مقاله پژوهشی

نشریه علمی تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ijrfpbgr.2020.127188.1351

جلد ۲۸، شماره ۲، صفحه ۲۸۰-۲۶۸ (۱۳۹۹) شناسه دیجیتال (DOR): 98.1000/1735-0891.1399.28.268.56.2.1575.32

ارزیابی عملکرد ریشه و صفات مورفولوژیک ۱۵ اکسشن و رقم کاسنی (*Cichorium intybus* L.) در اراضی جلگه‌ای شمال کشور

صادق پورمرادی[۱*]، علی اعلمی[۲] و مسعود اصفهانی[۳]

۱*- نویسنده مسئول مکاتبات، دانش آموخته دکترای رشته بیوتکنولوژی گیاهی، دانشگاه گیلان، رشت

پست‌الکترونیک: Spour272@yahoo.com

۲- دانشیار، گروه بیوتکنولوژی کشاورزی، دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان، رشت

۳- استاد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان، رشت

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۵/۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۰/۲۸

چکیده

به‌منظور ارزیابی عملکرد ریشه و صفات مورفولوژیک ۱۵ اکسشن و رقم کاسنی بومی و وارداتی(*Cichorium intybus* L.)، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تکرار در مزرعه ایستگاه تحقیقات خشکه‌داران تنکابن استان مازندران در سال‌های ۹۷-۱۳۹۵ اجرا شد. در این تحقیق صفات تعداد برگ در بوته، طول و عرض برگ، ارتفاع بوته، عملکرد تر و خشک ریشه و بعضی از صفات کیفی ازجمله شکل و قطر ریشه، کرک‌دار بودن برگ و ساقه، زمان ساقه‌روی، چوبی بودن بافت تاج ریشه، دوره زایشی و دیرزیستی ارقام و اکسشن‌ها اندازه‌گیری شد. در سال اول برداشت ریشه انجام نشد و در سال دوم در انتهای مرحله رزت (آغاز ساقه‌روی)، برداشت ریشه و اندازه‌گیری‌های مربوطه انجام شد. داده‌های هر یک از صفات مورفولوژیک و عملکردی به‌صورت جداگانه تجزیه شدند. نتایج نشان داد که رقم Selenite بیشترین عملکرد ریشه تر (۳۵/۴۵ تن در هکتار) و خشک (۹/۵۷ تن در هکتار) را داشت و به‌تنهایی در گروه اول دسته‌بندی میانگین‌ها قرار گرفت. نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بر اساس عملکرد و صفات مورفولوژیکی نشان داد که دو مؤلفه اول و دوم در مجموع ۷۲ درصد از واریانس کل را توجیه نمودند. بر اساس نتایج تجزیه خوشه‌ای به روش Ward، ارقام و اکسشن‌های کاسنی مورد ارزیابی در چهار گروه دسته‌بندی شدند. بیشترین فاصله ژنتیکی بین خوشه دو (اکسشن بهشهر) و خوشه چهار (ارقام خارجی) بدست آمد. نتایج حاصل از تجزیه خوشه‌ای و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی باهم مطابقت داشتند. بر اساس نتایج این پژوهش، اکسشن تنکابن از خوشه اول را می‌توان برای انجام تلاقی با رقم پرمحصول Selenite در برنامه اصلاحی آینده کاسنی‌های بومی در نظر گرفت.

واژه‌های کلیدی: اکسشن، تجزیه خوشه‌ای، عملکرد ریشه، کاسنی (*Cichorium intybus* L.).

مقدمه

کاسنی از جنس *Cichorium* یکی از مهمترین گیاهان خانواده گل‌ستاره‌ای‌ها (Asteraceae) است. این جنس شامل گیاهانی علفی، یکساله، دوساله یا چندساله، بدون کرک یا پوشیده از کرک‌های دراز یا کوتاه، ساقه‌های راست و منشعب، انشعابات متراکم و فشرده است (Safavi ، 2013 *et al.*). کاسنی در ایران دو گونه گیاه علفی چندساله (*C. intybus* L.) و یکساله (*C. pumilum* Jacq.) دارد. گونه یکساله با نام کاسنی پاکوتاه، علاوه بر ایران در مناطق مدیترانه‌ای و آسیای جنوب‌غربی می‌روید (۱۹۹۶ ،Mozaffarian). Rechinger (1969) محل پراکنش گونه *C. intybus* L. را در ایران در مازندران، گیلان، گلستان، خوزستان، کرمان، فارس، کرمانشاه و خراسان ذکر نموده است. این گونه با عنوان کاسنی قهوه نیز شناخته می‌شود. ریشه یکی از ارقام این گونه را که گیاهی دوساله است، با قهوه آسیاب کرده و مخلوط حاصل را مصرف می‌کنند. این گیاه را کاسنی طبی نیز می‌نامند. بسیاری از گونه‌های جنس کاسنی مصرف غذایی دارند. از برگ و ریشه کاسنی معمولی (که بسیار تلخ‌مزه‌اند) برای تقویت بنیه و تصفیه خون، به‌ویژه در بیماری‌های عفونی استفاده می‌شود. گونه‌ای دیگر از این جنس گونه *C. endiva* L. با نام فارسی آندیو است که گیاه جوان آن به‌عنوان سالاد مصرف می‌شود (1994 ،Ghahraman). برگ کاسنی دارای املاحی مانند سولفات‌ها و فسفات‌های سدیم، منیزیوم، پتاسیم و نیترات پتاسیم است. گلوکز تلخی بنام شیکورین یا سیکورین نیز در آن یافت می می‌شود. ریشه کاسنی دارای ۱۱ تا ۱۵ درصد اینولین، ۱۰ تا ۲۲ درصد قندهای مختلف مانند گلوکز، ساکارز، یک ماده رزینی، موسیلاژ، مقدار کمی تانن، اسانس، پکتین، لوولین و شیکورین است (۱۹۸۹ ،Zargari). متابولیت‌های ثانویه شناخته شده مهمی ازجمله اینولین، اسکولین و کومارین، درصد بالایی از ماده خشک این گیاه را تشکیل می‌دهند (Munoz, 2004; Yang, 2009). کاسنی حاوی سزکویی ترپن لاکتون‌های تلخ مانند لاکتوسین، ۸ دی اکسی لاکتوسین و Lactupicrin، در بسیاری از اندام‌های خود همانند ریشه اصلی (Taproots)، برگ و ساقه و همچنین در قسمت فوقانی یا نوک فاقد رنگدانه (Etiolated) آن است که به‌عنوان یک سبزی در برخی از نقاط جهان مصرف می‌شود (Price *et al.*, 1990; Rees & Harborne, 1985). این سزکویی‌ترپن لاکتون‌ها خاصیت ضد تغذیه‌ای (Anti feedant) قابل توجهی دارند (Rees & Harborne, 1985). در کاسنی محل تجمع فروکتان در ریشه آن است و فقط مقادیر ناچیزی از فروکتان‌های با درجه پلیمریزاسیون پایین در انتهای دمبرگ متصل به طوقه یافت می‌شود (Ernst *et al.*, 1995). کاسنی مهمترین منبع گیاهی تولید و استخراج صنعتی اینولین در دنیاست. بیشتر محصولات پری‌بیوتیک تجاری حاوی فروکتان‌های از نوع اینولین هستند (Tungland & Meyer, 2002). این گیاه به دلیل داشتن اینولین که یکی از اجزای مهم و بیوتکنولوژیکی ریشه آن است از ارزش تجاری و بازرگانی ویژه‌ای برخوردار است (Ritsema & Smeekens, 2003).

