بررسی مورفو- فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی برخی از اکوتیپ‌های گیاه *Allium sativum* L. در مناطق شمال و شمال غرب کشور

علی عمارلو[1*]، سیدکمال کاظمی تبار[2]، حمید نجفی زرینی[3]

[1] دانشجوی دکتری ژنتیک مولکولی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

[2] دانشیار گروه اصلاح نباتات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

[3] استادیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

تاریخ دریافت: ۹۳/۵/٤ تاریخ پذیرش: ۹۳/۹/۱۰

چکیده

در این تحقیق ۵۰ توده از گیاه سیر از استان‌های مهم سیرکاری ایران شامل زنجان، همدان، گیلان، مازندران و مشهد جمع آوری و پس از مقایسات اولیه خصوصیات ظاهری پیاز (قطر، رنگ و تعداد سیرچه‌ها در هر پیاز) تعداد ۲۰ توده متفاوت، غربال و در شرایط گلدانی در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار کشت گردید. در انتهای فصل رشد صفات مورفولوژیکی شامل ارتفاع بوته، تعداد برگ در بوته، وزن تازه پیاز، قطر پیاز، تعداد سیرچه در هر پیاز و وزن خشک مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. تاریخ گلدهی، تشکیل گل، نوع گل، تعداد سیرچه‌های هوایی، وزن تازه و وزن خشک آنها به همراه ساختمان گل نیز مورد ارزیابی قرار گرفت. میزان تندی در توده‌های مورد مطالعه با استفاده از سنجش محتوی پیرویک اسید (PA) به روش اسپکتروفتومتری، مورد مقایسه و سنجش قرار گرفت. آنالیز واریانس نشان داد که اثر ژنوتیپ در تمامی صفات مورد مطالعه از نظر آماری بطور معنی‌داری متفاوت بودند. عملکرد (وزن تر پیاز) همبستگی مثبتی با ارتفاع گیاه، قطر پیاز و ارتفاع پیاز سیر نشان داد. بین میزان تندی و وزن خشک کل، همبستگی مثبت و بالایی مشاهده گردید. تجزیه خوشه‌ای، ارقام مورد مطالعه را در ۳ گروه مختلف قرار داد که تطابق بسیار بالایی با مناطق جغرافیایی مورد کاشت نشان داد.

واژگان کلیدی: اکوتیپ، بررسی‌های مورفوفیزیولوژیکی، تندی، تنوع ژنتیکی، سیر.

*نویسنده مسئول: jmpbznu@yahoo.com

مقدمه

سیر (*Allium sativum* L.) از جنس *Allium* با بیش از ۷۵۰ گونه مختلف (Satavelikova, 2008) گیاهی هتروزیگوت (Satyesh, 1978) و دیپلوئید 2n=16 (McCollum,1986) می‌باشد. گیاه دارویی سیر یکی از قدیمی‌ترین محصولات کشاورزی است که قدمتی بیش از ۵۰۰۰ سال داشته و در اشکال مختلف غذایی، دارویی و ادویه کاربرد دارد. سیر در سطح وسیعی از جهان در مساحتی بیش از ۱/۲ میلیون هکتار با تولید سالانه ای در حدود ۱۶ میلیون تن مورد کشت و کار قرار می‌گیرد. این گیاه بعد از پیاز دومین جنس این خانواده با توزیع و گسترش جغرافیایی وسیع در سطح جهان و دومین گیاه پر مصرف از این خانواده است (Kamenetsky, 2007). کشورهای چین، هند و مصر از تولیدکنندگان بزرگ سیر دنیا می‌باشند. ایران با تولید یکصد هزارتن سیر در سال رتبه ۱۵ دنیا را دارد (Faostat, 2012). گونه آلیوم از جمله پیاز (*Allium cepa*) و سیر (*A. sativum* L.) دارای ترکیبات مختلفی از گوگرد بوده که فعالیت‌های بیولوژیکی برجسته‌ای از جمله اثر ضدسرطانی، ضدتوموری، ضدمیکروبی، ارتقاء سیستم ایمنی و محافظت از قلب و عروق داشته و نیز خواص آنتی اکسیدانی نشان داده است (Lawson,1996; Xiao and Parkin, 2002; Lee *et al.*, 2011; Mukherjee *et al.*, 2013).

