ef	2.22ef	104efghi	17.74efg
	2015	135a	9cd	7bc	28.05b	27ab	83defgh	35efgh	2.27i	103i	21.64hij
غریب Gharib	2014	109def	7cd	6bc	28.14ab	20cde	70fg	31efg	2.66bc	100hijkl	22.94bcdefg
	2015	124c	8de	7bc	28.35b	22defg	82efgh	29hi	2.7b	106ghi	26.54efg
کادوس Kadoos	2014	92jkl	7cd	6bc	27.2bc	20cde	85bc	48b	2.57bcd	115c	23.49bcdefg
	2015	96h	8de	7bc	27.42b	21efg	95abcd	48c	2.61c	116c	26.93efg
گوهرGohar	2014	88klm	8bc	6bc	26.65bcd	20cde	85bc	54a	2.5bcde	135a	27.75bcd
	2015	91ij	10bc	8ab	27.13b	21efg	101ab	70a	2.55d	133a	31.36bcd
گیلانه Gilaneh	2014	86lm	7cd	6bc	26.88bc	20cde	82cd	40c	2.41bcdef	109cdefg	23.99bcdef
	2015	92hi	9cd	8ab	27.17b	21efg	94bcde	40de	2.43fg	109fgh	27.71def
ندا Neda	2014	84m	7cd	7ab	27.56b	19de	66gh	40c	2.68b	129ab	28.13bcd
	2015	87j	9cd	8ab	27.51b	20fg	75hi	38def	2.72b	130ab	30.27cde
نعمت Nemat	2014	87klm	10a	8a	27.78b	21bcde	68gh	45b	2.65bc	123b	30.59ab
	2015	90ij	12a	9a	27.72b	23cdef	76ghi	44cd	2.68b	127b	32.42bc
هاشمی Hashemi	2014	122abc	9ab	8a	24.36de	25a	78de	28g	2.48bcdef	96jkl	22.27cdefg
	2015	130b	10bc	9a	24.53cd	26abc	84defgh	26ij	2.51de	105hi	25.08fgh

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means in each column followed by similar letter (s) are not significantly different at 5% probability level using LSD Test.

