مجله علوم گیاهان زراعی ایران
دوره ۴۴، شماره ۳، ۱۳۹۲ (۵۳۷-۵۲۹)

تاثیر تراکم بوته و زمان برداشت بر خصوصیات کمی وکیفی ریشه چیکوری (*Cichorium intybus* L.)

فرزین فروغی منش[1*]، حسن حبیبی[2] و محمد عبدالهیان نوقابی[3]
۱ و ۲، دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیار دانشگاه شاهد، ۳، دانشیار موسسه تحقیقات چغندر قند
(تاریخ دریافت: ۹۲/۱/۱۹ - تاریخ تصویب: ۹۲/۸/۱)

چکیده

در این آزمایش، بررسی اثر تراکم بوته و زمان برداشت بر عملکرد کمی و کیفی دو اکوتیپ و یک رقم اصلاح شده گیاه چیکوری، در مزرعه تحقیقاتی شرکت قند قزوین طی سال ۱۳۹۱ انجام شد. دو اکوتیپ بومی ایران، از مناطق زنجان و کاشان و یک واریته زراعی وارداتی بنام اورچیز در سه تراکم کشت (۶ و ۱۲ و ۱۸ بوته در متر مربع) با سه زمان برداشت (۱۰ و ۳۰ شهریور و ۲۰ مهر ماه) در قالب آزمایش فاکتوریل با سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی ژنوتیپ برای بیشتر صفات از جمله عملکرد ریشه، درصد و عملکرد اینولین معنی‌دار بود. تراکم بوته بر درصد اینولین تاثیر نداشت ولی موجب افزایش معنی‌دار عملکرد ریشه و عملکرد اینولین گردید. تاخیر در زمان برداشت موجب افزایش درصد و عملکرد اینولین شد ولی بر عملکرد ریشه، تاثیر معنی داری نداشت. در بررسی اثر متقابل ژنوتیپ × تراکم، صفات عملکرد ریشه و عملکرد اینولین معنی‌دار گردید ولی اثر متقابل ژنوتیپ × زمان برداشت فقط برای درصد اینولین معنی‌دار شد. بیشترین عملکرد ریشه (۴۰/۲ تن در هکتار) و عملکرد اینولین (۵/۳۷ تن در هکتار) مربوط به واریته اورچیز با تراکم ۱۸ بوته در متر مربع و بالاترین درصد اینولین (۱۴/۹۵٪) و همچنین عملکرد اینولین (۴/۱۵تن در هکتار) نیز در واریته اورچیز برای زمان برداشت ۲۰ مهرماه حاصل گردید. به‌طورکلی، با توجه به مساعد بودن شرایط اقلیمی مناطقی مانند دشت قزوین برای کشت و توسعه گیاه چیکوری، تولید صنعتی اینولین از این گیاه، اصلاح و معرفی واریته‌های زراعی سازگار با منطقه و دارای پتانسیل عملکرد ریشه و درصد اینولین بالا مشابه واریته اورچیز لازم می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: **واریته چیکوری، عملکرد ریشه، درصد اینولین، فروکتوز، بریکس**

مقدمه

چیکوری (*Cichorium intybus* L.) متعلق به خانواده کاسنی (Compositae) زیر تیره زبانه‌گلی‌ها (Liguliflora) و طایفه کاهو (Lactuceae) می‌باشد (Mozafariean, 2003). این گیاه علفی، و دارای ساقه‌ای است که در حالت وحشی، ارتفاعش به ۰/۵ تا ۱/۵ متر می‌رسد ولی اگر پرورش یابد از دو متر نیز تجاوز می‌نماید (Zargari, 1993). چیکوری بومی نواحی مدیترانه، آسیای میانه و شمال آفریقا است. اکوتیپ‌های چیکوری، پراکندگی وسیع در نواحی مختلف ایران دارد بطوریکه در دامنه-های کم ارتفاع البرز، مسیر قزوین به رشت، اطراف رودبار، اطراف تهران، کرج، آذربایجان و نواحی دیگر مثل

* نویسنده مسئول: فرزین فروغی منش تلفن: ۰۹۱۲۱۸۱۶۹۹۸ E-mail: forughimanesh@gmail.com

گیلان، فارس، بلوچستان، آبادان و نواحی کوهستانی خراسان و بسیاری از مناطق دیگر ایران وجود دارد (Zargari, 1993). در ده سال گذشته چیکوری جهت تولید اینولین با طول زنجیرهای مختلف و سیروپ فروکتوز با خلوص بالا کشت شده است (Toneli et al., 2008). اینولین به علت ویژگیهای عملکردی نظیر جایگزینی چربی و شکر، همچنین بهبود بافت و خصوصیات سلامت‌زایی خود به عنوان یک ماده‌ی مهم در سطح گسترده‌ای در صنایع غذایی در سطح جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد (Milani et al., 2011).

واریته زراعی چیکوری در بلژیک در سطح وسیع و سالانه حدود ۱۵۰۰۰ هکتار با ۱۰٪ نوسان کشت می‌شود (Vandergeten, 2003). چیکوری اگر با مدیریت زراعی مناسب کشت و در زمان مناسب برداشت شود می‌تواند ۵۰ تا ۶۰ تن در هکتار عملکرد داشته باشد، البته عملکرد متداول در بلژیک حدود ۴۴ تن در هکتار می‌باشد. هر واریته چیکوری دارای یک سری ویژگی خاص می‌باشد. انتخاب واریته به تاریخ کشت و آفات موجود در منطقه بستگی دارد. حداکثر عملکرد در چیکوری وقتی بدست می‌آید که برداشت محصول در آخر اکتبر (اوائل آبان) صورت پذیرد (Vandergeten, 2003). تعداد بوته در واحد سطح اثرات قابل توجهی بر روی فضایی که در هوا و خاک اشغال می‌کند، دارد(Mazaheri et .al., 2002) تراکم بوته در ارتباط با میزان تولید محصول و به عنوان یک عامل تحت کنترل حائز اهمیت بوده و از اصول اولیه زراعت هر محصول مشخص نمودن تراکم مناسب آن است (Yazdi Samadi & Poostini, 1993).

