

تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های کاهوی ایرانی بر اساس صفات مورفولوژیک

Genetic Variation of Iranian Lettuce Genotypes Based on Morphological Traits

سید حسن موسوی^۱، محمدرضا حسندخت^۲، رجب چوکان^۳، نیازعلی سپهوند^۴ و
محمود خسرو شاهلی^۵

۱، ۳ و ۴- به ترتیب محقق، دانشیار و استادیار، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج
۲- دانشیار، گروه باغبانی و گیاهپزشکی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج
۵- استاد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، گروه بیوتکنولوژی، تهران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۰/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۴/۲۹

چکیده

موسوی، س. ح.، حسندخت، م. ر.، چوکان، ر.، سپهوند، ن. ع. و خسرو شاهلی، م. ۱۳۹۲. تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های کاهوی ایرانی بر اساس صفات مورفولوژیک. مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۲۹: ۱۲۱-۱۰۳.

کاهو یکی از سبزیجات مهم برگی و سالادی دنیا و ایران به شمار می‌رود. شناسایی پتانسیل ژنتیکی ژرم پلاسما کاهو در ایران و استفاده از آن در برنامه‌های به‌نژادی از اهداف مهم به شمار می‌رود. بررسی و ارزیابی تنوع ژنتیکی ۴۲ ژرم پلاسما کاهوی استان‌های مختلف کشور در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج در سال ۱۳۸۹ انجام شد. هر ژنوتیپ بر روی یک پشته ۳ متری کاشته شد. در این مطالعه ویژگی‌های مهم مورفولوژیک و فیزیولوژیک بر اساس دیسکریپتور IPGRI اندازه‌گیری و یادداشت‌برداری شد. نتایج آزمایش تنوع بالایی را در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه نشان داد. در این بررسی سه تیپ برگی، ساقه‌ای و رومن در کاهوهای کشور شناسایی شد. عملکرد ژنوتیپ‌ها از ۴۹۲/۲۳ تا ۱۱۹۶ گرم در بوته متغیر بود. بین عملکرد بوته با طول برگ، عرض برگ، تعداد برگ و طول ساقه و همچنین بین طول دوره رشد تا شروع بولتینگ و گلدهی، همبستگی مثبت و معنی‌داری دیده شد. ژنوتیپ قمی و لاین‌های شماره ۱۵ و ۲۵ مازندران نسبت به بولتینگ حساس تشخیص داده شدند. تجزیه کلاستر، ژنوتیپ‌ها را در سه گروه قرار داد. در تجزیه به عامل صفات، هفده متغیر بررسی شده به شش عامل و با واریانس نسبی تجمعی ۷۱/۷۸ درصد کاهش یافت. با توجه به نتایج به دست آمده، از ژنوتیپ‌های با ارزش و دارای خصوصیات مطلوب مانند عملکرد بالا و مقاومت به بولتینگ می‌توان در برنامه‌های به‌نژادی بعدی برای بهبود صفات استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: کاهو، ژنوتیپ‌ها، تنوع ژنتیکی، صفات مورفولوژیک.

مقدمه

(*L. serriola*) است (DeVries, 1997). این جنس دارای بیش از ۱۰۰ گونه و از نظر مورفولوژی دارای شش تیپ است. تیپ‌های مختلف کاهو، Crisphead (Iceberg), Romaine (cos), Butterhead, Leaf (cutting), و Oilseed Stem (Asparagus) هستند (Boukema et al., 1990; Mikel, 2007). آمریکای شمالی و مرکزی، اروپا، چین، اسپانیا، ایتالیا، هند و ژاپن از مهم‌ترین مراکز تولید کاهو در دنیا به شمار می‌روند (Lebeda, 2008). بر اساس مطالعات لیدا و همکاران (Lebeda et al., 2004) تعداد گونه‌های مختلف کاهو (*Lactuca spp.*) در دنیا ۹۸ گونه است که ۱۷ گونه اروپایی، ۱۵ گونه آفریقایی، ۱۲ گونه آمریکایی، ۳ گونه از استرالیا و ۵۱ گونه آسیایی هستند. از ۵۱ گونه آسیایی بیشترین تنوع گونه‌ای کاهو در ایران با ۱۵، هند با ۱۸ و پاکستان با ۲۳ گونه وجود دارد. مطالعات مک گوئیر و همکاران (McGuire et al., 1993) نشان داد که در تیپ‌های مختلف *L. sativa* خود باروری آن‌ها بسیار مشابه *L. serriola* است. همچنین از نظر سازگاری جنسی، گونه‌های *L. aculeata* و *L. dregeana* با *L. serriola* مشابهت بالایی دارند، در حالی که این مشابهت بین *L. serriola* و *L. saligna* اندک است.

طی دو دهه اخیر تولید جهانی کاهو افزایش چشمگیری داشته است. توسعه منابع ژنی، تولید ارقام متحمل به انواع تنش‌های زیستی و غیر

ارزیابی تنوع ژنتیکی در گیاهان برای برنامه‌های اصلاح نباتات و حفاظت از ذخایر توارثی کاربرد حیاتی دارد (Bagheri et al., 1996). اهمیت تنوع ژنتیکی در اصلاح گیاهان در مطالعات بسیاری گزارش شده است (Rezaii and Frey, 1988). آگاهی از تنوع ژنتیکی در گونه‌های گیاهی برای انتخاب والدین مناسب در دورگ‌گیری‌ها و تولید نتاج مناسب اهمیت دارد (Singh, 2003; Mohammadi and Prasanna, 2003). یکی از سبزیجات مهم برگی و سالادی است که عمدتاً برای مصارف تازه‌خوری و سالادی استفاده می‌شود. گرچه برخی از تیپ‌های آن به صورت پخته هم قابل استفاده هستند (Lebeda et al., 2007; Rubatzky and Yamaguchi, 1997). سابقه کشت و کار آن به ۴ هزار سال قبل بر می‌گردد (Hancock, 2004). کاهو با نام علمی (*Lactuca sativa* L.) از تیره (Asteraceae) و زیر تیره شیکوریده (Chicorideae)، گیاهی یک‌ساله، دو لپه‌ای، خودگشن و $2n=2x=18$ است (Funk et al., 2005; Judd et al., 1999). این گیاه با داشتن حدود ۱/۷ میلیون هکتار سطح زیر کشت در جهان یکی از سبزیجات مهم به شمار می‌رود (Anonymous, 2010). مرکز اصلی و مبدأ اولیه کاهو در نواحی مدیترانه و جنوب غرب آسیا است. منشأ کاهو از کاهوی وحشی

زمستانه، تابستانه و بهاره مورد ارزیابی قرار داده و ارقام مناسب و متحمل در برابر سرما و بیماری‌ها را معرفی کردند. گونگ (Gong, 1998) ارقام مختلف کاهو را در دمای بالا بررسی کرد، وی دو رقم ۹۵۴۷ و ۹۵۴۲ را با رشد و عملکرد مطلوب برای کشت‌های تابستانه معرفی کرد. ژائو و همکاران (Zhao *et al.*, 2000) ارقام کاهو را در تاریخ کشت‌های مختلف در کشت پاییزه مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که تیپ‌های مختلف کاهو به تاریخ‌های مختلف کشت عکس‌العمل‌های متفاوتی نشان می‌دهند. به منظور دستیابی به یک استاندارد بین‌المللی جهت بررسی صفات مورفولوژیک کاهو دیسکرپتور جامعی ارائه شد که تمامی ویژگی‌ها و صفات بذر، نشاء، برگ، هد، ساقه، گلدهی، مقاومت به تنش‌های زیستی و غیر زیستی در آن تشریح شده است (Kristkova *et al.*, 2008). امروزه ارزیابی مورفولوژیک منابع ژنتیکی در مزرعه، تکنیکی معمول در احیا و طبقه‌بندی کلکسیون‌های منابع ژنتیکی به حساب می‌آید. حسن این روش این است که صفات مستقیماً برای شناسایی و انتخاب ژن‌ها یا ژنوم‌های مطلوب مورد استفاده قرار می‌گیرند (Morrison, 1990). از آنجائی که روش‌های آماری چند متغیره به طور هم‌زمان چندین داده‌های اندازه‌گیری شده را مد نظر قرار می‌دهند، در تجزیه و تحلیل تنوع ژنتیکی بر پایه داده‌های مورفولوژیک، بیوشیمیایی و مولکولی کاربرد وسیعی دارند.