در حال حاضر سطح زیر کشت این گیاه در کشورهای بلژیک و هلند حدود ۵۰۰۰ هکتار است که در حال افزایش است. کشت‌وکار این گیاه در کشورهای فرانسه، آلمان، لهستان، مجارستان و آفریقای جنوبی گزارش شده است. عملکرد این گیاه حدود ۵۰ تن در هکتار ریشه تر است که با عملکرد چغندرقند قابل مقایسه بوده و به‌طور متوسط ۹ تن در هکتار اینولین تولید می‌نماید (Anonymous, 2014). بولتینگ (Bolting) یا ساقه‌روی در گیاه کاسنی از منابع اصلی ایجاد مشکلات زیر برای پرورش‌دهندگان و صنایع مرتبط با این گیاه است.

۱) ساقه‌روی تولید بذر ناخواسته می‌کند، در نتیجه کاسنی به‌عنوان علف هرز در کشت سال بعد ظاهر می‌شود؛

۲) رشد و توسعه گل‌آذین در رقابت با ریشه و به‌دلیل مصرف کربوهیدرات‌ها و ذخایر ریشه موجب می‌شود گیاه به ساقه رفته، محصول ریشه کمتری تولید نماید؛

۳) به دلیل چوبی شدن (Lignification) ریشه کاسنی فیبری شده و عملیات فراوری آن سخت‌تر می‌شود.

در سال‌های اخیر به‌منظور جلوگیری از ورنالیزاسیون

(Vernalization) یا بهاره‌سازی که به‌دلیل سرمای (دمای پایین) بهاره در کشور بلژیک اتفاق افتاده، کشت کاسنی در ماه می (اردیبهشت تا اوایل خرداد) انجام می‌شد. به‌منظور افزایش طول دوره رویش در مزرعه و تضمین حداکثر عملکرد تر در پاییز (۴۸-۴۰ تن در هکتار) هم اکنون در بلژیک کشت در بهار زودهنگام در اواخر مارس و اوایل آوریل (فروردین) انجام می‌شود و اغلب بذرهای در حال جوانه‌زنی و گیاهچه‌هایی که متحمل دمای پایین شده و به ساقه رفته‌اند، همزمان (در یکسال) در مزرعه دیده می‌شوند. در نتیجه یک دستورالعمل با ارزش و کارآمد برای تولید ریشه و گیاه فاقد ساقه‌روی مورد نیاز است (Dielen *et al.*, 2005).

در سطح بین‌المللی مطالعات گسترده‌ای توسط محققان مختلف در زمینه عملکرد تر ریشه ارقام کاسنی انجام شده و آمارهای متفاوتی در این مورد گزارش شده است. ازجمله می‌توان به تولید ریشه تر کاسنی در کشور بلژیک در دامنه ۴۸/۰-۶۱/۸ t/ha، آلمان ۴۲/۶-۶۲/۷ t/ha و اتریش ۳۴/۴-۴۲/۸ t/ha (Anonymous, 2014)، کانادا ۲۰/۰۸-۳۵/۶۸ t/ha (Chubey & Dorrell, 1978)، ایتالیا ۳۸/۷-۶۵/۶ t/ha (Baldini *et al.*, 2006)، دشت‌های مرتفع نواحی مرکزی آمریکا ۵۰/۴۱-۷۷/۵۹ t/ha (Smith & Wilson, 2006) و در ایران ارقام وارداتی حداکثر ۴۴/۵ t/ha و ژنوتیپ‌های داخلی کمتر از ۵/۹ t/ha (Shoorideh *et al.*, 2015) اشاره کرد.

گونه *C. intybus* تقریبا در بیشتر نواحی ایران (شمال، جنوب، شرق و غرب) انتشار دارد (Ghahraman، 1994). کاسنی پراکندگی وسیعی در مناطق مختلف ایران ازجمله دامنه‌های کم ارتفاع البرز، گیلان، مازندران، گلستان و ... دارد (Zargari، ۱۹۸۹). این گیاه در شمال ایران از جلگه تا ارتفاعات به صورت خودرو (وحشی) می‌روید. با وجود اهمیت و ارزش اقتصادی بالای کاسنی و محصولات و فراورده‌های متنوع و مختلف آن متأسفانه هیچ‌گونه تحقیقات مدونی در راستای به‌زراعی، به‌نژادی، معرفی ارقام عملکرد بالا (کمی و کیفی) و توسعه کشت‌وکار آن در شمال ایران انجام نشده است. نظر به اهمیت تغذیه‌ای اینولین و در راستای کاهش هزینه واردات این محصول، با هدف معرفی گیاه کاسنی به‌عنوان یکی از منابع مهم حاوی اینولین، این تحقیق اجرا شد تا ضمن مطالعه مشخصات مورفولوژیک، قابلیت عملکرد ریشه اکسشن‌های کاسنی بومی استان‌های شمالی کشور (در آغاز مرحله بولتینگ) ارزیابی و با ارقام زراعی وارداتی مقایسه گردد تا اکسشن‌ها و ارقام دارای صفات مناسب و عملکرد بالا برای استفاده در برنامه‌های اصلاحی آینده این گیاه مهم دارویی کشور مشخص و معرفی گردد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی مورد استفاده در این تحقیق شامل ۱۳ اکسشن و دو رقم از جنس کاسنی بود. بذر دو رقم خارجی با نام‌های تجاری Tilda و Selenite (با مبدأ فرانسه شرکت Florimond Desprez) به انضمام یک اکسشن داخلی با مبدأ زنجان از مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند تهیه شد. بذرهای ۱۲ اکسشن داخلی دیگر نیز از منطقه پراکنش سه استان شمالی کشور، مازندران (تنکابن، رویان، چمستان، ساری و بهشهر)، گیلان (چابکسر، رودسر، رشت و ضیابر) و گلستان (نهارخوران، علی‌آباد و آزادشهر) توسط نگارنده جمع‌آوری و در آزمایش مورد استفاده قرار گرفت. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تکرار در مزرعه ایستگاه تحقیقات گیاه‌پزشکی خشکه‌داران (نشتارود) از توابع شهرستان تنکابن از استان مازندران در سالهای ۹۷-۱۳۹۵ اجرا شد. محل آزمایش در طول جغرافیایی ۳۶/۷۴۰۹ و عرض جغرافیایی ۵۱/۰۵۶۹ و ارتفاع ۱۲- متر از سطح دریای آزاد قرار دارد. کرت‌های آزمایش به ابعاد ۱/۵×۱ متر شامل سه خط کاشت یک متری با فاصله خطوط ۵۰ سانتی‌متر بود. بین کرت‌ها و تکرارها به‌ترتیب ۰/۵ و ۱ متر فاصله در نظر گرفته شد. بذرهای ارقام و اکسشن‌ها در نیمه اردیبهشت‌ماه سال ۱۳۹۵ در کیسه‌های نایلکسی کاشته شدند. گیاهچه‌ها در مرحله ۶-۴ برگی در فاصله زمانی ۲۳-۹۵/۴/۲۰ به زمین اصلی

