علوم و تحقیقات بذر ایران
سال یازدهم/ شماره اول/ ۱۴۰۳ (۱۴ - ۱)
مقاله پژوهشی
DOI: 10.22124/jms.2024.8035

جمع‌آوری و ارزیابی بذر ذخایر ژنتیکی ارزن‌های بومی ایران

محمدرضا عباسی*[۱]، عبدالله حسن‌زاده[۱]، آزیتا نخعی[۱]، غلامرضا خاکیزاده[۱]، صاحبداد حبیبی‌فر[۱]، علی حمزه‌نژاد[۱]، سید نورالدین لسانی[۱]، عبدالناصر مهدی‌پور[۱]، رمضانعلی علی‌تبار[۱]، رسول کنعانی[۱]، مریم اسدی‌پور[۱]، هما منوچهری[۱]، ضرغام عزیزی[۱]، محمدجواد کرمی[۱]، مجید رخشنده‌رو[۱]، فتح ا... نادعلی[۱]، احمد قاسمی[۱]، حسن مختارپور[۱]، حسن مصطفایی[۱]، عبدالحسین عسگری[۱]، علی شهریاری[۱]، نرگس کازرانی[۱]، عباس میرآخورلی[۱]، سام صفری[۱]، محمد کمال‌الدین عباسی[۱]، علیرضا بهشتی[۱]، ابراهیم قبادی[۱]، میرجمال‌الدین پورپیغمبری[۲]، اردلان مهرانی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱/۲۰

چکیده

ارزن‌ها با توجه به دوره رشد کوتاه، تحمل به شوری و کم آبیاری، قابلیت بکارگیری برای تولید علوفه بویژه در زمین‌های حاشیه‌ای را دارند. نمونه‌های ژنتیکی بومی متعددی از این گیاهان در مناطق مختلف کشور وجود دارند. از طرفی، گسترش، ترویج و توسعه مزارع و ارقام جدید و یا تغییر الگوی کشت باعث مهجور شدن و در نهایت از بین رفتن نمونه‌های ژنتیکی بومی گیاهان زراعی می‌گردد. لذا در این تحقیق منابع ژنتیکی ارزن‌های بومی ایران به‌منظور حفاظت و بهره‌برداری، جمع‌آوری و تنوع موجود در بذر و مکان‌های جمع‌آوری آن‌ها برر سی گردید. مجموعا ۱۴۰ نمونه شامل ۸۵ نمونه ارزن معمولی و ۵۵ نمونه ارزن دم روباهی، از ۱۵ استان جمع‌آوری شد. مواد جمع‌آوری شده از ارتفاع ۸۲۰ تا ۱۹۷۰ متری از سطح دریا پراکنش داشتند. نمونه‌هایی از مناطقی با شوری بالا جمع‌آوری شدند. آماره‌های پراکندگی و تمایل به مرکز، ضرایب تنوع ژنتیکی و همچنین ضریب همبستگی برای داده‌های ۲۵ مشخصه حاصل از مکان‌های جمع‌آوری و ۱۰ صفت دانه محاسبه گردید. تنوع ژنتیکی خوبی در اکثر صفات مرتبط با دانه در هر دو محصول دیده شد. نوع بافت اندوسپرم دانه از کاملا شیشه‌ای (واکسی) تا کاملا نشاسته‌ای در هر دو محصول تغییر می‌کرد. شاخص شنون بیشترین مقدار را برای شکل میوه نشان داد. در ارزن دم روباهی، ارتفاع محل جمع آوری با رنگ بذر لخت همبستگی مثبت معنی‌داری نشان داد ($p<0.01$, $r=0.583$). با انجام این تحقیق حدود ۹۰٪ به موجودی کلکسیون ارزن‌های بومی کشور افزوده شد. وجود تنوع ژنتیکی در صفات دانه، موید وجود این تنوع برای سایر صفات زراعی و مورفولوژیکی گیاه است که می‌تواند برای به‌نژادی ارزن استفاده شوند.

واژه‌های کلیدی: ارزن معمولی، ارزن دم روباهی، ارزیابی، جمع‌آوری، ژرم‌پلاسم

۱- محققین و اعضای هیات علمی بخش علوم زراعی باغی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی در مراکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی به ترتیب: خراسان رضوی، آذربایجان‌غربی، خراسان جنوبی، همدان، بلوچستان، کرمان، زنجان، خراسان رضوی، مازندران، آذربایجان‌شرقی، لرستان، اصفهان، کهکلویه و بویراحمد، فارس، فارس، شاهرود، سیستان، گلستان، اردبیل، هرمزگان، بوشهر،کرمانشاه، چهارمحال‌بختیاری، کردستان، خراسان رضوی، بوشهر؛ ایران.
۲- محقق، مرکز ملی ژنتیک ایران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
۳- استادیار پژوهش؛ موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر؛ سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی؛ کرج، ایران.
*نویسنده مسئول: m.abbasi@areeo.ac.ir

مقدمه

ارزن‌ها گروهی از غلات هستند که عمدتا دانه ریز بوده و قابلیت مصرف دوگانه برای تغذیه انسان و یا دام را دارند. این گیاهان به‌دلیل داشتن طول دوره رشد کوتاه، مناسب کشت در مناطقی با منابع آبی پایین هستند. از طرفی این گیاهان به تنش‌های شوری و خشکی متحمل هستند (Krishnamurthy *et al*., 2014; Liu *et al*., 2015; Upadhyaya *et al*., 2016) با توجه به سیستم فتوسنتزی چهار کربنه در ارزن‌ها (Tadele, 2016)، این گیاهان مناسب برای تولید در مناطقی با دمای بالا در فصل رشد هستند. در ایران دو گونه از این گیاهان به عنوان ارزن معمولی یا دانه‌ای (*Panicum miliaceum*) و ارزن دم روباهی یا علوفه‌ای (*Setaria italic*) وجود دارند. تنوع ژنتیکی این دو گونه در ایران زیاد است و نمونه‌های‌ژنتیکی بومی زیادی از این محصولات در کشور وجود دارند (Abbasi, 2015). گسترش و ترویج و توسعه مزارع و ارقام جدید ارزن باعث حاشیه نشینی و در نهایت از بین رفتن نمونه‌های بومی این محصولات در کشور می‌گردد. لذا جهت جلوگیری از فرسایش ژنتیکی در این محصولات جمع‌آوری و حفاظت آن‌ها در بانک ژن اولین و مهمترین گام در جهت استفاده‌های بعدی از این گنجینه‌های بومی می‌باشد (Gepts, 2006).

ارزن دم روباهی (*Setaria italica*) حدود ۴۰۰۰ سال پیش اهلی شده است (Chang 1968). این ارزن به نام‌های ارزن ایتالیایی، ژرمنی، مجاری و سیبریایی نیز معروف است و به‌نظر می‌رسد که در شرق آسیا اهلی شده باشد. مهمترین مرکز تولید این گیاه چین می‌باشد در ژاپن نیز مهمترین ارزن بوده و در هند نیز در سطح وسیعی کشت می‌شود (Purseglove, 1972, Bandyopadhyay, 2017) این گیاه یکی از پنج گیاه مقدس چین باستان بوده است. به‌خاطر دوره رشد کوتاه گیاهی مناسب برای کوچ نشینان بوده و به احتمال زیاد از این طریق در دوران سنگی از چین به اروپا برده شده است (FAO, 1995). کلکسیون ارزن دم‌روباهی ایکریست[1] در هند دارای ۱۵۳۵ نمونه از ۲۶ کشور از جمله سه نمونه از ایران می باشد (Abbasi, 2004). پس از جمع‌آوری، ژنتیک و ساختار جمعیت در این کلکسیون بررسی شده است (Upadhyaya, *et al.*, 2015). در این تحقیق نشان داده شده که نژاد *ایندیا* تنوع کمی داشته و به‌شدت از نژادهای *ماگزیما* و *موهاریا* قابل تمایز است (Upadhyaya, *et al.*, 2015). همچنین توزیع و پراکنش جغرافیایی ژن واکسی (تولید کننده نوع نشاسته موجود در دانه این گیاه) با استفاده از نشانگرهای SNP در نمونه‌های بومی این گونه بررسی شده است (Hachiken, 2013). در این خصوص تنوع بالایی در نمونه‌های بومی شرق آسیا برای این صفت مشاهده شده است و همچنین نشان داده شد که درجه بالایی از پلی‌مورفیسم ژنتیکی در فنوتیپ‌های غیرواکسی نسبت به انواع دیگر یعنی آن‌هایی که دارای آمیلوز پایین هستند وجود دارد، این یافته نظریه‌ای مبنی بر اینکه انواع ارزن‌های با آمیلوز پایین از انواع ارزن‌های با نشاسته غیر واکسی منشا یافته اند را تایید می‌کند (Hachiken, 2013).