تراکم‌های مختلف کشت بر عملکرد تعدادی از صفات کمی و کیفی از جمله قطر ریشه در چیکوری موثر بوده است (Taheriasghari, 2011). مقدار درصد اینولین که به حالت محلول در شیره سلولی اعضای گیاه وجود دارد تدریجاً در پاییز زیاد می‌گردد در حالی‌که مقدار آن در بهار، به حداقل می‌رسد (Zargari, 1994). طبق بررسی صورت گرفته Sepehri & Aminidahaghi (2004) مشخص گردید که تأخیر در برداشت سبب افزایش مقدار اینولین کل در ریشه، علیرغم کاهش درصد آن می‌شود. ریشه‌های گیاه با تأخیر در برداشت افزایش وزن معنی‌داری از خود نشان دادند. برداشت دیر نسبت به برداشت زود هنگام، عملکرد ریشه حدود ۱۸ درصد افزایش و فروکتوز کل حدود ۱۴ درصد کاهش یافت Sepehri & Aminidahaghi (2004). کل فروکتوز تولید شده از ۵/۷ تن در هکتار در برداشت زود تا ۵/۹ تن در هکتار در برداشت دیر متغیر بود. همچنین برخی خصوصیات تکنولوژیکی ریشه از جمله مقدار گلوکز از ۳۴ درصد به ۴۴ درصد و ساکارز از ۰/۹ درصد به ۰/۷ درصد در بین سه تاریخ برداشت (۱۵ و ۳۰ شهریور و ۱۴ مهر) متفاوت بود. درصد اینولین همبستگی منفی با تولید ریشه (R= -۰/۶۸۱) و طول ریشه (R= -۰/۵۶۷) داشت Sepehri & Aminidahaghi (2004) . در پژوهش حاضر، هدف بررسی تاثیر سطوح مختلف تراکم بوته و زمان برداشت بر عملکرد کمی و کیفی دو جمعیت و یک رقم زراعی چیکوری می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی شرکت کارخانجات قند قزوین در حد فاصل طول شرقی "۱۶ '۱ °۵۰ و عرض شمالی " ۵۳ '۲ °۳۶ انجام شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل با سه سطح رقم ، سه سطح تراکم بوته و سه سطح زمان برداشت بر پایه طرح پایه بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه انجام شد. بذور اکوتیپ‌های وحشی چیکوری (*Cichorium intybus* .L) مربوط به مناطق کاشان و خدابنده و بذر واریته زراعی "اورچیز" از کشور فرانسه تهیه گردید. بذور در کرت‌هایی به ابعاد ۲ × ۴ متر و در چهار خط با فواصل ۵۰ سانتی‌متر در تاریخ ششم اردیبهشت کشت شدند (Vandergeten, 2003). تیمارهای تراکم کشت با تعداد ۶، ۱۲ و ۱۸ بوته در متر مربع کشت گردید به‌طوریکه فواصل بوته در ردیف به ترتیب ۳۳/۳ و ۱۶/۶ و ۱۱/۱ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. زمان‌های برداشت محصول در تاریخ‌های دهم و سی‌ام شهریور، و بیستم مهر ۱۳۹۱بود و برای تاریخ‌های ذکر شده شاخص حرارتی یا همان درجه روزهای رشد (GDD=Growing Degree Days) مجموع واحدهای حرارتی موثر در رشد چیکوری طی فصل رشد از معادله ذیل محاسبه گردید.

If $T_{min}<4^oc \Rightarrow T_{min}= 4^oc$ If $T_{max}>30^oc \Rightarrow T_{max}= 30^oc$

$$\sum GDD= (T_{max}+T_{min})/2-T_B$$

که در این معادله:

T_{max} = حداکثر دمای روزانه هوا از نزدیک ترین ایستگاه هواشناسی به محل اجرای آزمایش

T_{min}= حداقل دمای روزانه هوا از نزدیک ترین ایستگاه هواشناسی به محل اجرای آزمایش