تنوع ماده خام اصلاح نباتات و وجود آن برای بقا سیستم‌های بیولوژیکی بسیار حیاتی است. به منظور استفاده بهتر از تنوع زیستی در برنامه‌های اصلاحی، اطلاع از ماهیت و میزان تنوع در ژرم پلاسم از اهمیت خاصی برخوردار است. تداوم کشاورزی رایج به تدریج موجب کاهش تنوع گردیده است. از میان حدود ۳۰۰۰۰ گونه گیاهی خوراکی، تنها ۳۰ گونه در سبد غذایی بشر از اقلام خوراکی مهم به شمار می‌رود. علی‌رغم تاریخ طولانی آپومیکسی اجباری در سیر، کولتیوارهای آن تنوع بزرگی از تفاوت‌های مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی را نشان می‌دهند (Etoh and Simon, 2002; Ammarellou *et al.*, 2014).

در این تحقیق تنوع ژنتیکی اکوتیپ‌های مختلف سیر از استان‌های شمال و غرب کشور از سه جنبه مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی: تعداد ۵۰ اکوتیپ سیر کشور (پیاز کامل سیر) از استان‌های مهم سیرکاری شامل زنجان، همدان، گیلان، مازندران و مشهد در تابستان ۱۳۹۲ جمع‌آوری و با ثبت مشخصات محلی به کلکسیون گیاهان دارویی پژوهشکده فناوری‌های نوین زیستی دانشگاه زنجان منتقل گردید. پس از مقایسات اولیه ظاهری (رنگ پیاز، قطر پیاز و ارتفاع پیاز) ۲۰ توده تقریباً متفاوت، غربال و از هر توده یک کلون به تصادف انتخاب و پس از ورنالیزاسیون در دمای ٤- درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۸۰ درصد به‌مدت ۳۰ روز، در شرایط گلدانی در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار کشت گردید. خاک گلدان حاوی خاک مزرعه، ماسه و کود دامی پوسیده به‌ترتیب به نسبت ۱:۱:۲ بوده و تمامی عملیات زراعی مطابق با نیازهای اکولوژیکی سیر به‌طور یکسان برای همه گلدان‌ها اجرا گردید. در انتهای فصل رشد (زمانی که برگ‌های بوته‌ها شروع به زرد شدن می‌نمایند) صفات مورفولوژیکی شامل ارتفاع، تعداد برگ در بوته، وزن تازه پیاز، قطر پیاز، تعداد سیرچه در هر پیاز و وزن خشک مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. تاریخ گلدهی، تشکیل گل، نوع گل، تعداد سیرچه‌های هوایی، وزن تازه و وزن خشک سیرچه‌های هوایی و ساختمان گل

نیز مورد ارزیابی قرار گرفت. جهت سنجش میزان تندی از روش اسپکتروفتومتری و با استفاده از معرف DNPH (دی نیترو فنیل هیدرازین) در طول موج ۴۲۰ نانومتر استفاده گردیده و برای رسم منحنی استاندارد از سدیم پیروات جهت تهیه سری محلول استاندارد استفاده شد (Lin *et al*., 1995).

آنالیز آماری: داده‌های بدست آمده با استفاده از نرم‌افزار SPSS مورد آنالیز واریانس قرار گرفته و میانگین صفات مورد مطالعه با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن با سطح احتمال ۰/۰۱ مقایسه گردیدند. گروه‌بندی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه با روش Nearest neighbor انجام گردید. همچنین همبستگی بین صفات مورد مطالعه با کمک نرم‌افزار یاد شده و با استفاده از ضریب همبستگی Pearson تعیین گردید.