ارزن معمولی یا ارزن پروسو (*Pannicum miliaceum*) که به نام‌های ارزن خوک، ذرت جارویی، ارزن روسی و ارزن قهوه‌ای شناخته می‌شود از دوره باستان کشت می‌شده است. این گیاه توسط ساکنین کنار دریاچه (Lake Dwellers) در اروپا کشت می‌شده است. این گیاه در آسیای مرکزی و شرقی اهلی شده است و به دلیل دوره رشد سریع و کوتاهش اغلب توسط چادر نشینان کشت می‌شده است (Narciso and Nyström, 2023) کلکسیون ارزن معمولیICRISAT در هند دارای ۸۴۱ نمونه از ۳۰ کشور می‌باشد (Abbasi, 2004). کلکسیون ارزن معمولی مجارستان دارای ۲۵۰ نمونه می‌باشد. در این کلکسیون فرآیندهای مولکولی که در طی تکامل و اهلی شدن این گونه انجام شده است توسط بررسی‌های مولکولی برخی از ژن‌ها و همچنین پروتئین روبیسکو ردیابی شده است (Gyulai, *et al.*, 2012).

تودهای بومی زیادی از ارزن‌های دم روباهی و معمولی در کشور وجود دارند. در گذشته، این نمونه‌ها با کشت در زمین‌های حاشیه‌ای و دارای آب کم مورد استفاده قرار می‌گرفته‌اند. این گیاهان به‌دلیل نیاز پائین به آب و طول دوره کوتاه رشدشان قابلیت تولید در شرایطی که گندم به

[1] ICRISAT

دلیل خشکسالی توانایی تولید نداشته باشد را دارند. لذا به غذای زمان قحطی معروف بوده اند.

تعداد ۱۶۰ نمونه بومی از ارزن‌های معمولی و دم روباهی در بانک ژن گیاهی ملی ایران وجود دارد که با توجه به پراکنش طبیعی این گونه‌ها در ایران و همچنین وجود نمونه‌های بومی زیاد در کشور کلکسیون فعلی نمی‌تواند نماینده تمام طیف ژنتیکی این محصولات در کشور باشد. لذا جمع‌آوری نمونه‌های بومی این گیاهان از ضروریات حفاظت تمامیت تنوع ژنتیکی موجود در کشور از این محصولات می‌باشد. با توجه به تحقیقات به نژادی این محصولات در معرفی و آزادسازی ارقام، نیاز به ژرم‌پلاسم‌هایی با مشخصه‌های گوناگون در آینده بیشتر می‌شود که جمع‌آوری نمونه‌های بومی این گیاهان می‌تواند پاسخ گوی نیازهای حال و آینده به نژادگران در این زمینه باشد.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری براساس روش و دستورالعمل IPGRI صورت گرفت که در مقاله عباسی و همکاران (۲۰۲۰) به آن اشاره شده است (Abbasi *et al.*, 2020). مشخصات مناطقی که قبلا ژرم‌پلاسم‌های ارزن از آن مناطق جمع‌آوری شده و در بانک ژن گیاهی ملی ایران نگهداری می‌گردد، احصا گردید تا جمع‌آوری این تحقیق در مناطق جدیدی انجام شود و از نمونه‌های تکراری از یک منطقه جلوگیری گردد.

با استفاده از دسکریپتور ارزن، صفات بذری منابع ژنتیکی جمع‌آوری شده ارزیابی گردید (IBPGR,1985,NIAS 2015 و جدول ۱).

داده‌های حاصل از جمع‌آوری و ارزیابی در بانک اطلاعاتی بخش تحقیقات ژنتیک و ذخایر توارثی ثبت شد. آماره‌های پراکندگی و تمایل به مرکز و همچنین ضریب همبستگی اسپیرمن و ضرایب تنوع ژنتیکی برای صفات مختلف دانه محاسبه گردید. برای صفات کمی از ضریب تغییرات و برای صفات کیفی از شاخص شنون به عنوان برآورد کننده ضریب تنوع ژنتیکی استفاده گردید. محاسبات توسط توسط نرم افزارهای SPSS15 و Excel انجام شد.

نتایج و بحث

جمع آوری

جمع‌آوری و حفاظت از منابع ژنتیکی ارزن یکی از مهمترین فعالیت ها در بانک های ژن گیاهی در دنیا می باشد. بیش از ۴۶۰۰۰ نمونه از ارزن دم روباهی در کلکسیون‌های جهانی این گیاه وجود دارد. مهمترین مراکز نگهداردی این ارزنها مجموعه‌های ایکریست در هتد، کانادا و افریقا می‌باشند. همچنین حدود ۲۱۰۰۰ نمونه از جنس پانیکوم در کلکسیون‌های جهانی وجود دارد که ۸۳۰ نمونه ارزن معمولی فقط در کلکسیون ایکریست در حیدرآباد هند (جمع آوری شده از ۳۰ کشور) وجود دارد (FAO. 1995). در قالب تحقیق جاری مجموعا ۱۴۰ نمونه ژنتیکی شامل ۸۵ نمونه ارزن معمولی و ۵۵ نمونه ارزن دم روباهی، از ۱۵ استان کشور جمع‌آوری شد. در این بین استان‌های خراسان جنوبی با ۴۶ نمونه و همدان با ۳۳ نمونه بیشترین تعداد نمونه جمع‌آوری را به خود اختصاص دادند (جدول ۲). ارزن دم‌روباهی (*Setaria*) بیشترین پراکنش و بالطبع جمع‌آوری را در استان خراسان جنوبی از شهرستان‌های بیرجند، قائن، خوسف و بشرویه و استان همدان از شهرستان‌های رزن، جوکار، فامنین، تویسرکان و قهاوند داشت. همچنین نمونه هایی در این گونه از استان‌های مازندران، اصفهان و فارس جمع‌آوری گردید. پراکنش ارزن معمولی یا جنس *Pannicum* نسبت به ارزن دم‌روباهی بیشتر بوده و از ۱۲ استان جمع‌آوری گردید (جدول ۲). پراکنش این مواد در گونه ارزن معمولی از ارتفاع ۸۲۰ متری از سطح دریا در پلدشت آذربایجان غربی تا ۱۹۵۸ متری در روستای برقبج بیرجند و ارزن دم روباهی از ۸۴۹ متری از سطح دریا در روستای رود بار لابی بخش چهاردانگه هزار جریبی ساری تا ۱۹۷۰ متری در بیناباج قائن متغیر بود. دو نظر برای منشاء و مرکز تنوع ژنتیکیارزن معمولی وجود دارد. وایلوف به دلیل وجود تنوع در اشکال پانیکل و نژادهای ارزن معمولی (کانتراکتوم, کامپکتوم، اواتوم و میلیاسئوم) در چین، این کشور (آسیای مرکزی) را مرکز تنوع این گیاه بیان می‌کند، در صورتی که هارلن چین و شرق اروپا را مرکز تنوع بیان کرده است (Vetriventhan, 2019). همچنین بیان شده که ارزن دم روباهی از حدود ۱۰۵۰۰ سال پیش در چین کشت می‌شده و اهلی شده است و امروزه به تمام قاره‌ها منتقل شده است و بزرگترین مجموعه ارزن دم روباهی در کلکسیون

