

برآورد نیروی لازم برای برداشت و تعیین میزان تلفات و انتقال خاک به همراه فرم‌های مختلف ریشه چغندر قند

Estimation of root pulling force and measurement of root losses and soil transfer along with different root shapes of sugar beet

سمر خیامیم^{۱*}، حمید نوشاد^۲، فرحناز حمدی^۲، عباس امینی^۳ و امیرحسین رستم‌پور^۳

تاریخ دریافت: ۸۷/۱۱/۱۶؛ تاریخ پذیرش: ۸۸/۱۲/۹

س. خیامیم، ح. نوشاد، ف. حمدی، ع. امینی و ا.ح. رستم‌پور. ۱۳۸۸. برآورد نیروی لازم برای برداشت و تعیین میزان تلفات و انتقال خاک به همراه فرم‌های مختلف ریشه چغندر قند. مجله چغندر قند ۲۵(۲): ۱۴۰-۱۲۵

چکیده

میزان انرژی لازم جهت کندن ریشه چغندر قند از مزرعه و مقدار خاک انتقالی همراه ریشه در توده‌ها و یا رقم‌های چغندر قند با ریشه‌هایی به فرم صاف (گرد یا مخروطی) در مقایسه با فرم معمولی دارای شیار طولی، از نظر کمی گزارش نشده است. در این تحقیق فرم‌های مختلف ریشه اعم از فرم گرد و مخروطی بدون شیار (صاف)، مخروطی کشیده و شیاردار در ایستگاه تحقیقاتی مهندس مطهری کرج به صورت آزمایش کرت‌های یک‌بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار مورد مقایسه قرار گرفتند. کرت‌های اصلی به مقادیر مختلف رطوبت خاک در زمان برداشت و کرت‌های فرعی به هفت توده با فرم‌های مختلف ریشه شامل سه توده گرد و صاف، دو توده مخروطی و صاف و دو رقم تجاری (مخروطی و شیاردار) اختصاص یافت. در سال ۱۳۸۱، به علت بارندگی‌های مداوم در زمان برداشت، فقط یک سطح رطوبتی (پس از تخلیه ۴۰ درصد رطوبت وزنی در خاک) و در سال ۱۳۸۲ دو سطح رطوبتی خاک (حد ظرفیت زراعی و پس از تخلیه ۴۰ درصد رطوبت قابل استفاده خاک) مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد درصد شکستگی ریشه‌ها در فرم‌های مختلف گرد، مخروطی بدون شیار و مخروطی شیاردار به ترتیب معادل هشت، ۱۰ و ۱۳ درصد بود. درصد شکستگی ریشه‌ها در زمان برداشت در فرم گرد و کشیده بدون شیار به ترتیب ۳۸ و ۲۳ درصد کم‌تر از ریشه‌هایی با فرم مخروطی شیاردار (ریشه معمولی) شد. مقدار نیروی لازم جهت بیرون کشیدن ریشه‌های گرد و کشیده بدون شیار به ترتیب حدود ۵۹ و ۵۲ درصد کم‌تر از فرم شاهد (ریشه‌های معمولی شیاردار) بود. عملکرد ریشه و شکر سفید توده‌های گرد و مخروطی بدون شیار از نظر آماری مشابه توده‌ها و رقم‌های معمولی بودند. اما اثر صافی سطح ریشه بر کاهش تلفات ریشه‌ها و انتقال خاک همراه ریشه در هنگام برداشت و پایین بودن انرژی لازم جهت کندن ریشه از زمین، از مواردی بود که برتری فرم‌های کشیده بدون شیار را نسبت به فرم‌های معمولی نشان داد.

واژه‌های کلیدی: انتقال خاک از مزرعه، تلفات ریشه، چغندر قند، ریشه صاف، طول ریشه، فرم ریشه، قطر ریشه، نیروی کششی

۱- مربی پژوهشی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند *- نویسنده مسئول samar.khayam@gmail.com

۲- کارشناس مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند

۳- کارشناس مسئول در سرپرستی بانک کشاورزی کرج

مقدمه

انتقال خاک چسبیده به ریشه چغندرقد در هنگام برداشت، یک مشکل عمده در حمل و مصرف ریشه در کارخانه‌های چغندرقد و انتقال آلودگی همراه خاک است. مقدار خاک همراه ریشه در زمان برداشت به عوامل مختلفی از جمله فرم ریشه، رطوبت خاک، تردد ماشین‌آلات داشت و برداشت، کوبیدگی خاک و سیستم برداشت بستگی دارد.

در ارتباط با ادوات برداشت و میزان انتقال خاک همراه ریشه، تحقیقات مختلفی در دنیا صورت پذیرفته است. با کمک روش‌های مکانیکی می‌توان سه‌الی چهار درصد ضایعات انتقال خاک را کاهش داد و کاهش بیشتر ضایعات نیازمند صرف انرژی بیشتر است (Gram and Joerjensen 2002). نورد استروم (Nordstrom 2000) معتقد بود که با استفاده صحیح از ماشین‌های جدید در اکثر شرایط می‌توان میزان تلفات ریشه‌های چغندرقد را تا پنج درصد کاهش داد. در شرایط بد خاک، میزان تلفات ریشه - خصوصاً به صورت ریشه خرد شده - حدود ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار است اما در شرایط مطلوب و با به‌کارگیری ادوات مناسب این مقدار به حدود ۵۰۰ تا ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار کاهش می‌یابد. مهم‌ترین پارامترهای دستیابی به کاهش پنج درصدی تلفات خاک عواملی مثل دقت راننده وسیله برداشت، تنظیم ماشین برداشت، شرایط آب و هوایی، عرض کار ماشین و سرعت حرکت آن است.

