دو فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران
جلد ۲۳، شماره ۲، صفحه ۲۳۶-۲۲۶ (۱۳۹۴)

خصوصیات ریخت‌شناسی و عملکرد ریشه در ژنوتیپ‌های بومی کاسنی

هادی شوریده[۱]، سید علی پیغمبری[*۲]، منصور امیدی[۳]، محمد رضا نقوی[۳]، اسعد معروفی[۴] و احمد بالندری[۵]

۱ - دانشجوی دکتری اصلاح نباتات- پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

۲* - نویسنده مسئول مکاتبات، دانشیار، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

پست الکترونیک: alipey@ut.ac.ir

۳ - استاد، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

۴ – استادیار، دانشکده کشاورزی دانشگاه کردستان

۵ - استادیار، پژوهشکده علوم و صنایع غذایی، مشهد

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۶/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۴/۱۱

چکیده:

کاسنی (*Cichorium intybus*) یک گیاه دارویی است که در ریشه، برگ و بذر آن ترکیبات مهمی مثل اینولین، سزکوئی‌ترپن لاکتون‌ها، کومارین‌ها و فلاونوئیدها وجود دارد. کاسنی ریشه‌ای به‌عنوان یک گیاه صنعتی، اصلی‌ترین منبع تهیه اینولین، در کشورهای اروپایی، چین و ژاپن است. در این تحقیق برای اولین بار جهت بررسی توانمندی ژنوتیپ‌های بومی کاسنی از نظر عملکرد ریشه و چند صفت زراعی مهم، یازده توده بومی و یک جمعیت مجارستانی کاسنی ریشه‌ای (شاهد) اواخر اسفند سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ در پژوهشکده علوم و صنایع غذایی مشهد کشت شدند. صفات مورد مطالعه، شامل طول و عرض برگ، شدت کرکدار بودن، وزن خشک ریشه و اندام‌های هوایی و نسبت آنها، زمان ظهور ساقه گل‌دهنده، تعداد جوانه در محل طوقه و ارتفاع نهایی گیاه بود. با توجه به اینکه رابطه بین عملکرد اینولین و درصد اینولین در ارقام بررسی شده کاسنی، معنی‌دار نیست، لذا در این تحقیق وزن خشک ریشه به‌عنوان شاخص عملکرد اینولین کاسنی در نظر گرفته شد. وزن خشک ریشه در اکثر ژنوتیپ‌های ایرانی در اولین نمونه‌گیری در مرحله روزت تا قبل از ظهور ساقه گل‌دهنده (هفته هشتم پس از کاشت) وضعیت مطلوبی داشت و حتی ژنوتیپ ملاثانی وزن خشک ریشه بیشتری نسبت به شاهد داشت، ولی وزن خشک ریشه ژنوتیپ‌های بومی با ظهور ساقه گل‌دهنده (بولتینگ) در سال اول کشت در دومین مرحله نمونه‌گیری یک ماه قبل از برداشت (هفته بیست و ششم پس از کاشت) به‌طور چشمگیری نسبت به شاهد کمتر بود.

واژه‌های کلیدی: گیاه دارویی، پری‌بیوتیک، عملکرد ریشه، اینولین.

مقدمه

کاسنی(*Cichorium intybus*) به‌عنوان یک گیاه دارویی خودرو، از گذشته‌های دور در بین مردم کشورهای مختلف موارد استفاده فراوانی داشته، ولی شهرت درمانی آن در رفع بیماری‌های کبدی است. مطالعات جدید خواص ضد دیابتی و ضد سرطانی را برای این گیاه پیشنهاد می‌کنند (*Ghannadi et al., 2011*). کاسنی گیاهی دیپلوئید با ۱۸ کروموزوم از تیره Asteracea است.

جدول ۱- گونه‌های *Cichorium*، گروه‌های زراعی و کاربرد آنها (Lucchin *et al.*, 2008).

گونه	گروه زراعی	استفاده	پراکنش
Cichorium endivia			
subsp. *endivia*	وحشی		اروپا، آمریکای جنوبی و مرکزی و سواحل مدیترانه‌ای آفریقا
var. *latifolium*	آندیو (برگ صاف)	سالاد	اروپا، آمریکای جنوبی و مرکزی و سواحل مدیترانه‌ای آفریقا
var. *crispum*	کریسپوم (برگ فری)	سالاد	اروپا، آمریکای جنوبی و مرکزی و سواحل مدیترانه‌ای آفریقا
subsp. *pumilum*	وحشی		جنوب و جنوب غربی ایران و عراق
Cichorium intybus			
subsp. *intybus*	وحشی	علوفه ای	در اکثر مناطق دنیا
var. *foliosum*	کاسنی ویتلوف	سالاد/ پخته	اهلی شده در اروپا
	کاسنی برگ شیرین	سالاد/ پخته	اهلی شده در اروپا
	رادیچکو	سالاد	اهلی شده در اروپا
	کاتالون	پخته	اهلی شده در اروپا
var. *sativum*	کاسنی ریشه‌ای (برشته)	جایگزین قهوه	اهلی شده در اروپا
	کاسنی ریشه ای	اینولین	اهلی شده در اروپا
	کاسنی ریشه ای	پخته	اهلی شده در اروپا
subsp. *glabratum*	وحشی	-	بومی اروپا
Cichorium spinosum	وحشی	-	بومی اروپا
Cichorium bottae	وحشی	-	یمن و عربستان سعودی
Cichorium calvum	وحشی	-	نواحی گرم و خشک خاورمیانه و جنوب غرب آسیا