T_B= دمای پایه یا صفر فیزیو لوژیک چیکوری که معادل ۴ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شد (Dielen et al., 2005 و Pimpini & Giaquinto, 1988). برای بیشینه دما نیز اگرچه منبع اختصاصی برای تعیین دمای بیشینه چیکوری مشاهده نشد لکن با اقتباس از تحقیقات مشابه در چغندرقند دمای معادل ۳۰ درجه سانتی‌گراد لحاظ گردید (Sadeghzade Hemayati, 2008). پس از برداشت، صفاتی چون طول اندام هوایی، تعداد برگ، طول برگ، وزن تر اندام هوایی، طول ریشه، حداکثر قطر ریشه، رطوبت ریشه، وزن‌تر ریشه، عملکرد ریشه، وزن خشک ریشه، ماده خشک، بریکس، درصد اینولین، عملکرد اینولین و فروکتوز کل اندازه‌گیری شدند. از هر کرت ۲۰ ریشه برداشت شده و میزان اینولین به روش هیدرولیز و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر مدل Cecil Series CE393 اندازه‌گیری گردید (Milani et al., 2011) . برای استخراج اینولین ریشه از روش استخراج آبی عصاره استفاده شد (Dubios et al., 1956). سپس میزان قند کل از روش Dubios و همکاران (1956) و قند احیا با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد و درصد اینولین از تفاضل میزان قند احیا از میزان قند کل محاسبه گردید (Milani et al., 2011). در نهایت از حاصل‌ضرب درصد اینولین بر مبنای وزن‌تر ریشه در عملکرد ریشه، عملکرد اینولین در هکتار بدست آمد (Abdollahian-Noghabi et al., 2005). برای اندازه‌گیری وزن خشک ریشه، از آون با دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد در مدت ۱۲ ساعت استفاده شد تا رطوبت ریشه به پنج درصد برسد. برای اندازه‌گیری فروکتوز کل از دستگاه HPLC مدل KNAUERاستفاده گردید (Ricca et al., 2009) .و برای اندازه‌گیری بریکس از دستگاه Refragtometer مدل Schmitz استفاده گردید. برای تجزیه و تحلیل آماری داده ها، از برنامه‌ی آماری SAS استفاده شد و مقایسه میانگین صفات از آزمون دانکن استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که ژنوتیپ بر روی بیشتر صفات اثر معنی‌داری داشته ولی در مقدار ماده خشک و رطوبت ریشه تفاوت معنی‌داری بین ارقام مشاهده نگردید. تراکم بوته بر درصد اینولین موثر نبوده و تاخیر در زمان برداشت موجب افزایش درصد و عملکرد اینولین، شد ولی روی عملکرد ریشه، اثر معنی داری نداشت. اثر متقابل واریته × تراکم بوته بر عملکرد ریشه و عملکرد اینولین معنی دار گردید ولی اثر متقابل واریته × زمان برداشت صرفا بر درصد اینولین بطور معنی داری تاثیرگذار بوده است. اثر متقابل سه گانه عوامل اصلی روی هیچ یک از صفات اثر معنی داری نداشتند.

ژنوتیپ ها

تجزیه واریانس داده‌های آزمایش نشان داد که ژنوتیپ‌های چیکوری در بسیاری از صفات کمی و کیفی، با یکدیگر تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ۱). ژنوتیپ روی وزن خشک ریشه، وزن تر و عملکرد ریشه، درصد و عملکرد اینولین، بریکس، فروکتوز کل، طول اندام هوایی، وزن تر اندام هوایی، تعداد برگ، طول برگ، طول ریشه، حداکثر قطر ریشه، موثر بوده است. ژنوتیپ ها از لحاظ آماری در میزان ماده خشک ریشه و رطوبت ریشه تفاوتی را از خود نشان ندادند. در تحقیق انجام شده توسط Amaducci & Pritoni (1997) در ایتالیا روی پنج واریته مختلف چیکوری، عملکرد ریشه، طول ریشه، قطر ریشه، درصد اینولین، عملکرد اینولین و فروکتوز کل تفاوت معنی‌داری داشته است. در این آزمایش بیشترین عملکرد ریشه (۵۸/۲ تن در هکتار)، طول ریشه (۳۹/۱ سانتی متر) و قطر ریشه (۶/۲ سانتی متر) متعلق به یکی از واریته ها بوده است. آزمایش مشابه در چغندرقند حاکی از آن بوده که ارقام از لحاظ عملکرد ریشه، درصد ساکارز ریشه و عملکرد ریشه اختلاف معنی‌داری باهم داشته اند (Hatami, 2005). Amjadi (2003) نیز گزارش نمود که بین ارقام چغندرقند از لحاظ عملکرد ریشه و قند قابل استحصال اختلاف معنی داری وجود دارد. که نتایج این تحقیق با یافته های آنها مطابقت دارد. در مقایسه میانگین‌ها، واریته زراعی

اورچیز با متوسط ۳۶۷۲/۵ کیلوگرم اینولین در هکتار، تفاوت چشم‌گیری با اکوتیپ‌های بومی داشت. تفاوت‌های معنی‌دار واریته زراعی اورچیز در عملکرد اینولین در مقابل اکوتیپ‌های بومی زنجان و کاشان، نشانگر اقدامات اصلاحی انجام شده در جهت بهبود افزایش عملکرد و مقدار اینولین در صنایع تبدیلی بوده است. این واریته با عملکرد ریشه۲۷۲۶۰ کیلوگرم نشان داد که قابلیت اقتصادی مناسبی برای تولید ریشه جهت اهداف صنعتی دارد (جدول۲).

جدول ۱- تجزیه واریانس خصوصیات زراعی ارقام چیکوری در تراکم‌های مختلف کاشت و تاریخ‌های متفاوت برداشت