منتقل و با فاصله ۲۰ سانتی‌متر از هم روی خطوط کاشت نشاء شدند. آبیاری بوته‌ها بلافاصله پس از نشاکاری انجام و در ادامه در دو هفته اول هر چهار روز یکبار و پس از آن به صورت هفتگی انجام شد. پس از ۶۰ روز از زمان نشاء کاری، بدلیل آغاز بارندگی‌های پاییزه آبیاری قطع شد و این روند تا زمان برداشت ادامه یافت. صفات تعداد برگ در بوته، طول و عرض برگ (از پنج برگ تصادفی با خطکش با دقت میلی‌متر) و ساقه‌روی کلیه اکسشن‌ها و ارقام از پنج بوته تصادفی از هر کرت در اواسط آبان سال اول اندازه گیری شد. در سال اول هیچ‌گونه برداشت ریشه انجام نشد و در سال دوم در انتهای مرحله رزت (آغاز ساقه‌روی زمانی که طول ساقه کمتر از پنج سانتی‌متر است)، برداشت ریشه و اندازه‌گیری‌های مربوطه انجام شد. کاسنی‌های پژوهش در طول مدت تحقیق از نظر صفات کیفی نیز مورد بررسی قرار گرفتند. اکسشن‌ها از نظر کرک‌دار یا بدون کرک بودن سطح برگ و ساقه توسط لوپ بررسی و یادداشت‌برداری شدند. ساقه‌روی بوته‌های هر اکسشن، در طول فصل رشد پایش و ثبت گردید. بوته‌های اضافی هر کرت از نظر دوره زایشی (یکساله یا دوساله)، دیرزیستی (Persistency) یا طول دوره بقای بوته‌های هر اکسشن (یکساله، دوساله یا چندساله) در مدت سه سال اجرای تحقیق بررسی و یادداشت شدند. پس از برداشت ریشه، قطر آن توسط کولیس با دقت میلی‌متر اندازه گیری، یادداشت و ریشه‌های گوه‌ای شکل با قطر بالای ۱۵ میلی‌متر قطور محسوب گردید. شکل ریشه (راست یا منشعب)، شکل تاج (راست یا منشعب) و بافت تاج (گوشتی یا چوبی) نیز در بوته‌های هر اکسشن بررسی و ثبت شد. علاوه بر صفات ذکرشده، ارتفاع بوته، وزن تر و خشک ریشه نیز اندازه‌گیری گردید. داده‌های عملکردی از مجموع سه بوته در کرت بدست آمد. به‌منظور برآورد عملکرد ریشه خشک، دو نمونه ۵۰ گرمی از ریشه تر هر رقم یا اکسشن (بلافاصله پس از برداشت) به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد در آون خشک شدند و بر مبنای افت وزن، درصد ماده خشک تعیین و عملکرد ریشه خشک محاسبه گردید. داده‌های هر یک از صفات مورفولوژیک و عملکردی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی تجزیه واریانس و میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند. با توجه به صفات مورفولوژیک، عملکردی و کیفی مورد بررسی، از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و تجزیه‌های خوشه‌ای به روش Ward (داده‌های مورفولوژیک و عملکردی) و UPGMA با ضریب تشابه Jaccard (داده‌های کیفی) برای گروه بندی جمعیت‌ها استفاده شد. از نرم‌افزارهای Excel Minitab 16،2010 و NTSYSpc 2.02e برای انجام محاسبات و تجزیه‌وتحلیل‌های آماری استفاده گردید.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه نشان داد که برای تمامی صفات (طول برگ، عرض برگ، تعداد برگ در بوته، ارتفاع بوته و عملکرد تر و خشک بوته) اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد بین اکسشن‌ها و ارقام مورد بررسی کاسنی وجود داشت (جدول ۱). این امر مؤید وجود تنوع بین اکسشن‌ها و ارقام مورد بررسی از نظر این صفات است.

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که ارقام و اکسشن‌های Selenite، زنجان و Tilda به‌ترتیب با میانگین‌های ۷/۶، ۷/۲ و ۶/۵ میلی‌متر عرض برگ به اتفاق در گروه اول دسته بندی قرار گرفتند و دارای عرض برگ بیشتری در مقایسه با بقیه بودند (جدول ۲). این سه اکسشن و رقم از نظر طول برگ نیز در دسته اول دسته‌بندی میانگین‌ها جای داشتند و به‌ترتیب با میانگین ۳۸/۷، ۳۴/۹ و ۳۳/۹ سانتی‌متر (زنجان، Tilda و Selenite)، بیشترین طول برگ را داشتند. دسته‌بندی میانگین تعداد برگ در بوته نشان داد که اکسشن-های زنجان و بهشهر به‌ترتیب با میانگین ۸۳ و ۷۵/۶ عدد در گروه اول دسته‌بندی و بالاتر از بقیه قرار گرفتند و دارای بیشترین تعداد برگ در بوته در بین اکسشن‌ها و ارقام مورد بررسی بودند (جدول ۲). ارقام Selenite، Tilda و اکسشن نهارخوران به‌ترتیب با میانگین‌های ارتفاع بوته ۲۱۵/۴، ۲۱۴/۲ و ۱۹۳/۶ سانتی‌متر باهم در گروه اول دسته‌بندی

میانگین‌ها و بالاتر از دیگران قرار گرفتند. چهار اکسشن جمع‌آوری شده از گیلان به اتفاق اکسشن چمستان مازندران دارای کمترین ارتفاع بوته در بین کاسنی‌های مورد بررسی بودند و به‌اتفاق در گروه ششم دسته‌بندی میانگین‌ها قرار گرفتند. دسته‌بندی میانگین عملکرد تر ریشه نشان داد که رقم Selenite با تولید ۳۵/۴۵ تن در هکتار ریشه تر، بیشترین میزان این صفت را در تحقیق داشته است و به تنهایی در گروه اول دسته‌بندی قرار گرفت. اکسشن تنکابن نیز ۱۲/۶۹ تن در هکتار ریشه تر تولید نمود و از این نظر از سایر اکسشن‌ها و ارقام تحقیق برتر بود و در رتبه دوم قرار گرفت. نتایج نشان داد که رقم Selenite بیشترین میزان ریشه خشک را تولید کرد (۹/۵۷ تن در هکتار) و به‌تنهایی در گروه اول دسته‌بندی میانگین‌ها قرار داشت و پس از آن اکسشن تنکابن با عملکرد ریشه خشک ۳/۴۲ تن در هکتار در رتبه دوم قرار گرفت و با اختلاف معنی‌دار از سایر اکسشن‌ها و رقم (Tilda) محصول ریشه بیشتری تولید نمود.