زیستی، ارزش تغذیه‌ای و اهمیت فعالیت آنتی‌اکسیدانی کاهو از عمده‌ترین دلایل افزایش سطح زیر کشت این محصول در دنیا به شمار می‌رود (Mou, 2008)؛ (DeVries, 1997). چنگ و همکاران (Cheng *et al.*, 2000) اثر تاریخ کاشت را بر ارقام کاهو در پاییز بررسی کردند که نتایج نشان داد پیچش هد تا حد زیادی با تاریخ کاشت و ارقام در ارتباط است و ارقام گرد و پهن نسبت به پیچش مقاوم در حالی که ارقام برگ بلند نسبت به پیچش پاسخ مناسب‌تری می‌دهند. دومان و همکاران (Duman *et al.*, 1995) در توصیف ارقام مختلف کاهو، تنوع رنگ دانه را به سفید، قهوه‌ای و سیاه طبقه‌بندی کردند. آن همچنین خالص‌سازی و انتخاب در کاهو را در سه مرحله ۱- گیاه جوان در مرحله ۴ تا ۶ برگی ۲- گیاه بالغ در مرحله بستن پیچ ۳- بعد از شروع مرحله بولتینگ الزامی دانستند. دامجانویچ و همکاران (Damjanovic *et al.*, 1997) توانایی زمستان‌گذرانی و کیفیت ارقام مختلف کاهو را مورد بررسی قرار دادند و با توجه به نیاز ارقام مناسب برای کشت مزرعه و گلخانه، به ارقام برتری با همین اهداف دست یافتند. آن‌ها ارقام Reval و R63 را برای کاشت در مزرعه و ارقام LR67 و DUA را برای کشت‌های گلخانه توصیه کردند. زانی و همکاران (Zani *et al.*, 1998) در مطالعات خود بیش از ۸۴ رقم کاهو با انواع متنوع را جهت کشت

متخصصین اصلاح نباتات ارقام مختلف را به منظور پی بردن به فاصله ژنتیکی بین آن‌ها و استفاده از تنوع موجود در آن‌ها در برنامه‌های تلاقی دسته‌بندی می‌کنند. استفاده از روش‌های تجزیه و تحلیل روابط ژنتیکی موجود بین مواد اصلاحی امری الزامی است (Farahani and Arzani, 2008). با توجه به شرایط زیست محیطی متنوع ایران، به نظر می‌رسد بین ژنوتیپ‌های مختلف کاهوی ایران، تنوع زیادی وجود داشته باشد. در این پژوهش سعی بر آن بود تا تنوع بین ژنوتیپ‌ها با توجه به ویژگی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک بررسی و ژنوتیپ‌هایی که از نظر ویژگی‌های تجاری ارزشمند و اهمیت بیشتری دارند شناسایی و در برنامه‌های به‌نژادی استفاده شوند. همچنین همبستگی بین ویژگی‌های مختلف تعیین و ارتباط بین الگوی تنوع و پراکنش جغرافیایی تبیین و ویژگی‌های وابسته به شاخص‌های تجاری ژنوتیپ‌ها مشخص شود.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش ۴۲ ژنوتیپ از کاهوهای بومی ایران که از مراکز مختلف تحقیقاتی کشور جمع‌آوری شدند مورد بررسی قرار گرفتند. ژنوتیپ‌ها در اسفند ماه ۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج (۱۰°/۵۱° شرقی، ۴۸°/۳۵° شمالی و ارتفاع ۱۳۲۱ متر از سطح دریا) کاشته شدند. آزمایش به صورت طرح بلوک کامل تصادفی با ۴۲ ژنوتیپ و در سه تکرار اجرا شد. بذر هر

ژنوتیپ روی یک پشته سه متری با فواصل ردیف ۶۰ سانتی‌متر و فاصله دو بوته ۳۰ سانتی‌متر کاشته شد. طی دوره رشد مراقبت‌های زراعی، آبیاری، مبارزه با علف‌های هرز و آفات انجام شد و ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر صفات مورفولوژیک و فنولوژیک ارزیابی شدند. اندازه‌گیری صفات با استفاده از سه بوته تصادفی از هر پشته انجام شد. صفاتی که در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفتند عبارت بودند از صفات مرتبط با برگ شامل طول، عرض، ضخامت، تعداد، درصد ماده خشک، موقعیت برگ، رنگ، شکل و وضعیت نوک برگ، صفات مرتبط با ساقه شامل طول، قطر، وزن تر، درصد ماده خشک ساقه، صفات مرتبط با بوته شامل وزن تر هد، وضعیت فشردگی بوته و وجود یا عدم وجود آنتوسیانین، صفات مرتبط با گل شامل زمان Bolting، زمان گلدهی و طول ساقه گل‌دهنده، صفات مرتبط با بذر شامل وزن هزار دانه و رنگ فندقه. اندازه‌گیری برخی از صفات به کمک وسایل آزمایشگاهی و بعضی نیز بر اساس نمره‌دهی و بر اساس دیسکریپتور کاهو، ارایه شده از سوی موسسه بین‌المللی ذخایر توارث گیاهی (IPGRI) انجام شد. با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS و Excel آمارهای توصیفی صفات و ضریب همبستگی ساده (به روش پیرسون) محاسبه شد. مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن (DMRT) و تجزیه به عامل‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد. تجزیه خوشه‌ای نیز با

نتایج و بحث

نام ژنوتیپ‌های کاهوی مورد بررسی و مشخصات جغرافیایی محل جمع‌آوری آن‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است.

استفاده از همان نرم‌افزار به منظور گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها از نظر صفات مختلف انجام شد که در آن از روش UPGMA با استفاده از مربع فاصله اقلیدسی به عنوان معیار تشابه استفاده شد.

جدول ۱- نام و مشخصات جغرافیایی محل جمع‌آوری ژنوتیپ‌های مختلف کاهوی ایرانی
Table 1. Name, origin and geographical location of different Iranian lettuce genotypes

شماره ژنوتیپ Genotype no.	Genotype	ژنوتیپ	مختصات جغرافیایی Geographic coordinates				ارتفاع از سطح دریا Altitude (m)
			طول Longitude		عرض Latitude		
			دقیقه Minute	درجه Degree	دقیقه Minute	درجه Degree	
1	Abtivil	آبطویل	27	50	46	28	0
2	Borazjan	برازجان	38	51	21	29	0
3	Siah-e-Dezful	سیاه دزفول	17	49	28	30	52
4	Pich-e-Ahvaz	پیچ اهواز	17	48	25	31	30
5	Shadegani	شادگانی	23	48	45	30	45
6	Qomi	قمی	53	50	38	34	930
7	Karaj	کرج	27	51	48	35	1360
8	Sefid-e-Neishabour	سفید نیشابور	47	58	12	36	1210
9	Siah-e-Neishabour	سیاه نیشابور	47	58	12	36	1210
10	Gorgan 1	گرگان ۱	17	53	28	36	45
11	Varesh (Amol)	وارش (آمل)	12	53	34	36	45
12	Gorgan 2	گرگان ۲	17	53	28	36	45
13	Pich-e-Babol	پیچ بابل	12	53	34	36	45
14-31	Mazandaran lines	لاین‌های مازندران	12	53	34	36	45
32	Varamin 1	ورامین ۱	39	51	19	35	915
33	Varamin 2	ورامین ۲	39	51	19	35	915
34	Varamin 3	ورامین ۳	39	51	19	35	915
35	Shiraz	شیراز	22	52	37	29	1540
36	Zireie	زیره‌ای (کازرون)	24	51	25	29	985
37	Hamedan	همدان	31	48	48	34	1851
38	Nahavand	نهادند	21	48	32	34	1615
39	Parsabad	پارس آباد	38	48	28	38	1280
40	Ardebil	اردبیل	28	48	18	38	1311
41	Jahrom	جهرم	33	53	30	28	1050
42	Fasa	فسا	39	53	56	28	1370

میانگین صفات مختلف برای ۴۲ ژنوتیپ کاهوی ایرانی در جدول‌های ۲ و ۳ درج شده است. آماره‌های توصیفی نشان‌دهنده تنوع ژنتیکی بالایی برای اکثر صفات مورد مطالعه بود (جدول ۴). در این ارزیابی بیشترین طول و عرض برگ، به ژنوتیپ جهرم به ترتیب با ۳۵/۷۰ و ۲۱/۶۹ سانتی‌متر تعلق داشت و کمترین طول و عرض برگ، مربوط به ژنوتیپ برازجان، به ترتیب با ۲۱/۳۴ و ۱۱/۸۷ سانتی‌متر بود.