نتایج

خلاصه نتایج مربوط به تجزیه و تحلیل داده‌ها در جداول ۱، ۲ و ۳ آورده شده است. آنالیز واریانس نشان داد که اثر تیمار (ژنوتیپ) در تمامی صفات مورد مطالعه بسیار معنی‌دار است. مقایسه میانگین‌ها در مطالعات همبستگی نشان داد که وزن‌تر پیازها همبستگی مثبت و معنی‌داری با ارتفاع گیاه، قطر پیاز و ارتفاع پیاز دارد. لذا برنامه‌های اصلاحی سلکسیون بر مبنای این صفات باعث افزایش عملکرد خواهد شد. این نتیجه با یافته‌های سایر محققین هماهنگی و مطابقت دارد (Godhani and Singh, 2000; Dhar, 2002; Naruka and Dhaka, 2004; Dubey *et al*., 2010; Tsega *et al*., 2010). بین میزان تندی سیر (براساس میکرومول پیرویک اسید بر گرم بافت تازه پیاز سیر) و وزن خشک کل همبستگی مثبت و بالایی مشاهده گردید. در این تحقیق بین صفات تعداد برگ در بوته و وزن خشک کل و نیز مقدار تندی همبستگی مثبت بالایی بدست آمد. ارقام منتسب به استان گیلان با مقدار ۴۵ و ارقام طارم با ۷۴ میکرومول پیروات بر گرم بافت تازه سیر به‌ترتیب کمترین و بیشترین تندی را دارا بودند. از ۲۰ ژنوتیپ مورد مطالعه فقط ۸ ژنوتیپ تشکیل ساقه گلدهنده دادند که از این تعداد ۲ ژنوتیپ دارای گل آذین مرکب (ساقه گلدهنده دارای سیرچه‌های هوایی همراه با گلهای عقیم) و ۶ ژنوتیپ دارای ساقه هوایی بدون ساختار میوزی گل بودند که تشکیل سیرچه‌های هوایی در ۵۰ درصد آنها در محل طوقه و مابقی در انتهای ساقه مشاهده گردید (شکل ۲ و ۳). این سیرچه‌های متوسط (حدود ۱ گرم وزن) از نظر اندازه به‌صورت مجتمع در تعداد ۳ تا ۵ تایی مشاهده گردیدند. گل‌های سیر از نوع کلیستوگام دارای ۶ پرچم و یک مادگی تحلیل یافته بودند. از نظر تنوع در گلدهی ۴ گروه قابل تفکیک بودند. ۱) فاقد ساقه زایشی، ۲) ساقه زایشی مرکب (گل‌های عقیم توام با سیرچه‌های هوایی کوچک)، ۳) ساقه زایشی دارای سیرچه‌های هوایی مجتمع و ۴) فاقد ساقه زایشی و تولید سیرچه‌های هوایی در محل طوقه.

جدول ۱. تجزیه واریانس ژنوتیپ‌های مورد مطالعه

منابع تغییرات	d.f.	M.S							
		X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
بلوک	۲	۰/۱۶	۱/۴**	۱/۰۳	۰/۰۹	۰/۲	۰/۵۴**	۱/۵۱**	۰/۲
ژنوتیپ	۱۹	۶,۵**	۶۳۹/۳**	۵۷۷,۷**	۴/۰۷**	۱,۴۲**	۸/۷**	۲۴۴/۸**	۲۸۳**
خطا	۳۸	۰/۰۳	۰/۱۱	۰/۱۵	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۰۱

شکل ۱. بخشی از کولتیوارهای کشت شده در گلدان ۳ ماه پس از کشت (راست) و سیرهای برداشت شده (چپ) در پایان فصل