میانگین مربعات

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن تر ریشه	عملکرد ریشه	وزن خشک ریشه	ماده خشک	بریکس	درصد اینولین	عملکرد اینولین	فروکتوزکل	طول لوله هایپوکوتیل	تعداد برگ	طول برگ	وزن تر اندام هوایی	طول ریشه	حداکثر قطر ریشه	رطوبت ریشه
بلوک	۲	۶۸/۹۰$^{n.s}$	۱۳۰/۰۴$^{n.s}$	۱۴۴۰/۰۵$^{n.s}$	۱۲۶/۲۳$^{n.s}$	۰/۷۱$^{n.s}$	۰/۱۳۷$^{n.s}$	۱۳۳۳۰۸/۹$^{n.s}$	۰/۱۸$^{n.s}$	۲۳۲۶۷$^{n.s}$	۹۴۷/۶$^{n.s}$	۰/۲۳$^{n.s}$	۱۲۱۰۲/۰۱$^{n.s}$	۰/۱۴۵$^{n.s}$	۰/۱$^{n.s}$	۱۲۶/۲۳$^{n.s}$
واریته	۲	۱۷۵۱۹۰/۱۶**	۲۵۰۴۹۲**	۱۱۶۰۳۹۶**	۱۰۳۱۷۴$^{n.s}$	۱۰۱/۱**	۱۳۵/۳۴**	۶۴۶۰۷۹۲۲/۵**	۱۲۶/۲۹**	۲۱۸۷۷۵/۴۱**	۱۷۵۹۲۳۵/۲**	۳۹۵۸۱۰۱**	۸۱۸۵۶۷/۲۷**	۱۴۰۶/۵۷**	۱۰۷/۳۸**	۱۰۳۱۷۴$^{n.s}$
تراکم بوته	۲	۱۳۵۲۳۷۸$^{n.s}$	۱۷۴۱۷۷۱**	۵۴۱۸۸$^{n.s}$	۴۶/۵**	۰۵۸$^{n.s}$	۰۱۲۶$^{n.s}$	۲۳۶۶۰۹۹۷۴**	۰۰۱۵$^{n.s}$	۲۸۲۹۱۳۴**	۹۲۱۶۸$^{n.s}$	۱۱۶۹$^{n.s}$	۲۱۰۳۰۴۶**	۱۱۷۳$^{n.s}$	۱۵۱۳**	۴۶۲۵$^{n.s}$
زمان برداشت	۲	۶۵۶۳۲۸$^{n.s}$	۵۱۷۷$^{n.s}$	۱۰۲۳۱۰۷**	۵۴۴۱۹۱$^{n.s}$	۱۳۸۳**	۵۶۲۲**	۱۳۴۵۵۲۳**	۵۹۴۳**	۳۲۲۲۳۸$^{n.s}$	۱۲۲۷۴۳$^{n.s}$	۳۲۲۰۱$^{n.s}$	۱۴۲۰۱۲۵$^{n.s}$	۷۴$^{n.s}$	۰۲۰۸$^{n.s}$	۵۴۴۱۹۱**
واریته×تراکم	۴	۳۱۸۶۴$^{n.s}$	۱۶۸۵۵**	۷۱۶۸$^{n.s}$	۲۵۱۲۶$^{n.s}$	۲۱۱$^{n.s}$	۰۱۳۳$^{n.s}$	۴۵۳۴۴۶۲۰۳**	۰۱۲۴$^{n.s}$	۸۰۶۰۵$^{n.s}$	۱۰۸۹۱۲۷$^{n.s}$	۹۰۴۳$^{n.s}$	۱۰۸۷۸۱۲۷*	۱۵۵۵۸$^{n.s}$	۰۲۴**	۲۵۱۲۶$^{n.s}$
واریته×زمان برداشت	۴	۵۳۲۵۹$^{n.s}$	۱۸۹۹$^{n.s}$	۹۷۲۳$^{n.s}$	۷۹۱۹۲$^{n.s}$	۳۷۹۳$^{n.s}$	۲۹۱**	۴۲۹۶۰۳۰۴$^{n.s}$	۳۰۸**	۳۲۹۳۳۸$^{n.s}$	۱۵۲۶۰۱$^{n.s}$	۱۳۷۲۳$^{n.s}$	۱۴۲۰۹۰$^{n.s}$	۵۴۶۴*	۰۱۰۸$^{n.s}$	۷۹۱۹۲$^{n.s}$
تراکم×زمان برداشت	۴	۵۲۸۴۴۹$^{n.s}$	۵۷۱$^{n.s}$	۱۰۷۷۶$^{n.s}$	۳۵۷۴$^{n.s}$	۱۳۶$^{n.s}$	۲۰۰*	۹۴۴۲۲۳$^{n.s}$	۲۱۱**	۲۷۲۱۹$^{n.s}$	۵۵۵۸۸$^{n.s}$	۱۱۳۶$^{n.s}$	۱۶۰۶۱۴$^{n.s}$	۲۵۹۹۴$^{n.s}$	۰۲۰۳$^{n.s}$	۳۵۱۷۳$^{n.s}$
واریته×تراکم×برداشت	۸	۳۱۵۲۹$^{n.s}$	۱۳۲۴$^{n.s}$	۷۹۰۴$^{n.s}$	۱۳۸۸$^{n.s}$	۳۵۸$^{n.s}$	۰۱۸۴$^{n.s}$	۱۹۶۱۴۱۰۳$^{n.s}$	۰۱۷۷$^{n.s}$	۳۸۰۱۷$^{n.s}$	۲۳۴۱۰۶$^{n.s}$	۶۹۹$^{n.s}$	۲۱۶۹۱۷۶$^{n.s}$	۲۵۱۳۶$^{n.s}$	۰۲۰۳$^{n.s}$	۱۳۸۸$^{n.s}$
خطای آزمایش	۵۲	۶۸۱۲۱	۱۶۴۴	۱۳۳۳۶	۶۴۳	۲۰۸	۰۷	۱۹۹۰۲۷۲	۰۶۳	۳۳۹۱۳	۸۳۳۸۵	۱۶۳۹	۳۳۲۰۱۹۲	۱۸۸۵	۰۱۰۷	۶۳۱۵
ضریب تغییرات (٪)	-	۱۹۱۷۴	۲۵۱۱۱	۳۰۳۱	۲۷۱۱۸	۶۸۵	۱۷۶۷	۲۳۴۷	۶۱۲	۱۲۸۸	۸۱۳۴	۲۹۱۷۳	۱۷۱۷۵	۱۷۵۷	۸۳۵	۱۱۲۷

