

## ارزیابی مورفوتیپ‌های پیاز قرمز آذرشهر از نظر صفات زراعی

حسین مودب شبستری<sup>۱</sup>، سید علی موسوی‌زاده<sup>۲</sup> و حسین چراغی<sup>۱</sup>

### چکیده

این تحقیق به منظور شناسایی و ارزیابی صفات زراعی مورفوتیپ‌های توده بومی قرمز آذرشهر به مدت ۲ سال در شهرستان شبستر اجرا شد. شش مورفوتیپ از این توده شناسایی و بذرگیری جداگانه از آن‌ها در شرایط ایزوله انجام شد. بذر این مورفوتیپ‌ها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال بعد ارزیابی شد. صفات مورد مطالعه شامل عملکرد پیاز، قطر پیاز، درصد تک مرکزی، درصد ماده خشک، تعداد لایه خوردنی، تعداد پوسته و درصد پیازهای دوقلو بودند. تجزیه خوشه‌ای با استفاده از روش UPMGA، مورفوتیپ‌های تحت مطالعه را در سه گروه، گروه‌بندی کرد. گروه‌بندی بر اساس صفات زراعی انطباقی با گروه‌بندی جغرافیایی مورفوتیپ‌ها نداشت. نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که بین صفات مورد بررسی از نظر کلیه صفات به غیر از تعداد پوسته بیرونی اختلاف معنی‌داری وجود دارد که بیانگر تنوع موجود بین مورفوتیپ‌های پیاز قرمز آذرشهر است. با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق می‌توان گفت که توده بومی قرمز آذرشهر منبع بالقوه برای ژن‌های مفید بوده و می‌توان از آن در برنامه‌های اصلاحی استفاده نمود. با توجه به پایین بودن درصد ماده خشک در مورفوتیپ‌های مورد بررسی، توده بومی قرمز آذرشهر برای استفاده در صنایع فرآوری مناسب نبوده و مصرف تازه خوری دارد. همچنین همبستگی بین صفات نشان داد که می‌توان برای افزایش عملکرد نسبت به گزینش پیازهای با قطر بیشتر اقدام کرد.

واژه‌های کلیدی: پیاز، تنوع، توده بومی، مورفوتیپ

تاریخ دریافت مقاله: ۸۷/۱/۲۴ تاریخ پذیرش: ۸۸/۵/۲۳

۱- عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شبستر

۲- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی

## مقدمه و بررسی منابع

توده‌های بومی همواره به عنوان یک خزانة ژنی مهم در اصلاح گیاهان زراعی مورد توجه بوده‌اند. توده‌های بومی پیاز به‌خوبی به شرایط محلی سازگار بوده و ممکن است خصوصیات مفیدی مانند خاصیت انباری طولانی (۱۴) و تحمل به بیماری (۶) را داشته باشند. رومبا<sup>۱</sup> و همکاران (۱۹۹۶) توده‌های بومی جمع‌آوری شده از آفریقای غربی را از نظر تعداد برگ‌ها در شروع تشکیل پیاز، تاریخ تشکیل پیاز، دوره رسیدن، قطر پیاز، وزن تر پیاز و مقدار کربوهیدرات‌های محلول ارزیابی کردند و تنوع فنوتیپی زیادی را در داخل و بین توده‌های بومی مشاهده کردند. محمد علی<sup>۲</sup> (۱۹۹۴) تنوع ژنتیکی گسترده‌ای را برای تعداد زیادی از صفات در پیازهای سودان گزارش کرد. لی تیری دنیوکوان<sup>۳</sup> و همکاران (۱۹۹۷) با بررسی روابط ژنتیکی در ۴۱ ژنوتیپ پیاز و موسیرهای با تکثیر جنسی و غیر جنسی، تنوع زیادی را از نظر تعداد برگ، قطر پیاز، ارتفاع پیاز، وزن تر و خشک پیاز، قطر ساقه حقیقی، تعداد جوانه جانبی و تعداد روز از کاشت تا آغاز پیازدهی مشاهده کردند. در مطالعه بولتایی<sup>۴</sup> و همکاران (۱۹۹۶)، تعداد ۶۰ ژنوتیپ با استفاده از تجزیه خوشه‌ای بر پایه صفات ارتفاع گیاه، طول و قطر وسط برگ، ارتفاع و قطر پیاز، وزن پیاز هر بوته و عملکرد پیاز در چهار گروه متفاوت قرار گرفتند. در ایران نیز عظیمی و همکاران (۱۳۷۷) با بررسی تنوع ژنتیکی ۱۶ توده پیاز بومی کشور، از نظر تمام ویژگی‌های اندازه‌گیری شده به‌جز وزن خشک پیاز، تعداد پیازهای دوقلو و قطر پیاز، تنوع زیادی را مشاهده کردند. موسوی‌زاده و همکاران (۱۳۸۵) نیز با بررسی تنوع مورفولوژیکی و زراعی ۲۰ توده بومی پیاز ایران تنوع زیادی را در صفات مورد مطالعه گزارش کردند. دهمداری و همکاران (۱۳۸۰) هم با ارزیابی ویژگی‌های ظاهری، زراعی و گروه‌بندی برخی از ارقام پیاز بومی ایران از نظر برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی و زراعی تنوع زیادی را گزارش کردند.