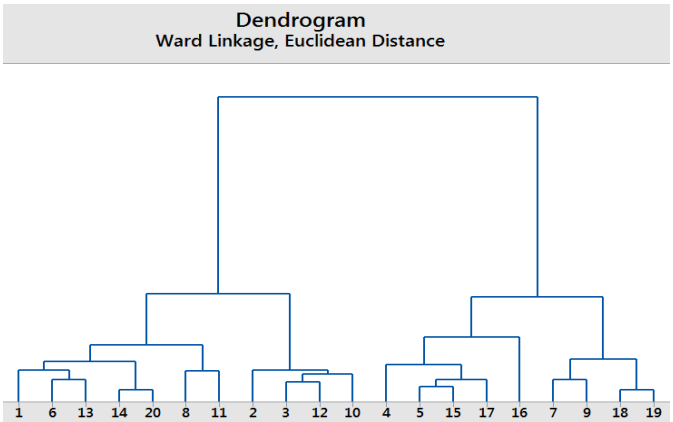
کلاستر و تجزیه به عامل‌ها

نتایج حاصل از تجزیه کلاستر طی دو سال تحت شرایط تنش و نرمال نشان داد که ژنوتیپ‌ها در دو گروه با خصوصیات درون‌گروهی مشابه و بین‌گروهی غیرمشابه قرار گرفتند (شکل‌های ۱ الی ۴). قرار گرفتن لاین‌های مشابه در یک گروه که تفاوت زیادی با یکدیگر ندارند در روش‌های طبقه‌بندی و از جمله تجزیه کلاستر دور از انتظار نیست. ارقام محلی مورد بررسی که از نظر کیفی دارای صفات مطلوبی هستند به همراه دو رقم صالح و خزر در گروه اول جای گرفتند به عبارتی دیگر می‌توان گفت کلاستر بر مبنای صفات زراعی توانسته تا حدود زیادی توده‌های بومی را از سایر ارقام اصلاح‌شده تفکیک کند. در کلاستر دوم هیچ رقم بومی مشاهده نشد و تماماً شامل ارقام اصلاح‌شده بود که از نظر صفات عملکرد دانه، روزهای تا رسیدگی، تعداد پنجه کل، تعداد پنجه بارور، تعداد دانه پر با گروه اول اختلاف داشت. برای به وجود آوردن بیشترین تنوع از نظر زودرسی و کیفیت بالای دانه می‌توان والدین مناسب را از گروه اول انتخاب کرد. همچنین ارقام موجود در کلاستر ۲ را برای عملکرد بالا و ارتفاع کمتر می‌توان مورد توجه قرار داد و در تلاقی‌ها به عنوان والد در نظر گرفت. بنابراین، بر اساس نتیجه به‌دست‌آمده از این تحقیق می‌توان با انتخاب ارقام مختلف به عنوان والد از کلاسترها و انجام تلاقی‌های لازم و هدفمند بین آنها، برای اصلاح خصوصیات مهم زراعی و دسترسی به لاین‌های خالص و امیدبخش به تنش در برنج اقدام کرد.



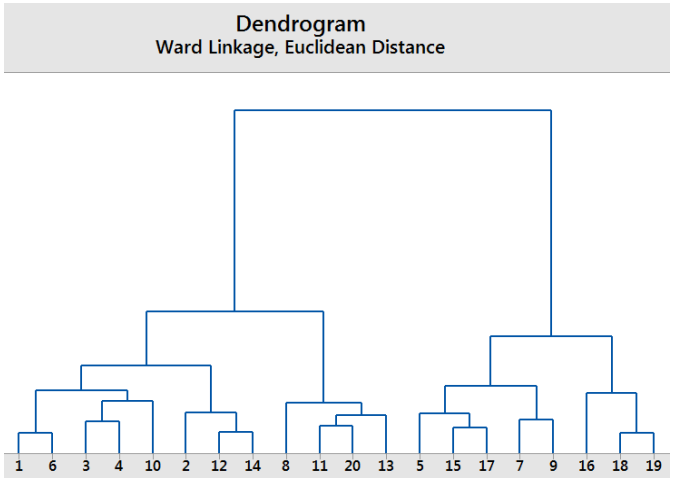
شکل ۱- دندروگرام تجزیه کلاستر صفات مورد بررسی بر اساس روش وارد و معیار فاصله اقلیدسی در شرایط نرمال در سال ۹۳

Fig. 1- Dendrogram of cluster analysis for evaluated traits based on ward method and Euclidean distance under normal condition in 2013



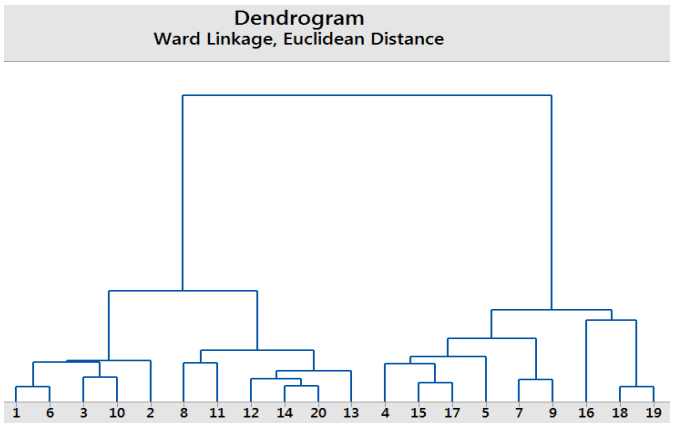
شکل ۲- دندروگرام تجزیه کلاستر صفات مورد بررسی بر اساس روش وارد و معیار فاصله اقلیدسی در شرایط نرمال در سال ۹۴

Fig. 2- Dendrogram of cluster analysis for evaluated traits based on ward method and Euclidean distance under normal condition in 2014



شکل ۳- دندروگرام تجزیه کلاستر صفات مورد بررسی بر اساس روش وارد و معیار فاصله اقلیدسی در شرایط تنش در سال ۹۳

Fig. 3- Dendrogram of cluster analysis for evaluated traits based on ward method and Euclidean distance under drought condition in 2013