حجم زیادی از خاک زراعی چسبیده به ریشه‌های چغندرقد در زمان برداشت جابجا می‌شود و هزینه‌های برداشت و حمل و نقل را به‌طور قابل توجهی افزایش می‌دهد. اگرچه پیشرفت در زمینه ماشین‌های کشاورزی برای برداشت چغندرقد و دقت زیاد برای تنظیم دستگاه‌ها در زمان برداشت بسیار مهم است، اما تغییر فرم ریشه می‌تواند به‌طور قابل ملاحظه‌ای باعث کاهش افت محصول شود (Hil and Neo 1989; Fauchers 1989; Mesken 1990; Brussaard 1996). وارینه‌هایی که به دلیل عدم وجود شیار، گل و لای کم‌تری به ریشه آن‌ها می‌چسبند دارای مزایایی مثل سادگی فرآیند شستشو و تمیز کردن، زخم و شکستگی کم‌تر و در نتیجه تنفس کم‌تر سلول‌ها، کاهش هزینه انتقال، کاهش انتقال شن و ماسه در خمیر و آسیب کم‌تر به تیغه‌های برش کارخانه هستند (Olsen et al. 2001).

یکی از ضایعات مهم در هنگام برداشت شکستگی ریشه‌ها است که به شدت به فرم ریشه بستگی دارد. شکل و فرم ریشه یکی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر روی صفات کیفی ناشی از افت برداشت ریشه محسوب می‌شود و بنابراین، اصلاح و ایجاد ریشه‌های بدون شیار راه دیگر کاهش درصد تلفات ناشی از برداشت است (Gram and Joerjensen 2002). اصولاً ریشه‌های مخروطی و شیاردار به دلیل افزایش سطح جانبی‌شان، چسبندگی بیشتری به خاک دارند و در هنگام برداشت - به ویژه برداشت مکانیزه - ضمن تلفات زیاد به دلیل شکستگی ریشه‌ها، خاک نسبتاً زیادی را نیز به همراه

نسل‌های پیشرفته و بهبود فرم ریشه صاف - مخروطی، صاف - گرد و حد واسط این دو در توده‌های به‌دست آمده در حد قابل‌انتظار بود. به طوری که افزایش سلکسیون ریشه‌های صاف و گزینش تک بوته جهت کاهش میزان ناخالصی‌های ریشه توصیه شد (مصباح و همکاران ۱۳۸۴). در ادامه این تحقیقات جمعیت‌های 231*No.6 و 261*(MS 261*MSNB1*W-1003).white root و 261*No.6 white root با توجه به عملکرد ریشه و شکر سفید در واحد سطح و صاف بودن سطح ریشه‌ها جهت اصلاح و تولید رقم‌های تجاری انتخاب شدند (واحدی و همکاران ۱۳۸۶).

به‌علت فقدان ابزار اندازه‌گیری نیروی کششی برای کندن ریشه چغندرقد از خاک با فرم‌های مختلف و ضرورت تعیین یک سیستم دقیق و قابل‌اطمینان جهت اندازه‌گیری میزان تلفات خاک (Gram and Joerjensen 2002) و نیز پیرو انتقال صفت گردی به ریشه‌ها (مصباح و همکاران ۱۳۸۴؛ واحدی و همکاران ۱۳۸۶)، لازم بود در این زمینه تحقیق و بررسی انجام شود. لذا این تحقیق به منظور تعیین میزان خاک منتقل شده به همراه ریشه از مزرعه به کامیون و کارخانه و کمی کردن میزان تلفات ریشه و همچنین محاسبه مقدار نیروی کششی کندن ریشه‌ها (برداشت) با فرم‌های مختلف (نیروی استاتیک) طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

تعداد هفت توده به‌نژادی چغندرقد، شامل سه توده با فرم‌های گرد و مخروطی (Elliptic) و دو توده

دارند. از طرفی خاک منتقل شده توسط ریشه باعث کاهش حاصلخیزی مزرعه و انتقال سریع‌تر آلودگی از مزارع آلوده به انواع بیماری به سایر مزارع می‌شود. چغندرهایی با فرم مخروطی و شیاردار هنگام برداشت با صرف نیروی بیشتری از زمین خارج می‌شوند در صورتی که چغندرهای با فرم گرد و صاف مشکلات کمتری داشته و قابلیت شستشوی بهتری دارند (Fallesen and Van der Linden 1997).