در ایران انواع متفاوتی از توده‌های بومی پیاز کشت می‌شوند (۱۶) و توده بومی قرمز آذرشهر در استان آذربایجان شرقی رقم متداول منطقه است که می‌بایست تنوع موجود در آن از نظر

ویژگی‌های مورفولوژیکی و زراعی برای استفاده در برنامه‌های اصلاحی مورد تحقیق و مطالعه قرار گیرد، ولی تاکنون پژوهش‌های انجام شده در این مورد محدود بوده و پاسخگوی نیاز به‌نژادگران نمی‌باشد. لذا این پژوهش به منظور تعیین سطح تنوع برخی از صفات زراعی در بین مورفوتیپ‌های توده بومی قرمز آذرشهر به منظور استفاده در برنامه‌های اصلاحی انجام شده است.

## مواد و روش‌ها

در این تحقیق ۶ مورفوتیپ از مناطق مهم پیازکاری استان آذربایجان شرقی (سردرد، شبستر، خسروشهر و ایلخچی) شناسایی و از هر کدام ۳۰۰ پیاز با اندازه یکسان انتخاب و برای تولید بذر در کرت‌های جداگانه کاشته شدند. هر کرت شامل هشت ردیف به طول چهار متر با فاصله ردیف ۳۰ سانتی‌متر و فاصله بوته ۱۰ سانتی‌متر بود. از قفس‌های توری برای ایزوله کردن هر مورفوتیپ به هنگام ظهور ساقه‌های گل‌دهنده و از کندوی زنبور عسل برای انجام بهتر تلقیح استفاده شد. عملیات داشت بسته به فنولوژی نبات انجام شد. بذر تولید شده از هر مورفوتیپ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، در فروردین ماه سال ۱۳۸۳ در شهرستان شبستر کشت و مورد ارزیابی قرار گرفتند. هم‌زمان با عملیات آماده‌سازی زمین، مقدار ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل و کود سولفات پتاسیم با خاک مخلوط گردید و سپس کرت‌بندی انجام شد. هر واحد آزمایشی شامل شش ردیف به طول چهار متر با فاصله ردیف ۳۰ سانتی‌متر و فاصله دو بوته ۱۰-۸ سانتی‌متر بود. کود نیترات آمونیوم به میزان ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار بعد از سبز شدن به فواصل یک ماه داده شد. مبارزه با علف‌های هرز بسته به نیاز به صورت دستی انجام شد. به منظور مبارزه با آفت تریپس، از سموم اندوسولفان و دیازینون استفاده گردید.

از هر تکرار ۳۰ بوته از گیاهان رقابت‌کننده به صورت تصادفی انتخاب گردید و صفات عملکرد پیاز، قطر پیاز، درصد تک مرکزی، درصد ماده خشک، تعداد لایه خوردنی، تعداد پوسته و درصد پیازهای دوقلو اندازه‌گیری شدند.

تجزیه واریانس داده‌ها بر اساس مدل آماری طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ انجام شد. همبستگی بین صفات

1. Rouamba
2. Mohamedali
3. Le Thierry D'ennequin
4. Eultai

در صنایع فرآوری از پیازهایی با درصد ماده خشک بالاتر (بیشتر از ۲۰ درصد) استفاده می‌کنند (۱۱). دامنه تغییرات درصد ماده خشک از ۱۰/۷۱۳ درصد در مورفوتیپ ایلخچی تا ۱۲/۸۲۷ درصد در مورفوتیپ خسروشهر-۱ متغیر بود. بنابر این می‌توان گفت که مورفوتیپ‌های مورد بررسی در این مطالعه برای استفاده در صنایع فرآوری مناسب نبوده و مصرف تازه خوری دارند.