شکل ۴- دندروگرام تجزیه کلاستر صفات مورد بررسی بر اساس روش وارد و معیار فاصله اقلیدسی در شرایط تنش در سال ۹۴

Fig. 4- Dendrogram of cluster analysis for evaluated traits based on ward method and Euclidean distance under drought condition in 2014

۱- بینام، ۲- حسنی، ۳- حسن سرایی، ۴- خزر، ۵- درفک، ۶- دم‌سیاه، ۷- سپیدرود، ۸- سنگ جو، ۹- شیرودی، ۱۰- صالح، ۱۱- طارم، ۱۲- علی کاظمی، ۱۳- عنبربو، ۱۴- غریب، ۱۵- کادوس، ۱۶- گوهر، ۱۷- گیلانه، ۱۸- ندا، ۱۹- نعمت، ۲۰- هاشمی)

(1- Binam, 2- Hasani, 3- Hasansarayie, 4- Khazar, 5- Dorfak, 6- Domsiah, 7- Sepidrood, 8- Sangjo, 9- Shiroodi, 10- Saleh, 11- Tarom, 12- Alikazemi, 13- Anbarbo, 14- Gharib, 15- Kadoos, 16- Gohar, 17- Gilaneh, 18- Neda, 19- Nemat, 20- Hashemi)

جدول ۶- نتایج حاصل از تجزیه به عامل‌ها برای خصوصیات مورفولوژی در ژنوتیپ‌های برنج در شرایط نرمال

Table 6. Results of factor analysis for morphological traits in rice genotypes

صفات Traits	2013			2014		
	عامل ۱ Factor 1	عامل ۲ Factor 2	عامل ۳ Factor 3	عامل ۱ Factor 1	عامل ۲ Factor 2	عامل ۳ Factor 3
ارتفاع گیاه Plant height	-0.75	-0.17	-0.40	-0.66	0.03	-0.53
تعداد پنجه کل Total number of tillers	0.92	0.04	-0.21	0.93	0.08	-0.08
تعداد پنجه بارور Fertile tiller number	0.92	0.07	-0.16	0.93	0.01	-0.1
مساحت برگ پرچم Flag leaf area	0.15	0.83	0.15	0.25	0.77	0.26
طول خوشه Panicle length	-0.17	0.59	-0.34	-0.12	0.78	-0.17
تعداد دانه پر Full grain number	0.50	0.20	-0.55	0.66	0.26	-0.39
تعداد دانه پوک Hull grain number	0.32	0.79	-0.02	0.60	0.54	-0.1
وزن صد دانه 100- grain weight	0.03	0.05	0.91	-0.06	0.01	0.93
روز تا رسیدگی Day to maturity	0.66	0.52	0.07	0.8	0.06	0.1
عملکرد Yield	0.87	0.11	0.07	0.84	0.12	0.24
واریانس Variance	0.38	0.20	0.15	0.44	0.16	0.15
واریانس تجمعی Cumulative variance	0.38	0.58	0.73	0.44	0.60	0.75

جدول ۷- نتایج حاصل از تجزیه به عامل‌ها برای خصوصیات مورفولوژی در ژنوتیپ‌های برنج در شرایط تنش