جدول ۲. مقایسه صفات مورفولوژیکی برای ۲۰ ژنوتیپ مورد مطالعه

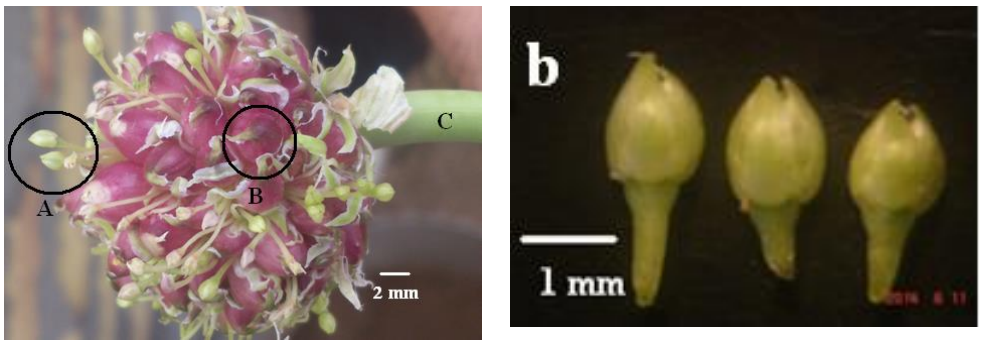
ردیف	اکوتیپ	تعداد برگ در گیاه X1	ارتفاع گیاه (cm) X2	وزن تر پیاز (گرم) X3	قطر پیاز (cm) X4	ارتفاع پیاز X5	تعداد سیرچه X6	وزن‌خشک درصد X7	میزان تندی µm/g(PA) بافت تازه X8
۱	طارمd۱	۱۰f	۷۰h	۶۰h	۵/۵cd	۴,۵cd	۱۰g	۴۲/۲i	۷۰q
۲	طارمd۲	۱۰/۲f	۷۱/۵l	۶۵i	۵c	۴,۳cd	۱۱h	۳۸g	۷۲y
۳	طارمe۳	۱۰/۸h	۷۱kl	۶۵i	۵/۳c	۵gh	۹f	۴۱i	۷۱x
۴	طارمf۴	۱۱c	۷۰/۸kh	۶۲h	۵c	۴,۲c	۱۲i	۴۲jh	۷۳/۶
۵	طارمe۵	۱۰/۵g	۷۲m	۶۰g	۶f	۵gh	۱۱h	۴۰g	۷۴z
۶	همدانf۱	۱۱i	۶۱f	۵۳e	۶/۲f	۵gh	۹f	۳۵f	۶۸p
۷	همدانf۲	۱۱/۳jk	۶۱/۶f	۵۰c	۶f	۵gh	۹f	۳۵f	۶۶0
۸	همدانh۳	۱۱/۵jk	۶۰d	۵۲d	۵/۵e	۴,۲cd	۸cd	۳۰d	۶۵n
۹	همدانh۴	۱۱/۸l	۶۳g	۵۰c	۵/۴c	۴c	۸e	۳۳e	۶۰l
۱۰	همدانf۵	۱۱j	۶۰d	۵۵f	۵c	۴c	۸cd	۳۵f	۶۲m
۱۱	قائمشهرb۱	۸c	۸۰n	۷۷k	۷gh	۴c	۶a	۲۵c	۵۰d
۱۲	قائمشهرb۲	۸/۸d	۸۲d	۷۵k	۷/۱g	۴,۸fg	۷b	۲۵c	۵۰/۵f
۱۳	قائمشهرb۳	۸/۵	۸۱o	۸۰l	۷gh	۵gh	۶a	۲۳b	۵۱g
۱۴	گیلانa۱	۷/۱	۹۵r	۸۲n	۷/۵gh	۵,۲h	۱۱h	۲۰ab	۴۸c
۱۵	گیلانa۲	۷/۴b	۹۴q	۸۱m	۸i	۵fgh	۱۱h	۲۱b	۴۵a
۱۶	گیلانa۳	۷a	۹۵/۲r	۸۰/۵m	۷/۶gh	۴,۶de	۱۰g	۲۰a	۵۴,۴b
۱۷	مشهدc۱	۹e	۵۰ab	۴۵b	۴/۱ab	۳,۸b	۸cd	۴۲g	۵۶,۳i
۱۸	مشهدc۲	۹/۲e	۵۲d	۴۲a	۴a	۳,۵ab	۷b	۴۴h	۵۶/۴h
۱۹	مشهدc۳	۹e	۵۱/۳b	۴۵b	۴/۳b	۳,۲a	۸cd	۴۵h	۵۶/۳k
۲۰	مشهدc۴	۹e	۵۰a	۴۵b	۴cd	۳a	۸c	۴۵h	۵۶j

جدول ۳. ضرایب همبستگی فنوتیپی بین ۸ صفت مورد مطالعه در ۲۰ ژنوتیپ سیر

صفت	تعدادبرگ در گیاه	ارتفاع گیاه	وزن تازه پیاز	قطر پیاز	ارتفاع پیاز	تعدادسیرچه در پیاز	وزن خشک درصد	میزان تندی
تعداد برگ در گیاه	۱	-۰/۵۸**	-۰/۸**	-۰/۵*	-۰/۰٤۸	-۰/۰٤۸	۰/ ۲۲	۰/۸۳**
ارتفاع گیاه	-	۱	۰/۵۳*	۰/٦۱**	۰/٦۸**	۰/۳٤	-۰/۷۲**	-۰/۳
وزن تازه پیاز	-	-	۱	۰/٤۸*	۰/۰۳	۰/۱٦	-۰/۲۲	-۰/٦۹**
قطر پیاز	-	-	-	۱	۰/٤۱	۰/۱۲	-۰/۵۷**	-۰/۵٦*
ارتفاع پیاز	-	-	-	-	۱	۰/۳٦	-۰/٦۱**	۰/۱۳
تعدادسیرچه در پیاز	-	-	-	-	-	۱	۰/۰۷	۰/٤
وزن خشک کل	-	-	-	-	-	-	۱	۰/۳