ایکریست موجود است (Upadhyaya et al., 2015). لذا با توجه به انتقال منابع ژنتیکی ارزن‌های معمولی و دم روباهی از چین به اروپا توسط کوچ نشینان (از طریق راه ابریشم)، موادی در ایران وارد و در طی سالیان متمادی با کشت در این منطقه، با آب و هوای این قسمت از کره زمین سازگار شده اند. بنابراین، مواد جمع آوری شده از

جدول ۱- دیسکریپتور صفات ارزیابی شده در منابع ژنتیکی ارزن های بومی ایران

Table 1. Descriptors for grain traits in Iranian millet landraces

ردیف (Row)	صفت (Trait)	معیار ارزیابی (Characterization criteria)	روش ارزیابی (Characterization unit)
1	رنگ پوشینه (Glume color)	نمره‌دهی (Scoring)، در بلوغ طبق کد RHS	۱- سفید (White) (گروه سفید A 155،B155 ،C155 ،D155) ۲- Siena (گروه زرد D6، C6، B6، A6) ۳- Mahojany - (رنگ چوب ماهوگانی) (گروه نارنجی خاکستری A165،B165،A164،B164) ۴- قرمز (Red) (گروه قرمز نارنجی A34،A33،B33،C33) ۵- ارغوانی (Purple) (گروه ارغوانی خاکستری D183، C183، B183،A183) ۶- سیاه (Black) (گروه سیاه A202 و گروه قهوه‌ای A200) ۷- خاکستری (Grey) (گروه سبز- خاکستری D197و C197)
2	مقدار پوشش دانه (Grain covering)	نمره دهی (Scoring)، مقدار پوشش دانه توسط گلومها در بلوغ (Amount of grain covered by glumes. (At maturity	۱- ۲۵٪ دانه پوشیده شده ۳- ۵۰٪ دانه پوشیده شده ۵- ۷۵٪ دانه پوشیده شده ۷- دانه بطور کامل پوشیده شده ۹- گلومها بزرگتر از دانه هستند 1- 25% grain covered, 3- 50% grain covered, 5- 7 5 % grain covered, 7- Grain fully covered, 9- Glumes longer than grain
3	چاقی دانه (Grain plumpness)	نمره دهی (Scoring)	۱- چاق ۲- دمبل (1 Plump, 2 Dimple)
4	درخشندگی دانه (Grain lustre)	نمره دهی (Scoring)	۱- فاقد ۲- دارا (1 Absent (not lustrous), 2 Present (lustrous))
5	وزن ۵۰۰ دانه (500-seed weight)	گرم [g] در رطوبت ۱۲٪	
6	نوع بافت اندوسپرم (Endosperm texture)	نمره دهی (Scoring)	۱- کاملاً شیشه‌ای (واکسی) ۳- اکثراً شیشه‌ای (واکسی) ۵- متوسط ۷- اکثراً نشاسته‌أی ۹- کاملاً نشاسته‌أی 1- Completely, comeous, 3-Mostly comeous, 5- Intermediate, 7-Mostly starchy, 9-Completely starchy
7	رنگ آندوسپرم (Endospenn_colour)	نمره دهی (Scoring)	۱- سفید (گروه سفید B155) ۲- زرد (گروه زرد خاکستری A162) 1 White (white group 155B), 2 Yellow (greyed-yellow group 162A)
8	شکل میوه (Fruit shape)	نمره دهی (Scoring)	۱- کروی ۵- حدواسط ۹-بیضوی (1- Orbicular, 2- intermediate, 3-Oval)
9	رنگ دانه (Grain color)	نمره دهی (Scoring)	۱- سفید (White-۱) ۵- سفید زرد (5- Yellowish white) ۹-زرد (Yellow)
10	رنگ گندمه (Caryopsis color)	نمره دهی (Scoring)	۱- سفید ۲- سفید زرد ۳- زرد ۴- قهوه‌ای زرد ۵- قهوه ای ۶- قرمز ۷- قهوه‌ای تیره ۸- سیاه 1- White, 2-Yellowish white, 3- Yellow, 4-Brownish yellow, 5Brown, 6-Red, 7- Dark brown, 8- Black

ایران ارزش بالایی برای به‌نژادی و ا صلاح ارقام این گونه از ارزن را دارد.

بر ا ساس اطلاعات ثبت شده در فرم‌های جمع آوری از طریق مصاحبه با کشاورزان، نتایج این تحقیق نشان داد که در برخی از ا ستان‌ها همانند کرمانشاه، خرا سان شمالی و چهار محال و بختیاری علیرغم جستجو ولی هیچ نمونه‌ای از مزارع ارزن دیده نشد. در صورتی که در دهه‌های گذشته در برخی از این م ناطق ه مان ند دشت خانمیرزا در چهارمحال و بختیاری کشت می شده است. این موضوع به حاشیه رفتن نمونه‌های بومی ارزن اشاره دارد.

جدول ۲- جمع‌آوری منابع ژنتیکی بومی ارزنهای معمولی و دم روباهی به تفکیک استان

Table 2. Collection of common and foxtail millets landraces by provinces

گونه Species	آذربایجان غربی West Azarbaijan	اردبیل Ardabil	اصفهان Esfhan	ایلام Eilam	خراسان جنوبی South Khorasn	خراسان رضوی Khorasn Razvi	سمنان Semnan	سیستان Sistan	فارس Fars	کردستان Kordestan	کرمان Kerman	کهکیلویه و بویر احمد Kohkeloyeh va Bpyer Ahmad	گلستان Golstan	مازندران Mazandaran	همدان Hamedan	جمع Total
Pannicum miliaceum	6	1	6	1	25	10	2	0	5	1	6	4	3	0	15	85
Setaria italica	1	0	4	0	17	0	0	7	0	0	1	0	0	7	18	55
جمع Total	7	1	10	1	42	10	2	7	5	1	7	4	3	7	33	140

همچنین بر اســاس اطلاعات ثبت شــده در فرم‌های جمع آوری از طریق مصاحبه با کشاورزان، ارزن دم روباهی در خرا سان جنوبی (خو سف، ب شرویه، بیرجند و قائنات) و مازندران (ســاری در چهاردانگه هزارجریبی و بهشــهر در چهاردانگه شــهریاری) به گاورس و در ســیوجان از توابع بیرجند به گاورس چماقو و در اصــفهان (اردســتان) و همدان در فامنین و جوکار به ارزن دانه ریز معروف اســت که در مقابل ارزن معمولی که به ارزن دانه در شت م شهور ا ست می‌با شد. برخی از گونه‌های وحشی جنس ستاریا به دم موشــی در حومه جوکار در اســتان همدان و یا حومه مشهد معروف هستند.

ارزن معمولی در خرا سان جنوبی در خو سف و ب شرویه به ارزن دانه‌ای در روستای آبیز زیرکوه قائن به ارزن دانه‌ای سرده (سرما دو ست) و نوعی دیگر در همین محل به ارزن دانه‌ای گرمه (گرمادوست) (نشان از زمانهای متفاوت کشت ا ست) و در ارد ستان ا صفهان و فامنین و جوکار همدان به ارزن دانه درشت و در آفتاخانه از توابع سلماس و همچنین شیبلوی پلد شت در آذربایجان غربی به داره و در رو ستای دول از توابع بانه در کردســتان به داری و در روســتاهای قره‌خان و یو سف کنه در مهاباد به گارس معروف می‌با شد. وجود اســامی مختلف برای ارزن های بومی در م ناطق متفاوت کشــور، دلیل بر قد مت و وجود م نابع ژنتیکی متفاوتی از ارزن می‌باشد.