تعداد مرکز در مورفوتیپ خسروشهر-۲ به‌طور معنی‌داری کمتر از میانگین کل بود. با توجه به این‌که تک مرکزی بودن در پیاز صفت مطلوبی به‌شمار می‌رود، لذا برای اصلاح این صفت می‌توان از این مورفوتیپ استفاده کرد.

مورفوتیپ شبستر-۱ بیشترین تعداد لایه خوردنی را داشت. بقیه مورفوتیپ‌های پیاز از نظر تعداد لایه‌های خوردنی اختلاف معنی‌داری از هم نداشتند. بنابراین در اصلاح برای این صفت می‌توان از مورفوتیپ شبستر-۱ استفاده نمود.

درصد پیازهای دوقلو در مورفوتیپ‌های خسروشهر-۱ و شبستر-۲ به‌طور معنی‌داری کمتر از میانگین کل بود. بنابراین در اصلاح برای این صفت می‌توان از این مورفوتیپ‌ها استفاده نمود.

تجزیه خوشه‌ای به روش UPMGA با استفاده از فاصله اقلیدسی براساس میانگین استاندارد شده ۶ صفت، ۶ مورفوتیپ مورد بررسی را به سه گروه منتسب کرد (شکل ۱). برای اطمینان بیشتر از درستی نقطه برش دندروگرام و به منظور مقایسه میانگین گروه‌ها از نظر صفات اندازه‌گیری شده، برای کلیه گروه‌های ممکن تجزیه واریانس چند متغیره بر پایه طرح کاملاً تصادفی نامتعادل انجام شد به طوری‌که گروه‌ها به‌عنوان تیمار و ارقام داخل آن‌ها به‌عنوان تکرار منظور شدند. نتایج تجزیه، مبین بیشترین اختلاف معنی‌دار بین گروه‌ها در سطح احتمال یک درصد از نظر کلیه صفات در حالت سه گروهی بود که ضمن تأیید گروه‌بندی انجام شده، نشان‌دهنده تنوع زیاد میان گروه‌ها نسبت به تنوع درون گروهی بود. گروه‌بندی حاصل با الگوی تنوع جغرافیایی توده‌ها مطابقت نداشت و مورفوتیپ‌های مربوط به مناطق مختلف جغرافیایی در یک گروه قرار گرفتند. رومبا و همکاران (۲۰۰۱)، لی تیری دینکون و همکاران (۱۹۹۷) و موسوی‌زاده و همکاران (۱۳۸۵) نیز عدم تطابق را بین تنوع ژنوتیپی و تنوع جغرافیایی را در پیاز گزارش کردند.

مورد مطالعه نیز برآورد گردید. به‌منظور گروه‌بندی مورفوتیپ‌ها، تجزیه خوشه‌ای با استفاده از الگوریتم UPGMA<sup>۱</sup> و فاصله اقلیدسی بر اساس متغیرهای استاندارد شده انجام شد. تجزیه‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار MSTATC انجام گرفت.

## نتایج و بحث

تجزیه واریانس صفات در جدول ۱ درج شده است. اختلاف بین مورفوتیپ‌های مورد مقایسه از نظر کلیه صفات مورد مطالعه، به غیر از تعداد پوسته معنی‌دار بود. صفت درصد پیازهای دوقلو در سطح احتمال ۵ درصد و برای بقیه صفات در سطح احتمال ۱ درصد بود معنی‌دار گردید که نشان‌دهنده سطح بالای تنوع ژنتیکی برای صفات مورد بررسی در مورفوتیپ‌ها پیاز قرمز آذرشهر بود. جمعیت‌های پیاز درجه بالایی از هتروزیگوسی را داشتند که از طریق دگر باروری تداوم می‌یابد (۴). تنوع فنوتیپی قابل توجهی برای اندازه، شکل، مواد جامد محلول، تندی، میزان سولفور، رنگ پوست و لایه خوردنی، رسیدگی، قابلیت انبارداری و پیاز دهی در طول روزهای متفاوت گزارش شده است (۹، ۱۲ و ۱۳). همچنین محققین زیادی وجود تنوع ژنتیکی را در ژرم پلاسما‌های پیاز گزارش نموده‌اند (۱، ۲، ۳، ۵، ۷، ۹ و ۱۳).