این تیره به سه زیرخانواده Barnadesioideae، Cichorioideae و Asteroideae تقسیم می‌شود (Bremer, 1994, Kiers, *et al.*, 1999). جنس *Cichorium* در قبیله Lactuceae و زیر خانواده Cichorioideae قرار دارد که شامل گونه‌های مختلفی است (جدول ۱؛ Lucchin *et al.*, 2008). کاسنی‌های زراعی چه انواع سالادی (var. *foliosum*) و چه انواع صنعتی (var. *sativum*) دوساله هستند ولی بیشتر کاسنی‌های وحشی که استفاده از آنها برای مصارف علوفه‌ای و کشت در مراتع رایج شده است، چند ساله هستند (Cadalen *et al.*, 2010; Li & Kemp, 2005).

اینولین و الیگوفروکتوز که از ریشه کاسنی استخراج می‌شوند فروکتان‌هایی دارای خصوصیات مشترک با فیبرهای غذایی هستند که همانند ساکاریدهای با منشاء گیاهی در مقابل هضم و جذب در روده کوچک مقاومت نموده و در روده بزرگ تخمیر شده و تولید اسیدهای چرب زنجیره کوتاه می‌نمایند و این اسیدها جذب قسمت‌های مختلف بدن می‌شوند (Flamm *et al.*, 2001). اخیراً فروکتان‌ها به‌خاطر اثرات مثبت بر سلامت انسان مورد توجه قرار گرفته‌اند. کشت و فراوری کاسنی در هلند، فرانسه، بلژیک و شمال ایتالیا انجام می‌شود. گسترش این صنعت به کشورهای جنوبی اروپا، علی‌رغم کمبود آب و دماهای بالا، مورد توجه زیادی است (Wilson *et al.*, 1999).

۵۰ سال پیش عملکرد ریشه کاسنی تقریباً معادل ارقام چغندر قند بود (Oltmann *et al.*, 1984) اما از آن زمان به بعد تلاش‌های کمی در ارتباط با به‌نژادی کاسنی ریشه‌ای انجام شده است. قاعدتاً با افزایش شدت گزینش عملکرد این محصول فراموش شده، به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش خواهد یافت. علی‌رغم اینکه اعتقاد بر این است که کاسنی ریشه‌ای توانمندی بالایی به‌عنوان یک محصول صنعتی دارد، ولی این گونه دارای پایه ژنتیکی ضعیفی می‌باشد که ممکن است مانع از پیشرفت به‌نژادی آن گردد. مطالعات کمی در ارتباط با توانمندی عملکرد ریشه کاسنی انجام شده است (Frese *et al.*, 1991). کربوهیدرات‌های ریشه کاسنی قابلیت استحصال کمتری نسبت به ارقام مدرن چغندر قند و دیگر گونه‌های گیاهی دارند. عملکرد اینولین در کاسنی، به عملکرد ریشه این گیاه و درصد اینولین موجود در ریشه گیاه وابسته است (Baert, & van Bockstaele, 1993). در این رابطه Shoorideh و همکاران (2013) با بررسی ضرایب همبستگی بین میانگین داده‌های عملکرد ریشه، عملکرد اینولین، درصد اینولین و درجه پلیمریزاسیون بر اساس نتایج آزمایش Schittenhelm (2001) نشان دادند که عملکرد ریشه کاسنی در واحد سطح دارای ضریب همبستگی بسیار معنی‌داری ($r=۰/۹۳^{**}$) با عملکرد اینولین است. از طرف دیگر درجه پلیمریزاسیون اینولین که یکی از شاخص‌های مهم در کیفیت اینولین است، رابطه معنی‌دار و مثبتی ($r=۰/۸^{**}$) با درصد اینولین دارد اما با عملکرد ریشه رابطه منفی و معنی‌داری ($r= -۰/۵۴^{*}$) دارد. همچنین رابطه بین عملکرد اینولین و درصد اینولین غیر معنی‌دار بود. آنها نتیجه گرفتند که عملکرد اینولین نه با درجه پلیمریزاسیون آن و نه با درصد اینولین رابطه معنی‌داری ندارد و فقط عملکرد ریشه برای تولید اینولین دارای اهمیت است. همینطور Monti و همکاران (2005) نشان دادند که رشد، عملکرد فروکتان و کیفیت فروکتان کاسنی به ظرفیت فتوسنتزی، تاریخ برداشت و رژیم آبیاری وابسته است. کاسنی به‌عنوان یک محصول صنعتی باید با ایزوگلوکزهای محصولات نشاسته‌ای مثل سیب‌زمینی، ذرت، گندم و سایر گونه‌های حاوی اینولین مثل سیب‌زمینی ترشی رقابت کند. اگر عملکرد قند کل آن با روش‌های اصلاحی افزایش یابد، موقعیت رقابتی کاسنی ریشه‌ای ارتقاء داده می‌شود. در تحقیق دیگری Frese و Dambroth (۱۹۸۷) ژنوتیپ‌های مختلفی را برای دستیابی به توانمندی عملکرد ریشه کاسنی به‌منظور امکان استفاده از کاسنی سالادی برای تقویت پایه ژنتیکی کاسنی ریشه‌ای و توسعه به‌نژادی آن آزمودند. نتایج کلی آنها پیشنهاد نمود که کاسنی سالادی نمی‌تواند نقشی در پیشرفت سریع به‌نژادی کاسنی ریشه‌ای در یک دوره کوتاه داشته باشد. لذا لازم است از سایر ذخایر ژنتیکی این گیاه

به‌ویژه توده‌های محلی آن در سایر مناطق که کمتر مورد بررسی قرار گرفته‌اند، استفاده شود.