با توجه به ثبت مشــخصــات مکان‌های جمع‌آوری در فرم‌های مربوطه برای هر نمونه‌ژنتیکی، آماره‌های پراکندگی و تمایل به مرکز برای این مشخصه‌ها در جدول ۳ نشان داده شده ا ست. در م شخ صه نما یا منظر محل جمع‌آوری بیشترین نمونه‌ها از مناطق زراعی (با کد۶) جمع‌آوری شده بودند. همچنین در فرم زمین اکثر نمونه‌ها از دشت مسطح با کد ۲ جمع‌آوری شــده بودند. در با فت خاک م کان برداشت، با اینکه این گیاهان در تمامی خاک‌ها کشت شده بودند ولی بیشــترین نمونه‌ها از خاک شــنی رســی با کد ۵ جمع‌آوری شده بودند (جدول ۳). برر سی عوامل فر سایش ژنتیکی نمونه‌ها نشــان داد که عوامل فرســایش کشــاورزی همانند، زراعت با شــدت متوســط تا بالا (کد شــدت=۳) از مهمترین عوا مل فرســایش ژنتیکی و ک نار گذاشــتن نمونه‌های بومی این محصولات در کشور است که دلیل آن می‌توا ند تغییر الگوی کشــت و تا حدودی وجود ار قام تجارتی باشــد. در صــورتی که تهدیدات صــنعتی از قبیل ایجاد راه‌ها و کارخانجات با شدت خسارت صفر (جدول۳) در بیشترین نمونه‌های جمع‌آوری شده، خطر کمتری برای فرسایش ژنتیکی محصولات بومی ارزن‌ها به حساب

جدول ۳- آماره‌های توصیفی تمایل به مرکز و پراکندگی در مشخصه‌های محل جمع‌آوری منابع ژنتیکی بومی سورگوم و ارزن کشور

Table 3. Descriptive parameters of dispersion and central tendency for the characteristics of *millets* collection site's (CS) characteristics

مشخصه Characteristic	میانگین Mean	خطای استاندارد از میانگین Error of mean	نما Mod	انحراف معیار Standard deviation	کمینه Minimum	بیشینه Maximum
عرض جغرافیایی (Latitude)			333300		285700	391000
طول جغرافیایی (Longitude)			523000		420547	621400
ارتفاع جغرافیایی (Altitude)	1439.19	29.23	1200	406.1	-10	2040
نما یا منظر (View of CS)			6		0	7
شیب (Slope of CS)	4.89	0.70	5	6.51	1	45
شکل زمین (Land form of CS)					0	8
مکان برداشت (Level of CS)					0	9
بافت خاک (Soil texture)	4.36	0.17	5	1.72	0	7
سنگی بودن زمین (Stoniness)	1.68	0.09	2	0.91	0	5
عمق خاک (Soil depth)	2.46	0.06	3	0.68	1	4
زهکشی (Drainage)	2.50	0.09	2	0.90	1	4
pH خاک (Soil pH)	3.05	0.08	3	0.59	1	4
شوری زمین (Soil salinity)	2.02	0.08	2	0.80	1	4
واکنش اسیدیته خاک (Soil acidity reaction)	1/41	0/08	1	0/54	1	3
رنگ خاک (Soil color)			6		0	9
عامل فرساینده زراعت (Erosion factor (EF) of cultivation)	2.46	0.14	3	1.22	0	5
عامل فرساینده آبیاری (EF of irrigation)	1.90	0.15	3	1.29	0	5
عامل فرساینده کودی (EF of fertilizer)	1/93	0/15	3	1/29	0	5
عامل فرساینده فرسایش (EF of erosion)	2.24	0.16	2	1.39	0	9
عامل فرساینده زیستی (EF of biological)	1.93	0.16	2	1.35	0	5
عامل فرساینده آتش (EF of fire)	0.60	0.11	0	0.92	0	3
عامل فرساینده صنعتی (EF of industry)	0.76	0.13	0	1.06	0	3
عوامل فرساینده دیگر (Others of EF)	0.54	0.17	0	1.22	0	4
تیپ منطقه جمع‌آوری (Type of CS)	1.48	0.12	1	1.22	1	9
تیپ منطقه مجاور (Type of neighbor's CS)	4.15	0.23	7	2.49	1	9

می‌آیند. چونکه در حال حاضر چنین محصولاتی در روستاهای دور افتاده کشت و کار می‌شوند و کمتر در حاشیه شهرهای بزرگ صنعتی هستند. با توجه به دیسکریپتور فرم جمع‌آوری، عمق خاک منطقه و مزارعی که منابع ژنتیکی ارزن از آنجا جمع‌آوری شده است، دارای عمق متوسط و زیاد بود. همچنین شوری خاک مزارع از

خاک‌های غیر شـــور تا شـــوری بالا متغیر بودند. در ارزن معمولی ۲ نمونه جمع‌آوری شده از روستای ریگ‌ستان در اردستان اصفهان و همچنین گارجگان در خوسف خراسان جنوبی از مکان‌هایی با شـــوری بالا جمع‌آوری شـــدند. همچنین نمونه‌هایی از ارزن دم روباهی از این دو منطقه که دارای شوری بالایی بودند جمع‌آوری شدند. مشخصه زهکشی زمین‌های زارعی که محصولات جمع‌آوری شدند، از زهکش ناقص تا زهکش بیش از حد نیاز، یعنی زمین‌های کاملا شـــنی و ســـنگلاخی متغییر بود. در ارزن دم روباهی نمونه‌های جمع‌آوری شده از ساری و بهشهر در مازندران از چنین خاک‌هایی جمع‌آوری شده بودند و در ارزن معمولی نمونه جمع‌آوری شده از بانه در استان کردستان از زمینی با زهکش ناقص جمع‌آوری شـده بود. نمونه‌های جمع‌آوری شده از زمین‌های شور می‌توانند به عنوان نامزدهایی برای اســـتفاده در برنامه‌های به‌نژادی این گیاهان در تولید ارقام متحمل به شوری در نظر گرفته شوند.

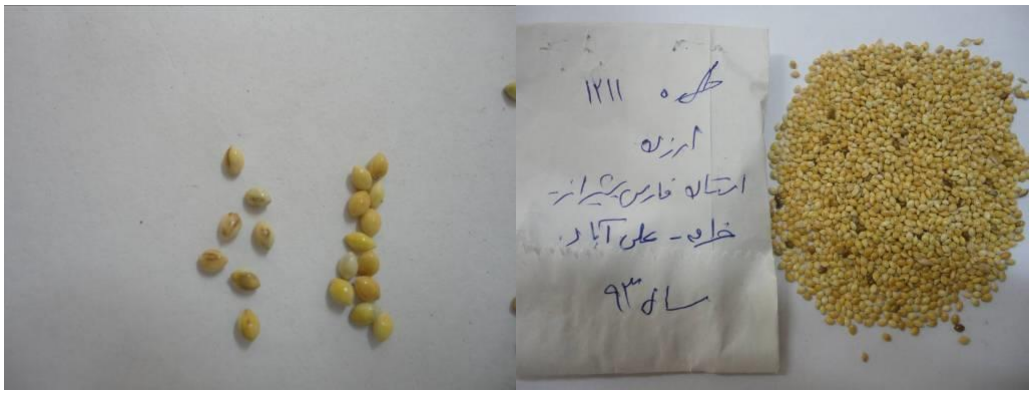
ارزیابی بذور

ارزن معمولی

در منابع ژنتیکی ارزن معمولی آماره های توصـــیفی تمایل به مرکز و پراکندگی در جدول ۳ نشـان داده شـده اســـت. وزن ۵۰۰ دانه در این گونه از ۲/۲ گرم در نمونه روستای علی آباد در شهرستان خرامه استان فارس تا ۴/۴ گرم در نمونه‌هایی از ســـلماس آذربایجان شـــرقی، جوکار همدان و کهکلویه در کهکلویه و بویراحمد با میانگین ۳/۵ گرم در تغییر بود. رنگ گندمه (کاریوپسیز) دانه از سفید تا سیاه متغیر بود (شکل۱). در این صفت، بیشترین نمونه‌ها دارای رنگ قهوه‌ای زرد با کد ۴ بودند. گرچه در خراســـان جنوبی که یکی از مکان‌هایی با تعداد بالای نمونه های بومی در کشـــور اســـت، نمونه‌ها دارای رنگ زرد قهواه‌ای بودند و هیچ نمونه دارای رنگ قهوه‌ای ســـوخته و یا ســـیاه دیده نشـــد، فقط در یک نمونه جمع‌آوری شـــده از مهرانکوشک فردوس رگه‌های سیاه در درصد کمی از بذور دیده شـــد. ولی در نمونه‌های جمع‌آوری شـــده از ظفر آباد نهاوند در همدان و آفتاخانه در ســـلماس آذربایجان غربی نمونه‌هایی با رنگ کاریوپسیز سیاه وجود داشت. همچنین در نمونه‌های دریافتی از زرقان و خرامه در فارس و نهاوند همدان و آبدانان در ایلام، نمونه‌هایی با دارای درصـد کمی از دانه‌های سـیاه و یا دانه‌هایی با رگه‌های سـیاه در گندمه دیده شـــدند (شـــکل۲). به‌عبارت دیگر تمامی تنوع رنگ گندمه که در دیســـکریپتور این گیاه ذکر شـــده اســـت (NIAS, 2015) در مجموعه جمع‌آوری شده دیده شد.