Table 7. Results of factor analysis for morphological traits in rice genotypes

صفات Traits	2013				2014			
	عامل ۱ Factor 1	عامل ۲ Factor 2	عامل ۳ Factor 3	عامل ۴ Factor 4	عامل ۱ Factor 1	عامل ۲ Factor 2	عامل ۳ Factor 3	عامل ۴ Factor 4
Plant height گیاه ارتفاع	-0.39	-0.72	-0.39	0.16	-0.33	-0.78	-0.32	-0.04
Total number of tillers تعداد پنجه کل	0.96	-0.07	-0.13	-0.04	0.9	0.16	-0.19	0.02
Fertile tiller number تعداد پنجه بارور	0.88	-0.07	0.05	0.08	0.95	0.05	-0.08	-0.08
Flag leaf area مساحت برگ پرچم	-0.1	0.53	0.22	0.67	-0.13	0.34	0.09	0.83
Panicle length طول خوشه	0.13	-0.22	-0.15	0.88	0.3	-0.32	-0.22	0.81
Full grain number تعداد دانه پر	0.53	0.19	0.56	0.12	0.27	0.24	0.68	0.28
Hull grain number تعداد دانه پوک	0.04	0.93	-0.21	0.1	0.01	0.86	-0.32	0.13
100- grain weight وزن صد دانه	0.1	0.01	0.91	0.02	0.01	0.1	0.89	0.09
Day to maturity روز تا رسیدگی	-0.02	0.9	-0.04	-0.08	0.19	0.88	-0.01	-0.03
Yield عملکرد	0.81	0.39	0.13	0.02	0.77	0.32	0.06	0.31
Variance واریانس	0.28	0.27	0.15	0.13	0.27	0.26	0.16	0.16
Cumulative variance واریانس تجمعی	0.28	0.55	0.7	0.83	0.27	0.53	0.69	0.85

به طور کلی در بین ۲۰ ژنوتیپ بررسی‌شده در این آزمایش به علت وجود تنوع نسبتاً زیادی که میان ژنوتیپ‌های مذکور از لحاظ عملکرد و صفات مختلف وجود دارد، پتانسیل مناسبی در جهت اصلاح لاین‌های موجود در استان‌های گیلان و مازندران فراهم است که معمولاً در برنامه‌های به‌نژادی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بنابراین پیشنهاد می‌شود با گزینش ژنوتیپ‌هایی که نسبت به بقیه دارای عملکرد بیشتری هستند و تلاقی دادن آنها با ارقام بومی به نتایجی با عملکرد بهتر و کیفیت بالاتر دست یافت تا ارقام پرمحصول کیفی با دوره رشد کمتر به عرصه کشاورزی معرفی شوند. بر اساس فرض‌های تجزیه عامل‌ها، عوامل پنهانی مستقل از یکدیگرند، به عبارت دیگر تغییر در یک عامل موجب تغییر در عوامل دیگر نخواهد شد. در نتیجه می‌توان صفات مختلفی را تحت‌تاثیر عوامل مختلف قرار داد، به‌طور همزمان بهبود بخشید و در این صورت می‌توان برای رسیدن به عملکرد بالا و تیپ ایده‌آل به تقویت یا تضعیف عوامل پنهانی پرداخت و امید داشت که صفات تحت‌تاثیر هر یک از عوامل پنهانی، با تغییرات عوامل دیگر دچار تغییر نخواهند شد و یا حداقل این تغییرات زیاد نخواهند بود. پس از انجام تجزیه به عامل‌ها بر اساس روش تجزیه به مولفه‌های اصلی تعداد سه عامل در سال اول و چهار عامل در سال دوم تحت شرایط تنش و نرمال ۷۳ الی ۸۵ درصد تغییرات کل را توجیه کردند. در عامل اول طی دو سال تحت شرایط عادی و نرمال بزرگترین ضرایب عاملی مثبت متعلق به صفات تعداد پنجه کل و بارور، روز تا رسیدگی و عملکرد همچنین بزرگترین ضریب منفی متعلق به ارتفاع بوته بود. در عامل دوم صفات مساحت برگ پرچم و طول خوشه در شرایط بدون تنش و صفات دانه پوک و روز تا رسیدگی در شرایط تنش قرار داشتند. در عامل سوم نیز بالاترین ضریب مثبت به صفت وزن صد دانه اختصاص یافت. در شرایط تنش برای عامل چهارم صفات مساحت برگ پرچم و طول خوشه در شرایط تنش بالاترین مقدار را دارا بود (جداول ۶ و ۷). در نتیجه می‌توان با افزایش تعداد پنجه، مساحت برگ پرچم و طول خوشه و کاهش ارتفاع به تیپ ایده‌ال نزدیک شد. بدیهی است که رسیدن به تیپ ایده‌آل نیاز به آزمایش‌های جامع دارد و نتیجه تجزیه عامل‌های این تحقیق تنها ایده‌ای کلی را می‌تواند ارائه دهد.