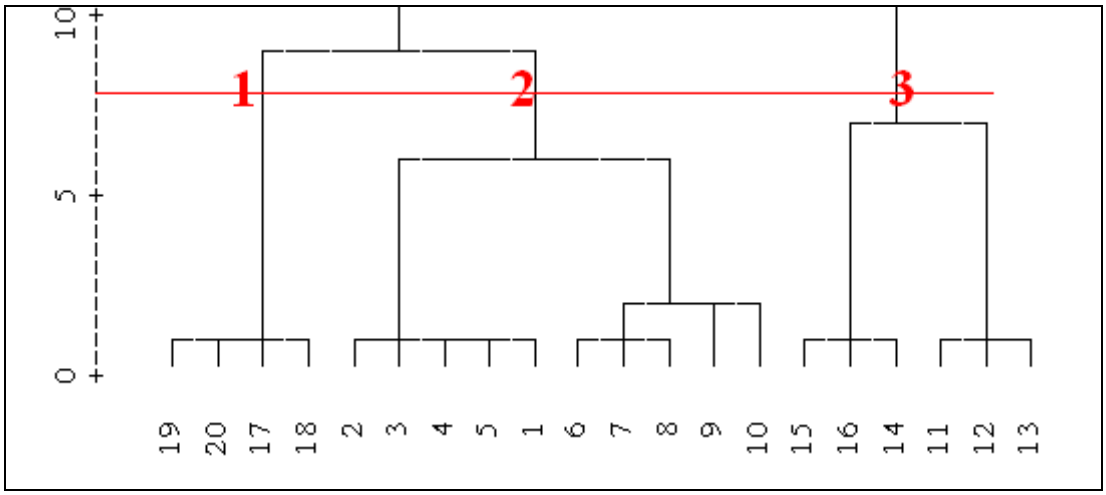
** و * همبستگی در سطح ۱ و ۵ درصد معنی‌دار می‌باشد.

شکل ۲. تشکیل سیرچه‌های هوایی در طوقه (a) و انتهای ساقه (b, c) برخی از کولتیوارهای مورد مطالعه.



شکل ۳. ساقه گلدهنده I دارای سیرچه‌های هوایی (B) همراه با گل‌های عقیم (A) و ساختمان گل در سیر (b).

میزان تندی از ٤۵ تا ۷٤ میکرومول بر گرم بافت تازه سیر متغیر بود که در این میان بیشترین مقدار تندی در ارقام استان زنجان (طارم ۵) و کمترین آن در ارقام استان گیلان (گیلان ۲) مشاهده گردید. تجزیه خوشه‌ای ارقام مورد مطالعه را در ۳ گروه مختلف قرار داد که تطابق بسیار بالایی با مناطق جغرافیایی مورد کاشت نشان داد (شکل ٤).



شکل ٤. دندروگرام حاصل از تجزیه کلاستر برای ۸ صفت مورد مطالعه در ۲۰ ژنوتیپ سیر کشور