شکل ۱- تنوع رنگ گندمه در منابع ژنتیکی ارزن معمولی بومی از سفید زرد تا سیاه

Figure 1. Color diversity for caryopsis in common millets (white to yellow and black)



شکل ۲- وجود رگه‌های سیاه (راست) در گندمه برخی از بذور و همچنین مخلوط گندمه سیاه (چپ) در منابع ژنتیکی ارزن معمولی بومی کشور

Figure 2. Black streak in caryopsis (right) or mixed black and white-yellow caryopsis (left) in common millet landraces

زمانی که پوشش بیرونی گندمه از دانه جدا می‌شد، رنگ دانه تقریبا سفید با کد ۲ در یک نمونه جمع‌آوری شده از بویر احمد تا کاملا زرد با کد ۹ در نمونه جمع‌آوری شده از ظفر آباد نهاوند در همدان متغییر بود. در این صفت بیشترین نمونه‌ها دارای رنگ دانه حد واسط سفید-زرد بودند. اگرچه گندمه در این محصول در تمامی نمونه‌ها درخشنده بود ولی دانه لخت (گندمه پوست کنده) درخشندگی نشان نداد. شکل میوه از کاملا گرد در نمونه پلدشت آذربایجان غربی تا کاملا کشیده در نمونه‌های شهرستان‌های بویر احمد و کهکلویه متفاوت بود در این صفت بیشترین نمونه‌ها دارای شکل میوه تقریبا گرد و یا کروی با کد ۳ بودند (جدول۴). نوع بافت اندوسپرم از کاملا شیشه‌ای در نمونه‌های جمع‌آوری شده از بیرجند، زرقان، ارسنجان و فردوس تا تقریبا نشاسته‌ای در نمونه دریافتی از بیناباج قاین متقاوت بود. در این صفت بیشترین نمونه‌ها دارای بافت تقریبا شیشه‌ای با کد ۴ بودند. رنگ اندوسپرم از سفید تا زرد متغیر بود ولی بیشترین نمونه‌ها دارای دانها با اندسپرم زرد رنگ بودند (جدول۴). ضریب تغییرات و شاخص شنون، تنوع ژنتیکی مناسبی را برای صفات دانه در کلکسیون نشان دادند (جدول۴). بر این اساس در صفات کمی نوع بافت اندوسپرم دانه با ۴۴٪ و وزن ۵۰۰ دانه با ۱۳٪ به‌ترتیب بیشترین و کمترین مقدار تنوع ژنتیکی را نشان دادند. در صورتی که در صفات کیفی، شکل میوه با شاخص شنون برابر با ۱/۹۴ و درخشندگی گندمه با ۰/۱۷ واحد به‌ترتیب بیشترین و کمترین مقدار تنوع ژنتیکی را در صفات کیفی دانه ارزن معمولی نشان دادند. با مقایسه تنوع ژنتیکی مشاهده شده در نمونه‌های ارزن این تحقیق با گزارشات کلکسیون‌های جهانی ارزن، می‌توان گفت که تنوع ژنتیکی گزارش شده برای برخی از صفات از جمله صفت رنگ گندمه در ژرم‌پلاسم‌های بومی ایران معادل تنوع برای این صفت در سطح جهانی در گونه ارزن معمولی (Vetriventhan *et al*., 2019) ، می‌باشد.

ضرایب همبستگی بین زوج صفات دانه و همچنین ارتفاع محل جمع‌آوری در این محصول در جدول ۵ آمده است. بر این اساس، رنگ گندمه که تنوع کاملی در نمونه‌ها نشان داد (جدول۴) با رنگ پوشینه و همچنین نوع بافت اندوسپرم همبستگی مثبت معنی‌داری به‌ترتیب با ضرایب ۰/۵۷۴ ($p<0.01$) و ۰/۲۹۲ ($p<0.05$) نشان داد. به عبارت دیگر ارزن‌هایی با رنگ گندمه تیره‌تر(از سفید تا سیاه) دارای بافت اندسپرم نشاسته‌ای بوده وگندمه‌های روشن‌تر، اکثرا بافت شیشه‌ای داشتند. وزن ۵۰۰ دانه با هیچ یک از صفات بذری همبستگی نشان نداد. اگرچه با تحقیق در کلکسیون جهانی ارزن معمولی Boukail و همکاران (۲۰۲۱) نشان دادند این صفت فقط با عملکرد ارزن همبستگی مثبت و معنی‌داری دارد (Boukail *et al*., 2021) و نتیجه گرفتند که نمونه‌های با وزن دانه بالا دارای عملکرد بیشتری هستند. لذا عدم رابطه همبستگی بین وزن ۵۰۰ دانه با صفات رنگ پوشینه، رنگ گندمه و رنگ دانه لخت در تحقیق حاضر (جدول ۴)، با نتایج تحقیق بوکال و همکاران (Boukail *et al*., 2021) همخوانی دارد.

جدول ۴- آماره‌های تمایل به مرکز و پراکندگی در مشخصه‌های دانه منابع ژنتیکی بومی ارزن معمولی

Table 4. Descriptive parameters of dispersion and central tendency for the seed characteristics of Iranian common millet landraces

صفات	شاخص شنون Shannon index	ضریب تغییرات ٪ Coefficient variation%	میانگین (Mean)	خطای استاندارد از میانگین Standard) (error	نما (Mod)	انحراف معیار Standard) (deviation	کمینه (Minimum)	بیشینه (Maximum)
وزن ۵۰۰ دانه (500-seed weight)		13	3.5	0.06	3.4	0.46	2.2	4.4
رنگ پوشینه (Glume color)	1.19				3		2	7
مقدار پوشش دانه (Grain covering)		17	7.17	0.16	7	1.18	5	9
رنگ گندمه (Caryopsis color)	1.32				4		2	8
رنگ دانه لخت (Grain color)	1.48				5		2	9
چاقی دانه (Grain plumpness)	0				1		1	1
درخشندگی دانه (Grain lustre)	0				1		1	1
درخشندگی گندمه (Caryopsis (lustre	0.17				2		1	2
نوع اندوسپرم (Endosperm texture)		44	3.94	0.24	4	1.74	1	8
رنگ اندوسپرم (Endospenn_colour)	0.62				2		1	2
شکل میوه (Fruit shape)	1.94				3		1	9

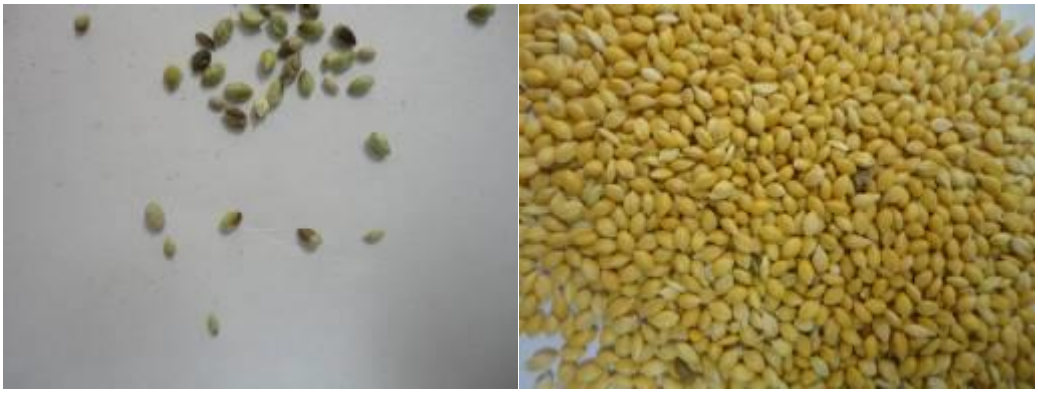
جدول ۵- ضرایب هبستگی اسپیرمن بین زوج صفات دانه و ارتفاع جغرافیایی محل جمع‌آوری در منابع ژنتیکی بومی ارزن معمولی