به نظر می‌رسد انتخاب ریشه براساس کاهش تلفات انتقال خاک با سایر صفات مثل عملکرد و عیارقد ارتباط معنی‌داری نداشته باشد (Patchett and Bee 1997; Gram and Joerjensen 2002). با انتقال صفت گردی از چغندر لبویی به چغندرقد مشاهده شد که میزان محصول قند در فامیل‌های گرد کم‌تر از شاهد بود. همچنین میزان پتاسیم، سدیم و اسیدهای آمینه در مواد ژنتیکی که دارای ریشه گرد بودند، بیش‌تر از واریته‌های شاهد بود اما ریشه‌های آنها در مقایسه با شاهد، خاک کم‌تری به همراه داشتند (Mesken 1990).

نتایج حاصل از تلاقی چغندرقد و چغندر علوفه‌ای مزایایی نسبت به تلاقی چغندرقد و چغندر لبویی داشت به طوری که، نتاج حاصل از چغندرقد و علوفه‌ای دارای طوقه کم‌تر بود و ۷۰-۳۰ درصد گل و لای کم‌تری را نسبت به چغندرقد انتقال دادند (Theurer 1993).

در مؤسسه تحقیقات چغندرقد طرح تحقیقاتی انتقال صفت گردی و صافی ریشه از چغندر لبویی و علوفه‌ای به چغندرقد از سال ۱۳۷۷ آغاز شد. افزایش عیارقد (۱۷/۵ درصد) و راندمان استحصال (۸۲ درصد) در

(۱) برداشت در زمانی که رطوبت خاک در حد ظرفیت زراعی (Field Capacity) بود

(۲) برداشت پس از مصرف ۴۰ درصد وزنی رطوبت قابل استفاده در خاک

کرت‌های فرعی به توده‌های چغندر قند با فرم‌های مختلف ریشه اختصاص داده شد که در جدول یک ارائه شده‌اند.

مخروطی بدون شیار (smooth conical) با دو رقم تجارتي با ریشه‌های مخروطی شیاردار (striped conical) (جدول ۱) در آزمایش کرت‌های یک بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در سال‌های ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲ در ایستگاه تحقیقات مطهری کرج مورد بررسی قرار گرفتند. کرت‌های اصلی به درصد رطوبت خاک هنگام برداشت اختصاص داشت که به ترتیب عبارت بودند از:

جدول ۱ مشخصات توده‌های چغندر قند مورد استفاده در آزمایش با فرم ریشه مختلف

| ردیف | نام و مشخصات توده یا رقم | شرح فرم ریشه |
|------|--------------------------|---------------------------------|
| ۱ | W- 1005 -79 | گرد و مخروطی Elliptic |
| ۲ | W - 1014 - 79 | گرد و مخروطی Elliptic |
| ۳ | Wloo6 -79 | گرد و مخروطی Elliptic |
| ۴ | 7221-I-79 | مخروطی بدون شیار Smooth conical |
| ۵ | 7221-II-79 | مخروطی بدون شیار Smooth conical |
| ۶ | دوروتی | مخروطی شیاردار Striped conical |
| ۷ | رسول | مخروطی شیاردار Striped conical |

سال آزمایش در طول دوره رشد، آبیاری به روش نشتی با استفاده از سیفون انجام و مراقبت‌های لازم جهت مبارزه با آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز مطابق معمول صورت پذیرفت. در هر دو سال قبل از اجرای آزمایش، نمونه مرکب خاک تهیه و برخی صفات فیزیکی و شیمیایی خاک تعیین شد که نتایج آن در جدول دو ارائه شده است. خاک مزرعه در سال ۱۳۸۱ شنی، رسی لومی و در سال ۱۳۸۲ شنی رسی (سنگین‌تر) بود.

در آزمایش سال ۱۳۸۱ به دلیل شروع بارندگی‌های زودرس فصلی و غیرمعمول سال‌های قبل در زمان برداشت، امکان اجرای تیمار اول یعنی برداشت در رطوبت ظرفیت زراعی مزرعه وجود نداشت و صرفاً در زمان مصرف ۴۰ درصد وزنی رطوبت قابل استفاده خاک (تیمار دوم) یعنی زمانی که رطوبت خاک حدود ۲۳ درصد بود برداشت انجام شد ولی در سال ۱۳۸۲ از هر دو کرت اصلی شامل رطوبت ظرفیت زراعی و پس از تخلیه ۴۰ درصد رطوبت قابل استفاده خاک، برداشت شد. در هر دو

جدول ۲ برخی مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در سال‌های ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲

| سال اجرای طرح | عمق برداشت نمونه خاک (سانتی‌متر) | نیترات | آمونیم | فسفر | پتاسیم | رس | سیلت | ماسه | بافت |
|---------------|----------------------------------|--------|-----------------------|-------|--------|----|------|------|---------|
| | | | (میلی‌گرم در کیلوگرم) | | | | درصد | | |
| ۱۳۸۱ | ۰-۳۰ | ۲۴ | ۱۹/۸۷ | ۶/۴ | ۴۸۰ | ۳۶ | ۴۸ | ۱۶ | Sa.C.L* |
| | ۳۰-۶۰ | ۲۶/۶۲ | ۱۵ | ۳/۴ | ۴۳۰ | ۳۶ | ۵۴ | ۱۰ | Sa.C.L* |
| ۱۳۸۲ | ۰-۳۰ | ۳۴/۲۸ | ۲۸/۹۳ | ۱۱/۵۱ | ۵۱۷ | ۴۳ | ۴۸ | ۹ | Sa.C |
| | ۳۰-۶۰ | ۲۹/۵۷ | ۲۴/۲۱ | ۷/۲۳ | ۴۳۴ | ۴۹ | ۴۲ | ۹ | Sa.C |