بحث

تست چشایی تندی در سیر و پیاز با توجه به خطای زبانی و اثر افزایشی طعم‌های متوالی (PlateniuS and Knott, 1941) قطعاً غیر قابل اعتماد و تمایز است. لذا آنالیز ترکیبات یا مشتقات بیوشیمیایی مرتبط، از روش‌های موثر ارزیابی تندی خواهد بود. بر طبق تحقیقات انجام شده تندی سیر حاصل عمل هیدرولیز آنزیم آلیناز بر روی آلین در زمان له شدن به بافت سیر می‌باشد (Lawson,1996; Xiao and Parkin, 2002; Lee *et al.*, 2011; Mukherjee *et al.*, 2013). در اثر تخریب دیواره‌های سلولی سیرچه‌ها، آنزیم واکوئلی آلیناز، سریعاً سولفوکسیدهای موجود در سیتوزول را به سولفونیک اسیدها تجزیه می‌کند. از تراکم فوری این سولفونیک اسیدها، آلکیل آلکان تیوسولفینات‌ها که مسئول رایحه در سیرند حاصل می‌گردد. این ترکیبات ناپایدار بوده و در مورد سیر، ترکیبات ناپایدار حاصل از ترکیب سولفنیک اسیدها، آلیسین نام دارد. نیمه عمر آلیسین در سیر له شده در دمای ۲۳ درجه سانتی‌گراد، ۵۰ ساعت (معادل ۲/۵ روز) است. تشکیل تیوسولفینات بسیار سریع بوده و در عرض ۱۰ تا ٦۰ ثانیه بعد از خرد شدن سیر کامل می‌گردد. آلیسین در شرایط آزمایشگاهی تجزیه شده و تشکیل ترکیبات گوگردی محلول در چربی شامل دی آلیل تری سولفید (DATS)، دی آلیل دی سولفید (DADS) و دی آلیل سولفید (DAS) نموده و یا در حضور روغن یا حلال‌های آلی، آجوئن Ajoen و وینیل دی تئین‌ها Vinyldithiins را تولید می‌نماید. هرچند سابقه گزارش آلیسین، آنزیم آلیناز و واکنش تشکیل تیوسولفینات‌ها به سال ۱۹٤٤ بر می‌گردد اما همچنان جای روشی ساده و حساس برای تعیین مقدار تیوسولفینات در تیره آلیوم‌ها خالی است. با اینکه تندی پیاز و سیر مستقیما به میزان ترکیبات سولفوکسیدی که در واکنش مربوطه شرکت می‌کنند وابسته است اما بخاطر ناپایداری این ترکیبات، گزینه مناسبی برای آنالیز تندی نیستند. همین مشکل برای آمونیوم که به‌صورت ترکیب اندوژنز (داخلی) وجود داشته نیز صادق است و لذا بیان دقیقی از تندی را ارائه نخواهد کرد. تنها ترکیب مدل و گویایی که می‌تواند بیانگر میزان تندی باشد مقدار پیرویک اسید است که معیار خوبی از عمل آلیناز بر روی پیش ماده‌های رایحه ساز بوده و نشان داده شده است که همبستگی خوبی با تندی دارد. هرچند در برخی منابع از وجود اندکی پیروات اندوجنوز (داخل بافتی) در سیر نام برده شده و اصلاحاتی برای تصحیح مقدار

پیروات تولیدی آنزیمی اعمال شده، اما بررسی منابع موجود حاکی از اقبال عمومی محققین در استفاده از این روش برای استفاده در تحقیقات تندی سیر می‌باشد (Olech and Zaborska, 2012). با توجه به مستندات علمی موجود، از این روش برای سنجش و غربال کولتیوارهای مورد مطالعه استفاده گردید. همانگونه که در گروه‌بندی درختی (شکل ٤) مشاهده می‌گردد، گروه ١ از اکوتیپ‌های مورد مطالعه شامل ٤ ژنوتیپ مشهد، گروه ٢ شامل ١٠ ژنوتیپ از مناطق طارم و همدان و گروه ٣ شامل ٦ ژنوتیپ از مناطق شمالی کشور (استان‌های گیلان و مازندران) می‌باشد. وجود تبادل سیر بذری جهت کشت در ٢ استان همدان و زنجان که رتبه‌های اول تولید سیر کشور را دارند، تشابهات مورفولوژیکی این ارقام را توجیه می‌نماید. تکثیر از طریق رویشی و تهیه پیازهای مادری جهت کشت از مزارع داخل استانی و در مواردی از استان‌های همسایه تفاوت و تنوع ژنتیکی این کولتیوارها را در داخل هر گروه به حداقل می‌رساند. این نتایج با گزارشات پژوهشی اخیرسایر محققین داخلی (Fakhrfeshani and Shahriarei, 2013; Yaghoobi and Malekzadeh-Shafaroudi, 2013) مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری نهایی

با توجه به اینکه هیچ بذر یا پیاز شناسنامه داری در کشور در خصوص سیر وجود ندارد و کشاورزان بدون اطلاع از عملکرد کمی و کیفی بذور اقدام به کشت پیازهای در دسترس می‌نمایند. لذا پیمایش و غربال تفاوت‌های زراعی و مورفو فیزیولوژیکی توده‌های سیر کشور بسیار ضروری می‌نماید. امر خطیری که در سطح محدود این تحقیق در تحقق آن کوشیده است. به نظر می‌رسد سلایق سلکسیون منطقه‌ای در استان‌های سیر کار کشور و نیز انتخاب طبیعی دراز مدت و جهش‌های ژنی ایجاد شده بر روی اکوتیپ‌های مورد مطالعه و سازگاری‌های اپی‌ژنتیکی اقلیمی توانسته است اثرات موثر خود را بر صفات مورد بررسی بر جای بگذارد. بر اساس نتایج این تحقیق با توجه به همبستگی مثبت مشاهده شده بین صفات ارتفاع گیاه، قطر پیاز و ارتفاع پیاز سیر با عملکرد، انتخاب مزرعه‌ای بر اساس صفات یاد شده می‌تواند در پیشبرد برنامه‌های اصلاحی سیر و افزایش کمی و کیفی عملکرد سیر در کشور موثر باشد.