Table 5. Spearman correlation coefficients among seed characteristics of Iranian common millet landraces and geographical altitude of the collection site

صفات (Traits)	ارتفاع جغرافیایی (Altitude)	شکل میوه (Fruit (shape	رنگ اندوسپرم (Endosperm (color	بافت اندوسپرم (Endosperm (type	درخشندگی پوشینه (glume (luster	رنگ دانه لخت (Grain (color	رنگ گندمه (Caryopsis (color	مقدار پوشش دانه (Grain (cover	رنگ پوشینه (Glume (color
وزن ۱۰۰ دانه (100-seed weight)	0.101	-0.099	-0.073	0.047	0.003	0.046	-0.152	-0.062	-0.18
رنگ پوشینه (Glume color)	-0.108	-0.233	-0.139	0.082	-0.182	0.021	0.574**	0.112	
مقدار پوشش دانه (Grain covering)	-0.185	0.126	0.038	-0.151	0.23	-0.205	0.084		
رنگ گندمه (Caryopsis color)	-0.085	-0.162	-0.161	0.292*	-0.153	0.238			
رنگ دانه لخت (Grain color)	0.007	-0.034	0.077	0.031	-0.151				
درخشندگی گندمه (Caryopsis lustre)	-0.164	-0.195	0.083	-0.068					
بافت اندوسپرم (Endosperm texture)	0.144	-0.055	-0.606**						
رنگ اندوسپرم (Endospenn_colour)	-0.139	0.002							
شکل میوه (Fruit shape)	0.243								

ارزن دم روباهی

شاخص‌های پراکندگی و تمایل به مرکز صفات مرتبط با دانه این محصول در جدول۵ نشان داده شده است. وزن ۵۰۰ دانه از ۱/۶ گرم در نمونه اوج تپه از بوکان آذربایجان غربی تا ۳/۳ گرم در نمونه‌هایی از اردستان، خوسف و بیرجند با میانگین ۲/۸ متغییر بود. میانگین وزن ۵۰۰ دانه دراین گونه که به ارزن دانه ریز معرف است کمتر از مقدار آن در ارزن معمولی است که به ارزن دانه در شت مشهور است (یعنی ۳/۵ گرم در مقابل ۲/۸ گرم، جداول ۳ و ۵). لذا مقایسه میانگین این صفت در دو جامعه وجه تسمیه آنرا مشخص می‌نماید. رنگ گندمه در ارزن دم روباهی از سفید-زرد تا قهوه‌ای متغییر بود. در این گونه بر عکس ارزن معمولی هیچ‌گونه کاریوپسیز سیاه و قهوه‌ای دیده نشد. فقط در دو نمونه جمع‌آوری شده از بخش چهاردانگه هزار جریبی در ساری و نمونه‌ای از جوکار همدان گندمه دارای رنگ سبز خاکستری بود (شکل۳).



شکل ۳- رنگ گندمه در ارزن دم روباهی نمونه جوکار همدان (سمت راست) و نمونه تقی آباد بیرجند (سمت چپ)
Figure 3. Caryopsis color in in Jokar landrace (right one) and Taghi abad landrace (left one)

رنگ دانه لخت از سفید در نمونه دهنوی اردستان تا تقریبا زرد در نمونه ماژان بیرجند متغییر بود. رنگ پوشش دانه نیز از زرد تا ارغوانی، قرمز و سیاه متغییر بود. در نتایج تحقیق سایر محققین بیان شده که رنگ دانه و پوشینه گاها مختص یک منطقه است که در طی زمان توسط کشاورزان آن منطقه انتخاب شده است. از جمله رامش و همکاران (۲۰۲۳) بیان نمودند که ژنوتیپ‌های جمع آوری شده از Basavanapalli درهند دارای پوشش دانه سیاه رنگ و ژنوتیپ‌های منطقه Punganur قرمز رنگ هستند (Ramesh et al., 2023). ارزن دم روباهی برخلاف ارزن معمولی فاقد درخشندگی در گندمه می‌باشد که صفت مناسبی برای تشخیص اولیه دو نوع گندم علاوه بر شکل‌شان است. نوع بافت اندسپرم دانه از کاملا شیشه‌ای در نمونه جمع‌آوری شده از مازندران تا تقریبا نشاسته‌ای در نمونه‌هایی از اردستان، بشرویه و بوکان متغییر بود. البته در این صفت بیشترین نمونه‌ها دارای بافت اندسپرم حدواسط بودند (جدول۶). شکل میوه از حدواسط کروی-بیضوی در نمونه‌ی سیوجان بیرجند و فریز خوسف تا کاملا بیضوی در نمونه‌های جمع‌آوری شده از ساری متغییر بود. بیشترین نمونه‌ها دارای میوه تقریبا بیضوی با کد ۷ بودند در صورتی که در گونه ارزن معمولی شکل میوه‌ها در جامعه تقریبا کروی است (جدول ۳). ضریب تغییرات به عنوان برآوردکننده تنوع ژنتیکی در صفات کمّی نشان داد که نوع بافت اندوسپرم با ۳۳ درصد بیشترین و وزن ۵۰۰ دانه و مقدار پوشش دانه هر کدام با ۱۳٪ کمترین تنوع را در کلکسیون داشتند. در صفات کیفی نیز شکل میوه با شاخص شنون برابر با ۱/۲۸ واحد بیشترین و رنگ اندسپرم دانه با ۰/۶۷ واحد، کمترین تنوع ژنتیکی را دربین صفات دانه ارزن دم روباهی نشان دادند (جدول ۶). وجود تنوع ژنتیکی در ارزن دم روباهی امکان بکارگیری این تنوع را در معرفی ارقام جدید می‌دهد. مطالعات مولکولی ژن های مرتبط با رنگ در دانه، پانیکل و بریستل و همچنین ژن‌های مرتبط با آمیلوز اندوسپرم نشان داده است که ژنوتیپ‌های ارزن دم روباهی مکررا در طی زمان توسط کشاورزان برای صفات ترجیحی مورد گزینش قرار گرفته و اهلی شده است (Fukunaga and Kawase, 2024). لذا منابع جمع آوری شده در تحقیق جاری که گزینش شده کشاورزان هر منطقه هستند، پتانسیل مناسبی برای استفاده در برنامه‌های به نژادی ارزن دم روباهی دارند.