**و* به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱و۵ درصد و n S عدم اختلاف معنی دار

جدول ۲- مقایسه میانگین خصوصیات زراعی ارقام چیکوری

ژنوتیپ ها	وزن تر ریشه (g)	عملکرد ریشه (kg/ha)	وزن خشک ریشه (g)	بریکس (%)	اینولین (%)	عملکرد اینولین (kg/ha)	فروکتوز کل (%)
کاشان	۸۲/۵۲^{b}	۱۰۲۶۰^{b}	۲۵/۹۰^{b}	۱۹/۹۱^{b}	۹/۷۱^{b}	۹۹۵/۱^{b}	۱۱/۶۱^{b}
زنجان	۸۸/۹۶^{b}	۱۰۹۲۰^{b}	۲۶/۳۴^{b}	۱۹/۹۷^{b}	۹/۴۷^{b}	۱۰۳۳/۲^{b}	۱۱/۳۹^{b}
اورچیز	۲۲۵/۱۵^{a}	۲۷۲۶۰^{a}	۶۲/۰۳^{a}	۲۳/۲۹^{a}	۱۳/۴۶^{a}	۳۶۷۲/۵^{a}	۱۵/۲۵^{a}

حروف غیر مشابه در هر ستون وجود اختلاف معنی‌دار است.

تراکم بوته

تراکم‌های مختلف بوته، اثر متفاوتی روی صفات چیکوری داشت. طول و وزن تر اندام هوایی، حداکثر قطر، عملکرد و ماده خشک ریشه، و عملکرد اینولین تحت تاثیر این عامل بوده و در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری داشته است (جدول ۱). با افزایش تراکم بوته در کرتها، رشد طول و وزن تر اندام هوایی، قطر و عملکرد ریشه و عملکرد اینولین افزایش یافت. در تراکم ۱۸ بوته در متر مربع، عملکرد ریشه ۲۴۴۳۰ کیلوگرم در هکتار و عملکرد اینولین، ۲۸۵۲/۳ کیلوگرم در هکتار بوده است. در این تراکم، در مقایسه با سطوح کمتر، عملکرد ریشه بالاتری بدست آمده است (جدول۳). در تحقیق انجام شده توسط Taheriasghari(2011)، بیشترین قطر ریشه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد ساقه، عملکرد برگ و ارتفاع اکوتیپ بومی چیکوری در قزوین از تراکم ۱۵ گیاه در مترمربع و بیشترین طول ریشه و تعداد برگ از تراکم ۶ بوته در مترمربع بدست آمدند. در چغندرقند نیز با کاهش فواصل بین خطوط کاشت مقدار ماده خشک افزایش یافت، زیرا در خطوط باریک‌تر استفاده بهینه از نهاده ها و تولید بیشتر فرآورده های فتوسنتزی امکان پذیر است (Taleghani et al., 2004). با مقایسه چهار سطح تراکم بوته (۷۰، ۸۰، ۹۰ و ۱۰۰ هزار بوته در هکتار) در کشت پاییزه چغندرقند در استان سیستان و بلوچستان ایران مشاهده شد که همراه با افزایش تعداد بوته در واحد سطح بر عملکرد ریشه، قند ناخالص، قند خالص، و عیارقند، درصدقندخالص و راندمان استحصال قند افزوده می شود. همچنین کاهش فاصله بین بوته‌های چغندرقند از ۲۰ به ۱۵ سانتی‌متر، به نحو معنی‌داری افزایش وزن تک ریشه، عملکرد ریشه، و شکر در واحد سطح و عملکرد شکر قابل استحصال را به دنبال داشت (Karkij, 2001). نتایج حاصل از این تحقیق با موارد ذکر شده مطابقت دارد.

جدول ۳- مقایسه میانگین خصوصیات زراعی سه رقم چیکوری در تراکم‌های مختلف

تیمار های تراکم (بوته در متر مربع)	طول اندام هوایی (cm)	وزن تر اندام هوایی (g)	حداکثر قطر ریشه (cm)	عملکرد ریشه (kg/ha)	عملکرد اینولین (kg/ha)
۶	۱۳۱/۵۶^{b}	۳۱۱/۵۶^{b}	۳/۸۱^{a}	۸۳۶۴^{c}	۹۸۰/۸^{c}
۱۲	۱۴۶/۴۱^{a}	۳۶۲/۱۹^{a}	۳/۳۵^{b}	۱۵۶۴۳^{b}	۱۸۶۷/۸^{b}
۱۸	۱۵۱/۱۸^{a}	۳۵۷/۲۲^{a}	۳/۳۵^{b}	۲۴۴۳۰^{a}	۲۸۵۲/۲^{a}

حروف غیر مشابه در هر ستون وجود اختلاف معنی دار است.