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در اکسشن‌ها و ارقام کاسنی مورد مطالعه با استفاده از آزمون توکی

اکسشن (رقم)	عملکرد تر ریشه (تن در هکتار)	عملکرد خشک ریشه (تن در هکتار)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد برگ	طول برگ (سانتی‌متر)	عرض برگ (سانتی‌متر)
تنکابن	۱۲/۶۹۲ b	۳/۴۲۷ b	۱۵۲/۸ c-e	۲۵/۶ bc	۲۵/۵ de	۴/۳ e-g
رویان	۸/۵۷۴ c	۲/۳۱۵ c	۱۷۲/۸ b-d	۲۰/۲ c	۲۹/۸ b-d	۶/۱ b-d
چمستان	۵/۲۶۰ e-g	۱/۴۲۰ e-g	۱۳۹/۶ ef	۲۴/۶ bc	۲۷/۹ c-e	۵/۰ d-f
ساری	۴/۴۹۴ f-h	۱/۲۱۳ f-h	۱۸۱/۶ b	۲۰/۶ bc	۲۵/۱ d-f	۳/۸ fg
بهشهر	۷/۹۷۰ cd	۲/۱۵۲ cd	۱۷۸/۶ bc	۷۵/۶ a	۲۲/۱ e-g	۴/۳ e-g
چابکسر	۲/۶۷۸ h	۰/۷۲۳ h	۱۱۸/۸ f	۲۷/۶ bc	۱۸/۸ f-h	۳/۱ g
رودسر	۶/۰۵۴ d-g	۱/۶۳۵ d-g	۱۳۶/۴ ef	۲۵/۲ bc	۱۶/۵ gh	۳/۲ g
رشت	۴/۹۹۲ fg	۱/۳۴۸ fg	۱۳۳/۴ ef	۲۰/۸ bc	۱۸/۶ f-h	۳/۹ fg
ضیاءبر	۳/۸۲۵ gh	۱/۰۳۳ gh	۱۲۲/۲ f	۲۵/۰ bc	۱۴/۴ h	۳/۴ g
نهارخوران	۷/۴۱۳ c-e	۲/۰۰۲ c-e	۱۹۳/۶ ab	۲۴/۲ bc	۲۸/۵ b-e	۵/۰ d-f
علی‌آباد	۵/۲۸۶ e-g	۱/۴۲۷ e-g	۱۷۳/۲ b-d	۳۲/۲ b	۲۸/۱ c-e	۵/۶ c-e
آزادشهر	۶/۵۰۲ c-f	۱/۷۵۶ c-f	۱۷۶/۶ b-d	۳۲/۲ b	۲۵/۴ de	۳/۷ fg
زنجان	۷/۵۱۱ c-e	۲/۰۲۸ c-e	۱۵۱/۰ de	۸۳/۰ a	۳۸/۷ a	۷/۲ ab
Tilda	۷/۶۹۲ cd	۲/۰۷۷ cd	۲۱۴/۲ a	۲۸/۴ bc	۳۴/۹ ab	۶/۵ a-c
Selenite	۳۵/۴۵۸ a	۹/۵۷۴ a	۲۱۵/۴ a	۲۲/۰ bc	۳۳/۹ a-c	۷/۶ a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

اکسشن‌ها و ارقام کاسنی از نظر شاخص‌های کیفی نیز مورد بررسی قرار گرفتند. در کشت‌وکار کاسنی برداشت بوته‌های تک ریشه (فاقد انشعاب)، راست و قطور آسان‌تر است. وجود بوته‌های با ریشه راست و بدون انشعاب یک عامل مثبت در ارزیابی کاسنی‌های بومی است که می‌تواند در برنامه‌های اصلاحی کاسنی مورد استفاده قرار گیرد. خلاصه اطلاعات مربوطه در جدول ۳ ارائه شده است. در این تحقیق علاوه بر دو رقم وارداتی Tilda و Selenite در چهار اکسشن با مبدأ استان مازندران (تنکابن، رویان، چمستان و ساری) و سه اکسشن با مبدأ استان گیلان (رودسر، رشت و ضیابر) بوته‌هایی با ریشه راست (بدون انشعاب) دیده شد (جدول ۳). بیشتر بوته‌ها در اکسشن‌های بومی دارای ریشه منشعب بودند. البته این صفت نامطلوب در دو رقم وارداتی نیز مشاهده شد و در رقم Tilda فراوانی آن

بیشتر بود. بوته‌های اکسشن‌های بهشهر و زنجان دارای ساقه و برگ کرک‌دار بودند. این کرک‌ها در اکسشن زنجان بیشتر و بلندتر بود. با وجود کشت دیر هنگام در اکسشن‌های رویان، چمستان، بهشهر، رودسر و زنجان در سال اول، ساقه‌روی (Bolting) و گلدهی اتفاق افتاد. در این تحقیق تنها در اکسشن بهشهر بوته‌ها دارای تاج منشعب بودند. یادداشت‌برداری از دیرزیستی اکسشن‌ها و ارقام تحقیق نشان داد به استثناء اکسشن زنجان (که دارای دوره زایشی و دیرزیستی یکساله بود) تمامی اکسشن‌ها چندساله با دوره زایشی یکساله بودند و دو رقم وارداتی نیز دارای دوره زایشی و دیرزیستی دوساله بودند.

جدول ۳- وضعیت صفات کیفی در اکسشن‌ها و ارقام کاسنی مورد مطالعه

اکسشن (رقم)	ریشه راست	ریشه منشعب	ساقه‌وبرگ کرک‌دار	بولتینگ در سال اول	دیرزیستی (یکساله)	دیرزیستی (دوساله)	دیرزیستی (چندساله)	تاج منشعب	ریشه قطور	بافت تاج چوبی
تنکابن	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱
رویان	۱	۱	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۱
چمستان	۱	۱	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۱
ساری	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱
بهشهر	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۱
چابکسر	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱
رودسر	۱	۱	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۱
رشت	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱
ضیاءبر	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱
نهارخوران	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱
علی‌آباد	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱
آزادشهر	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱
زنجان	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۱
Tilda	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰
Selenite	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰

۰ = ندارد ۱= دارد

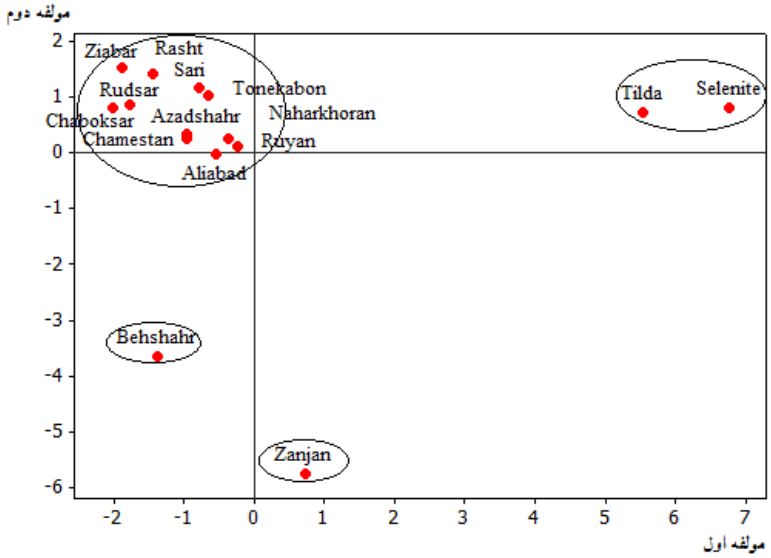
نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) در جدول ۴ ارائه شده است. دو مؤلفه اصلی اول به‌ترتیب ۴۵/۴ و ۲۶/۶ درصد و در مجموع ۷۲ درصد از واریانس کل متغیرها را توجیه نمودند. در مؤلفه اول که بیشترین سهم را در ایجاد تنوع داشت، صفات عرض برگ، چرخه زندگی دوساله، ریشه قطور و عملکرد خشک ریشه دارای ضرایب بردار ویژه مثبت و صفات ریشه منشعب، دوساله و چندساله و تاج چوبی دارای ضرایب بردار منفی بودند. صفات تعداد برگ و کرک‌دار بودن برگ و ساقه، هر دو با ضرایب بردار ویژه منفی مهمترین صفات مؤلفه دوم بودند. در مؤلفه سوم صفات طول برگ، دیرزیستی یکساله و تاج منشعب از صفات مهم مؤلفه بودند و صفت تاج‌منشعب ضریب بردار ویژه منفی داشت. در مؤلفه چهارم ارتفاع بوته، ریشه راست (بدون انشعاب) و ساقه‌روی در سال اول کشت مهمترین صفات بودند که ارتفاع بوته دارای ضریب بردار ویژه منفی بود.