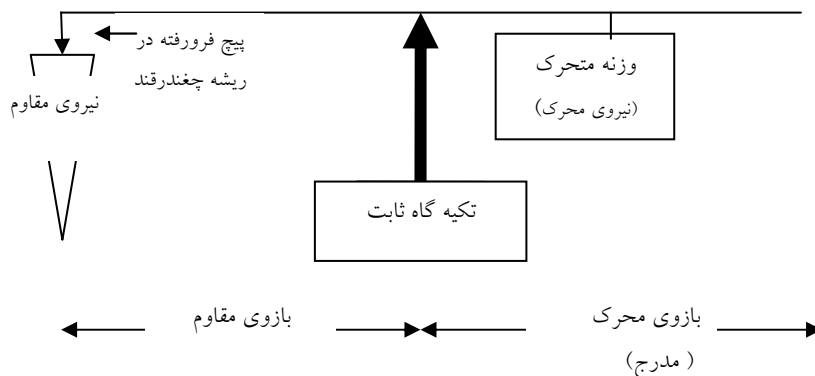
* Sa.C.L=Sand – clay – loam

دستگاه کالیبره شد. سپس یک هلیس قلاب‌دار که انتهای دیگر آن به بازوی مقاوم اهرم با طول مشخص متصل بود، با پیچش در مرکز ریشه چغندرقد وارد شد و با حرکت وزنه متحرک با وزن مشخص روی بازوی متحرک اهرم (که مدرج شده بود)، طولی از بازوی متحرک که باعث کنده‌شدن ریشه چغندرقد از زمین شد، یادداشت و به عبارتی با مشخص‌بودن بازوی مقاوم و نیروی محرک و اندازه‌گیری بازوی محرک در هر آزمایش از طریق فرمول زیر مقدار نیروی مقاوم محاسبه شد.

نیروی مقاوم \times بازوی مقاوم = نیروی محرک \times بازوی محرک
 در این رابطه نیروی مقاوم، نیروی لازم جهت جدا کردن و کندن ریشه از خاک است که مجهول معادله است و نیروی محرک وزنه‌ای با وزن مشخص بود. بازوی محرک و بازوی مقاوم در هنگام آزمایش اندازه‌گیری شدند.

به‌علت فقدان دستگاه اندازه‌گیری انرژی، تعیین نیروی موردنیاز کندن ریشه‌ها از خاک (برداشت) در شرایط دینامیکی مقدور نبود. لذا در شرایط استاتیکی نیروی لازم برای برداشت و کندن ریشه از خاک محاسبه شد. برای دستیابی به این هدف در زمان برداشت از هر تیمار در دو تکرار (به علت وقت‌گیر بودن و طولانی شدن زمان برداشت نمونه‌ها توسط دستگاه) پنج عدد ریشه به‌طور تصادفی انتخاب و با کمک دستگاه نیرو سنجی که بدین منظور در قالب تحقیق حاضر طراحی و ساخته شده بود (شکل ۱) مقدار نیروی لازم جهت بیرون کشیدن ریشه‌ها از خاک (برداشت) اندازه‌گیری و سپس طول و محیط ریشه‌های برداشت شده تعیین شد.

جهت تعیین مقدار نیروی کنده شدن ریشه از خاک، براساس قانون اهرم‌ها ابتدا با یک وزنه مشخص



شکل ۱ شماتیک دستگاه اندازه‌گیری نیروی لازم برای بیرون کشیدن ریشه چغندر قند از خاک

مصرف ۴۰ درصد رطوبت وزنی قابل استفاده خاک انجام شد) براساس صفات مختلف مقایسه شدند.

نتایج و بحث

درصد ریشه‌های شکسته در توده‌های فرم مخروطی شیاردار بیشتر از فرم گرد بود به طوری که درصد ریشه‌های شکسته در فرم مخروطی شیاردار ۱۳ درصد، در فرم مخروطی بدون شیار ۱۰ و در فرم گرد به طور متوسط هشت درصد بود با این حال اختلافات مذکور معنی‌دار نبودند (جدول ۳). هم‌چنین کم‌ترین درصد ریشه‌های به‌جامانده در زمین طی برداشت مکانیزه در فرم مخروطی بدون شیار مشاهده شد (جدول ۳). لذا در ایران که وقوع بارندگی‌های پاییزه هنگام برداشت سبب چسبیدن گل و لای فراوان به ریشه‌ها می‌شود و بیرون کشیدن ریشه از

برداشت بقیه چغندرهای خط وسط هر کرت با کمک دستگاه برداشت انجام پذیرفت و ریشه‌ها جهت تعیین عملکرد، درصد قند و درصد ناخالصی‌های سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره به آزمایشگاه ارسال شد. در سال ۱۳۸۲ در یک برداشت مجزا با کمباین اشتول در هر خط از کرتچه‌ها تعداد ریشه سالم، شکسته و باقی‌مانده در زمین شمارش شد.