زمان‌های برداشت

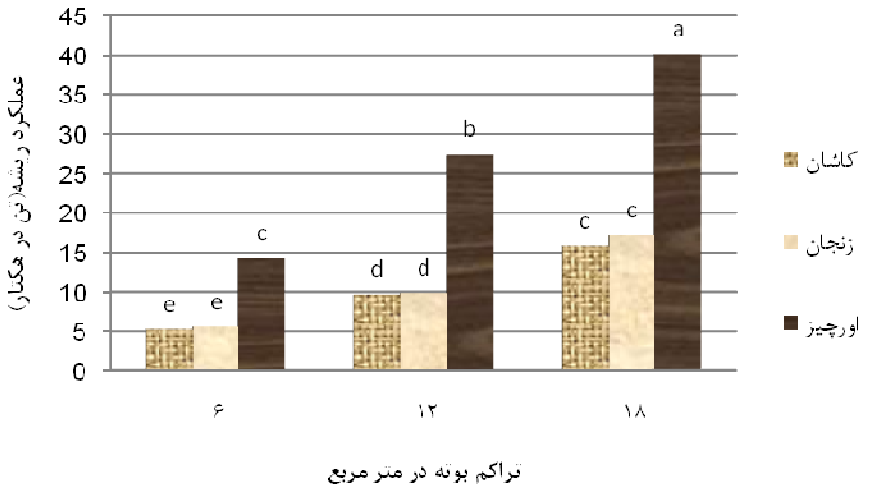
تاریخ برداشت اثرات متفاوتی روی صفات کمی و کیفی چیکوری داشت. سطوح مختلف این عامل، موجب معنی‌دارشدن صفاتی مانند وزن خشک ریشه، بریکس، درصد اینولین، عملکرد اینولین، فروکتوز کل و رطوبت ریشه مشاهده گردید (جدول ۱). مقادیر درجه روز رشد (GDD) برای هر کدام از زمان‌های برداشت محاسبه گردید (جدول ۴). در تاریخ برداشت ۲۰ مهر، عملکرد

اینولین ۲۱۱۷/۷ کیلوگرم بود و این میانگین در مقایسه با میانگین‌های مشابه در تاریخ‌های ۱۰ و ۳۰ شهریور، تفاوت معنی‌داری داشت (جدول۴). در آزمایش مشابه، تاریخ برداشت روی میزان اینولین تولیدی در چند واریته از چیکوری موثر بوده است. همچنین تنوع میزان تولید اینولین در واریته‌های مختلف مشاهده گردیده است (Robert et al., 2008). در آزمایشی که توسط Amaducci & Pritoni (1997) در ایتالیا روی تاریخ های مختلف برداشت چیکوری صورت گرفت به این نتیجه رسیدند که تاخیر در برداشت موجب افزایش میزان فروکتوز، درصد اینولین و عملکرد اینولین می‌گردد. مطالعه بر روی چغندر قند نشان داد که کلیه صفات کمی و درصد قند قابل استحصال و درصد قند ریشه، به استثنای غلظت ناخالصی های ریشه، تحت تاثیر زمان های مختلف برداشت قرار گرفتند (Yosefabadi & Abdollahian- Noghabi, 2011). آنها همچنین دریافتند که با تاخیر در برداشت، درصد قند ریشه نیز از ۱۳/۸ درصد در برداشت اول به ۱۵/۲ درصد در برداشت آخر افزایش یافت. در مطالعه چهارساله اثر تاریخ برداشت روی دو رقم چغندرقند، تاخیر یک ماهه در برداشت باعث افزایش ۱۸ درصدی عملکرد شکر در هر دو رقم شد (Jozefyova et al., 2003). همچنین گزارش گردید که به ازای هر روز تاخیر در برداشت در فاصله زمانی ۶ شهریور تا ۱۶ آبان ماه، بطور متوسط ۲۹۸ کیلوگرم در هکتار بر عملکرد شکر در هکتار افزوده می گردد (Abdollahian-Noghabi, 1992). در بررسی تاثیر زمان برداشت بر محصول چغندرقند، گزارش گردیده که در برداشت زودهنگام، عملکرد ساکارز نسبت به برداشت-های دیرتر به طور معنی داری کمتر است (Carter et al., 1985). نتایج حاصل از یک آزمایش در منطقه یاسوج نیز نشان داد که زمان های مختلف برداشت، عملکرد ساکارز چغندرقند را بطور معنی داری تحت تاثیر قرار داد (Farsinejad & Janbazian, 1998). نتایج این پژوهش با تحقیق های ذکر شده مطابقت دارد.

جدول ۴- مقایسه میانگین خصوصیات زراعی چیکوری در زمان‌های مختلف برداشت

زمان های برداشت	درجه روز رشد(GDD)	ماده خشک ریشه (g)	رطوبت ریشه (%)	وزن خشک ریشه (g)	بریکس (%)	اینولین (%)	عملکرد اینولین (kg/ha)	فروکتوز کل (%)
۱۰ شهریور	۲۲۸۶/۹	۲۴/۹۳^{b}	۷۵/۰۷^{a}	۳۲/۱۴^{b}	۲۰/۴۳^{b}	۹/۷۲^{c}	۱۶۶۸/۶^{b}	۱۱/۵۶^{c}
۳۰ شهریور	۲۶۶۳/۸	۳۳/۹۱^{a}	۶۶/۰۹^{b}	۴۴/۴۹^{a}	۲۰/۹۱^{b}	۱۰/۴۳^{b}	۱۹۱۴/۵^{a}	۱۲/۲۹^{b}
۲۰ مهر	۲۹۴۴	۲۹/۱۱^{b}	۷۰/۸۹^{a}	۳۷/۶۴^{b}	۲۱/۸۴^{a}	۱۲/۵^{a}	۲۱۱۷/۷^{a}	۱۴/۴۱^{a}

حروف غیر مشابه در هر ستون وجود اختلاف معنی دار است.