منابع

1. Ammarellou, A., Kazemitabar, K., and Najafei Zarreini, H. 2014. Effects of genetic and environmental conditions on bulbing quality of 38 Iranian garlic (*Allium sativum* L.) cultivars. 3th National Congress on Medicinal Plants. Mashhad, Iran. P: 331.
2. Dhar, S. 2002. Genetic variability and character association in garlic. Prog. Hort. 34: 88-91.
3. Dubey, B.K., Singh, R.K. and Bhonde, S.R. 2010. Vari- ability and selection parameters for yield and yield contributing traits in garlic (*Allium sativum* L.). Indian J. Agric. Sci. 80: 737-741.
4. Etoh, T., and Simon, P.W. 2002. Diversity, Fertility and Seed Production of Garlic. In: *Allium Crop Sciences: Recent Advances*, Rabinowitch, H.D., & Currah, L., Eds., pp. 101-117.
5. Fakhrfeshani, M., and Shahriarei, F. 2013. Evaluation of genetic diversity and geographic dispersion of some Iranian garlics using of ISSR and M13 markers. Journal of Agroecology, 5(1):75-84.
6. Faostat, 2012. data. http://apps.fao.org/default.htm
7. Godhani P.V., and Singh, S.P. 2000. Genetic variabil- ity, correlation and path coefficient studies in garlic (*Allium sativum* L.). National Horticultural Research and Development Foundation, Nashik. p:95-98.
8. Kamenetsky, R. 2007. Garlic: Botany and Horticulture. In: J. Janick, (Ed.) Horticultural Reviews, John Wiley & Sons. Inc. 33:123–172.
9. Lawson, L.D. 1996. The Composition and Chemistry of Garlic Cloves and Processed Garlic. Koch, H.P., & Lawson, L.D., Eds., pp: 37-107.

10. Lee, S., Kim, J.N., Choung, D.H., and Lee, H.K. 2011. Facile Synthesis of *trans*-S-1-Propenyl-L-Cysteine Sulfoxide (Isoalliin) in Onions (*Allium cepa*). Bull. Korean Chem. Soc. 32.1.319-320.
11. Lin, M., Watson, J.F., and Baggett, J.R. 1995. Inheritance of soluble solids and pyruvic acid content of bulb onions. J. Am. Soc. Hort. Sci. 120:119–122.
12. McCollum, G.D. 1987. Onion and allies. In N.W. Simmonds (Eds.), Evolution of Crop Plants, pp. 186-190.
13. Mukherjee, A., Sikder, B., Ghosh. B., Banerjee, A., Ghosh, E., Bhattacharya, M., and Roy, S.C. 2013. RAPD and ISSR analysis of some economically important species, varieties, and cultivars of the genus Allium (Alliaceae). Turkish Journal of Botany, 37: 605-618.
14. Naruka, I.S., and Dhaka, R.S. 2004. Correlation stud-ies in garlic (*Allium sativum* L.). Prog. Hort. 36: 128-131.
15. Olech, Z., and Zaborska, W. 2012. A Spectrophotometric Assay for Total Garlic Thiosulfinates Content. Kinetic Aspects of Reaction with Chromogenic Thiols. (Research Report, 62: 23–29).
16. Platenius, H., and Knott, J.E. 1941. Factors affecting onion pungency. J. Agri. Res. 62:371–380.
17. Tesga, K., Tiwari, A., and Woldetsadik, K. 2010. Ge-netic variability, correlation and path coefficient among bulb yield and yield traits in Ethiopian garlic germplasm. Indian J. Hort. 67: 489-499.
18. Xiao, H., and Parkin, K.L. 2002. Antioxidant functions of selected *Allium* thiosulfinates and *S*-alk (en) yl-L-cysteine sulfoxides. J. Agric. Food Chem. 50:2488-2493.
19. Yaghoobi E., and Malekzadeh-Shafaroudi, S. 2013. Genetic variation of Iranian ecotypes of Garlic (*Allium* sp.) using karyotype analysis. Modern Genetics, 4: 411-422.