نتیجه‌گیری

یکنواختی ژنتیکی در گیاهان زراعی می‌تواند نامطلوب باشد و ممکن است آسیب‌پذیری محصولات به استرس‌های محیطی و اپیدمی بیماری‌ها را به همراه داشته باشد. بنابراین در انتخاب والدین برای وارد کردن صفات جدید، وجود تنوع ژنتیکی مطلوب در برنج لازم است. اطلاعات به‌دست‌آمده از این بررسی نشان داد که تنوع مطلوبی بین ارقام برنج ایرانی وجود دارد و ژنوتیپ‌های مختلف برای مقابله با تنش خشکی از سازوکارهای متفاوتی استفاده می‌کنند. در نتیجه برای گزینش ژنوتیپ‌های با عملکرد دانه بالا و متحمل به تنش رطوبتی در برنج، می‌توان در این ارقام به صفات تعداد پنجه کل و بارور، تعداد روز تا رسیدگی، مساحت برگ پرچم، طول خوشه و وزن صد دانه توجه کرد و از طریق برآورد شاخص‌های گزینشی مناسب، از گزینش‌های همزمانی برای صفات مذکور در برنامه‌های دورگ‌گیری برای ایجاد ارقام مقاوم به خشکی استفاده کرد.

منابع

Acquaah, G., Adams, M.W. and Kelly J.D., 1992. A factor analysis of plant variables associated with architecture and seed size in dry bean. Euphytica. 60, 171-177.

Amiri, E., 2006. Investigation of water balance and rice yield under irrigation management whit model, (Modeling and field experiments). Ph.D. Thesis. Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran.

Bouman, B.A.M. and Tuong, T.P., 2001. Field water management to save water and increase its productivity in irrigated lowland rice. Agricultural Water Manage. 49, 11-30.

Boojang, H. and Fukai, S., 1996. Effects of soil water deficit at different growth stages on rice growth and yield under upland conditions.1: Growth during drought. Field Crops Research. 1, 37-45.

Cabulsay, G.S., Ito, O. and Alejar, A.A., 2002. Physiological evaluation of response of rice (*Oryza sativa* L.) to water deficit. Plant science. 163, 815-827.

Fukai, S., Pantuwan, G., Jongdee. and Cooper, M., 1999. Screening for drought resistance in rainfed lowland rice. Field Crop Research. 64, 61-74.

Ghorbanli, M., Hashemi Moghadam, Sh. and Fallah, A., 2004. Evaluation of interaction of irrigation and nitrogen on some physiological and morphological traits of rice. Journal of Agricultural Science. 3, 415-428. (In Persian with English abstract).

Ghorbani, H., Samizadeh lahiji, H.A., Rabiei, B. and Allah gholipour, M., 2011. Grouping different rice genotypes using factor and cluster analyses. Journal of agricultural science. 21, 89-104. (In Persian with English abstract).

Hosseinzadeh Fashalami, N., Kazemitabar, S.K., Babaeian Jelodar, N.A., Zamani, P. and Allahgholipour. M., 2009. A study of genetic diversity among different rice (*Oriza sativa* L.) genotypes using multivariate methods. Iranian Journal of Field Crop Science. 40, 45-54. (In Persian with English abstract).

Islam, M.J., Mowla, G., Parul, S.S., Alam, M.Z. and Islam, M.S., 2004. Management of cracking puddle soils and its impact on infiltration. Journal of Biological Science. 4, 21-26.

Jahani, M., Nemtzadeh, Gh.A. and Mohammadi

nezhad, Gh., 2016. Evaluation of genetic diversity with agronomic characteristics in different rice cultivar. Journal of crop production. 9, 181-198. (In Persian with English abstract).

Jing, Q., Dai, T., Jiang, D., Zhu, Y. and Cao, W., 2005. Spatial distribution of leaf area index and leaf n content in relation to grain and nitrogen uptake in rice. Plant production. Science. 10, 136-145.

Kiazarmani, H., 2010. Effect of planting date and terminal drought stress on quality and quantity of six rice (*Oryza sativa* L.) cultivars in north Iran. Ms.c. Thesis. Shahed university. Tehran, Iran.