جدول ۶- شاخص‌های آماری تمایل به مرکز و پراکندگی در مشخصه‌های دانه منابع ژنتیکی بومی ارزن دم روباهی

Table 6. Descriptive parameters of dispersion and central tendency for the seed characteristics of the Iranian fox tail millet landraces

صفات (Traits)	شاخص شنون Shannon indeX	ضریب تغییرات ٪ Coefficient variation%	میانگین (Mean)	خطای استاندارد از میانگین Standard error)	نما (Mod)	انحراف معیار Standard) (deviation	کمینه (Minimum)	بیشینه (Maximum)
وزن ۵۰۰ دانه (500-seed weight)		13	2.8	0.06	2.5	0.35	1.6	3.3
رنگ پوشینه (Glume color)	1.04				3		2	7
مقدار پوشش دانه (Grain covering)		13	7	0.16	6	0.9	6	9
رنگ گندمه (Caryopsis color)	1.14				4		2	5
رنگ دانه لخت (Grain color)	1.21		4.9	0.21	5	1.18	1	7
چاقی دانه (Grain plumpness)	0				1		1	1
درخشندگی دانه (Grain lustre)	0				1		1	1
درخشندگی گندمه (Caryopsis lustre)	0.17				1		1	1
نوع اندوسپرم (Endosperm texture)		33	4.8	0.28	5	1.56	1	7
رنگ اندوسپرم (Endospenn_colour)	0.67				1		1	5
شکل میوه (Fruit shape)	1.28		6.8	0.24	7	1.3	4	9

ضریب همبستگی زوج صفات مرتبط با دانه در ارزن دم روباهی در جدول ۷ آمده است. شکل میوه با وزن ۵۰۰ دانه و نوع بافت اندسپرم به‌ترتیب با ضرایب ۰/۴۳۱- و ۰/۴۰۱- همبستگی منفی معنی‌داری را در سطح احتمال یک در صد نشان داد. به‌عبارت دیگر میوه‌های کشیده‌تر و بیضوی‌تر نسبت به میوه‌های کروی دارای وزن ۵۰۰ دانه کمتر و همچنین بافت اندوسپرم شیشه‌ای‌تری بودند. در این محصول برخلاف ارزن معمولی همبستگی مثبت معنی دار بین ارتفاع جغرافیایی محل جمع‌آوری و رنگ دانه لخت با ضریب ۰/۵۸۳ در سطح احتمال یک در صد دیده شد. یعنی نمونه‌های جمع‌آوری شده از مکان‌های کم ارتفاع دارای رنگ دانه روشن‌تری بودند.

جدول ۷- ضرایب هبستگی اسپیرمن بین زوج صفات دانه و ارتفاع جغرافیایی محل جمع‌آوری در منابع ژنتیکی بومی ارزن دم‌روباهی

Table 7. Spearman correlation coefficients among seed characteristics of the Iranian fox tail millet landraces and geographical altitude of collection site

صفات	ارتفاع جغرافیایی (Altitude)	شکل میوه (Fruit shape)	رنگ اندوسپرم Endospenn_) (colour	بافت اندوسپرم Endosperm) (texture	رنگ دانه لخت (Grain color)	رنگ گندمه Caryopsis) (color	مقدار پوشش دانه Grain (covering	رنگ پوشینه Glume) (color
وزن ۵۰۰ دانه (500-seed weight)	0.253	-0.431*	0.121	0.291	0.02	0.023	0.1	0.047
رنگ پوشینه (Glume color)	0.118	0.016	0.019	0.06	0.161	0.66**	0.07	
مقدار پوشش دانه (Grain covering)	0.093	0.221	0.22	0.26	0.208	0.039		
رنگ گندمه (Caryopsis_covering)	0.047	0.148	0.338	0.306	0.169			
رنگ دانه لخت (Grain color)	0.583**	0.048	0.154	0.111				
بافت اندوسپرم (Endosperm texture)	0.132	-0.401*	-0.77**					
رنگ اندوسپرم (Endospenn_colour)	0.067	0.237						
شکل میوه (Fruit shape)	0.02							

نتیجه‌گیری

در این تحقیق در مجموع ۱۴۰ نمونه جمع‌آوری گردید که حدود ۹۳٪ به مجموع نمونه‌های قبلی بانک ژن افزوده شد. از کرمانشاه هیچ‌گونه ارزنی علیرغم جستجو در استان بدست نیامد. از این استان در قبل از اجرای تحقیق نیز منابع ژنتیکی ارزن در بانک ژن گیاهی ملی ایران وجود نداشت. از طرفی از استان‌های: بوشهر، تهران، چهارمحال و بختیاری، خراسان شمالی، گیلان، مرکزی و یزد که قبل از این تحقیق، نمونه‌هایی از ارزن جمع‌آوری شده بود در این تحقیق موادی از این استان‌ها بدست نیامد. در استان‌های چهارمحال و بختیاری و خراسان شمالی علیرغم انجام جستجو، نمونه‌ای از مواد به‌دست نیامد. لذا این تحقیق مشخص نمود که نمونه‌های ژنتیکی ارزن‌های بومی ایران در برخی از استان‌ها در حال انقراض بوده و کشت آن‌ها بسیار محدود شده است، بطوری که در سفرهای جمع‌آوری برای این تحقیق دیده نشدند. از طرفی وجود تنوع شدید برای رنگ گندمه، رنگ دانه لخت و شکل میوه (با شاخص‌های شنون بین ۱/۱۴ تا ۱/۹۴) در ارزن معمولی و دم روباهی، می‌تواند بیانگر وجود تنوع برای سایر صفات زراعی مورفولوژیکی در این نمونه‌ها باشد. لذا توجه به حفاظت برای بهره‌برداری از این منابع بار دیگر مورد تاکید قرار می‌گیرد.

تشکر و قدردانی

این مقاله قسمتی از پروژه تحقیقاتی "جمع آوری تکمیلی ذخایر ژنتیکی سورگوم و ارزنهای بومی کشور به منظور غنی سازی کلکسیون بانک ژن" به شماره مصوب ۹۰۱۳۷-۰۳-۰۳-۴۳-۰ است که توسط سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی حمایت و در موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر با همکاری مراکز تحقیقات استانی اجرا شده است.

منابع

Abbasi, M.R. 2004. A Report on management of sorghum and millets genetic resources. ICRISAT (International Crop Research Institute for the Semi-Arid Tropics), Heydarabad, Patancheru, India. 32 pp. **(Technical report)**

Abbasi, M.R. 2015. Collection of sorghum and millet landraces to enhancement gene bank collection. Final report, AREEO, 49421/1395, 57 P. **(Technical report)**

Abbasi, M.R., HajHassani, M., Mirakhorli, A., Hamzehnejad, A., Nakhaei, A., Khakizadeh, G., Alitabar, R., Kanani, R., Asadipour, M., Nadali, F., Mokhtarpour, H., Azizi, Z., Shahriari, A., Rakhshandeh, M., Mostafaei, H., Safari, S., Abadouz, G., Manouchehri, H., Habibifar, S., Mahdipour, A., Amirabadizadeh, H., Habibifar, S., Kazerani, N., Lesani, S.N., Askari, A.H., Fathi, A., Abbasi, M.K., Ghuchigh, H., Soltani, A., Ghasemi, A., Karami, M.J., Zamanyan, M., Anahid, S., Pourpayghambar, M. and Beheshti, A.R., 2020. Collection of Iranian Melilotus Genetic Resources for Conservation and Utilization. Iranian Journal of Seed Research 7, 135-149. Doi:10.29252/yujs.7.1.135, **(In Persian)(Journal)**

Bandyopadhyay, T., Jaiswal, V. and Prasad, M. 2017. Nutrition potential of foxtail millet in comparison to other millets and major cereals. The Foxtail Millet Genome. Springer, Cham., pp. 123-135. **(Book)**

Boukail, S., Macharia, M., Miculan, M., Masoni, A., Calamai, A., Palchetti, E. and Dell'Acqua, M. 2021. Genome wide association study of agronomic and seed traits in a world collection of proso millet (*Panicum miliaceum* L.). BMC Plant Biology, *21*, pp.1-12. Doi:10.1186/s12870-021-03111-5. **(Journal)**

Chang, K. 1968. Archeology of ancient China: Recent research reveals recurrent themes of the ancient world and salient features that are uniquely Chinese. Science 162(3853): 519–526. DOI: 10.1126/science.162.3853.519 **(Journal)**

FAO. 1995. Sorghum and millets in human nutrition. (Food and Nutrition Series, No. 27), ISBN 92-5-103381-1**(Book)**

Fukunaga, K. and Kawase, M. 2024. Crop evolution of foxtail millet. Plants. 13(2):218, Doi: 10.3390/plants13020218 **(Journal)**

Gepts, P. 2006. Plant genetic resources conservation and utilization: the accomplishments and future of a societal insurance policy. Crop Science, 46(5): 2278-2292, Doi: 10.2135/cropsci2006.03.0169 **(Journal)**