جدول ۲- میانگین صفات ژنوتیپ‌های مختلف کاهوی ایرانی
Table 2. Means of traits of Iranian lettuce genotypes

شماره ژنوتیپ Genotype no.	طول برگ Leaf length (cm)	عرض برگ Leaf width (cm)	ضخامت برگ Leaf thickness (mm)	تعداد برگ Leaf number	ماده خشک برگ Leaf dry weight (%)	وزن تر بوته Head fresh weight (g)
1	25.79pq	12.37q	0.42ef	52.66i-m	7.27ab	536.33op
2	21.74s	11.87r	0.43def	44.66m	7.16a-d	492.33p
3	23.39rs	15.07k-n	0.37j-l	65.66a-i	6.48d-f	658.67lm
4	31.56f-j	14.64m-p	0.32o	69.33a-e	7.54a	761.67jk
5	35.44a	17.60b-d	0.41fgh	58.33c-l	7.13a-d	964.33b-d
6	30.84g-j	16.11f-k	0.37j-l	46.33k-m	7.81a	752.00jk
7	27.06n-p	13.39pq	0.46qbc	55.00f-m	7.13a-d	651.00lm
8	27.64n-p	17.70bcd	0.40ghi	53.00h-m	6.48d-g	697.00k-l
9	30.71g-k	18.25b	0.47ab	68.00a-f	6.59b-f	880.67e-g
10	31.05f-i	17.59bc	0.47ab	77.33a	6.32e-h	918.00d-f
11	27.80n-p	17.13b-g	0.39hi	57.33a-m	7.26a-c	662.67lm
12	26.51o-q	17.09b-g	0.41fgh	67.33a-f	6.69b-e	789.00j-i
13	31.99e-h	17.54b-e	0.27j-l	61.33c-k	6.24efgh	811.00g-k
14	28.96n-p	16.91c-h	0.48a	68.00a-f	6.49d-g	756.00jk
15	27.09n-p	17.15b-g	0.36k-m	66.66c-k	6.20efgh	700.67kl
16	24.74q-r	13.94n-p	0.41efg	60.33c-k	6.24efgh	576.67no
17	28.95j-n	16.34e-j	0.34m-o	57.66e-l	6.12ghij	614.00mno
18	30.46g-k	16.74c-h	0.33no	50.66k-m	5.34l-m	695.67kl
19	32.50c-g	17.63bcd	0.35l-n	55.66f-m	5.18m	840.67f-i
20	26.96n-p	16.59d-i	0.37i-l	57.66e-m	5.28l-m	698.67kl
21	28.14l-o	15.98g-l	0.39hij	56.00f-m	5.91f-l	665.00lm
22	34.16a-c	21.69a	0.44cde	71.00abcd	5.26l-m	1129.00a
23	28.30l-o	16.24f-k	0.42efg	67.33a-f	5.76h-m	746.67k
24	24.51a-r	13.41p-q	0.47ab	58.66c-l	6.26efgh	629.33l-n
25	31.14f-i	16.08f-k	0.49a	62.33c-j	6.16e-i	794.33j-i
26	29.91i-m	14.00m-p	0.38h-k	60.66c-k	6.34e-h	794.33j-i
27	30.17h-l	15.13k-n	0.35l-n	59.00c-l	6.70e-j	761.33jk
28	33.72a-e	17.92bc	0.70i-l	71.33abc	6.26e-h	1040.33b
29	30.09h-m	14.70l-o	0.32o	66.60b-j	6.20efgh	864.33f-h
30	33.03b-f	15.79h-m	0.38i-k	66.00a-h	6.26efgh	998.00bc
31	24.80q-r	17.19b-g	0.41fgh	51.66j-m	6.57c-f	748.33jk
32	28.09m-o	15.94g-l	0.42ef	58.00d-l	6.35e-h	808.33g-j
33	32.05d-h	16.55d-i	0.43def	71.33abc	6.43e-h	1020.33bc
35	32.48c-g	16.57d-i	0.47ab	62.33c-j	5.81g-k-m	959.33c-e
36	27.05n-p	15.34j-m	0.45bcd	55.33f-m	5.49i-m	654.33l-n
37	35.08ab	16.77c-h	0.42ef	48.33km	5.47jklm	857.33f-i
38	34.08a-c	17.26b-e	0.44cde	54.00h-m	6.16fghi	964.33b-d
39	26.94n-p	13.61o-q	0.41fgh	59.00c-l	6.60b-e	755.00jk
40	28.68k-m	15.15j-n	0.44cde	51.00j-m	6.70b-e	818.67g-j
41	21.34l-o	15.18j-n	0.43def	49.00km	5.44klm	754.67jk
42	35.70a	18.26b	0.44cde	75.66ab	6.68b-e	1195.00a

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌داری ندارند (آزمون چند دامنه‌ای دانکن).

Means with similar letters in each column are not significantly different at 1% probability level (DMRT).

Table 2. Continued

ادامه جدول ۲

شماره ژنوتیپ	طول ساقه	قطر ساقه	وزن تر ساقه	ماده خشک ساقه	طول ساقه گل دهنده	وزن هزار دانه	بولتینگ	تاریخ گلدهی
Genotype no.	Stem length(cm)	Stem diameter(cm)	Stem fresh weight(g)	Stem dry weight (%)	Flowering stem length(cm)	1000 seed weight(g)	Bolting (day)	Flowering date(day)
1	6.96qrs	4.22dk	54.34t-v	18.85c-h	46.27kl	0.77n-q	74.00abc	96.33a-c
2	5.50t	3.40l	42.34wx	17.95f-k	37.03pq	1.05n-k	71.66b-e	92.66bc
3	8.80ln	3.26l	57.55r-v	19.62abc	35.61q	1.13gh	75.66abc	97.33a
4	7.57o-q	4.77cd	43.52w	18.89c-g	43.63l-n	1.47b	75.33abc	94.66abc
5	18.04ab	3.70i-l	92.76cd	18.20e-k	64.06e-g	1.80a	64.66g-i	75.66k-n
6	17.05b	3.54kl	77.67gj	20.60a	96.95a	0.92j-l	44.66o	59.00r
7	5.97qrs	3.76fl	35.43x	19.22b-e	42.63l-n	1.17f-h	72.66b-e	92.00cd
8	8.43t	4.98abc	61.63p-s	17.49i-p	39.92n-q	1.15f-h	78.66a	96.66ab
9	8.73ln	3.65j-l	61.62p-t	17.49i-o	57.18h-i	1.35bcd	77.33ab	87.33e
10	11.03op	4.37c-k	77.73gj	17.66i-m	57.18h-i	1.22d-g	54.66l-n	67.00a
11	7.53ab	3.42l	56.01s-v	18.60c-i	68.29de	0.85l-n	62.33g-j	78.66j-k
12	8.58b	3.83h-l	60.19q-u	19.30b-e	47.55k	0.91k-m	64.66g-i	76.32k-n
13	9.30st	4.22d-k	64.02o-r	17.27k-p	45.98kl	0.77n-q	70.66c-f	88.00de
14	7.89l-o	3.97f-k	56.13s-v	16.45n-r	42.16l-o	1.28c-f	55.00l-n	68.33p-q
15	11.39l-n	3.56kl	76.51h-k	17.30k-p	71.22cd	1.06h-i	52.33mn	66.66q
16	12.10c-f	4.24dk	81.92f-i	17.72h-m	74.34bc	0.94i-l	57.66j-m	74.00m-o
17	11.83o-q	3.56kl	80.41g-i	18.45d-j	60.24g-h	0.68pq	50.66n	58.00r
18	10.21l-o	3.63j-k	66.33m-q	17.42i-p	77.99b	0.84l-o	62.66g-j	76.00k-m
19	18.94a	4.73cd	123.26a	17.78g-l	56.45h-i	0.63q	65.33f-i	79.66i-k
20	12.46n-q	4.74cd	92.04cd	18.28d-k	63.27g-f	0.70o-p	68.00d-g	81.00h-j
21	12.52d	3.45h-l	90.34c-e	19.04b-f	71.34cd	0.94i-l	62.00h-j	81.00e-g
22	9.12k-m	3.75h-l	66.61m-q	16.59m-q	64.06eg	0.75n-q	65.33f-i	84.00e-i
23	9.48jk	4.66cde	71.96j-m	15.31r-t	46.15kl	0.78m-p	56.00k-n	73.66n-o
24	11.73d-f	4.70cde	87.71d-f	16.33p-s	63.67e-g	0.72n-q	52.33mn	76.00k-n
25	10.78f-i	3.62j-k	68.85l-p	16.62m-q	68.55de	0.77n-q	52.00mn	69.66o-q
26	12.18de	3.59j-l	89.77d-e	14.41tum	78.37b	1.05h-k	55.00l-n	74.00m-o
27	13.57c	3.65i-l	97.28c	16.37o-s	65.44e-f	1.14f-h	60.00i-l	72.00n-p
28	14.36c	3.30l	109.96b	14.43t-u	56.35ni	0.85l-n	63.66g-i	78.33j-m
29	11.48d-g	4.51c-g	88.39e-h	15.25st	67.51d-f	0.77n-q	67.00e-h	82.00g-j
30	7.38fq	4.31e-j	58.95r-v	13.46u	45.24k-m	0.85l-n	63.66g-i	81.66g-j
31	6.31rst	5.59a	54.23uv	17.93f-k	42.16l-o	1.17f-h	61.00i-k	79.00j-k
32	8.40m-p	5.49ab	69.33k-o	18.39d-k	48.48jk	1.07hi	51.00n	74.00m-o
33	9.15k-m	4.99abc	71.72j-h	17.58i-h	57.51h-i	1.12gh	54.00mn	75.00l-n
35	7.28qr	4.51c-g	56.44s-v	19.32b-e	45.15k-m	0.94il	77.33ab	94.66a-c
36	7.87n-q	4.38c-i	59.94r-u	18.90c-g	52.89ij	1.46b	73.33ed	85.66e-j
37	9.36j-m	4.47c-h	75.68i-l	20.06ab	46.55kl	1.32c-e	71.00c-f	85.33e-h
38	7.30qr	3.33l	89.52de	19.42b-d	53.25ij	1.37bc	75.00abc	96.33a-c
39	9.36j-m	4.58cf	51.94v	18.41d-k	53.25ij	1.18e-h	55.00l-n	85.33e-h
40	10.04ik	5.71a	64.54n-r	17.28k-p	56.32hi	1.13gh	67.33e-h	88.00de
41	11.14e-h	4.54cg	74.78i-l	16.74l-q	55.27i	1.14f-h	61.66h-k	78.33j-m
42	10.62gi	4.60cf	88.91df	16.01q-s	71.25cd	1.71ab	64.00g-i	82.33f-j

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌داری ندارند (آزمون چند دامنه‌ای دانکن).