با توجه به نایکخواختی تیمارهای برداشت شده آزمایش در سال‌های ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲ تجزیه واریانس مرکب مقدور نشد لذا تجزیه واریانس نتایج در هر سال و جداگانه انجام شد. مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن در سطح احتمال پنج درصد صورت پذیرفت. نتایج مربوط به فرم‌های مختلف ریشه با روش آزمون t استیودنت یک طرفه در برداشت مشترک دو سال (تیماری که پس از

خاک دشوار است، ریشه‌های مخروطی بدون شیار می‌توانند بسیار مفید باشند.

بین فرم‌های مختلف ریشه از نظر نسبت طول به قطر ریشه و مقدار نیروی لازم برای کندن ریشه از خاک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد مشاهده شد (جدول ۴). در مقایسه نیروی لازم جهت بیرون کشیدن ریشه‌ها در سال ۱۳۸۱ مشاهده شد که نیروی کمتری برای بیرون کشیدن چغندرهایی با فرم گرد و مخروطی بدون شیار نسبت به رقم‌های شاهد دوروتی و رسول - که دارای فرم ریشه مخروطی شیاردار بودند - صرف شد (جدول ۵) به طوری که رقم دوروتی با صرف نیروی ۸۱/۵۸ کیلوگرم نیرو بیش‌ترین و رقم W-1014- 79 با فرم گرد و صاف با صرف ۱۵/۰۹ کیلوگرم نیرو به کم‌ترین نیرو نیاز داشتند (جدول ۵). در برداشت تیمار پس از مصرف ۴۰ درصد رطوبت قابل استفاده خاک در سال ۱۳۸۲، جهت بیرون کشیدن ریشه با فرم مخروطی شیاردار از خاک مقدار ۲۹/۵۸ کیلوگرم نیرو به‌طور متوسط به هر ریشه وارد شد در صورتی که در مورد فرم‌های گرد

و مخروطی بدون شیار مقدار نیروی لازم برابر ۱۹/۲ کیلوگرم نیرو برای هر تک ریشه اندازه‌گیری شد. به عبارت دیگر مقدار نیروی لازم جهت کندن و بیرون کشیدن ریشه در فرم‌های گرد ۶۲ درصد کم‌تر از ریشه‌های مخروطی شیاردار است. این امر به دلیل سطح جانبی بیشتر ریشه‌های مخروطی و چسبندگی کم‌تر ریشه‌های گرد به خاک است.

البته گرد و صاف بودن سطح ریشه در کاهش خسارت شته ریشه در اثر کم‌آبی و سایر بیماری‌ها نیز می‌تواند مؤثر باشد (Fallesen and Van der Linden 1997). در تیمار برداشت در زمان رطوبت ظرفیت مزرعه، مقدار نیرو در فرم‌های گرد و مخروطی بدون شیار ۱۷/۵ و در فرم‌های مخروطی شیاردار برابر ۲۸/۵ کیلوگرم نیرو بود (داده‌ها ارائه نشده است) و نشان می‌دهد حتی در خاک‌هایی با رطوبت بیش‌تر، ریشه‌هایی با فرم گرد و مخروطی بدون شیار با نیروی کمتری نسبت به ریشه‌هایی دارای شیار از خاک خارج می‌شوند و نسبت به ریشه‌های مخروطی شیاردار برتری دارند.

جدول ۳ تعداد کل ریشه، درصد ریشه‌های سالم، شکسته و باقی‌مانده توسط کمابین در هنگام برداشت پس از تخلیه ۴۰ درصد

رطوبت قابل استفاده خاک (کرج ۱۳۸۲)

| ردیف | نام و مشخصات توده و رقم | شرح فرم ریشه | تعداد ریشه (هزار در هکتار) | درصد ریشه سالم برداشت شده | درصد ریشه شکسته در هنگام برداشت | درصد ریشه های مانده در زمین در هنگام برداشت نسبت به تعداد برداشت شده |
|------|--|------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------------|---|
| ۱ | W-1005-79 | گرد و مخروطی | ۵۲/۵ | ۹۱ | ۹ | ۱۳ |
| ۲ | W-1014-79 | گرد و مخروطی | ۵۰ | ۸۹ | ۱۱ | ۱۲ |
| ۳ | W-1006-79 | گرد و مخروطی | ۴۲ | ۹۵ | ۵ | ۱۰ |
| ۴ | 7221-I-79 | مخروطی بدون شیار | ۵۷/۵ | ۹۱ | ۹ | ۸ |
| ۵ | 7221-II-79 | مخروطی بدون شیار | ۵۷ | ۸۹ | ۱۱ | ۷ |
| ۶ | دوروتی | مخروطی شیاردار | ۶۳/۵ | ۸۵ | ۱۵ | ۱۳ |
| ۷ | رسول | مخروطی شیاردار | ۶۴ | ۹۰ | ۱۰ | ۶ |
| | میانگین با فرم گرد (ردیف ۱، ۲ و ۳) | | ۴۸/۱۶۷ | ۹۲ | ۸ | ۱۲ |
| | میانگین فرم مخروطی بدون شیار (ردیف ۴ و ۵) | | ۵۷/۲۵۰ | ۹۰ | ۱۰ | ۸ |
| | میانگین فرم مخروطی شیار دار (ردیف ۶ و ۷) | | ۶۳/۷۵۰ | ۸۸ | ۱۳ | ۱۰ |
| | مقدار t استودنت برای مقایسه فرم گرد با فرم مخروطی بدون شیار (df=5,3) | | -۲/۲۲ | ۰/۷ | -۰/۷ | ۳/۴۸** |
| | مقدار t استودنت برای مقایسه فرم گرد با فرم مخروطی شیار دار (df=5,3) | | -۳/۸۱** | ۱/۴۲ | -۱/۴۲ | ۰/۷۶ |
| | مقدار t استودنت برای مقایسه فرم مخروطی بدون شیار و فرم مخروطی شیاردار (df=3,3) | | -۱۸/۳۸** | ۰/۹۳ | -۰/۹۳ | -۰/۵۶ |