جدول ۴- مقادیر ویژه، درصد واریانس و ضرایب بردارهای ویژه صفات مورد مطالعه در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی اکسشن‌ها و ارقام کاسنی

صفات	مؤلفه اول	مؤلفه دوم	مؤلفه سوم	مؤلفه چهارم
عرض برگ	۰/۳۰۴	-۰/۲۰۲	۰/۲۱۶	۰/۰۰۲
عملکرد خشک ریشه	۰/۲۸۹	۰/۰۱۸	-۰/۱۰۸	۰/۱۰۵
ریشه منشعب	-۰/۳۶۷	-۰/۰۷۹	۰/۱۱۶	-۰/۰۵۰
دیرزیستی دوساله	۰/۳۶۷	۰/۰۷۹	-۰/۱۱۶	۰/۰۵۰
دیرزیستی چندساله	-۰/۳۳۰	۰/۱۸۱	-۰/۱۷۹	-۰/۰۵۷
ریشه قطور	۰/۳۶۷	۰/۰۷۹	-۰/۱۱۶	۰/۰۵۰
بافت تاج چوبی	-۰/۳۶۷	-۰/۰۷۹	۰/۱۱۶	-۰/۰۵۰
تعداد برگ	-۰/۰۱۹	-۰/۴۸۲	-۰/۱۲۷	-۰/۰۲۱
ساقه و برگ کرک‌دار	-۰/۰۲۰	-۰/۴۷۷	-۰/۱۷۷	۰/۰۸۶
طول برگ	۰/۲۶۹	-۰/۲۲۷	۰/۲۷۶	-۰/۱۷۰
دیرزیستی یکساله	۰/۰۲۹	-۰/۳۹۸	۰/۴۴۵	۰/۰۲۲
تاج منشعب	-۰/۰۵۶	-۰/۲۵۲	-۰/۶۸۷	۰/۰۹۵
ارتفاع	۰/۲۸۹	-۰/۰۳۰	-۰/۲۲۶	-۰/۳۰۵
ریشه راست	۰/۰۹۴	۰/۲۸۱	۰/۱۰۳	۰/۶۷۹
ساقه‌روی سال اول	-۰/۰۷۸	-۰/۲۹۷	-۰/۰۰۱	۰/۶۱۳
مقادیر ویژه	۶/۸۰	۳/۹۹	۱/۴۸	۱/۰۸
درصد واریانس نسبی	۴۵/۴	۲۶/۶	۹/۹	۷/۲
درصد واریانس تجمعی	۴۵/۴	۷۲/۰	۸۱/۹	۸۹/۱

اعدادی که زیر آنها خط کشیده شده است دارای ارزش بیشتری در مؤلفه‌های اصلی هستند.

به‌طورکلی با توجه به نتایج بدست‌آمده مؤلفه اول (عرض برگ، دیرزیستی دوساله و چندساله، ریشه قطور و عملکرد خشک ریشه، ریشه منشعب، دیرزیستی چندساله و تاج چوبی) و دوم (تعداد برگ و کرک‌دار بودن برگ و ساقه) در مجموع ۷۲ درصد از واریانس کل را توجیه نمودند. در نموداری که براساس مقادیر دو مؤلفه اصلی در هر یک از ارقام و نمونه‌های مورد بررسی ترسیم شد (شکل ۱) رقم Selenite بیشترین مقدار مؤلفه اول و اکسشن زنجان کمترین مقدار مؤلفه دوم را داشتند. رقم Tilda و اکسشن زنجان نیز مؤلفه اصلی اول مثبت داشتند و بقیه اکسشن‌های مورد تحقیق از نظر مؤلفه اول دارای مقدار منفی بودند.



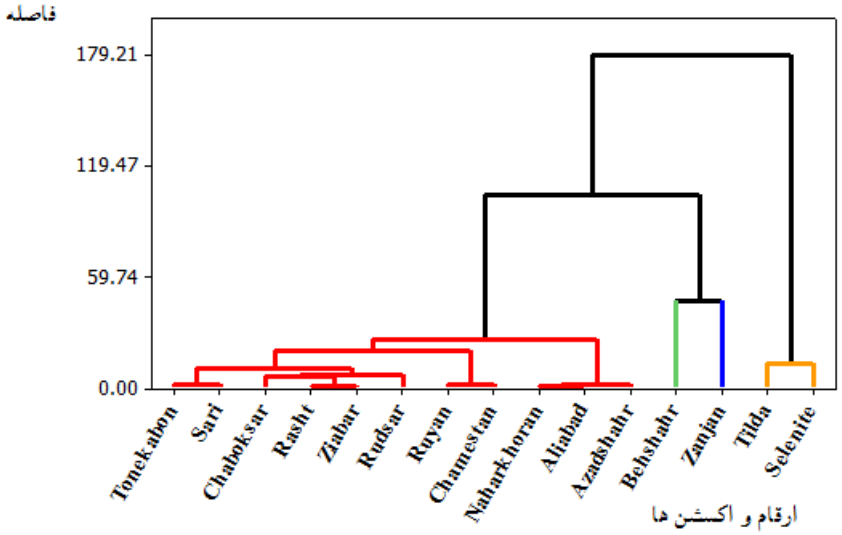
شکل ۱- بای‌پلات پراکنش اکسشن‌ها و ارقام کاسنی مورد بررسی بر مبنای دو مؤلفه اول اصلی

به‌منظور گروه‌بندی اکسشن‌ها و ارقام کاسنی، تجزیه خوشه‌ای به روش Ward روی ۱۵ صفت (مورفولوژیک و عملکردی) مورد بررسی انجام شد. با برش دندروگرام حاصل در سطح تشابه ۷۰ درصد، ارقام و اکسشن‌ها در چهار گروه متفاوت قرار گرفتند (شکل ۲). در این دندروگرام اکسشن‌های تنکابن، ساری، چابکسر، رشت، ضیابر، رودسر، رویان، چمستان، نهارخوران، علی‌آباد و آزادشهر در خوشه اول، بهشهر به تنهایی در خوشه دوم، زنجان در خوشه سوم و دو رقم Tilda و Selenite در خوشه چهارم جای گرفتند.