نتایج مقایسه میانگین مورفوتیپ‌های پیاز قرمز آذرشهر در جدول ۲ آورده شده است. میانگین کل برای عملکرد پیاز ۴۶/۲۸ گرم در بوته و دامنه تغییرات آن از ۴۱ در مورفوتیپ خسروشهر-۲ تا ۶۲/۸۳۳ تن در مورفوتیپ ایلخچی متغیر بود. مورفوتیپ‌های خسروشهر-۱ و ایلخچی عملکرد معنی‌دار بیشتری از میانگین کل داشتند. بنابراین در اصلاح توده بومی قرمز آذرشهر می‌توان از این مورفوتیپ‌ها استفاده نمود.

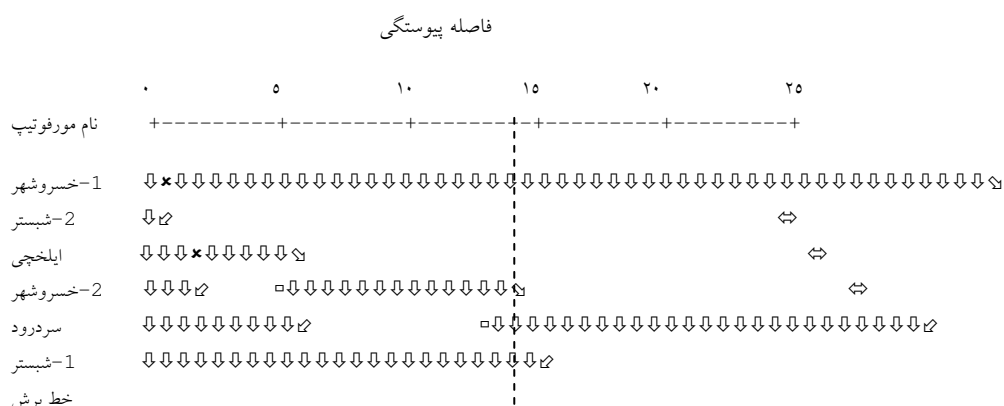
محصول پیاز بر اساس قطر درجه‌بندی می‌شود و پیازهای با قطر بیشتر ارزش اقتصادی بالاتری دارند. در این تحقیق مورفوتیپ‌های پرمحصول دارای قطر بیشتری بودند و همبستگی معنی‌داری بین عملکرد و قطر پیاز به دست آمد ( $r=0/90$ ). بنابراین، گزینش برای این صفت می‌تواند در افزایش عملکرد مؤثر باشد. رومبا و همکاران (۱۹۹۶) و موسوی‌زاده و همکاران (۱۳۸۵) نیز گزارش کردند که عملکرد تابعی از قطر پیاز است.

گروه سوم شامل مورفوتیپ‌های خسروشهر ۱- و شبستر-۲ بود. تنها ویژگی بارز این خوشه درصد پیاز دوقلوی کمتری از میانگین کل است. به منظور اصلاح این صفت می‌توان از مورفوتیپ‌های موجود در این خوشه استفاده کرد.

### نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصله از این پژوهش نشان داد که تنوع بالایی بین مورفوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر صفات مورد بررسی وجود داشت ولی گروه‌بندی بر اساس صفات مورفولوژیکی انطباقی با گروه‌بندی جغرافیایی مورفوتیپ‌های مورد بررسی نداشت. با توجه به پایین بودن درصد ماده خشک در مورفوتیپ‌های مورد بررسی، پیشنهاد می‌شود که از این مورفوتیپ‌ها در صنایع فرآوری استفاده نشود. همچنین برای افزایش عملکرد پیاز به گزینش پیازهای با قطر بیشتر اقدام شود.

برای تعیین خصوصیات هر گروه از نظر صفات مورد مطالعه، میانگین هر خوشه برای هر صفت و انحراف آن از میانگین کل صفت محاسبه شد (جدول ۳). گروه اول که تنها شامل مورفوتیپ شبستر-۱ بود، به‌طور معنی‌داری درصد ماده خشک، درصد پیاز دوقلو، تعداد لایه خوردنی بیشتری از میانگین کل داشت و از نظر عملکرد و تعداد مرکز پیاز به‌طور معنی‌دار پایین‌تر از میانگین کل قرار داشت. این مورفوتیپ می‌تواند در اصلاح برای تعداد لایه خوردنی مورد استفاده قرار گیرد. گروه دوم شامل سه مورفوتیپ سردرود، خسروشهر-۲ و ایلخچی بود. عملکرد، درصد پیاز دوقلو و قطر پیاز این مورفوتیپ‌ها به‌طور معنی‌داری بیشتر از میانگین کل بود، درحالی‌که درصد ماده خشک آن کمتر از میانگین کل بود. مورفوتیپ‌های این گروه برای تازه‌خوری مناسب هستند و از این مورفوتیپ‌ها می‌توان در اصلاح برای افزایش عملکرد استفاده نمود.