Means with similar letters in each column are not significantly different at 1% probability level (DMRT).

با ۵/۱۸ درصد تعلق داشت. بیشترین میانگین وزن تر بوته، مربوط به ژنوتیپ‌های جهرم و لاین شماره ۲۳ مازندران، به ترتیب به وزن ۱۱۹۵ و ۱۱۲۹ گرم و کمترین میانگین وزن تر بوته، مربوط به ژنوتیپ برازجان به وزن

از نظر تعداد برگ ژنوتیپ‌های گرگان ۱ و جهرم، به ترتیب ۷۷/۳۳ و ۷۵/۶۶ عدد برگ داشتند. بیشترین درصد وزن خشک برگ به ژنوتیپ قمی با ۷/۸۱ درصد و کمترین درصد وزن خشک برگ به لاین شماره ۱۹ مازندران

جدول ۳- ویژگی‌های مهم کیفی ژنوتیپ‌های کاهوی ایرانی
Table 3. Important qualitative traits of Iranian lettuce genotypes

شماره ژنوتیپ	رنگ فندقه	موقعیت برگ	رنگ برگ	شکل پهنک	نوک پهنک	فشرده‌گی بوته	آنتوسیانین برگ
Genotype no.	Achene color	Leaf position	Leaf color	Blade shape	Apex shape	Head firmness	Leaf anthocyanin
1	2	2	1	3	1	3	1
2	2	2	1	3	1	3	1
3	2	2	4	4	1	2	1
4	2	3	3	1	1	1	1
5	5	2	4	1	6	1	1
6	4	2	5	3	4	1	2
7	5	2	3	4	1	2	1
8	2	1	3	3	1	1	1
9	6	1	4	3	1	1	1
10	1	2	2	3	3	3	1
11	3	2	3	3	1	3	1
12	4	3	2	2	1	2	1
13	2	3	2	2	3	3	1
14	3	3	2	3	2	3	1
15	2	2	3	3	2	3	1
16	2	2	2	3	2	3	1
17	3	2	2	2	2	3	1
18	3	2	3	2	2	3	1
19	2	2	2	2	2	2	1
20	3	2	2	2	2	2	1
21	3	3	2	3	2	2	1
22	3	3	3	3	2	2	1
23	3	3	3	3	2	3	1
24	2	3	3	3	2	3	1
25	2	3	2	3	2	3	1
26	3	3	3	3	2	3	1
27	3	3	3	3	2	2	1
28	3	3	2	3	2	2	1
29	3	3	3	3	2	3	1
30	1	3	3	4	2	3	1
31	1	3	3	4	1	1	1
32	1	3	6	4	1	1	1
33	3	3	6	1	1	2	1
34	3	2	3	3	2	2	1
35	3	1	3	1	2	2	1
36	6	2	6	2	5	2	1
37	4	2	6	2	1	2	1
38	3	3	4	2	1	2	1
39	4	2	4	3	1	2	1
40	1	2	4	1	2	2	1
41	3	2	2	1	2	2	1
42	4	1	2	4	2	2	1

رنگ فندقه: ۱- سفید، ۲- سفید خاکستری، ۳- خاکستری، ۴- خرمایی، ۵- قهوه‌ای، ۶- سیاه؛ موقعیت برگ: ۱- مقعر، ۲- مسطح، ۳- محدب.

Achene color: 1. White, 2. Grey white, 3. Grey, 4. Maroon, 5. Brown, 6. Black; **Leaf position:** 1. Concave, 2. Flat, 3. Convex.

رنگ برگ: ۱- سبز - زرد، ۲- سبز، ۳- سبز روشن، ۴- سبز تیره، ۵- سبز خاکستری، ۶- سبز آبی.

Leaf color: 1. Yellow green, 2. Green, 3. Light green, 4. Dark green, 5. Gray green, 6. Blue green.

شکل پهنک: ۱- بیضوی کشیده، ۲- بیضوی، ۳- پهن، ۴- گرد؛ آنتوسیانین برگ: ۱- فاقد، ۲- واجد.

Shape blade: 1. Oblong elliptic, 2. Elliptic, 3. Bord, 4. Orbicular; **Leaf anthocyanin:** 1. No, 2. Yes

نوک پهنک: ۱- گرد، ۲- لبه‌دار، ۳- قاشقی، ۴- نوک تیز، ۵- بریده، ۶- تخم‌مرغی.

Shape apex: 1. Rounded, 2. Mucronate, 3. Spathulate, 4. Subacute, 5. Truncate, 6. Obovate.

فشرده‌گی بوته: ۱- کم، ۲- متوسط، ۳- زیاد.

Head firmness: 1. Low, 2. Medium, 3. High.

جدول ۴- مقادیر آمارهای توصیفی صفات مختلف ژنوتیپ‌های کاهوی ایرانی
Table 4. Descriptive statistics for different traits of Iranian lettuce genotypes

Traits	صفات	حداقل Minimum	حداکثر Maximum	میانگین Mean	انحراف معیار Standard deviation	ضریب تغییرات Coefficient of variation
Leaf length	طول برگ	21.34	35.70	29.24	3.57	12.21
Leaf width	عرض برگ	11.87	21.69	16.1	1.80	11.18
Leaf thickness	ضخامت برگ	0.27	0.70	0.41	0.06	16.34
Leaf number	تعداد برگ	44.66	77.33	60.02	8.00	13.33
Leaf dry weight	ماده خشک برگ	5.18	7.81	6.31	0.64	10.14
Head fresh weight	وزن تر بوته	492.33	11.95	791.4	152.50	19.27
Stem length	طول ساقه	5.50	18.94	10.22	3.03	26.65
Stem diameter	قطر ساقه	3.26	5.71	4.16	0.66	15.86
Stem fresh weight	وزن تر ساقه	35.43	123.26	72.19	18.22	25.24
Stem dry weight	ماده خشک ساقه	13.46	20.60	17.61	1.56	8.86
Flowering stem length	طول ساقه گل دهنده	35.61	96.95	56.52	13.39	23.69
Thousand seed weight	وزن هزار دانه	0.63	1.80	1.03	0.25	24.27
Bolting	بولتینگ	44.66	78.66	63.81	8.86	13.88
Flowering	گلدهی	58.00	97.33	80.67	9.87	12.23
Achene color	رنگ فندقه	1.00	6.00	2.86	1.22	42.65
Leaf position	موقعیت برگ	1.00	3.00	2.33	0.65	27.89
Leaf color	رنگ برگ	1.00	6.00	3.07	1.28	41.69
Blade shape	شکل پهنک	1.00	4.00	2.64	0.91	34.47
Apex shape	شکل نوک	1.00	6.00	1.90	1.05	55.26
Head firmness	فشردگی هد	1.00	3.00	2.21	0.72	32.58
Leaf anthocyanin	آنتوسیانین برگ	1.00	2.00	1.02	0.15	14.71

آنتوسیانین و سایر ژنوتیپ‌ها فاقد آنتوسیانین بودند (جدول ۳). نتایج این تحقیق با یافته‌های سایر محققان (Mou, 2008؛ Rubatzuky and Yamaguch, 1997) مبنی بر وجود آنتوسیانین در تیپ‌های مختلف کاهو مطابقت دارد. شش نوع تنوع رنگ (سیاه، قهوه‌ای، خرمایی، سفید، سفید خاکستری و کرم) در فندقه ژنوتیپ‌ها و نیز هفت گروه رنگی. سبز زرد، سبز روشن، سبز، سبز تیره، سبز خاکستری، سبز آبی و قرمز در برگ‌های بالغ ژنوتیپ‌ها مشاهده شد (جدول ۳). از آنجایی که این تغییرات ژنتیکی بوده و متاثر

۴۹۲/۳۳ گرم بود (جدول ۴). نتایج فوق بر نقش مثبت و موثر طول، عرض و تعداد برگ بر عملکرد و وزن تر بوته دلالت دارد. لاین شماره ۱۹ مازندران با ۱۸/۹۴ سانتی‌متر بیشترین طول و ژنوتیپ پارس آباد با ۵/۷۱ سانتی‌متر، بیشترین قطر ساقه را داشتند. بالاترین وزن تر ساقه به لاین شماره ۱۹ مازندران با ۱۲۳/۲۶ گرم تعلق داشت. همچنین بالاترین درصد وزن خشک ساقه به ژنوتیپ قمی با ۲۰/۶۰ تعلق داشت (جدول ۴).