Lafitte, H. R., Price. A.H. and Courtois, B., 2004. Yield response to water deficit in an upland rice mapping population: Associations among traits and genetic markers. Field Crops Research. 6, 1237-1246.

Lasalita-Zapico, F.C., Namocatcat, J. A. and Carino-Turner, J. L., 2010. Genetic diversity analysis of traditional upland rice cultivars in Kihan, Malapatan, Sarangani province, Philippines using morphometric markers. Philippine Journal of Science. 139, 177-180.

Lee, T.M., Lur, S.H. and Chu, C., 1997. Role of absesic acid in chilling tolerance of rice seedling. plant Science. 126, 1-10.

Miri, H.R., 2007. Plant Stress Physiology. Islamic Azad University Press, Kermanshah, Iran. 479 p.

Moghadam, M., Mohammadi shoti, S.A. and Aghayi sarbarzeh, M., 2015. Introduction to Multivariate Statistical Methods. Science pishtaz Publications. Tabriz. Iran. 280 p.

Mohammadi, M., 1995. Rice irrigation. Principles and practices of rice production. Department Technical of Agricultural Extension Publications, 74 P.

Ntanos, D.A. and Koutroubas S.D., 2002. Dry matter and N accumulation and translocation for indica and japonica rice under mediterranean conditions. Field Crops Research. 74, 93-101.

Okhovat, M. and Vakili, D., 1997. Rice planting, cultivation and harvesting. Farabi Publications, Tehran. 212 pp.

Overholt, W.A., Songa, J.M., Ofomata, V. and Jeske, J., 2000. The spread and ecological consequences of the invasion of *Chilo partellus* (Swinhoe) (Lepidoptera: Crambidae) in Africa. In invasive species in eastern Africa: Proc. Workshop ICIPE, 2000, ed. EE Lyons, SE Miller, pp. 52–58. Nairobi: ICIPE Science. Press, 108 pp.

Pirdashti, H., Sarvestani, Z.T., Nematzadeh, G. and Ismail, A., 2004. Study of water stress effects in different growth stage on yield components of different rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. New directions for a diverse planet: Proceeding of 4th International Crop Science Congress Brisbane, Australia, 26 Sep.–1Oct.

Rahimi, M., Rabiei, B., Ramzani, M. and Moafegh, S., 2010a. Introduction of Agronomic Traits and specify the definition to improve yield in rice. Iranian Journal of Field Crops Research. 8, 111-119. (In Persian with English abstract).

Rahimi, M., Rabiei, B., Samizadeh, H. and Kafi Ghasemi, A., 2010b. Combining ability and heterosis in rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. Journal of Agricultural Science and Technology. 12, 223-231. (In Persian with English abstract)

Rahman, M.T., Islam, M.T. and Islam, M.O., 2002. Effect of water stress at different growth stages on yield and yield contributing characters of transplanted aman rice. Pakistan Journal Biological Science. 5, 169-172.

Ram, S.G., Thiruvengadam, V. and Vinod, K.K., 2007. Genetic diversity among cultivars, landraces and wild relatives of rice as revealed by microsatellite markers. Journal of Applied Genetics. 48, 337-345.

Razavipor, T., Yazdani, M.R. and Kavosi, M., 2000. The effectors water stress in different growing stage on rice yield. Presented in the 6th national conference on soil science. 26-28 Jun. 2007. Tehran. Pp 613-614.

Roderick, M., Florencia, G.R., Rodriguez, G.D.P., Lampayan R.M. and Bouman, B.A.M., 2011. Impact of the alternate wetting and drying (AWD) water-saving irrigation technique: Evidence from rice producers in the Philippines. Food Policy. 36, 280-288.

Saadati, N., 1996. Effect of drought stress on yield and water consumption at different stages of rice. Research Report, Iran Rice Research Institute Press, 18 p.

Saadati, N. and Fallah, V.M., 1995. Water Management in Rice Fields. Iran Rice Research Institute Press, 21 p.

Saha, A.R., Sarkar, K. and Yamagishi, Y., 1998. Effect of time of nitrogen application on spikelet differention and degeneration of rice bot bull Acad sin. 39, 119-123.