شکل ۱- نمودار درختی حاصل از روش UPMGA در مورفوتیپ‌های پیاز قرمز آذرشهر مورد بررسی

جدول ۱- جدول تجزیه واریانس صفات مورد بررسی پیاز

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		عملکرد	قطر پیاز	درصد ماده خشک	تعداد لایه خوردنی	تعداد مرکز	درصد پیازهای دو قلو	تعداد پیازهای دو قلو
تکرار	۲	۰/۸۹	۰/۰۷۳	۰/۰۸۵	۰/۹۷۶	۰/۱۶۵	۲۲/۹۳	۱/۱۹۴
مورفوتیپ	۵	۲۵۰/۰۲**	۰/۹۵۳**	۳/۳۷۹**	۶/۱۹۰**	۰/۸۴۲**	۲۷/۸۲*	۰/۷۶۰
خطای آزمایش	۱۰	۱۴/۳۶	۰/۰۵۸	۰/۰۴۸	۱/۰۸۰	۰/۰۹۹	۶/۴۳	۰/۵۰۱
ضربیب تغییرات (درصد)		۸/۱۷	۳/۵۳	۱/۸۲	۱۱/۰۳	۱۴/۳۹	۲۶/۷۶	۲۲/۳۴

\* و \*\*: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪.

جدول ۲- میانگین صفات مورد بررسی در ۳ مورفوتیپ پیاز

مورفوتیپ	عملکرد (تن در هکتار)	درصد ماده خشک	درصد پیازهای دو قلو	تعداد مرکز	تعداد لایه خوردنی	قطر پیاز (سانتی متر)
سردرد	۴۱/۵۳۳ c	۱۰/۷۳۳ c	۱۰/۰۶۷ a	۲/۷۱۰ a	۹/۱۸۷ b	۶/۷۰۷ bc
خسر و شهر ۱-	۵۰/۵۰۰ b	۱۲/۸۲۷ a	۳/۳۱۳ b	۲/۳۸۷ ab	۸/۹۳۳ b	۷/۳۹۰ a
ایلخچی	۶۲/۸۳۳ a	۱۰/۷۱۳ c	۷/۲۴۷ ab	۲/۶۶۷ a	۹/۰۴۳ b	۷/۵۳۷ a
خسر و شهر ۲-	۴۱/۰۰۰ c	۱۲/۰۶۷ b	۷/۵۷۰ ab	۱/۳۰۷ c	۹/۱۴۰ b	۶/۴۲۳ cd
شبستر ۱-	۴۴/۰۰۰ bc	۱۳/۰۷۰ a	۹/۹۷۳ a	۱/۹۰۰ b	۱۲/۲۶۳ a	۶/۹۱۳ b
شبستر ۲-	۳۷/۸۳۳ c	۱۲/۸۳۷ a	۳/۲۲۳ b	۲/۱۴۳ ab	۸/۱۰۷ b	۶/۰۶۳ d
میانگین کل	۴۶/۲۸	۱۱/۷۴۵	۶/۹	۲/۱۸۵	۹/۴۴۵	۶/۸۳۸
حداقل اختلاف معنی دار از میانگین کل	۴/۳۷	۰/۲۵	۲/۹۲	۰/۳۶۳	۱/۲	۰/۲۷۸

میانگین‌های دارای حروف غیر مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ دارند.