** و *** به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۲/۵ و ۰/۵ درصد آزمون t یک طرفه

جدول ۴ میانگین مربعات نسبت طول به قطر ریشه و مقدار نیروی لازم جهت کندن ریشه چغندر قند از خاک برحسب کیلوگرم

نیرو برای هر تک ریشه هنگام برداشت پس از تخلیه ۴۰ درصد رطوبت قابل استفاده خاک (سال‌های ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲)

| میانگین مربعات در سال ۱۳۸۲ | | | میانگین مربعات در سال ۱۳۸۱ | | |
|---|-------------------------|---------------|---|----------------------|---------------|
| مقدار نیروی لازم برای کندن ریشه از خاک | نسبت طول به قطر ریشه | درجه آزادی | مقدار نیروی لازم برای کندن ریشه از خاک | نسبت طول به قطر ریشه | درجه آزادی |
| ۲۷/۵۰ | ۰/۱۴۲ | ۳ | ۱۹۶/۵۶ | ۰/۰۰۲ | ۱ |
| ۱۱۸/۹۷** | ۰/۷۹۷** | ۶ | ۱۰۷۵/۱۳** | ۱/۱۸۱** | ۶ |
| ۲۷/۸۱ | ۰/۰۵۹ | ۱۸ | ۴۰/۴۳ | ۰/۰۵۳ | ۶ |
| ۲۳/۸۱ | ۱۲/۷۴ | | ۱۸/۷۵ | ۱۱/۹۵ | ضریب تغییرات |

** معنی دار در سطح احتمال یک درصد

جدول ۵ مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن و مقایسه گروه‌های مختلف ریشه با آزمون t یک طرفه از نظر نسبت طول به قطر ریشه و مقدار نیروی لازم جهت کندن ریشه چغندرقد از خاک برحسب کیلوگرم نیرو برای هر تک ریشه هنگام برداشت پس از تخلیه ۴۰ درصد رطوبت قابل استفاده خاک (سال‌های ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲)

| ردیف | مشخصات توده | مشخصات نوع فرم ریشه | نسبت طول به قطر | | مقدار نیروی لازم برای کندن ریشه از خاک (کیلوگرم نیرو) | |
|--|-------------|---------------------|-----------------|---------|---|---------|
| | | | ۱۳۸۲ | ۱۳۸۱ | ۱۳۸۲ | ۱۳۸۱ |
| ۱ | W-1005-79 | گرد و مخروطی | ۱/۷۴ b | ۱/۶۴ c | ۲۳/۰۲ c | ۱۶/۱۴ b |
| ۲ | W-1014-79 | گرد و مخروطی | ۱/۴۸ b | ۱/۶۱ c | ۱۵/۰۹ c | ۲۰/۵۲b |
| ۳ | W-1006-79 | گرد و مخروطی | ۱/۵۴ b | ۱/۶۸ c | ۲۲/۳۶ c | ۱۷/۴۶b |
| ۴ | 7221-I-79 | مخروطی بدون شیار | ۱/۴۳ b | ۱/۵۸ c | ۲۸/۱۸ c | ۲۲/۲۹ab |
| ۵ | 7221-II-79 | مخروطی بدون شیار | ۱/۲۳ b | ۱/۷۹ c | ۲۰/۰۲ c | ۱۹/۴۷b |
| ۶ | دوروتی | مخروطی شیاردار | ۳/۱۳ a | ۲/۷۳ a | ۸۱/۵۸ a | ۲۹/۴۰a |
| ۷ | رسول | مخروطی شیاردار | ۲/۹۲ a | ۲/۳۳ b | ۴۶/۲۵ b | ۲۹/۷۶a |
| میانگین با فرم گرد (ردیف ۱، ۲ و ۳) | | | ۱/۶۱ | ۱۹/۱ | | |
| میانگین فرم مخروطی بدون شیار (ردیف ۴ و ۵) | | | ۱/۵۱ | ۲۲/۴۹ | | |
| میانگین فرم مخروطی شیار دار (ردیف ۶ و ۷) | | | ۲/۷۸ | ۴۶/۷۵ | | |
| مقدار t استودنت برای مقایسه فرم گرد با فرم مخروطی بدون شیار (df=5,3) | | | ۰/۱ | -۱/۴۴ | | |
| مقدار t استودنت برای مقایسه فرم گرد با فرم مخروطی شیار دار (df=5,3) | | | -۶/۷۷*** | -۲/۲۶* | | |
| مقدار t استودنت برای مقایسه فرم مخروطی بدون شیار و فرم مخروطی شیاردار (df=3,3) | | | -۶/۱۸*** | -۱/۹۵ * | | |