SAS, 2004. Statistical Analysis System Institute, version 9.1.3. Cary, NC, USA.

Shakeri, A., and Garshasbi, A., 2009. Estimating technical efficiency of rice in selected provinces of Iran. Journal of Humanities and Social Sciences. 8, 81-96. (In Persian with English abstract).

Smith, J.S.C. and Smith, O.S., 1992. Fingerprinting crop varieties. Advance Agronomy. 47, 85-140.

Standard Evaluation System for Rice (SES). 2002. International Rice Research Institute, Manila, Philippines.

Tabkhkar, N., Rabiei, B. and Sabouri, A., 2012. Genetic diversity of rice cultivars by microsatellite markers tightly linked to cooking and eating quality. Australian Journal of Crop Science. 6, 980-985.

Tuong T.P. and Bhuiyan, S.I., 1999. Increasing water use efficiency in rice production from level perspectives. Agricultural Water Management. 40, 117-122.

Tuong, T.P., Bouman, B.A.M. and Mortimer, M., 2005. More rice, less water–integrated approaches for increasing water productivity in irrigated rice-based systems in Asia. Plant production Science. 8, 229-239.

Yoshida, S., 1981. Fundamentals of rice Crop Science. Los Banos (Philippines). International Rice Research Institute. 269 p.

Environmental Sciences Vol.15 / No.2 / Summer 2017

163-180

Identification of effective morphological traits on rice cultivars yield under moisture stress condition using multivariate statistical methods

Saeid Bakhshipour[1], Jafar Kambouzia[1*], Korous Khoshbakht[1], Abdol Majid Mahdavi Damghani[1] and Maryam Hosseini[2]

[1] Department of Agroecology, Environmental Sciences Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
[2] Rice Research Institute of Iran (RRII), Agricultural Research Education and ExtensionOrganization (AREEO), Rasht, Iran

Received: 2017.05.29 **Accepted:** 2017.08.23

Bakhshipour, S., Kambouzia, J., Khoshbakht, K., Mahdavi Damghani, A. M. and Hosseini, M., 2017. Identification of effective morphological traits on rice cultivars yield under moisture stress condition using multivariate statistical methods. 15(2): 165-182.

Introduction: One of the main problems in rice cultivation and production is the lack of water resources, especially during periods of low rainfall which affect vegetative growth rate and the level of yield. Drought stress has been well documented as an effective parameter in decreasing crop production, and developing and releasing new varieties which are adapted to water deficit conditions can be a constructive approach to overcoming unsuitable environmental conditions. Hence, the characterization of genetic diversity and germplasm classification for parental selection in breeding purposes is of great importance.

Materials and methods: In order to evaluate the adaptation of rice genotypes to drought stress and to identify tolerant and sensitive genotypes, 20 genotypes were studied using a factorial randomized complete block design with three replications at the Rice Research Institute (Rasht). During growth stages, some traits were recorded such as plant height, total and fertile tiller number, flag leaf area, panicle length, filled and empty grain number, 100-grain weight, number of days to maturity and yield.

Results and discussion: Mean comparison showed that the lowest percentage changes in traits among local varieties (Hashemi, Alikazemi and Sangjo) and improved cultivars (Dorfak, Sepidrood and Shiroodi) respectively. Cluster analysis using Ward's minimum variance and squared Euclidean distance for agronomic traits divided the genotypes into two groups. The separated varieties were grouped in clusters with high quality local and improved cultivars. The study found that the different groups show genetic variation in rice genotypes

* Corresponding Author. *E-mail Address*: J_kambouzia@sbu.ac.ir

on the basis of morphological traits and this guides us to select the most different and the best for hybridization programmes, especially to hybridize with local varieties in order to create new varieties resistant to stress. The result of factor analysis based on the principal component showed that factors three and four accounted for 73-85 of total variance.

Conclusion: For the selection of genotypes with high yield and stress tolerance in rice, total and fertile tillers, days to maturity, flag leaf area, panicle length and 100-grain weight could be considered through estimating suitable selection indices for these traits.

Keywords: Genetic diversity, Cluster analysis, Factor analysis, Morphological characteristics.