در این بررسی ژنوتیپ قمی دارای

(1990) نیز وجود تیپ‌های مختلف رشدی در بین ژنوتیپ‌های مختلف کاهو گزارش شده است. هرچند دانشور (Daneshvar, 2001) و پیوست (Peyvast, 2005) اکثر کاهوهای ایران را از نوع رومن (Romaine) دانستند، در این بررسی سه تیپ عمده رشدی در ژنوتیپ‌های مختلف کاهوی ایرانی مشاهده شد. ژنوتیپ قمی، دارای تیپ رشد ساقه‌ای (Stem lettuce)، ژنوتیپ‌های سفید نیشابور، سیاه نیشابور، ورامین ۱ و ورامین ۲ دارای تیپ رشد برگ (Leaf lettuce) و سایر ژنوتیپ‌ها دارای تیپ رشد رومن (Romaine) بودند.

ضریب همبستگی بین صفات ژنوتیپ‌های مورد بررسی (جدول ۵) نشان داد که تعداد برگ با طول و عرض برگ همبستگی مثبت و معنی‌داری دارد ($r = 0.4^{**}, 0.38^{**}$). همچنین همبستگی مثبت و معنی‌دار وزن تر بوته با طول برگ، عرض برگ و تعداد برگ مشاهده شد ($r = 0.55^{**}, 0.66^{**}, 0.79^{**}$). از آن جایی که این صفات همگی از اجزای عملکرد محسوب می‌شوند، می‌توان به نقش موثر برگ‌ها به عنوان جایگاه اصلی فتوسنتزی اشاره کرد. این نتایج با مطالعه یوردان و لاکا (Jordan and Luca, 1998) در معرفی رقم Salma یک رقم کاهوی زراعی تابستانه جدید با تولید محصول بالقوه بیش از ۳۰ تن در هکتار که در مقایسه با سایر ارقام دارای تعداد، طول و عرض برگ بیشتر و دارای سر فشرده‌تری بود، مطابقت دارد. وزن تر ساقه با وزن تر بوته، طول برگ و طول ساقه همبستگی مثبت و معنی‌دار

از شرایط محیطی نیز هستند، به جهت اهمیت آنتوسیانین‌ها در ایجاد تنوع، پیشنهاد می‌شود در این خصوص مطالعات تکمیلی جامعی انجام شود. سایر محققان (Rubatzky and Yamaguchi, 1997)؛ (Kristkova et al., 2008) نیز تنوع رنگ در فندقه و برگ تیپ‌های مختلف کاهو را گزارش کردند. از نظر وزن هزار دانه فندقه، ژنوتیپ‌های شادگانی و پیچ اهواز، به ترتیب با ۱/۸۰ و ۱/۴۷ گرم بیشترین، و لاین‌های شماره ۱۹ و ۱۷ مازندران به ترتیب با ۰/۶۳ و ۰/۶۸ گرم، کمترین وزن را داشتند. نتایج این بررسی نیز با یافته‌های (Kristkova et al., 2008) مبنی بر وجود تنوع وزن هزار دانه در فندقه‌های کاهو، در محدوده ۰/۹ گرم تا ۱/۲ گرم مطابقت دارد. در این مطالعه حساس‌ترین ژنوتیپ‌ها نسبت به بولتینگ به ترتیب، ژنوتیپ قمی، لاین شماره ۱۸ و لاین شماره ۱۵ مازندران با ۴۴/۶۶، ۵۲ و ۵۲/۳۳ روز دوره رشد و مقاوم‌ترین ژنوتیپ‌ها نسبت به بولتینگ ژنوتیپ‌های سفید نیشابور، سیاه نیشابور، ورامین ۳ و سیاه دزفول به ترتیب با ۷۸/۶۶، ۷۷/۳۳، ۷۷/۳۳ و ۷۵/۶۶ روز بودند. از نظر شاخص فشردگی سر، ژنوتیپ‌های پیچ اهواز، شادگانی، قمی، سفید نیشابور، سیاه نیشابور، ورامین ۱ و ورامین ۲ فاقد فشردگی و ژنوتیپ‌های آبویل، برازجان، گرگان ۱، وارث، پیچ بابل و لاین‌های شماره ۱۶، ۱۵، ۱۴، ۱۷، ۲۳، ۱۸، ۲۴، ۲۵، ۲۶، ۲۹ و ۳۰ مازندران دارای سر کاملاً فشرده بودند. توسط سایر محققان (Mikel, 2007)؛ (Boukema,

جدول ۵ - ضرایب همبستگی بین صفات مورفولوژیک ژنوتیپ‌های کاهوی ایرانی
 Table 5. Correlation coefficients of morphological traits of Iranian lettuce genotypes

Traits	Leaf length	Leaf width	Leaf thickness	Leaf number	Leaf dry weight	Head fresh weight	Stem length	Stem diameter	Stem fresh weight	Stem dry weight	Flowering stem length	Thousand seed weight	Bolting	Flowering	Achene color	Leaf position	Leaf color	Blade shape	Apex shape	Head firmness
Leaf width	0.59**																			
Leaf thickness	0.08	0.12																		
Leaf number	0.39*	0.41**	0.21																	
Leaf dry weight	-0.08	-0.34**	-0.02	-0.01																
Head fresh weight	0.80**	0.67	0.29	0.56**	-0.18															
Stem length	0.37*	0.25	-0.05	-0.01	-0.14	0.22														
Stem diameter	-0.07	-0.04	-0.08	-0.02	-0.08	0.09	-0.21													
Stem fresh weight	0.36*	0.28	0.08	-0.09**	-0.4**	0.32*	0.88*	-0.11												
Stem dry weight	-0.15	-0.08	-0.13	-0.42	0.21	0.35*	0.08	-0.06	0.29											
Flowering stem length	0.23	0.13	0.12	0.01	0.04	0.08	0.61**	-0.23	0.47**	-0.11										
Thousand seed weight	0.15	0.01	0.12	0.01	0.32*	0.16	-0.11	0.06	-0.23	0.27	-0.18									
Bolting	0.04	0.01	-0.01	-0.13	0.07	0.03	0.33*	-0.03	-0.27	0.23	-0.57**	0.24								
Flowering	-0.07	-0.18	0.02	-0.16	0.02	-0.01	-0.48**	0.11	-0.38*	0.21	-0.59**	0.21	0.89**							
Achene color	0.33*	0.15	0.18	-0.01*	0.10	0.22	0.11	-0.31*	-0.01	0.26	0.11	0.22	0.31*	0.16						
Leaf position	0.12	-0.05	-0.02	0.35	0.11	0.18	-0.02	0.14	0.05	-0.38*	0.08	-0.24	0.48**	-0.28	-0.31*					
Leaf color	0.24	0.13	-0.02	-0.14	0.03	0.29	0.03	0.22	-0.01	0.27	0.06	0.43**	-0.09	0.02	0.16	0.01				
Blade shape	0.28	-0.15	0.14	-0.07	0.11	-0.21	-0.23	-0.12	-0.18	-0.15	-0.19	0.32*	-0.04	0.03	-0.91	0.08	-0.12			
Apex shape	0.46**	0.25	-0.06	-0.08	-0.11	0.24	0.58**	-0.16	0.39**	0.05	0.33	0.20	-0.19	-0.36*	0.14	-0.06	0.13	0.27		
Head firmness	-0.16	-0.28	-0.08	0.14	0.19	-0.25	-0.11	-0.27	0.02	-0.40**	0.13	-0.51**	-0.27	-0.24	-0.27	0.21	-0.47**	0.12	-0.04	
Leaf anthocyanin	0.07	0.01	-0.1	-0.27	0.37*	-0.04	0.35*	-0.15	0.05	0.30	0.48**	-0.07	-0.34*	-0.35*	0.15	-0.08	0.24	0.07	0.31*	-0.27

* and **: Significant at 5% and 1% of probability levels, respectively.