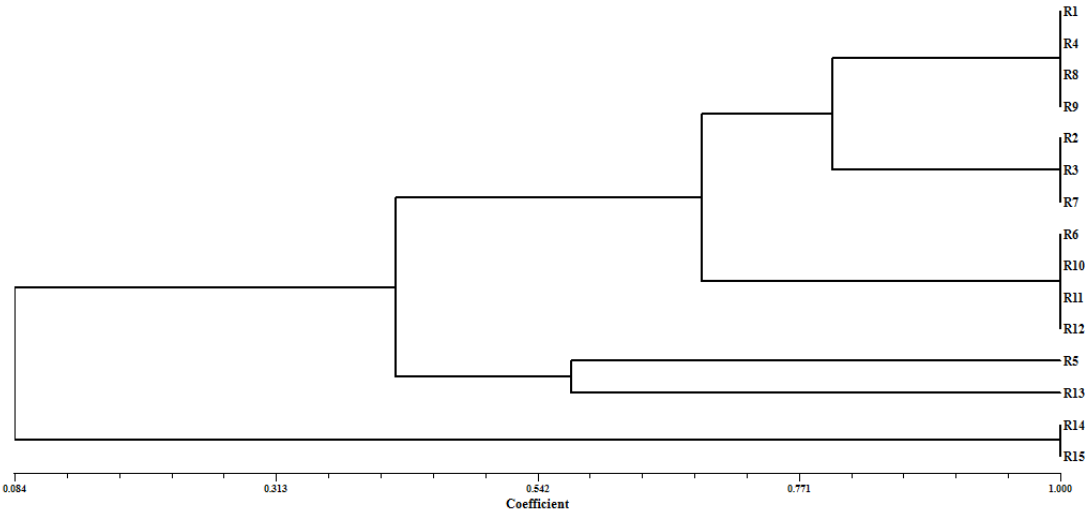
از تجزیه خوشه‌ای به روش UPGMA با ضریب تشابه Jaccard نیز برای گروه‌بندی کاسنی‌های تحقیق بر مبنای داده‌های کیفی استفاده شد و تطابق بالایی نیز بین نتایج حاصل از دو تجزیه خوشه‌ای انجام شده مشاهده گردید (شکل‌های ۲ و ۳). با مشخص شدن اکسشن‌ها و ارقام هر خوشه تجزیه‌وتحلیل آماری در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام و خوشه‌ها از نظر میانگین صفات مورد بررسی باهم مقایسه شدند. نتایج نشان داد که از نظر صفات طول، عرض و تعداد برگ، ارتفاع و عملکرد خشک ریشه بین خوشه‌ها تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول ۵). در نمایش گروه‌بندی خوشه‌ها تطابق خوبی بین نتایج حاصل از تجزیه خوشه‌ای و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی مشاهده شد.

اکسشن‌های کاسنی موجود در خوشه اول از نظر تمامی صفات در گروه دوم دسته‌بندی میانگین‌ها قرار گرفتند. اکسشن بهشهر (خوشه دوم) در مقایسه با اکسشن‌های خوشه اول دارای تعداد برگ بیشتری بود، ولی از نظر سایر صفات با خوشه اول تفاوت معنی‌داری نشان نداد. اکسشن زنجان موجود در خوشه سوم از نظر طول، عرض و تعداد برگ در گروه اول دسته‌بندی میانگین‌ها جای گرفت. تنها اکسشن این خوشه از نظر عملکرد خشک ریشه مشابه دو خوشه اول و

دوم (در گروه دوم دسته‌بندی میانگین‌ها) از لحاظ ارتفاع بوته مانند خوشه اول (دارای کمترین ارتفاع و به‌بیان دیگر پاکوتاه) و از جهت تعداد برگ مشابه خوشه دوم (دارای بیشترین تعداد برگ) بود. خوشه چهارم (دو رقم خارجی) از نظر تمامی صفات (به استثنای تعداد برگ) در گروه اول دسته‌بندی میانگین‌ها قرار داشت. این خوشه در مقایسه با سایر خوشه‌ها دارای طول و عرض برگ، ارتفاع بوته و عملکرد خشک ریشه بیشتری بود. در این مطالعه فاصله ژنتیکی بین خوشه یک با دو، سه و چهار به‌ترتیب ۵/۸۵، ۷/۰۹ و ۷/۲۶ واحد بود و این فاصله برای خوشه دو با سه و چهار به‌ترتیب ۶/۸۱ و ۹/۳۳ واحد بدست آمد. فاصله بین خوشه‌های سه و چهار نیز ۸/۹۵ واحد بود که در برنامه‌های اصلاحی برای ایجاد تنوع می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.



شکل ۲- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای به روش **ward** روی ۱۵ اکسشن و رقم کاسنی بر مبنای صفات مورفولوژیکی



شکل ۳- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای به روش **UPGMA** روی ۱۵ اکسشن و رقم کاسنی بر مبنای صفات کیفی مورد مطالعه

R1: تنکابن، **R2**: رویان، **R3**: چمستان، **R4**: ساری، **R5**: بهشهر، **R6**: چابکسر، **R7**: رودسر، **R8**: رشت، **R9**: ضیابر، **R10**: نهارخوران، **R11**: علی‌آباد، **R12**: آزادشهر، **R13**: زنجان، **R14**: **Tilda**، **R15**: **Selenite**

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی خوشه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای اکسشن‌ها و ارقام کاسنی مورد مطالعه

نام خوشه	تعداد ژنوتیپ	عملکرد خشک ریشه (تن در هکتار)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد برگ	طول برگ (سانتی‌متر)	عرض برگ (سانتی‌متر)
خوشه ۱	۱۱	۱/۶۶۴ b	۱۵۴/۶ bc	۲۵/۳ b	۲۳/۵ b	۴/۳ b
خوشه ۲	۱	۲/۱۵۲ b	۱۷۸/۶ b	۷۵/۶ a	۲۲/۱ b	۴/۳ b
خوشه ۳	۱	۲/۰۲۸ b	۱۵۱/۰ c	۸۳/۰ a	۳۸/۷ a	۷/۲ a
خوشه ۴	۲	۵/۸۲۵ a	۲۱۴/۸ a	۲۵/۲ b	۳۴/۴ a	۷/۱ a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