جدول ۳- میانگین، انحراف از میانگین کل و انحراف استاندارد

خوشه	مورفوتیپ	عملکرد	قطر پیاز	تعداد مرکز	درصد ماده خشک	تعداد لایه خوردنی	درصد پیازهای دوقلو
۱	شبستر ۱-	۴۴	۶/۹۱۳	۱/۹۰۰	۱۳/۰۷۰	۱۲/۲۶۳	۹/۹۷۳
	انحراف از میانگین کل	-۲/۲۸	۰/۰۷۵	-۰/۲۸۵	۱/۳۲۵	۲/۸۱۸	۳/۰۷۳
	$\bar{X} S$	۲/۱۹	۰/۱۳۹	۰/۱۸۱	۰/۱۲۶	۰/۶	۱/۴۶۴
۲	ایلخچی خسروشهر ۲-	۴۸/۴۵۵	۶/۸۸۹	۲/۲۲۸	۱۱/۱۷۱	۹/۱۲۳	۸/۲۹۴
	انحراف از میانگین کل	۲/۱۷۵	۰/۰۵۱	۰/۰۴۳	-۰/۵۷۴	-۰/۳۲۲	۱/۳۹۴
	$\bar{X} S$	۱/۲۶۳	۰/۰۸۰	۰/۱۰۴	۰/۰۷۳	۰/۳۴۶	۰/۸۴۵
۳	خسروشهر ۱- شبستر ۲-	۴۴/۱۶	۶/۷۲۹	۲/۲۶۵	۱۲/۷۸۲	۸/۵۲	۳/۲۷۲
	انحراف از میانگین کل	-۲/۱۲	-۰/۱۱۲	۱/۰۳۷	۰/۳	-۰/۹۲۵	-۳/۶۲۸
	$\bar{X} S$	۱/۵۴۷	۰/۰۹۸	۰/۰۸۹	۰/۲۳۸	۰/۴۲۴	۱/۰۳۵

## منابع

- دهداری، ا.، رضایی، ع. و مبلی، م. ۱۳۸۰. ارزیابی ویژگی‌های ظاهری، زراعی و گروه‌بندی برخی از ژنوتیپ‌های پیاز بومی ایران. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۵: ۱۲۳-۱۰۹.
- عظیمی، م.، مسیحا، س.، مقدم، م. و ولزاده، م. ۱۳۷۷. بررسی تنوع ژنتیکی پیازهای بومی ایران. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۳: ۲۶-۱۵.
- موسوی‌زاده، س. ع.، مقدم، م.، تورچی، م.، محمدی، س. ا. و مسیحا، س. ۱۳۸۵. تنوع مورفولوژیکی و زراعی توده‌های بومی پیاز ایران. مجله علوم کشاورزی ایران ۳۷-۲.
- Doweker, B. D. 1990. Onion breeding. In: Rabinowith, H. D., and Brewster, J. L. (eds.): Onions and allied crops, Vol. I. Bota Raton, CRC Press Inc, pp. 56-73.
- Eultai, L., Donghee, C., Byanysum, K., Byuonchoon, J., Jangjin, H., and Tim, J. T. 1996. Varietal classification by multivariate analysis in onion (*Allium cepa* L.). Journal of Korean Society of Horticultural Science 37: 37-41.
- Ferreira, P. V., and da Costa, C. P. 1983. Comportamento varietal de cebola (*Allium cepa* L.) do grupo ceroso em relacao a velocidade de reposicao de cera foliar. Revista Brasileira do Genetica 6: 709-717.
- Kuckuch, H., Kobabe, G., and Wenzel, G. 1991. Fundamentals of Plant Breeding. Springer-Verlag.
- Le Thierry D'ennequin, M., Panaud, O., Robert, T., and Ricroch, A. 1997. Assessment of genetic relationships among sexual and asexual forms of *Allium cepa* using morphological traits and RAPD markers. Heredity 78: 403-409.
- Mcferson, J. R., Walters, T. W., and Eckenrode, C. J. 1996. Variation in *Allium* spp. damage by onion maggot. Horticultural Science 31: 1219-1222.
- Mohamedali, G. H. 1994. Onion breeding prospects and achievements in the arid tropics of northern Sudan. Zoldse, Sikutato, Inte, Zet Bulletinje 26: 71-82.
- Pike, L. M. 1986. Onion breeding. In: Bassett, M. (ed.): Breeding vegetable crops. AVI Press, Westport, Conn. pp. 357-394.
- Randel, W. 1992. Onion germplasm interacts with sulfur fertility for plant sulfur utilization and bulb pungency. Euphytica 59: 151-156.
- Randel, W. 1992. Sulfur nutrition affects nonstructural water-soluble carbohydrates in onion germplasm. Horticultural Science 27: 52-55.
- Rouamba, A., Gbene, B. R. H., Dembele, D., Ricroch, A., and Currah, L. 2001. Agronomic and physiological evaluation of some regional populations of onion (*Allium cepa* L.) in field and storage trials in West Africa. Tropical Science 41: 78-84.
- Rouamba, A., Robert, T., Sarr, A., and Ricroch, A. 1996. A preliminary germplasm evaluation of onion landraces from West Africa. Genome 39: 1126-1132.
- Saffarian, A. 1994. Onion production and its constraints in Iran. Acta Horticulturae 358: 95-100.