• و *** به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج و ۰/۵ درصد آزمون t یک طرفه حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار دو میانگین در سطح احتمال پنج درصد است.

مشخص است که در رطوبت یکسان خاک (پس از مصرف ۴۰ درصد رطوبت خاک) به علت تفاوت بافت و ساختمان خاک نیروی لازم جهت بیرون کشیدن ریشه‌ها در دو سال متفاوت باشد (جدول ۵). لذا در خاک‌های ایران که عمدتاً دارای بافت سنگین است و برداشت در خاک سنگین نیاز به صرف نیروی بیشتری دارد، با به‌کارگیری ریشه‌های مخروطی بدون شیار می‌توان با

مقایسه نتایج دو سال نشان می‌دهد که در هر دو سال آزمایش برای بیرون کشیدن ریشه‌های گرد و ریشه‌های مخروطی بدون شیار به ترتیب با صرف مقدار ۱۹/۱ و ۲۲/۴۹ کیلوگرم نیرو در مقایسه با شاهد (ریشه‌های مخروطی شیاردار) به ترتیب حدود ۵۹ و ۵۲ درصد نیروی کمتری صرف شده است در حالی که این دو فرم ریشه تفاوت آماری نشان ندادند. از طرفی

نزدیک‌تر است. در صورتی که در تیپ‌های مخروطی و معمولی به دلیل طولیل بودن ریشه و نزدیکی شکل آن به مخروط این نسبت بزرگ‌تر بود. بدین منوال شاخص گردی گویای سطح جانبی ریشه است و هرچه این شاخص بزرگ‌تر باشد، باعث سطح تماس بیش‌تر ریشه به خاک و حمل و انتقال خاک بیش‌تر از مزرعه به کارخانه می‌شود. در ژنوتیپ‌های گرد، نیروی کم‌تری جهت درآوردن ریشه از خاک موردنیاز است که نسبت‌های به‌دست آمده در فرمول فوق صحت ادعای فوق را تأیید می‌کنند یعنی هرچه ریشه کوتاه‌تر باشد، نیروی کم‌تری صرف برداشت ریشه از خاک می‌شود. به‌دلیل صاف بودن ریشه‌های مخروطی و کروی و نداشتن شیار، مقدار خاک چسبیده به آن‌ها کم‌تر است. ریشه‌های شیاردار به‌علت دو شیار جانبی موجود خاک بیش‌تری از مزرعه انتقال می‌دهند (Theurer 1993) که این امر در هنگام برداشت در مزرعه کاملاً مشهود بود. مقدار خاک منتقل شده از مزرعه توسط ریشه‌های برداشت شده به غیر از فرم ریشه به عواملی مانند رطوبت و بافت خاک و چگونگی برداشت نیز بستگی دارد (Nordstrom 2000). به‌طور مثال در هنگام برداشت با کمباین به‌دلیل غلتیدن مرتب ریشه‌ها تا رسیدن به انبار کمباین، خاک اطراف ریشه ریزش می‌کند در حالی که در برداشت دستی این اتفاق نمی‌افتد.

در سال ۱۳۸۱ از نظر عملکرد ریشه، رقم-7221

II با تولید ۸۴ تن در هکتار دارای بیش‌ترین عملکرد بود

نیروی کم‌تر راندمان برداشت را نیز افزایش داد و از تراکتورهایی با کشنده‌های سبک‌تر استفاده کرد.

یکی از معیارهای فرم ریشه، نسبت طول به قطر ریشه است. در فرم گرد این عدد حدود یک است و هر چه از یک بزرگ‌تر باشد، ریشه کشیده‌تر و در نتیجه سطح جانبی و چسبندگی بیش‌تری به خاک خواهد داشت (جدول ۵). نسبت طول ریشه به قطر ریشه در رقم دوروتی و رسول - که جزو رقم‌های تجاری با ریشه مخروطی شیاردار هستند - در مقایسه با سایر رقم‌ها بیش‌تر بود. نسبت رقم‌هایی با فرم ریشه مخروطی بدون شیار با رقم‌های گرد و مخروطی از نظر طول به قطر ریشه در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۵).

با برازش مدل رگرسیون خطی بین نیروی لازم جهت بیرون کشیدن ریشه، طول ریشه و بیش‌ترین اندازه محیط ریشه رابطه زیر به‌دست آمد:

$$F = -19.76 + 2.21(L) + 0.16 D \quad R=68.2$$

که در آن F نیروی لازم برای بیرون کشیدن ریشه‌ها بر حسب کیلوگرم نیرو، L طول ریشه بر حسب سانتی‌متر و D طول بزرگ‌ترین محیط ریشه بر حسب سانتی‌متر است.