و: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

بود. دلیل این امر را می‌توان در حساسیت بالای آغازنده‌های گلدهی و رنگیزه‌ها در بین ژنوتیپ‌ها، در شرایط فتوپریودیک یکسان، جهت تمایزیابی و گذر از فاز رویشی به فاز زایشی دانست. یافته‌های برنیر و همکاران (Bernier et al., 2000) مبنی بر نقش موثر طول روز، تغییرات فتوپریودیک و دمای محیط (در کاهو طول روز بلند و دمای بالا) در القای گل‌انگیزی در گیاهان موید این مطلب است. بین تاریخ گلدهی و موقعیت برگ نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت ($r = 0.48^{**}$). در ژنوتیپ‌هایی که دارای موقعیت برگ مسطح هستند گلدهی سریع‌تر است، این امر اهمیت ارتباط نقش شدت نور و زاویه تابش آن و میزان جذب طیف‌های موثر نوری در القای گل‌انگیزی در کاهو را به خوبی توجیه می‌کند. در تایید این مطلب می‌توان به نظریه توالی چندگانه (Multi sequencing) فرایند گل‌آغازی در گیاهان، که متأثر از تغییرات آرایش برگ‌هاست اشاره کرد (Bernier et al., 2000).

تجزیه به عامل‌ها در این بررسی (جدول ۶) صفات مورد بررسی را در شش عامل اصلی و مستقل قرار داد. این عامل‌ها با مقادیر بیشتر از یک، مجموعاً ۷۱/۷۸ درصد واریانس کل را توجیه کردند. ریشه‌های مشخصه این شش مولفه، به ترتیب ۴/۳۹، ۳/۳۷، ۲/۷۹، ۱/۸۷، ۱/۵۵ و ۱/۱۵ بود که هر یک به ترتیب ۲۰/۸۹، ۱۵/۸۹، ۱۳/۲۹، ۸/۸۴، ۷/۳۹ و ۵/۴۸ درصد از واریانس کل را در بین ژنوتیپ‌های کاهوی

داشت ($r = 0.88^*, 0.32^*, 0.36^*$). این امر ناشی از نقش موثر ساقه، برگ و سطح برگ به عنوان جایگاه‌های اصلی ذخیره آب در کاهو است. این نتایج با نتایج مطالعه‌ای انجام شده در سال ۱۳۸۷ توسط چابک و حسین (گزارش منتشر نشده) در خصوص نقش مثبت و موثر عملکرد سبزینه‌ای (طول، عرض و تعداد برگ) در ژنوتیپ‌های کاهوی مازندران بر عملکرد مصرفی مطابقت داشت. همچنین این نتایج با مطالعات رخشنده‌روح و استوار در سال ۱۳۸۱ که جهت دستیابی به توده‌های پرمحصول در بوشهر توده‌های برازجان، پیچ اهواز، دهقاید و آبطویل را مورد مقایسه قرار داده و به اثر مثبت و موثر طول ساقه بر عملکرد و وزن بوته اشاره کرد مطابقت دارد (گزارش منتشر شده). بین وزن تر ساقه و درصد وزن خشک برگ همبستگی منفی دیده شد ($r = -0.39^{**}$). بین وزن خشک ساقه و تعداد برگ همبستگی منفی وجود داشت ($r = -0.41^{**}$). در این بررسی همبستگی مثبت و معنی‌داری بین طول ساقه گل‌دهنده و طول ساقه و وزن تر ساقه مشاهده شد ($r = 0.47^{**}, 0.60^{**}$). همچنین بولتینگ با شروع گلدهی و طول ساقه گل‌دهنده همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت ($r = 0.89^{**}, 0.33^{**}$). لذا در ژنوتیپ‌هایی مانند ژنوتیپ قمی، لاین ۲۵ و لاین ۱۶ مازندران که نسبت به بولتینگ حساس بودند در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها، هم‌گلدهی سریع‌تر و هم طول ساقه گل‌دهنده بزرگ‌تر

جدول ۶- نتایج تجزیه به عامل‌ها برای صفات مختلف ژنوتیپ‌های کاهوی ایرانی
Table 6 .The results of principal components analysis and communality for different traits of Iranian lettuce genotypes

Traits	صفات	میزان اشتراک Communality	عامل Factor					
			1	2	3	4	5	6
Leaf length	طول برگ	0.772	0.645*	0.489	0.293	0.028	0.106	-0.139
Leaf width	عرض برگ	0.619	0.539*	0.396	0.361	-0.067	-0.007	0.192
Leaf thickness	ضخامت برگ	0.464	0.069	0.143	0.332	0.037	0.437	0.369
Leaf number	تعداد برگ	0.751	0.333	-0.010	0.661*	0.257	0.284	-0.237
Leaf dry weight	ماده خشک برگ	0.775	-0.220	0.074	-0.377	0.512*	0.494	-0.269
Head fresh weight	وزن تر هد	0.898	0.570*	0.481	0.547*	0.178	0.069	0.081
Stem length	طول ساقه	0.821	0.801*	0.010	-0.303	-0.275	-0.103	0.047
Stem diameter	قطر ساقه	0.730	-0.160	0.070	0.19	0.461	-0.645*	0.187
Stem fresh weight	وزن تر ساقه	0.781	0.756*	-0.079	0.024	-0.353	-0.229	0.159
Stem dry weight	ماده خشک ساقه	0.643	-0.311	0.424	-0.601*	-0.043	-0.056	-0.012
Flowering stem length	طول ساقه گل‌دهنده	0.707	0.689*	-0.213	-0.414	-0.007	0.096	-0.079
Thousand seed weight	وزن هزار دانه	0.675	-0.123	0.673*	-0.115	0.298	0.001	-0.324
Bolting	بولتینگ	0.894	-0.546*	0.567*	0.242	-0.461	0.005	-0.057
Flowering	گلدهی	0.786	-0.669*	0.467	0.26	-0.229	-0.035	-0.004
Achene color	رنگ فندقه	0.641	0.096	0.561*	-0.138	-0.258	0.481	-0.008
Leaf position	موقعیت برگ	0.643	0.232	-0.418	0.299	0.560*	0.013	-0.107
Leaf color	رنگ برگ	0.645	0.132	0.515*	-0.221	0.453	-0.236	0.231
Blade shape	شکل پهنک	0.728	-0.267	-0.344	0.052	0.040	0.401	0.610*
Apex shape	شکل نوک	0.573	0.610*	0.215	-0.285	-0.147	-0.094	-0.208
Head firmness	فشردگی هد	0.770	0.018	-0.730*	0.206	-0.264	0.126	-0.329
Leaf anthocyanin	آنتوسیانین برگ	0.757	0.309	0.054	-0.709*	0.210	0.233	0.239
Eigen value	مقادیر ویژه	-	4.39	3.37	2.79	1.86	1.55	1.15
Variance%	درصد واریانس	-	20.89	15.89	13.29	8.84	7.39	5.48
Cumulative variance%	درصد واریانس تجمعی	-	20.89	36.77	50.07	58.91	66.3	71.78

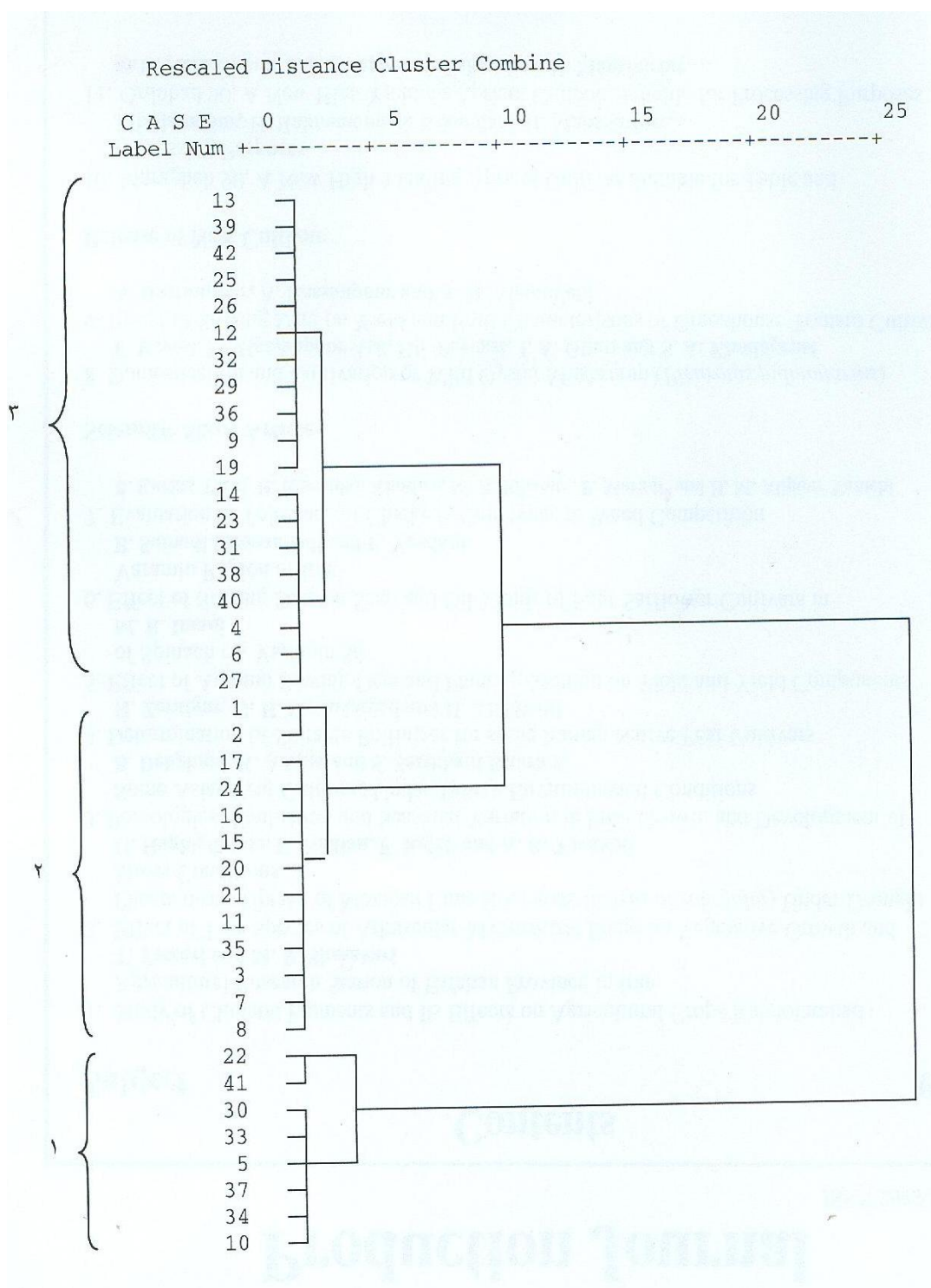
ضریب عاملی منفی بودند. صفات با ضریب عاملی مثبت همگی رویشی بوده و صفات بسیار مهم در کاهو به شمار می‌روند. همچنین صفات با ضریب عاملی منفی از عوامل بازدارنده رشد رویشی در کاهو محسوب می‌شوند. این عامل را می‌توان عامل عملکردی نامید. بر اساس جدول مقایسه میانگین‌ها