هدف از این طرح، بررسی اولیه و مقایسه صفات ریخت‌شناسی و عملکرد ریشه توده‌های بومی در مقایسه با جمعیت خارجی مورد استفاده برای استخراج اینولین است. از دیگر اهداف این پژوهش، جمع‌آوری توده‌های محلی کاسنی از نقاط مختلف ایران، ایجاد کلکسیون بذر و شناسایی توانمندی کاربردهای متنوع آنها از جمله استفاده در جهت بهبود عملکرد ریشه کاسنی است.

مواد و روش‌ها

به‌منظور انجام این تحقیق ابتدا بذرهای توده‌های مختلف کاسنی از نقاط مختلف ایران جمع‌آوری شد. توده‌های ایرانی شامل اصفهان، خرم‌آباد، اردستان، ارژن، فریزی چناران، اراک، دزفول، ملاثانی، کرج، کرکدار همدانی و خراسان۱ (*C. endivia* subsp. *pumilum*)، گروه بیرونی، بودند. این توده‌ها به‌همراه جمعیت کاسنی ریشه‌ای بومی مجارستان در قالب طرح آماری بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در کرت‌هایی به ابعاد ۱×۱ متری با فاصله بین ردیف‌های ۴۰ سانتی‌متری و روی ردیف‌های ۲۰ سانتی‌متری در آخر اسفند سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی گیاهان دارویی پژوهشکده علوم و صنایع غذایی واقع در مشهد کشت شدند. محل آزمایش در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی و ارتفاع ۹۸۰ متری از سطح دریا قرار دارد. منطقه مورد نظر با متوسط بارندگی سالانه ۲۸۶ میلی‌متر و بر اساس روش آمبرژه، دارای اقلیمی سرد و خشک است.

صفات اندازه‌گیری شده در دو زمان، هفته هشتم و هفته بیست و ششم پس از کاشت، شامل طول و عرض برگ، شدت کرکدار بودن برگ و ساقه، وزن خشک ریشه و اندام‌های هوایی و نسبت آنها در بوته، تیپ روزت خوابیده یا ایستاده، ظهور یا عدم ظهور ساقه گل‌دهنده و زمان وقوع آن، تعداد جوانه در محل طوقه، یکساله یا چندساله بودن و ارتفاع نهایی گیاه بود. میزان کرکدار بودن به‌صورت ظاهری در مقایسه با ژنوتیپ کاسنی ریشه‌ای که کمترین میزان کرک را داشت و ژنوتیپ کرکدار همدانی که بیشترین میزان کرک را داشت برای توده‌های محلی ثبت گردید. داده‌های مربوط به صفات اندازه‌گیری شده از متوسط ۵ بوته انتخابی به‌صورت تصادفی از هر تکرار به‌دست آمدند. ارتفاع نهایی جمعیت کاسنی ریشه‌ای خارجی با اندازه‌گیری ارتفاع بوته‌هایی که در سال اول ساقه گل‌دهنده ایجاد کردند، به‌دست آمد. وزن خشک اندام‌های مورد نظر پس از ۴۸ ساعت قرار گرفتن نمونه‌ها در آون ۷۰ درجه سانتی‌گراد و تا دو رقم اعشار برحسب گرم به‌دست آمد. پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها با استفاده از نرم افزار Minitab به تجزیه واریانس صفات کمی و مقایسه میانگین‌های آنها با استفاده از آزمون دانکن با نرم افزار SAS اقدام گردید. نمودار درختی توده‌ها با استفاده ازداده‌های صفات کیفی (جدول ۲) به‌روش وارد به‌وسیله نرم‌افزار Minitab ترسیم گردید. توده محلی خراسان ۱ از گونه *C. endivia* به‌عنوان گروه بیرونی در بررسی گنجانده شد.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده در دو مرحله نشان داد (جدول ۳) که در مرحله اول نمونه‌گیری به‌جز وزن خشک بخش هوایی ، سایر صفات ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری داشتند. مقایسه میانگین‌ها نشان داد (جدول ۴) که بیشترین طول و عرض برگ در مرحله روزت (هفته هشتم نمونه‌گیری) متعلق به توده‌های بومی خراسان۱، اراک و کاسنی ریشه‌ای و کمترین آنها مربوط به توده بومی ارژن بود. از لحاظ تعداد برگ در بوته، توده‌های بومی ارژن و اراک بیشترین تعداد برگ را در هفته هشتم داشتند. از لحاظ وزن خشک اندام‌های هوایی تفاوت چندانی بین ژنوتیپ‌ها مشاهده نشد. با این وجود توده‌های محلی مربوط به‌عرض‌های جغرافیایی پایین مثل دزفول، ملاثانی و ارژن،