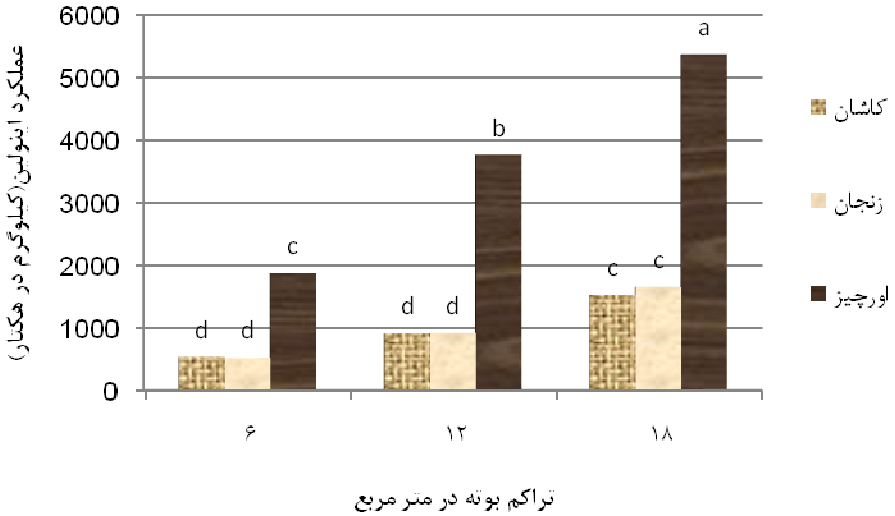


شکل۱- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل ژنوتیپ × تراکم بوته بر عملکرد ریشه چیکوری

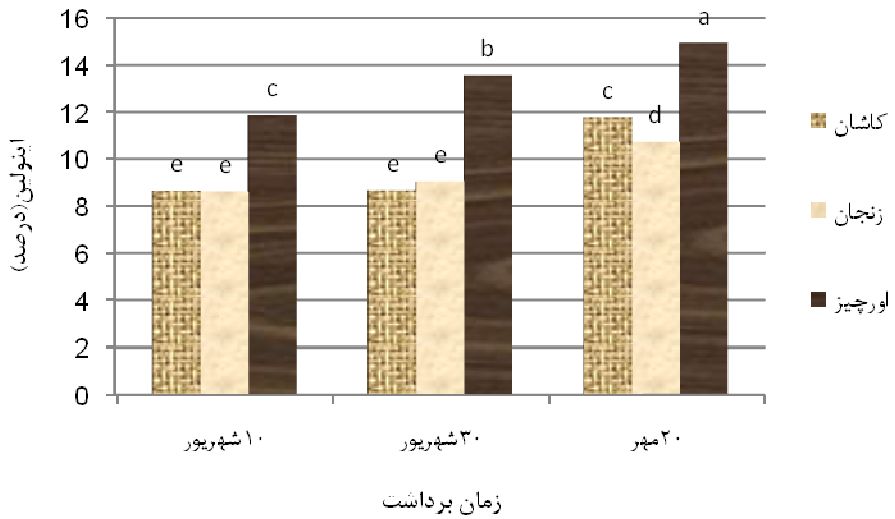
اثرات متقابل

در بررسی اثر متقابل ژنوتیپ × تراکم بوته، اورچیز با ۱۸ بوته در متر مربع بالاترین عملکرد ریشه در هکتار را داشت. این طور می‌توان ارزیابی کرد که چیکوری زراعی در مقایسه با ارقام تجاری چغندرقند، به دلیل سایه انداز برگ محدودتر و قطر کمتر ریشه تراکم پذیری بیشتری

دارد. تفاوت قابل ملاحظه در عملکرد اورچیز در سطوح تراکمی، در تایید این نظر می‌باشد. تفاوت چشمگیر عملکرد اینولین، در واریته اورچیز با ۱۸ بوته در متر مربع در مقایسه با سطوح کمتر این واریته و همچنین با اکوتیپ‌های بومی مشاهده می‌گردد (شکل ۲). در صورتیکه هدف اصلی از کشت چیکوری استحصال اینولین باشد، استفاده از ارقام تجاری مانند اورچیز و تراکم ۱۸ بوته در متر مربع توصیه می شود.



شکل۲- مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ × تراکم بوته بر عملکرد اینولین



شکل۳- مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ × تاریخ برداشت بر میزان اینولین

تاخیر در برداشت بر درصد اینولین ریشه موثر بوده است. رقم اورچیز با برداشت در ۲۰ مهر بیشترین درصد اینولین را به خود اختصاص داده است. عدم وجود اثر متقابل تراکم بوته در تاریخ برداشت در ارقام چغندرقند نشان می دهد که نمی توان از طریق تغییر در تراکم بوته، تاریخ برداشت محصول را تغییر داد (Lauer, 1995). در این آزمایش نیز در صفات عملکرد این اثر متقابل معنی دار نشده و نتیجه گیری مشابهی می توان نسبت به آن داشت.

نتیجه‌گیری کلی

در مقایسه میانگین اثر متقابل واریته در تراکم بوته، بیشترین عملکرد ریشه و عملکرد اینولین را واریته

اورچیز با ۱۸ بوته در متر مربع داشته و در اثر متقابل واریته در زمان برداشت، بالاترین درصد و عملکرد اینولین، از اورچیز در ۲۰ مهرماه حاصل گردید. اثر متقابل سه گانه عوامل اصلی روی هیچ یک از صفات اثر معنی داری نداشتند. با توجه به مساعد بودن شرایط اقلیمی مناطقی مانند قزوین برای کشت چیکوری، بنظر می‌رسد برای تولید صنعتی اینولین، اصلاح و معرفی واریته‌های زراعی با عملکرد ریشه و درصد اینولین بالا مشابه واریته اورچیز لازم است.

سپاسگزاری

از پرسنل بخش کشاورزی شرکت کارخانجات قند قزوین که در اجرای طرح ما را یاری نمودند سپاسگزاری می شود.