ایرانی مورد مطالعه برای صفات مورفولوژیک تبیین کردند.

در عامل اول که بیشترین میزان تغییرات را توجیه کرد، صفات طول برگ، عرض برگ، وزن تر بوته، طول ساقه، وزن تر ساقه و طول ساقه گل‌دهنده با ضریب عاملی مثبت قرار گرفتند و صفات بولتینگ و گلدهی دارای

اساس تجزیه خوشه‌ای در شکل ۱ آمده است. بر مبنای این گروه‌بندی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه سه گروه زیر را تشکیل دادند. گروه اول شامل ژنوتیپ‌های شادگانی، گرگان ۱، لاین‌های شماره ۵۶، ۱۱۰، ۱۱۹ مازندران، ورامین ۲، ورامین ۳ و جهرم بودند که ۲۵/۶۵ درصد کل ژنوتیپ‌ها را تشکیل دادند. این گروه از نظر صفات طول برگ، قطر ساقه و ماده خشک ساقه نسبت به سایر گروه‌ها برتر بودند. این گروه خود نیز دارای دو زیر گروه بوده، که در زیر گروه اول، ژنوتیپ‌های جهرم و لاین شماره ۲۲ مازندران قرار داشتند که از نظر صفات طول برگ، عرض برگ، تعداد برگ و وزن تر بوته، اختلاف معنی داری با سایر ژنوتیپ‌های همان گروه داشته و دارای بالاترین میانگین صفات فوق درمیان تمامی ژنوتیپ‌های مورد بررسی بودند (جدول ۲). طول دوره رشد تا شروع بولتینگ در ژنوتیپ‌های این گروه کمتر از میانگین کل ژنوتیپ‌ها بود. این ژنوتیپ‌ها جهت توسعه کشت در مناطق هم اقلیم با محل اجرای طرح، قابل پیشنهاد هستند. گروه دوم شامل ژنوتیپ‌های آبطویل، برازجان، سیاه دزفول، کرج، سفید نیشابور، وارش، پیچ بابل، لاین‌های شماره ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۲۱، ۲۰ و ۲۴ مازندران بودند که ۳۳/۳۳ درصد کل ژنوتیپ‌ها را تشکیل دادند. این گروه خود دارای دو زیر گروه بود. در زیر گروه اول که ژنوتیپ‌های آبطویل و برازجان قرار گرفتند، میانگین صفاتی مانند طول برگ، عرض برگ،

(جدول ۲) ژنوتیپ‌های جهرم، شادگانی، همدان، گرگان ۱، ورامین ۲ و لاین‌های شماره ۲۲، ۲۸ و ۳۰ مازندران در این گروه قرار گرفتند. در عامل دوم وزن هزار دانه، بیشترین ضریب عاملی مثبت را داشت و ژنوتیپ‌های شادگانی، پیچ اهواز، سیاه دزفول، سیاه نیشابور و فسا بالاترین میزان وزن هزار دانه را در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها داشتند. در عامل سوم تعداد برگ و وزن تر بوته با ضریب عاملی مثبت قرار گرفتند. ولی صفات درصد ماده خشک ساقه و آنتوسیانین دارای ضریب عاملی منفی بودند. از نظر صفات با ضریب عاملی مثبت، ژنوتیپ‌های گرگان ۱، جهرم، ورامین ۲ و لاین‌های شماره ۲۲ و ۲۸ مازندران قرار گرفتند. در عامل چهارم درصد ماده خشک برگ با ضریب عاملی مثبت قرار گرفت. ژنوتیپ‌های قمی، همدان، ساه دزفول، کرج، پیچ اهواز، گرگان ۲، نهاوند و لاین شماره ۲۱ مازندران با بالاترین درصد ماده خشک برگ در این گروه قرار گرفتند. و در عامل پنجم قطر ساقه به تنهایی با ضریب عاملی منفی قرار گرفت. در عامل ششم شکل پهنک با ضریب عاملی مثبت واقع شد. ضخامت برگ در هیچ یک از گروه‌های عاملی قرار نگرفت. این امر نشان‌دهنده اهمیت کمتر این صفت در توجیه واریانس بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی بود. مقادیر ویژه، واریانس و درصد تجمعی واریانس‌ها برای شش عامل اصلی صفات مورفولوژیک در جدول ۶ آمده است. گروه‌بندی ژنوتیپ‌های مورد بررسی بر



شکل ۱- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ۴۲ ژنوتیپ کاهوی ایرانی به روش UPGMA
 Fig.1. Dendrogram obtained by cluster analysis of 42 Iranian lettuce genotypes using UPGMA

تعداد برگ، وزن تر بوته، طول ساقه، قطر ساقه و وزن تر ساقه در آن‌ها، اختلاف معنی‌داری با سایر ژنوتیپ‌های گروه داشت و دارای کمترین میزان میانگین صفات فوق در بین تمام ژنوتیپ‌های مورد بررسی بودند (جدول ۲). این دو ژنوتیپ، گرچه از نظر شاخص‌های عملکردی دارای کمترین میانگین بودند، اما بالاترین درصد ماده خشک برگ را داشتند

که از نظر ارزش تغذیه‌ای به سبب داشتن املاح معدنی بالاتر ارزشمند هستند، لذا پیشنهاد می‌شود که در برنامه‌های به‌نژادی بعدی مورد توجه جدی قرار گیرند.

در ژنوتیپ‌های گروه دوم میانگین درصد ماده خشک برگ ساقه، طول دوره رشد تا شروع بولتینگ بالاتر از میانگین کل ژنوتیپ‌های مورد بررسی بود (جدول ۷).

جدول ۷- میانگین صفات مورفولوژیکی در گروه‌های مختلف حاصل از تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های کاهوی ایرانی

Table 7. Means of morphologic traits in different groups using cluster analysis of Iranian lettuce genotypes

Traits	صفات	گروه ۱ Group1	گروه ۲ Group2	گروه ۳ Group3	میانگین کل Total mean
Leaf length	طول برگ	28.96	26.87	23.52	29.24
Leaf width	عرض برگ	15.89	15.37	17.69	16.10
Leaf thickness	ضخامت برگ	41.00	39.00	46.00	41.00
Leaf number	تعداد برگ	58.75	56.95	67.48	60.02
Leaf dry weight	ماده خشک برگ	6.28	6.38	6.26	6.30
Head fresh weight	وزن تر هد	7.78	6.49	10.21	7.91
Stem length	طول ساقه	10.29	9.63	11.00	10.22
Stem diameter	قطر ساقه	4.35	3.94	4.09	4.16
Stem fresh weight	وزن تر ساقه	72.28	67.61	79.18	72.19
Stem dry weight	ماده خشک ساقه	17.55	18.11	16.96	17.62
Flowering stem length	طول ساقه گل‌دهنده	55.09	56.98	57.12	56.52
Thousand seed weight	وزن هزار دانه	1.09	0.91	1.20	1.03
Bolting	دوره رشد تا گلدهی	62.45	65.01	64.70	63.81
Flowering	گلدهی	78.89	82.45	81.66	80.67
Achene color	رنگ فندقه	2.90	2.57	3.22	2.86
Leaf position	موقعیت برگ	2.42	2.15	2.44	2.28
Leaf color	رنگ برگ	3.37	2.43	3.45	3.07
Shape blade	شکل پهنک	2.63	2.86	2.33	2.65
Shape apex	نوک پهنک	1.89	1.64	2.33	1.90
Head firmness	فشردگی هد	2.00	2.57	2.11	2.21
Leaf anthocyanin	آنتوسیانین	1.05	1.00	1.00	1.02

دورگ گیری‌های احتمالی مشخص شدند. همچنین در گروه‌هایی که برای برخی از صفات، با ارزش بالاتر از میانگین داشتند، می‌توان از ژنوتیپ‌های آن گروه در برنامه‌های به‌نژادی استفاده به عمل آورد (Rashidi *et al.*, 2007).