بیشترین وزن خشک اندام هوایی بوته در هفته هشتم را داشتند. عدم تفاوت در وزن خشک بخش هوایی در هفته هشتم نمونه‌گیری بیانگر عدم تفاوت میزان رشد بخش هوایی ژنوتیپ‌ها در مرحله روزت می‌باشد که این موضوع در خصوص وزن خشک ریشه نیز صادق است ولی ژنوتیپ کاسنی ریشه‌ای به رشد روزت خود ادامه داده و عمده افزایش وزن بوته مربوط به ریشه بود و در توده‌های محلی با ظهور برگ‌های بیشتر و ساقه گل‌دهنده عمده تغییرات وزن خشک در بخش هوایی آنها رخ می‌دهد. مقایسه میانگین‌های وزن خشک بخش هوایی در هفته بیست و ششم پس از کشت نشان داد که توده‌های بومی اردستان، کاسنی ریشه‌ای و دزفول بیشترین وزن خشک بخش هوایی در بوته را داشتند (جدول ۴). مقایسه میانگین‌های وزن خشک ریشه در هفته هشتم پس از کشت مشخص کرد که ژنوتیپ ملاثانی بیشترین وزن خشک ریشه در بوته را داشت که البته نسبت به کاسنی ریشه‌ای تفاوتی نداشت اما در هفته بیست و ششم، ژنوتیپ کاسنی ریشه‌ای دارای وزن خشک ریشه بیشتری در بوته (۳۹/۸۳ گرم) بود. مقایسه میانگین صفت نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک اندام‌های هوایی (جدول ۴) در هفته هشتم پس از کشت نشان داد که این نسبت در توده‌های بومی خراسان۱، اراک، ملاثانی و کاسنی ریشه‌ای (شاهد) بیشترین مقدار و بالاتر از یک بود ولی در هفته بیست و ششم پس از کاشت، تنها در ژنوتیپ کاسنی ریشه‌ای (شاهد) این نسبت بالاتر از یک بود. مقایسه میانگین‌ها برای ارتفاع نهایی بوته (جدول ۴) نیز نشان داد که کاسنی ریشه‌ای به‌صورت معنی‌داری، از ارتفاع بیشتری نسبت به توده‌های بومی ایران برخوردار است.

ارزیابی ریخت‌شناسی توده‌های محلی (جدول ۲) نشان داد که توده خراسان ۱ از توان بالای رویش مجدد به خاطر وجود جوانه‌های جانبی در طی دو مرحله نمونه‌گیری بر روی طوقه در همان سال اول کشت برخوردار است. تمامی توده‌های بومی ایران در سال اول ساقه گل‌دهنده ایجاد کردند که البته تاریخ وقوع آن در توده‌های مختلف متفاوت بود و توده بومی ارژن زودتر از همه در هفته هفتم پس از کاشت ساقه گل‌دهنده را ایجاد کرد ولی ظهور ساقه گل‌دهنده در مابقی توده‌ها تا هفته بیستم پس از کاشت رخ نداد. جمعیت کاسنی ریشه‌ای خارجی (شاهد) بجز تعداد انگشت شماری در سال اول ساقه گل‌دهنده ایجاد نکرد. توده‌های ارژن و فریزی چناران با توجه به اینکه تیپ روزت خوابیده دارند و برگهای آنها تقریباً بر روی سطح زمین قرار می‌گیرند، مقبولیت کمتری برای چرا دارند و لذا شانس بقاء آنها در طبیعت بیشتر است که این صفت از ویژگی‌های انواع وحشی می‌تواند باشد. شدت کرک سطح برگ و ساقه گیاه از تنوع بالایی بین توده‌ها برخوردار بود. کمترین تعداد کرک‌ها در واحد سطح اندام‌های گیاه در توده‌های محلی ارژن، فریزی چناران و کاسنی ریشه‌ای مشاهده شد (جدول ۲).

نمودار شجره‌ای بر اساس خصوصیات ریخت‌شناسی (شکل ۱) نشان داد که توده‌های بومی اصفهان، اردستان، خرم‌آباد و کرکدار همدانی از شباهت صد درصدی برخوردارند، لذا به احتمال قوی انواع رایج در این مناطق از ایران دارای یک منشاء مشترک هستند. همچنین توده‌های کرج، دزفول و اراک نیز شباهت صددرصدی دارند که با توده ملاثانی در یک گروه قرار گرفتند. توده محلی خراسان ۱ به‌عنوان گروه بیرونی بیشترین افتراق را با سایر توده‌ها داشت. لذا توده‌های بومی کاسنی به دو گروه تقسیم شدند که گروه اول شامل توده‌های کاملاً مشابه هم کرکدار همدانی، اردستان، اصفهان و خرم‌آباد که به‌نظر می‌رسد دارای یک منشاء مشترک بوده و در سال‌های اخیر در برخی مناطق کشور به‌منظور تهیه عرق کاسنی کشت آنها رایج شده است که در کنار توده‌های کرج، دزفول، اراک و ملاثانی در یک گروه قرار گرفتند. گروه دوم توده‌های فریزی چناران و ارژن هستند که با کاسنی ریشه‌ای در یک گروه قرار گرفتند. توده بومی خراسان ۱ که بیشترین افتراق را با سایر توده‌ها نشان داد از گونه *C. endivia* subsp *pumilum* است. این توده یکساله می‌باشد.