REFERENCES

1. Abdollahian-Noghabi, M. (1992). *Study of changes of quantity and quality traits of sugar beet under various sowing dates and harvesting times.* M.Sc. Dissertation, Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran. (In Farsi)
2. Abdollahian-Noghabi, M., Shaikholeslami, R. & Babaei, B. (2005). Technical terms of sugar beet yield and quality. *Sugar beet J*, 21(1), 101-104. (In Farsi).
3. Amaducci, S. & Pritoni, G. (1998). Effect of harvest date and cultivar on *(Cichorium intybus)* yield components in north Italy. *Industrial Crops and Products*,7, 345-349.
4. Amjadi, P. (2003). *Effect of harvest time and variety on qualitative and quantitative characters of root sugar accumulation in sugar beet.* M.Sc. dissertation, University of Tehran, Iran. (In Farsi)
5. Carter, J.N., Kamper, W.D., & Traeller, D.J. (1985). Yield and quality as affected by early and late fall and spring harvest of sugar beet. *Sugar Beet Technol, 23, 8-24.*
6. Dielen, N., Notte, C., Lutts, S., Debavelaere, V., Herck, J., & Kinet, J., (2005). Bolting control by low temperature in root chicory, *Field Crops Research*, 94, 78-85.
7. Dubios, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Roberts, P. A. & Smith, F. (1956). Colorimetric method for determination of sugar and lelated substances. *Analytical chemistry*, 28, 350-356.
8. Farsinejad, K. & Janbazian, F. (1998). Determination of proper sowing date and harvest time of sugar beet in the Yasouj region. Final report of *Sugar Beet Institute*, (In Persian with English abstract)
9. Hatami, A. (2005). *Determination of optimum sowing and harvest date in new monogerm hybrid varieties of sugar beet.* M.Sc. dissertation, University of Tehran, Iran. (In Farsi)
10. Jozefyova, L., Pulkrabek, J. & Urban, J. (2003). The influence of harvest date and crop treatment on the production of two different sugar beet variety types. *Plant Soil Environ*, 49(11), 492-498.
11. Karkij, P. (2001). Effect of *density in quantity and quality of yield in autmn sugarbeet in sistan-balochestan province.* M.Sc. dissertation, University of Sistan-Balochestan (In Persian with English abstract).
12. Lauer, J.G. (1995). Plant density and nitrogen rate effects on sugar beet yield and quality early in harvest. *Agron*, 87(1), 586-591.
13. Mazaheri, D., Pooryousef, M., Ghanadha, M. & Bankesaz, A. (2002). Effect of sowing pattern and plant density on physiological index on grass yield and two zea inbreedline. *Development Magazine*, 15, 71-77. (In Persian with English abstract)
14. Mozafarian, V. (2005). *Cichorium intybus* L. , *Plant Taxonomy.* (2^{th})Amirkabir Pub, 488-495. (in Farsi)
15. Milani, E., Poorazarang, H., Vatankhah, Sh., & Vakilian, H., (2011). Inulin extracted from optimization using response surface methodology potato tart. *Food Research*, 6(3), 176-183. (In Farsi)
16. Pimpini, F., Giaquinto, 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 Horticulture*, 229, 379-386.
17. Ricca, E., Calabro, V., Curcio, S. & Lorio, G. (2009). Fructose production by chicory Inulin enzymatic Hydrolysis: A kinetic study and reaction mechanism. *Process Biochemistry*. 466-470.
18. Robert, C., Emaga, T., Wathelet, B. & Paquot, M. (2008). Effect of variety and harvest date on Pectin entracted from chicory Roots. *Food Chemistry*, 108, 1008 – 1018.
19. Sadeghzad Hemayati, S. (2008). *The effect of agronomical factors on sugar beet (Beta vulgaris* L. *) radiation interception, growth and yield*. Ph. D. thesis. Tehran: Islamic Azad University, Science and Research Branch.(In Farsi)
20. Sepehri, A. & Aminidahaghi, M. (2004). Effect of harvest date on yield and yield components in chicory. Seconded of papers in *herbs conferences in Shahed University*. 105. (In Farsi)
21. Taheriasghari, M. (2011). Effect of water strees on yield components in chicory. *Ecophysiological Magazine.* 2(3), 110-117. (In Farsi)

22. Taleghanii, D., Habibi, F.D., Abadi, V., Ghohari, J., Chegini, M.A. & Gasem, B.M. (2004). Determination of optimum plant density and sowing arrangement of sugar beet at sprinkler irrigation system. Abstract of *6th Iranian Agronomy and plant breeding Congress*. 12-16 Shahrivar, Mazandaran University, Babolsar, Iran, pp.456. (In Farsi)
23. Toneli, J., Park, J., Ranialoho, R., Murr, F. & Fabbro, M. (2008). Rheological Characterization of Chicory Root inulin Solution. *Brazilian of Chemical Engineering*, 25(3), 132-145.
24. Vandergeten, G. (2003). *Guide de bonnes pratiques en culture de chicoree industrielle*. Centre Agricole Betteraves chicory Blegium. (In French)
25. Yazdisamadi, B.,& Poostini, K. (1994). *Principle of Crop Production: sowing*. Center of University Pub, 93-95.(In Farsi)
26. Yousefabadi, V. & Abdollahian-Noghabi, M. (2011). Effect of split application of nitrogen fertilizer and harvest time on the root yield and quality characteristics of sugar beet. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 13(3),521-532. (In Farsi)
27. Zargari, A. (1993). *Medical plants*: *Cichorium intybus* L. Tehran University Pub. Third edition. 212-220. (In Farsi).