سپاسگزاری

بدین وسیله از مسئولان محترم موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر به جهت مساعدت در اجرای پروژه و همکاران محترم مراکز تحقیقاتی به سبب تهیه و جمع‌آوری نمونه‌های گیاهی تشکر و سپاسگزاری می‌شود.

به نظر می‌رسد ژنوتیپ‌های این گروه برای مناطق گرم مناسب‌تر باشند. همچنین ژنوتیپ‌های این گروه از نظر وزن تر ساقه، دارای کمترین میانگین بوده و میانگین آن‌ها از میانگین کل ژنوتیپ‌ها نیز کمتر بود (جدول ۷). گروه سوم شامل ژنوتیپ‌های پیچ اهواز، قمی، سیاه نیشابور، گرگان ۲، لاین‌های شماره ۱۱، ۲۷، ۶۰، ۷۰، ۸۹، ۱۰۵، ۱۱۸، ۱۲۱ مازندران، ورامین ۱، شیراز، زیره‌ای، پارس آباد، اردبیل و فسا بودند که مجموعاً ۴۴/۷ درصد از کل ژنوتیپ‌ها را شامل شدند. با گروه‌بندی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، ژنوتیپ‌های مشابه در یک گروه قرار گرفته و صفات با ارزش هر گروه جهت استفاده در

References

- Anonymous. 2010.** <http://faostat.fao.org/faostat/sevlet/>. Cited 20 April 2010.
- Bagheri, A., Koochaki, A., and Zand, E. 1996.** Plant Breeding in Sustainable Agriculture. Mashhad University Jihad Publications, Mashhad, Iran (in Persian).
- Bernier, G. B., Kinet, J. M., and Saches, R. M. 2000.** The Physiology of Flowering. CRC Press Inc., Boca Raton, Florida, USA.
- Boukema, I. W., Hazekamp TH., and Van Hintum, TH. J. L. 1990.** The CGN Collection Reviews: The CGN Lettuce Collection. Wageningen, Centre for Genetic Resources: 2-5.
- Cheng, Y. F., Jiang, O., and Zhao, Y. 2000.** Sowing date and varieties comparison of autumn lettuce in China. *Vegetable 1*: 14-16.
- Damjanovic, M., Zdraukovic, J., Dordevic, R., Jevtic, S., and Lazic, C. 1997.** The over wintering ability and quality of lettuce varieties grown outdoors and greenhouses. Proceedings of the First Balkan Symposium on Vegetables and Potatoes, June 4-7, 1996, Belgrad: Yugoslavia. pp. 125-131.
- Daneshvar, M. H. 2001.** Vegetables Growing (Principles and Applied). Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran. 461pp. (in Persian).
- DeVries, I. M. 1997.** Origin and domestication of *Lactuca sativa* L. *Genetic Resources and Crop Evolution* 44: 165-174.

- Duman, I., Siyok, D. E., and Duzyaman, E. 1995.** Effect of presowing seed treatments on germination, emergence, yield and some quality properties in lettuce (*Lactuca sativa* L.) production. *Age University of Agriculture* 32: 99-106.
- Farahani, E., and Arzani, A. 2008.** Evaluation of genetic variability for durum wheat genotypes using multivariate analysis. *Iranian Society of Agronomy and Plant Breeding Sciences. Electronic Journal of Crop Production* 1: 51-61(in Persian).
- Funk, V. A., Bayer, R. J., Keeley, S., Chan, R., Watson, L., Gemeinholzer, B., Schilling, E., Panero, J. L., Baldwin, B. G., Garcia –Jacas, N., Susanna, A., and Jansen, R. K. 2005.** Everywhere but Antarctica: Using a supertree to understand the diversity and distribution of the Compositae. *Biologiske Skrifter* 55: 343–374.
- Gong, F. R. 1998.** Screening for heat resistant leaf lettuce varieties under natural high temperature, *Journal of Shanghai Agricultural College* 16 (3): 227-231.
- Hancock, J. F. 2004.** *Plant Evolution and the Origin of Crop Species*, 2nd ed. CABI Publishing, Wallingford, UK.
- Jordan, I., and Luca, L. 1998.** Salma, a new summer, autumn lettuce cultivar. *Annual institutul decercetari, pentru legumiculture, si floricultura vidra* 15: 93-96.
- Judd, W. S., Campbell, C. S., Kellogg, E. A., and Stevens, P. F. 1999.** *Plant Systematics: A Phylogenetic Approach*. Sinauer Associates, Sunderland.
- Kristkova, E., Dolezalova, I., Lebeda, A., Vinter, V., and Novotna, A. 2008.** Description of morphological characters of lettuce (*Lactuca sativa* L.) genetic resources. *HortScience* 35: 113-129.
- Lebeda, A. 1998.** Biodiversity of the interactions between germplasm of wild *lactuca* spp. and related genera and lettuce downy mildew (*Bremia lactuca*). Report on Research Programme OECD Biological Resource Management for Sustainable Agricultural Systems, Wellesbourne, U.K.
- Lebeda, A., Doležalová, I., and Astly, D. 2004.** Representation of wild *Lactuca* spp. (Asteraceae, Lactaceae) in world genbank collections, *Genetic Resources and Crop Evolution* 51: 167-174.
- Lebeda, A., Ryder, E. J., Grube, R., Dolezalova, I., and Kristkova, E. 2007.** Lettuce (Asteraceae: *Lactuca* spp.). pp. 377-472. In: Singer, J. (ed.), *Genetic Resources, Chromosome Engineering and Crop Improvement*, Vol. 3, Vegetable Crops. CRC Press, Taylor and Francis Group, Boca Raton, Florida, USA.
- McGuire, P. E., Ryder, E. J., Michelmore, R. W., Clark, R. L., Antle, R., Emery, G., Hannan, R. M., Kessli, R. V., Kurtz, E. A., Ochoa, O., Rubatzky, V. E.,**

- and Waycott, W., 1993.** Genetic resources of lettuce and lactuca species in California. An assessment of the USDA and UC collections and recommendations for long- term security. Report No. 12, University of California, Genetic Resources Conservation Program, Davis, CA, USA.
- Mikel, M.A. 2007.** Genealogy of contemporary North American lettuce. HortScience 42: 489-493.
- Mohammadi, S. A., and Prasana, B. M. 2003.** Analysis of genetic diversity in crop plants, salient statistical tools and considerations. Crop Science 43: 1235-1248.
- Morrison, D. F. 1990.** Multivariate Statistical Methods. Mc Grow Hill Publications, New York. 495 pp.
- Mou, B. 2008.** Lettuce. pp. 75-116. In: Prohens, J., and Nuez, F. (eds.) Handbook of Plant Breeding. Vegetables I. Asteraceae, Brassicaceae, Chenopodiaceae and Cucurbitaceae. Springer Science, New York, USA.
- Peyvast, G. 2005.** Vegetable Production. Daneshpazir Publications. Rasht, Iran. 487pp. (in Persian).
- Rashidi, V., Majidi Heravan, E., Mohammadi, S.A., and Moqaddam-Vahed, M. 2007.** Determination of genetic relationship in durum wheat lines by cluster analysis and identification of morphological main characters in each groups. Iranian Journal of Agricultural Sciences 13: 439-449 (in Persian).
- Rezaii, A., and Frey, K. J. 1988.** Variation in relation to geographical distribution of wild oats seed traits. Euphytica 39: 113-118.
- Rubatzky, V. E., and Yamaguchi, M. 1997.** World Vegetables: Principles, Production and Nutrative Values, 2nd ed. Chapman & Hall, New York, USA.
- Singh, S. K. 2003.** Cluster analysis for hetrtosis in wheat (*Triticum aestivum* L.). Indian Journal of Genetics 63: 249-250.
- Wilhelm, E. 1998.** Lettuce varieties in greenhouses and in the field. Gemuse Muncheu 34: 559.
- Zani, A., Antoniaci, L., Paoli, E. D, and Paoli, E. 1998.** Lettuce, variety trials. Emilia Romagna 27(6): 25-29.
- Zhao, F., Cloud, E., and Cheng, F. 2000.** Variety and lettuce early autumn sowing time on the shoot pumping rate and yield of sowing date and varieties comparison of autumn lettuce. China Vegetables 1: 14-16.