جدول ۲- صفات کیفی بررسی شده در ژنوتیپ‌های مورد استفاده در این تحقیق

ژنوتیپ	تعداد جوانه طوقه در هفته هشتم	ساقه‌دهی در سال اول	زمان ساقه‌دهی	تیپ روزت	تعداد جوانه طوقه در هفته بیست و ششم	شدت کرکدار بودن
اصفهان	تک جوانه اصلی	بله	مردادماه	ایستاده	تک جوانه اصلی	زیاد
خرم‌آباد	تک جوانه اصلی	بله	مردادماه	ایستاده	تک جوانه اصلی	زیاد
اردستان	تک جوانه اصلی	بله	مردادماه	ایستاده	تک جوانه اصلی	زیاد
ارژن	تک جوانه اصلی	بله	اردیبهشت ماه	خوابیده	تک جوانه اصلی	کم
فریزی چناران	تک جوانه اصلی	بله	مرداد ماه	خوابیده	تک جوانه اصلی	کم
کاسنی ریشه‌ای (شاهد)	تک جوانه اصلی	خیر	مردادماه	ایستاده	تک جوانه اصلی	کم
خراسان ۱*	جوانه اصلی با دو جوانه فرعی	بله	مردادماه	ایستاده	جوانه اصلی با یک جوانه فرعی	متوسط
اراک	تک جوانه اصلی	بله	مردادماه	ایستاده	تک جوانه اصلی	زیاد
دزفول	تک جوانه اصلی	بله	مردادماه	ایستاده	تک جوانه اصلی	زیاد
ملاثانی	جوانه اصلی با یک جوانه فرعی	بله	مردادماه	ایستاده	تک جوانه اصلی	متوسط
کرج	تک جوانه اصلی	بله	مردادماه	ایستاده	تک جوانه اصلی	زیاد
کرکدار همدان	تک جوانه اصلی	بله	مردادماه	ایستاده	تک جوانه اصلی	زیاد

*: این جمعیت از لحاظ رده‌بندی گیاهشناسی متعلق به گونه *C. endivia* و زیرگونه subsp. *pumilum* می‌باشد.

جدول ۳- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده

منابع تغییر	درجه آزادی	مرحله اول نمونه‌گیری (هفته هشتم پس از کاشت)					مرحله دوم نمونه‌گیری (هفته بیست و ششم پس از کاشت)			
		طول برگ	عرض برگ	وزن خشک	تعداد برگ	نسبت وزنی	وزن خشک	وزن خشک	نسبت وزنی	ارتفاع نهایی
بلوک	۲	۱۲/۱۵	۰/۱۹	۰/۰۱۶	۰/۰۱	۰/۰۳۵	۰/۱۵۵	۰/۰۷۱	۰/۰۱۱	۸۵۰/۸۷
ژنوتیپ	۱۱	۵۸/۷۱**	۰/۹۰۴**	۰/۰۲۴*	۰/۰۱۱ns	۰/۰۵۹**	۰/۳۰۶**	۰/۳۴۱**	۰/۰۳۱**	۲۲۹۰/۳۳*
خطا	۲۲	۱۰/۰۱	۰/۱۴۹	۰/۰۱۰	۰/۰۰۶	۰/۰۱۵	۰/۰۴۴	۰/۰۱۴	۰/۰۰۰۱	۱۷۷/۳۳
ضریب تغییرات(٪)		۲۲/۵۳	۱۷/۶۰	۱۹/۲۴	۱۳/۱۶	۱۳/۳۶	۸/۵۴	۷/۶۲	۵/۷۸	۱۸/۲۹

* و ** به‌ترتیب نمایانگر وجود رابطه معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪ می‌باشند و ns: بیانگر عدم وجود رابطه معنی‌دار آماری است.

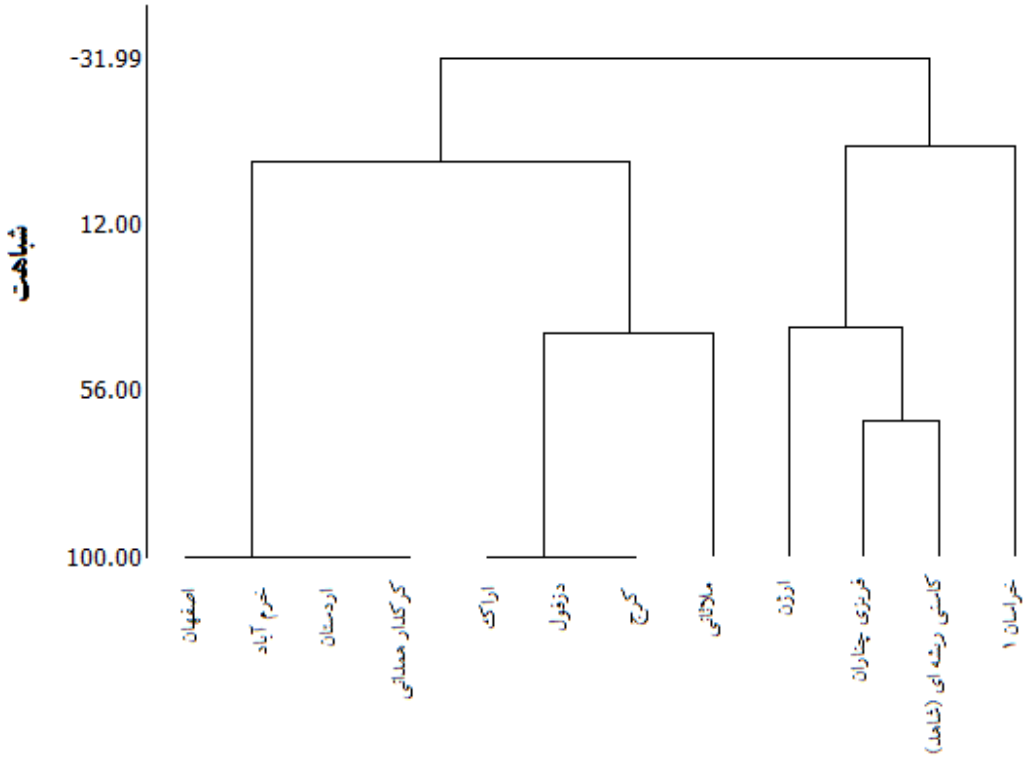
جدول ۴- مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده

مراحل نمونه‌گیری / ژنوتیپ	مرحله اول نمونه‌گیری (هفته هشتم پس از کاشت)						مرحله دوم نمونه‌گیری (هفته بیست و ششم پس از کاشت)			
	طول برگ (cm)	عرض برگ (cm)	وزن خشک ریشه (g/plant)	وزن خشک بخش هوایی (g/plant)	تعداد برگ در گیاه	نسبت وزنی ریشه به بخش هوایی	وزن خشک بخش هوایی (g/plant)	وزن خشک ریشه (g/plant)	نسبت وزنی ریشه به بخش هوایی	ارتفاع نهایی (cm)
اصفهان	۱۰/۴^{cd}	۲/۰۰^{bc}	۰/۰۳۲^{bc}	۰/۱۴۸^{ab}	۴/۳^{cd}	۰/۲۳^{cd}	۱۷/۳۳^{e}	۲/۳۶^{f}	۰/۱۳۶^{d}	۶۸/۳^{cd}
خرم‌آباد	۱۰/۱^{cd}	۱/۵۰^{c}	۰/۰۱۹^{c}	۰/۰۸۸^{ab}	۴^{d}	۰/۱۹^{d}	۲۰/۲۵^{e}	۲/۷۰^{f}	۰/۱۳۳^{d}	۴۶/۰^{d}
اردستان	۱۴/۹^{bc}	۱/۹۳^{bc}	۰/۰۴۴^{bc}	۰/۰۷۷^{ab}	۵/۷^{bcd}	۰/۶۰^{abcd}	۸۳/۸۶^{a}	۸/۸۳^{b}	۰/۱۰۵^{f}	۸۶/۷^{bc}
ارژن	۸/۱^{d}	۱/۵۳^{c}	۰/۱۲۱^{ab}	۰/۱۸۰^{a}	۱۱/۷^{a}	۰/۷۱^{abcd}	۳۱/۷۳^{cde}	۷/۹۴^{bc}	۰/۲۵۰^{b}	۵۰/۰^{d}
فریزی چناران	۱۰/۰^{cd}	۲/۰۷^{bc}	۰/۱۲۲^{ab}	۰/۱۲۲^{ab}	۷/۷^{abc}	۰/۹۳^{ab}	۱۹/۲۲^{e}	۳/۲۶^{ef}	۰/۱۷۰^{c}	۶۶/۰^{cd}
شاهد (کاسنی ریشه ای)	۱۷/۴^{ab}	۲/۵۳^{ab}	۰/۱۳۱^{ab}	۰/۱۰۳^{ab}	۵/۳^{bcd}	۱/۲۵^{ab}	۵۳/۸۳^{abc}	۳۹/۸۳^{a}	۰۱/۷۴۰^{a}	۱۳۹/۰^{a}
خراسان ۱	۱۹/۸^{ab}	۳/۰۳^{a}	۰/۰۸۰^{abc}	۰/۰۵۸^{b}	۵^{bcd}	۱/۶۳^{a}	۲۷/۶۱^{de}	۳/۵۸^{ef}	۰/۱۳۰^{d}	۵۵/۷^{d}
اراک	۲۱/۹^{a}	۲/۸۳^{a}	۰/۱۳۷^{ab}	۰/۱۳۲^{ab}	۸/۷^{ab}	۱/۱۸^{ab}	۴۲/۳۱^{bcd}	۴/۵۰^{cdef}	۰/۱۱۰^{f}	۱۰۸/۳^{b}
دزفول	۱۴/۸^{bc}	۱/۸۳^{bc}	۰/۰۹۲^{ab}	۰/۱۷۸^{a}	۶/۳^{bcd}	۰/۶۶^{bcd}	۶۴/۴۲^{ab}	۶/۸۸^{bcd}	۰/۱۱۴^{ef}	۸۳/۰^{c}
ملاثانی	۱۷/۰^{ab}	۳/۱۰^{a}	۰/۳۲۰^{a}	۰/۲۰۷^{a}	۷/۳^{abcd}	۱/۲۳^{ab}	۳۱/۷۹^{cde}	۵/۰۸^{cdef}	۰/۱۶۰^{c}	۵۳/۳^{d}
کرج	۱۴/۵^{bc}	۱/۹۰^{bc}	۰/۰۷۰^{abc}	۰/۱۵۵^{ab}	۶^{bcd}	۰/۴۴^{bcd}	۶۳/۲۳^{ab}	۵/۸۱^{bcde}	۰/۱۰۰^{f}	۶۵/۰^{cd}
کرکدار همدان	۹/۷^{cd}	۲/۰۷^{bc}	۰/۰۷۰^{abc}	۰/۰۸۴^{ab}	۵^{bcd}	۰/۷۷^{abc}	۳۳/۵۵^{cde}	۴/۱۹^{def}	۰/۱۲۴^{de}	۵۲/۳^{d}

حروف مشترک در بالای میانگین ژنوتیپ‌های مختلف برای صفات اندازه‌گیری شده بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌داری آماری است.

بحث و نتیجه‌گیری

خصوصیات ریخت‌شناسی در ژنوتیپ‌های بومی تحت آزمایش برای تعیین موقعیت گیاه‌شناسی این توده‌ها می‌تواند به‌کار رود. کاسنی‌ها به‌دو گروه عمده یکساله و خودسازگار شامل *C. endivia*، *C. pumilum* و *C. calvum* و چند ساله خودناسازگار شامل *C. intybus*، *C. spinosum* و *C. bottae* طبقه‌بندی می‌شوند (Lucchin *et al.*, 2008). با توجه به نمودار شجره‌ای (شکل۳) متفرق‌ترین جمعیت خراسان ۱ همان گروه بیرونی است که با در نظر گرفتن تفاوت موقعیت گیاهشناسی این جمعیت (متعلق به گونه *C. endivia* و زیر گونه *pumilum*) نسبت به سایر توده‌ها که از گونه *C. intybus* می‌باشند، قابل توجیه است.



شکل ۱- نمودار شجره‌ای توده‌های محلی بر اساس خصوصیات ریخت‌شناسی

در برخی از توده‌های بومی مثل ملاثانی میزان رشد و وزن خشک اندام‌های هوایی و ریشه در اوایل رشد نسبت به شاهد (کاسنی ریشه‌ای) بهتر بود (جدول ۴) ولی در مراحل بعدی از میزان رشد رویشی آنها به‌ویژه در ارتباط با وزن ریشه کاسته شد، چرا که وارد فاز زایشی و تولید ساقه گل‌دهنده شدند. لذا به‌نظر می‌رسد یکی از دلایل اصلی ضعف توده‌های بومی ایران از لحاظ عملکرد ریشه ایجاد ساقه گل‌دهنده در همان سال اول رشد است که آنها را از ادامه رشد رویشی باز می‌دارد و به‌همین خاطر توده‌های بومی کاسنی ایران توانمندی استفاده صنعتی جهت استخراج

اینولین را ندارند. دو راهکار اصلی را می‌توان برای افزایش عملکرد ریشه توده‌های بومی و کنترل گل‌دهی آنها ارائه کرد. راهکار اول تغییر تاریخ کشت است که می‌توان با به تأخیر انداختن کشت این توده‌ها تا اواخر تیر و اوایل مرداد، بلوغ فیزیولوژیکی آنها به تاخیر افتاده و لذا از ایجاد ساقه گل‌دهنده تا اواسط بهار سال بعد ممانعت کرد، چراکه در این گونه برای بهاره‌سازی نیاز به فتوپریود با طول روز بلند و دوره سرما است. از طرفی دیگر حساسیت به دماهای کم با افزایش سن گیاه زیاد می‌شود به‌گونه‌ای که گیاهان کاسنی توانایی پاسخ به تیمار بهاره‌سازی را فقط پس از باز شدن سومین برگ واقعی گیاه به‌دست می‌آورند (Pimpini & Gianquinto, 1988). راهکار دوم شناسایی و معرفی ژنوتیپ‌های مقاوم به بولتینگ است. واردکردن ژن‌های کنترل گل‌دهی در ژنوم برای جلوگیری از گل‌دهی توده‌های بومی در سال اول راهکار اساسی است.

در نهایت می‌توان نتیجه‌گیری کرد که توده‌های غیرزراعی کاسنی موجود در ایران به احتمال قوی جزو گروه کاسنی‌های وحشی و چندساله (*C. intybus* subsp. *intybus*) و وحشی یکساله (*C. endivia* subsp. *pumilum*) هستند. توده‌های زراعی کاسنی در ایران که از گروه کرکدار همدانی هستند، علی‌رغم عملکرد بالای بخش هوایی توانمندی عملکرد ریشه کمی دارند. از طرفی موقعیت گیاهشناسی این توده‌های زراعی باید به‌طور دقیق با استفاده از نشانگرهای ملکولی و صفات ریخت‌شناسی تعیین شود چرا که فرضیه شکل‌گیری این توده‌های زراعی ناشی از تلاقی‌هایی بین زیرگونه *pumilum* از *C. endivia* و زیرگونه *intybus* از گونه *C. intybus* نیز مطرح است. در کل برای ایجاد رقم زراعی با عملکرد ریشه بالا جهت استحصال اینولین با استفاده از ژرم‌پلاسم‌های موجود نیاز به کارهای اصلاحی گسترده است. لذا باید اقدام به‌معرفی ژنوتیپ‌هایی از گروه زراعی کاسنی‌های ریشه‌ای (var. *sativum*) برای کشت و کار کاسنی صنعتی به‌منظور تولید اینولین در ایران نمود.