بحث

یافته‌های این تحقیق نشان داد که رقم Selenite با تولید ۳۵/۴۵ تن در هکتار ریشه تر و ۹/۵۷ تن در هکتار ریشه خشک بیشترین میزان ریشه را در بین ارقام و نمونه‌های کاسنی مورد مطالعه دارا بود. این رقم از نظر تمامی صفات تحقیق (باستثناء تعداد برگ) در دسته اول میانگین‌ها جای داشت. پس از آن نمونه تنکابن نیز به‌ترتیب با عملکرد ۱۲/۶۹ تن در هکتار ریشه تر و ۳/۴۲ تن در هکتار ریشه خشک، از این نظر از سایر اکسشن‌ها و ارقام تحقیق برتر بود و با اختلاف معنی‌دار از سایر اکسشن‌ها و رقم (Tilda) محصول ریشه بیشتری تولید نمود و در رتبه دوم قرار گرفت. وزن خشک ریشه ژنوتیپ‌های بومی با ظهور ساقه گل‌دهنده (بولتینگ) در سال اول کشت در دومین مرحله نمونه‌گیری یک ماه قبل از برداشت (هفته ۲۶) به‌طور چشمگیری نسبت به کاسنی ریشه‌ای مجارستانی کمتر بود (Shoorideh *et al.*, 2013). در تحقیق انجام شده در ایران، عملکرد ریشه تر ارقام خارجی ارکیس و تیلدا به‌ترتیب ۴۴/۵ و ۳۵/۶ تن در هکتار گزارش شد. در این بررسی ژنوتیپ‌های ایرانی کازرون ۱ و کازرون ۲ به‌ترتیب با تولید ۵/۹ و ۵/۳ تن در هکتار بیشترین عملکرد ریشه را در بین ژنوتیپ‌های ایرانی مورد تحقیق داشتند (Shoorideh *et al.*, 2015). نتایج این تحقیق از نظر دامنه عملکرد تر ریشه ارقام و اکسشن‌ها با نتایج Shoorideh و همکاران (2015) مطابقت دارد، با این تفاوت که رقم Tilda که در دو تحقیق مشترک بود، در شمال کشور ریشه تر و خشک کمتری تولید نمود. این مورد احتمالا از شرایط اکولوژیک (آب و هوا، خاک و ...) و عملیات زراعی متفاوت دو تحقیق ناشی شده است. اکسشن تنکابن در این تحقیق به میزان قابل‌ملاحظه‌ای عملکرد ریشه بیشتری از ژنوتیپ‌های داخلی داشت. با عنایت به اینکه محل جمع‌آوری بذر اکسشن تنکابن مشابه با محل اجرای تحقیق بود، رشد و نمو بهتر و عملکرد بیشتر ریشه این اکسشن در مقایسه با سایر ارقام و اکسشن‌های داخلی این بررسی و تحقیق Shoorideh و همکاران (2015) دور از انتظار نبود. تولید ریشه تر و خشک کاسنی در کشور بلژیک به‌ترتیب در دامنه ۶۱/۸–۴۸ و ۱۹/۵–۱۶/۳ تن در هکتار، آلمان ۶۲/۷–۴۲/۶ و ۲۱/۶–۱۸/۰ تن در هکتار، اتریش ۴۲/۸–۳۴/۴ و ۲۱/۲–۱۴/۸ تن در هکتار و میزان تولید ریشه خشک آن در هلند ۱۶–۱۲ تن در هکتار گزارش شده است (Anonymous, 2014). با توجه به نتایج بدست‌آمده عملکرد رقم Selenite در دامنه عملکردی برخی از کشورهای اروپایی قرار دارد و به‌نظر می‌رسد که با انجام عملیات به‌زراعی می‌توان به میزان بیشتر تولید دست یافت. در این تحقیق اکسشن زنجان از نظر هر سه صفت طول، عرض و تعداد برگ در گروه اول دسته‌بندی قرار داشت و اگر عملکرد اندام هوایی بیشتر (به‌عنوان مثال با هدف تولید علوفه) مورد توجه باشد، این اکسشن انتخاب مناسبی برای حصول به این مقصود بنظر می‌رسد. چهار اکسشن با مبدأ بذر استان گیلان (چابکسر، رودسر، رشت و ضیابر) کمترین

میزان صفات طول و عرض برگ، ارتفاع بوته و همچنین عملکرد خشک ریشه را در کرت و هکتار داشتند و باید فاصله کاشت کمتری (تراکم بوته بیشتر) برای این اکسشن‌ها در نظر گرفته شود. در این تحقیق علاوه بر دو رقم وارداتی Tilda و Selenite، در چهار اکسشن با مبدأ استان مازندران (شامل تنکابن، رویان، چمستان و بهشهر) و سه اکسشن با مبدأ استان گلستان (نهارخوران، علی‌آباد و آزاد شهر) بوته-هایی با وزن تر ریشه بالای ۱۰۰ گرم دیده شد. با انجام اقدامات اصلاحی با هدف افزایش عملکرد ریشه در این اکسشن‌ها می‌توان به ارقام با عملکرد بالا دست یافت. در رقم Selenite تمامی بوته‌ها دارای وزن تر ریشه بالای ۱۰۰ گرم بودند و بوته‌هایی با وزن تر ریشه حدود ۴۰۰ گرم نیز مشاهده شد. در این آزمایش در هریک از اکسشن‌های تنکابن، رویان، چمستان، ساری، رودسر، رشت و ضیاءبر بوته‌هایی با ریشه راست (بدون انشعاب) دیده شد. این صفت مثبت تنها در رقم Selenite به فراوانی مشاهده گردید. وجود بوته‌های با ریشه راست یک عامل مثبت در این اکسشن‌های بومی است که می‌تواند در برنامه‌های اصلاحی کاسنی مورد استفاده قرار گیرد. یافته‌های پژوهش نشان داد با وجود کشت دیر هنگام در اکسشن‌های رویان، چمستان، رودسر (خوشه اول)، بهشهر (خوشه دوم) و زنجان (خوشه سوم) در سال اول کشت ساقه‌روی (Bolting) و گلدهی اتفاق افتاد. در این اکسشن‌ها بخشی از کربوهیدرات‌ها و ذخایر ریشه برای رشد و توسعه گل‌آذین مصرف و موجب می‌شود که گیاه به ساقه رفته و محصول ریشه کمتری تولید نماید. ساقه‌روی و گل‌دهی از عوامل منفی در کشت‌وکار کاسنی محسوب می‌شوند. یافتن گیاهان با چرخه زایشی دوساله یکی از عوامل مهم در برنامه‌های اصلاحی کاسنی است. ارزیابی دیرزیستی اکسشن‌ها و ارقام تحقیق نشان داد به استثناء اکسشن زنجان (که دارای دیرزیستی و چرخه زندگی یکساله بود)، تمامی اکسشن‌ها چندساله بودند و دو رقم وارداتی نیز دارای چرخه زندگی دوساله بود. طی سه سال مدت اجرای تحقیق اکسشن زنجان دارای چرخه زندگی یکساله، طول برگ زیاد و ارتفاع کمتری در مقایسه با بقیه بود. این اکسشن احتمالا به گونه *C. pumilum* Jacq. تعلق دارد. بقیه اکسشن‌های بومی چندساله و از گونه *C. intybus* L. هستند. در خوشه اول دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای، بین دو اکسشن ساری و تنکابن، سه اکسشن با مبدأ استان گلستان (نهارخوران، علی‌آباد و آزاد شهر) و همچنین دو اکسشن رویان و چمستان در حد ۱۰۰ درصد تشابه دیده می‌شود. شاید بتوان این گونه استنتاج نمود که اکسشن‌های ذکرشده احتمالا دارای منشأ مشترکی باشند.