Gyulai, G., Lágler, R., Holly, L. and Horváth, L. 2012. The hungarian gene bank collections of common millet (*Panicum miliaceum*) and the application to conservation genetics. European Journal of Plant Science Biotechnology, 6: 69-102. **(Journal)**

Hachiken, T., Sato, K., Hasegawa, T., Ichitani, K., Kawase, M. and Fukunaga, K. 2013. Geographic distribution of Waxy gene SNPs and indels in foxtail millet, *Setaria italica* (L.) P. Beauv. Genetic Resources and Crop Evolution, 60:1559-1570, Doi: 10.1007/s10722-012-9942-3 **(Journal)**

IBPGR. 1985. Descriptors for *Panicum miliaceum* and *P· sumatrense*. International Board for Plant Genetic Resources, Rome. **(Conference)**

Krishnamurthy, L., Upadhyaya, H.D., Gowda, C.L.L., Kashiwagi, J., Purushothaman, R., Singh, S. and Vadez, V. 2014. Large variation for salinity tolerance in the core collection of foxtail millet (*Setaria italica* (L.) P. Beauv.) germplasm. Crop and Pasture Science, 65(4): 353-361, Doi: 10.1071/CP13282 **(Journal)**

Liu, M., Qiao, Z., Zhang, S., Wang, Y. and Lu, P., 2015. Response of broomcorn millet (*Panicum miliaceum* L.) genotypes from semiarid regions of China to salt stress. The Crop Journal, 3(1): 57-66. Doi: 10.1016/j.cj.2014.08.006 **(Journal)**

Narciso, J.O. and Nyström, L. 2023. The genetic diversity and nutritional quality of proso millet (*Panicum miliaceum*) and its Philippine ecotype, the ancient grain "kabog millet": A review. Journal of Agriculture and Food Research, 11: 100499. Doi: 10.1016/j.jafr.2023.100499 **(Journal)**

NIAS, 2015. Descriptors for *Pannicum miliaceum* and *Setaria italica*. NIAS Gene Bank, Japan, Access date 2015-09-08: https://www.gene.affrc.go.jp/manuals-plant_characterization_en.php

Purseglove, J.W. 1972. Tropical crops: monocotyledons, Vol. 1. Londres, Longman Group Limited. 334 p. **(Book)**

Ramesh, P., Juturu, V.N., Yugandhar, P., Pedersen, S., Hemasundar, A., Yolcu, S., Chandra Obul Reddy, P., Chandra Mohan Reddy, C.V., Veerabramha Chari, P., Mohan, R. and Chandra Sekhar, A. 2023. Molecular genetics and phenotypic assessment of foxtail millet (*Setaria italica* (L.) P. Beauv.) landraces revealed remarkable variability of morpho-physiological, yield, and yield-related traits. *Frontiers in Genetics*, 14, p.1052575, Doi: 10.3389/fgene.2023.1052575, **(Journal)**

Tadele, Z. 2016. Drought adaptation in millets (pp. 639-662). InTech. **(Book)**

Upadhyaya, H.D., Vetriventhan, M., Deshpande, S.P., Sivasubramani, S., Wallace, J.G., Buckler, E.S., Hash, C.T. and Ramu, P. 2015. Population genetics and structure of a global foxtail millet germplasm collection. The Plant Genome, 8(3): 2015-07. Doi.:10.3835/plantgenome2015.07.0054 **(Journal)**

Upadhyaya, H.D., Vetriventhan, M., Dwivedi, S.L., Pattanashetti, S.K. and Singh, S.K. 2016. Proso, barnyard, little, and kodo millets. In Genetic and genomic resources for grain cereals improvement Academic Press. **(Book)**

Vetriventhan, M., Azevedo, V.C., Upadhyaya, H.D. and Naresh, D. 2019. Variability in the global proso millet (*Panicum miliaceum* L.) germplasm collection conserved at the ICRISAT genebank. Agriculture, 9(5): 112, Doi:10.3390/agriculture9050112 **(Journal)**

Seed collection and evaluation of Iranian millets genetic resources

MohammadReza Abbasi[1]*, Hassan Amirabadizadeh[1], Azita Nakhaei[1], Gholam Reza Khakizadeh[1], Sahebdad Habibifar[1], Ali Hamzehnejad[1], Seyed Norodin Lesani[1], AboalNaser Mahdipur[1], Ramezan Ali Alitabar[1], Rasul Kanani[1], Maryam Asadipour[1], Homa Manouchehri[1], Zargham Azizi[1], Mohammad Javad Karami[1], Majid Rakhshanderou[1], Fathollah Nadali[1], Ahmad Ghasemi[1], Hasan Mokhtarpour[1], Hassan Mostafaei[1], Abdoul Houssein Askari[1], Ali Shahriari[1], Narges Kazerani[1], Abbas Mirakhorli[1], Sam Safari[1], Mohammad Khamaledin Abbasi[1], Alireza Beheshti[1], Mirjamaledin Pourpayghambar[2], Ardalan Mehrani[3]

Received: February 5, 2024 Accepted: April 8, 2024

Abstract

Millets have short growth cycle, and tolerant to drought and salt conditions, so they are good candidate to produce fodder in marginal lands. There are many millet landraces in the country. Development and extension of new varieties and farms or changing in cropping patterns result to extinct local landraces. This study was conducted to collect of millets landraces all over the country. Totally, 140 accessions were collected consisted of 85 accessions of common millet, and 55 accessions of foxtail from 15 provinces. Geographical altitude of the collection sites differed from 820 to 1970 m. Some millet germplasms collected from high salty lands. Statistically, Central tendency and dispersion statistics as well as correlation coefficients were calculated for 25 characteristics of the collection site and 10 seed traits. There were good levels of diversity for seed traits in 2 studied crops. Endosperm texture differed from completely waxy to completely starchy in the 2 species. Pearson correlation coefficients showed there was a positive significant correlation between geographical altitude and grain color ($p<0.01$, $r= 0.583$), in the fox tail millets. During this study the Iranian millet genetic resources increased to 90% of the first collection. Since there were high levels of genetic diversity for grain characters, it can be expected for other agro-morphological traits too, that makes the collection suitable for millet breeding.

Keywords: Collection; Common millet; Foxtail millet; Germplasm

How to cite this article

Abbasi, M.R, Amirabadizadeh, H., Nakhaei, A., Khakizadeh, G.R., Habibifar, S., Hamzehnejad, A., Lesani, S.N., Mahdipur, A.N., Alitabar, R.A., Kanani, R., Asadipour, M., Manouchehri, H., Azizi, Z., Karami, M.J., Rakhshanderou, M., Nadali, F., Ghasemi, A., Mokhtarpour, H., Mostafaei, H., Askari, A.H, Shahriari, A., Kazerani, N., Mirakhorli, A., Safari, S., Abbasi, M.K, Beheshti, A., Pourpayghambar, M. and Mehrani, A. 2024. Seed collection and evaluation of Iranian millets genetic resources. Iranian Journal of Seed Science and Research, 11(1): 1-14. (In Persian)**(Journal)**

DOI: 10.22124/jms.2024.8035

COPYRIGHTS

Copyrights for this article are retained by the author(s) with publishing rights granted to the Iranian Journal of Seed Science and Research

The content of this article is distributed under Iranian Journal of Seed Science and Research open access policy and the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY4.0) License. For more information, please visit http://jms.guilan.ac.ir/

1. Researchers and Faculty members, Horticarltural and Crop Departments, Research Centers of Agricultures and Natural Resources, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), in: Khorassan-e Razavi, West Azarbaijan, South Khorassan, Hamedan, Balouchestan, Kerman, Zanjan, Khorassan-e Razavi, Mazandaran, East Azarbaijan, Lorestan, Esfahan, Kohkelouyeh Va Boyerahmad, Fars, Fars, Shahroud, Sistan, Golestan, Ardabil, Hormozgan, Hormozgan, Bushehr, Kermanshah, Chahrmhal Va Bakhtiyari, Kordestan, Khorassan-e Razavi, Bushehr; Iran.
2. Researcher, Genetic National Center of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.
3. Research Assistant Professor, Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.

*Corresponding author: m.abbasi@areeo.ac.ir