منابع مورد استفاده

- Baert, J.R.A. and Van Bockstaele, E.J., 1993. Cultivation and breeding of root chicory for inulin production. Ind. Crops Prod. 1, 229–234.
- Bremer, K., 1994. Asteraceae: Cladistics and Classification. Timber Press, Portland. 732 pp.
- Cadalen, T., Morchen, M., Blassiau, C., Clabaut, A., Scheer, I., Hilbert, J.L., Hendriks T. and Quillet, M.C., 2010. Development of SSR markers and construction of a consensus genetic map for chicory (*Cichorium intybus* L.). Mol Breeding, 25:699–722
- Flamm, G., Glinsmann, W., Kritchevsky, D., Prosky, L. and Roberfroid, M., 2001. Inulin and oligofructose as dietary fiber: a review of the evidence. Crit. Rev. Food Sci. Nutr., 41: 353-362.
- Frese, L. and Dambroth, M., 1987. Research on the genetic resources of inulin-containing chicory (*Cichorium intybus* L.). Plant Breed., 99: 308-317.
- Frese, L., Dambroth, M. and Bramm, A., 1991. Breeding potential of root chicory (*Cichorium intybus* L. var. *sativum*). Plant Breed., 106: 107-113.
- Ghannadi, A.R., Minaiyan, M. and Abed, A.R., 2011. Kasni (*Cichorium intybus* L.). Journal of Islamic and Iranian Traditional Medicine, 1:365-372.
- Kiers, A.M., Mes, T.H.M., van der Meiden, R. and Bachmann, K., 1999. Morphologically defined *Cichorium* (Asteraceae) species reflect lineages based on chloroplast and nuclear (ITS) DNA data. Syst Bot., 24: 645-659.
- Li, G. and Kemp, P.D., 2005. Forage chicory (*Cichorium intybus* L.): a review of its agronomy and animal production. In: Sparks, D.L. (ed) Advances in Agronomy, 88: 187–222.
- Lucchin, M., Varotto, S., Barcaccia, G. and Parrini, P., 2008. Vegetables 1, Handbook of Plant Breeding Series, Eds. J. Prohes & F. Nuez, Springer, 3-48.
- Monti, A., Amaducci, T., Pritoni, G. and Venturi, G., 2005. Growth, fructan yield, and quality of chicory (*Cichorium intybus* L.) as related to photosynthetic capacity, harvest time, and water regime. J. Exper. Bot., 56: 1389-1395.
- Oltmann, W., Burba, M. and Bolz, G., 1984. Die qualitat der zuckerrlibe. Bedeutung,

Beurteilungskriterien und ziichterische Mafinahmen zuihrer Verbesserung. Fortschritte der Pflanzenziichtung, No. 12.
– Pimpini, F. and Gianquinto, G., 1988. The influence of climatic conditions and age of plant at transplanting on bolting and yield of chicory (*Cichorium intybus* L.) cv. Rosso di Chioggia grown for early production. Acta Horticolture, 229: 379–386.
– Schittenhelm, S., 2001. Effect of sowing date on the performance of root chicory. European Journal of Agronomy, 15: 209–220.
– Shoorideh, H., Balandary, 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 on Medicinal Plants. 15-16 May 2013. Iranian Journal of Pharmaceutical Research. Volume 12, Supplement 2: 457.
– Wilson, R., Smith, J., Yonts, D. and Hibberd, C., 1999. Chicory production in Nebraska (USA) for inulin processing. In: Fuchs, A., van Laere, A. (Eds.), Proceedings of the Seventh Seminar on Inulin, Leuven, Belgium, 22–23 January 1998, European Fructan Association, Stuttgart, Germany, pp. 13–24.

Investigation on morphological traits and root yield of Iranian chicory genotypes

H. Shoorideh[1], S.A. Peyghambari[*2], M. Omidi[3], M.R. Naghavi[3], A. Maroufi[4] and A. Balandary[5]

1 - Ph.D. student of plant breeding, Agricultural and Natural Resources College of Tehran University, Karaj, I.R.Iran
2* –Corresponding author, Assoc. Prof. Agricultural and Natural Resources College of Tehran University, Karaj, I.R.Iran
Email: alipey@ut.ac.ir
3 - Prof., Agricultural and Natural Resources College of Tehran University, Karaj, I.R.Iran
4 - Assist. Prof. Agricultral College of Kordestan University, Sanandaj, I.R.Iran
5 - Assist. Prof. Institute of Food Science and Technology. Mashhad, I.R. Iran

Received: 09.09.2013 Accepted: 02.07.2014

Abstract

Chicory (*Cichorium intybus*) is an old volunteer pharmaceutical plant. Root, leaf and seed of the plant contain Inulin, Sesquiterpenoid lactones, Coumarin and Flavonoids. Chicory cultivation is developing as the main source of Inulin at Europe countries, Japan, China and other countries. This investigation was done to evaluate 11 Iranian genotypes of chicory for Inulin production along with a Hungarian population of root chicory as a control during 2012. Genotypes were planted on mid March at Institute of Food Science and Technology, Mashhad, Iran. Traits under study were leaf width and length, root and shoot dry weight and their ratio at two stages (beginning of rosette and one month before harvesting date), time of flowering stem formation, bud number in crown, hair of leaves and stem, and final plant height. It was approved that there is no correlation between Inulin percentage and Inulin yield of chicory, therefore, root yield, the most effective component of Inulin yield, was identified as the major cause of increase of Inulin production. Dry root weight per plant was favorable at first sampling at rosette stage to before stem elongation and flowering (8 weeks after sowing) in Iranian genotypes and even Mollasani genotype had significant higher dry root weight than control. But this trait was significantly lower than that of control at the second sampling (26 weeks after sowing), one month before harvesting.

Keywords: Pharmaceutical plant, prebiotic, root yield, inulin.