ضرایب صفات موجود در مؤلفه اول نشان می‌دهند که ارقام و اکسشن‌های کاسنی دارای برگ‌های عریض، دیرزیستی دوساله و ریشه قطور، ریشه (خشک) بیشتری تولید می‌کنند و بافت ریشه آنها در ناحیه تاج چوبی نیست. در این پژوهش دو رقم وارداتی Selenite و Tilda (خوشه چهارم) به همراه اکسشن زنجان دارای مقادیر مثبت مؤلفه اول بودند و بیشترین مقدار این مؤلفه به رقم Selenite تعلق داشت. بقیه اکسشن‌های تحقیق از این نظر حائز مقادیر منفی بودند. صفات تعداد برگ و کرک‌دار بودن برگ و ساقه، هر دو با ضرایب بردار ویژه منفی مهمترین صفات مؤلفه دوم بودند. این دو صفت باهم همسو بوده و همبستگی مثبتی بین آنها مشاهده شد. دو اکسشن زنجان و بهشهر که بیشترین میزان این دو صفت را در بین ارقام و اکسشن‌های تحقیق داشتند حائز کمترین مقدار مؤلفه دوم بودند. اغلب ارقام و اکسشن‌های پژوهش (به استثناء بهشهر و زنجان) از نظر مؤلفه دوم دارای مقادیر مثبت بودند. اکسشن‌های ضیابر، رشت، ساری و تنکابن (همگی از خوشه اول) بیشترین مقدار این مؤلفه را داشتند (شکل ۱). با ملاحظه فاصله بین خوشه یک با چهار (۷/۲۶ واحد) و با توجه به عملکرد ریشه بالا، وجود بوته‌های با ریشه راست و بدون انشعاب، عدم ساقه-روی در سال اول کشت (زمانی که کشت دیر هنگام انجام شد)، به نظر می‌رسد اکسشن تنکابن از خوشه اول را می‌توان برای انجام تلاقی با رقم پرمحصول Selenite در برنامه اصلاحی آینده کاسنی‌های بومی در نظر گرفت.

منابع مورد استفاده

– Baldini, M., Danuso, F., Monti, A., Amaducci, M. T., Stevanato, P. and Mastro, G. D., 2006. Chicory and Jerusalem artichoke productivity in different areas of Italy, in relation to water availability and time of harvest. Italian Journal of Agronomy. 1,2. https://doi.org/10.4081/ija.2006.291

– Anonymous, 2014. Chicory Details Of Quality Characteristics Biology Essay. http://www.ukessays.com/essays/biology /chicory details of quality characteristics biology essay.php.

– Chubey, B. B., and Dorrell, D. G., 1978. Total reducing suger, fructose and glucose concentrations and root yield of two Chicory cultivars as affected by irrigation, fertilizer and harvest dates. Canadian Journal of Plant Science, 58: 789-793.

– Dielen, V., Notte, C., Lutts, S., Debavelaerea, V., Van Herck, J. C. and Kinet, J. M., 2005. Bolting control by low temperatures in root chicory (*Cichorium intybus* var. sativum). Field Crops Research, 94: 76–85

– Ernst, M., Chatterton, N. J. and Harrison, P. A., 1995. Carbohydrate changes in cichory (*Cichorium intybus* L. Var. Foliosum) during growth and storage. Scientia Horticulturae, 63: 251-261.

– Ghahraman, A., 1994. Iranian Coromophytes (Plants Systematic). Third volume. Tehran University Publication, 743 pp. Tehran, Iran (In Persian).

– Mozaffarian, V., 1996. A Dictionary of Iranin Plant Names, Latin, English, Farhang Moaser, 671 pp. Tehran, Iran (In Persian).

– Munoz, C .L .M., 2004. Spanish medicinal Plants: *Cichorium intybus* L. Boletin de la RealSociedad Espanola de Historia Natural, 99: 41-47.

– Price, K. R., DuPont, M. S., Shepherd, R., Chan, H. W. S. and Fenwick, G. R., 1990. Relationship between the chemical and sensory properties of exotic salad crops: colored lettuce (*Lactuca sativa*) and chicory (*Cichorium intybus*). Science of Food and Agriculture, 53: 185–192.

– Rechinger, K. H., 1969. Flora Iranica Vol. 66, Akademische Druck- U. Verkagsanstalt Graz – Austria.

– Rees, B. S. and Harborne, J. B., 1985. The role of sesquiterpene lactones and phenolics in the chemical defense of the chicory plant. Phytochemistry, 24: 2225–2231.

– Ritsema, T., and Smeekens, S., 2003. Fructans: beneficial for plants and humans. Current Opinion in Plant Biology, 6: 223-230.

– Safavi, R., Naseh, Y., Jafari, A., Tavakoli, Z., Vahidarnia, N., 2013. Flora of Iran: Composite: Cichorieae. Research Institute of Forests and Rangelands publication, No. 77., Tehran , Iran (In Persian).

– Shoorideh H., Balandari, A., Peyghambari, S. A., Omidi, M. and Naghavi, M. R., 2013. Investigation on morphology and root yield of chicory (*C. intybus*) landraces for inulin production. 2nd National Congress of Medicinal Plants., 15-16 May, Tehran, Iran.

– Shoorideh H., Peyghambari, S. A., Omidi, M., Naghavi, M. R., Maroufi, A. and Balandari, A., 2015. Investigation on morphological traits and root yield of Iranian chicory genotypes. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 23 (2): 226-236.

– Smith, J. A. and Wilson, R. G., 2006. EC06-161 chicory production guide with emphasis on field production practices for the central high plains. Historical Materials from University of Nebraska-Lincoln Extension. http://digitalhtp://digitalcommons.unl.edu/extension hist/4789.

– Tungland, B.C. and Meyer, D., 2002. Non-digestible oligo-and polysaccharides (dietary fiber): their physiology and role in human health and food. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 1(3): 90-109.

– Yang, Y., 2009. Process Optimization of Extracting Phenols from *Cichorium intybus* cv. Puna with Response Surface Methodology. Journal of Northwest Forestry University.

– Zargari, A., 1989. Medicinal plants, Tehran university Press, Third volume. 916 pp. Tehrtan, Iran (In Persian).

Evaluation of root yield and morphological traits of 15 accessions and cultivars of chicory (*Cichorium intybus* L.) in the plains of the north of Iran

S. Pourmoradi[1*], A. Aalami[2] and M. Esfehani[3]

1*- Corresponding author, PhD graduated, Department of Plant Biotechnology, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, I.R. Iran. Email: Spour272@yahoo.com
2- Assoc. Prof., Department of Plant Biotechnology, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, I.R. Iran.
3- Prof., Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, I.R. Iran.

Received: 30.07.2019 Accepted: 18.01.2020

Abstract:

In order to evaluate root yield and morphological traits of 15 endemic and imported chicory *Cichorium intybus* L.) accessions and cultivars, an experiment was conducted in a randomized complete block design with five replications in Khoshkedaran Research Station of Mazandaran province, Iran, during 2016-2018 years. In this study, the number of leaves per plant, leaf length and width, plant height, fresh and dry root yield, and some qualitative traits such as root shape and diameter, hairy leaf and stems, bolting time, lignified top root, longevity, and reproductive cycle of chicory accessions were measured. In the first year, the root was not harvested and in the second year, at the end of the rosette stage (rootstock start), the roots were harvested and the relevant measurements were made. Data for each morphological and functional trait were analyzed separately. The results showed that the Selenite cultivar had the highest fresh (35.458 t/ha) and dry (9.574 t/ha) root yield and ranked in the first group of means. The results of principal component analysis (PCA) based on yield and morphological traits showed that the first two components accounted for 72% of the total variation. Based on the results of cluster analysis (Ward method), the genotypes were classified into four groups. The highest genetic distance was obtained between cluster two (Behshahr accession) and cluster four (foreign cultivars). The results of cluster analysis and PCA were in agreement with each other. According to the results, It was concluded that Tonekabon accession from the first cluster can be cross with the high-yielding cultivar Selenite to breeding improve new varieties of endemic chicory.

Keywords: Accession, Cluster analysis, Root yield, Chicory (*Cichorium intybus* L.).