مطابق نتایج دو سال آزمایش نسبت طول به قطر ریشه در فرم‌های گرد و مخروطی بدون شیار کم‌تر از فرم‌های مخروطی شاهد (رسول و دوروتی) بود. کوچک بودن این نسبت در تیپ‌های گرد نشان داد محیط ریشه نسبت به طول ریشه بزرگ‌تر و ریشه به شکل کروی

کوچک ریشه‌ها در این تیمار است. با وجود این، از نظر آزمون دانکن تمام رقم‌ها از نظر عملکرد ریشه در یک گروه قرار گرفتند (جدول ۶).

در حالی که کم‌ترین عملکرد ریشه (۶۳ تن در هکتار) و درصد ماده خشک به تیمار W-1014-79 تعلق داشت (جدول ۶). از طرف دیگر کم‌ترین نیرو برای بیرون کشیدن ریشه در این تیمار مشاهده شد که نشانه اندازه

جدول ۶ مقایسه میانگین‌های برخی صفات به روش دانکن در سطح احتمال پنج درصد و مقایسه گروه‌ها با فرم‌های مختلف ریشه به روش آزمون t یک‌طرفه در هنگام برداشت پس از تخلیه ۴۰ درصد رطوبت قابل استفاده خاک (سال‌های ۸۱-۸۲)

| عملکرد شکر سفید (t/ha) | | عملکرد تر اندام هوایی (t/ha) | | عملکرد ریشه (t/ha) | | شرح فرم ریشه | مشخصات توده یا رقم | ردیف |
|------------------------|--------|------------------------------|---------|--------------------|---------|--|--------------------|------|
| ۱۳۸۲ | ۱۳۸۱ | ۱۳۸۲ | ۱۳۸۱ | ۱۳۸۲ | ۱۳۸۱ | | | |
| ۶/۲۴ a | ۶/۹۸ a | ۱۵ a | ۱۷/۲۹ b | ۸۲/۵ a | ۶۶/۲۵ a | گرد و مخروطی | W-1005-79 | ۱ |
| ۶/۱۸ a | ۶/۷۳ a | ۲۳/۷۵ a | ۱۲/۱۹ b | ۸۸/۷۵ a | ۶۲/۹۲ a | گرد و مخروطی | W-1014-79 | ۲ |
| ۳/۷۹ a | ۷/۱۷a | ۲۱/۲۵ a | ۱۶/۸۷ b | ۷۲/۱۹ a | ۷۳/۱۲ a | گرد و مخروطی | W-1006-79 | ۳ |
| ۸/۲۴ a | ۷/۰۷ a | ۱۶/۲۵ a | ۳۰/۵۲ a | ۸۹/۶۹ a | ۶۹/۰۶ a | مخروطی بدون شیار | 7221-I-79 | ۴ |
| ۵/۹۵ a | ۸/۶۲ a | ۱۵ a | ۳۳/۶۵ a | ۸۲/۱۹ a | ۸۳/۸۵ a | مخروطی بدون شیار | 7221-II-79 | ۵ |
| ۵/۵۷ a | ۷/۲۰ a | ۱۹/۳۸ a | ۳۲/۲۹ a | ۷۷/۵ a | ۶۸/۷۵a | مخروطی شیاردار | دوروتی | ۶ |
| ۷/۱۰ a | ۷/۲۳ a | ۱۶/۸۸ a | ۳۰/۹۴a | ۸۹/۰۶ a | ۶۶/۰۴ a | مخروطی شیاردار | رسول | ۷ |
| ۶/۱۸ | | ۱۷/۷۳ | | ۷۴/۲۹ | | میانگین توده‌ها با فرم گرد (ردیف ۱، ۲ و ۳) | | |
| ۷/۴۷ | | ۲۳/۸۶ | | ۸۱/۲ | | میانگین توده‌ها با فرم مخروطی بدون شیار (ردیف ۴ و ۵) | | |
| ۶/۷۸ | | ۲۴/۸۷ | | ۷۵/۳۴ | | میانگین ارقام با فرم مخروطی شیار دار (ردیف ۶ و ۷) | | |
| -۱/۶۳ | | -۱/۴۱ | | -۱/۱۴ | | مقدار t استودنت برای مقایسه فرم گرد با فرم مخروطی بدون شیار (df=5,3) | | |
| -۰/۸۴ | | -۱/۸۹ ^o | | -۰/۱۶ | | مقدار t استودنت برای مقایسه فرم گرد با فرم مخروطی شیار دار (df=5,3) | | |
| ۰/۹۶ | | -۰/۱۶ | | ۰/۸۶ | | مقدار t استودنت برای مقایسه فرم مخروطی بدون شیار و فرم مخروطی شیاردار (df=3,3) | | |

* معنی دار در سطح احتمال پنج درصد آزمون t یک طرفه

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار دو میانگین در سطح احتمال پنج درصد است.

هکتار و برداشت در رطوبت ظرفیت زراعی حدود ۶۷ تن در هکتار بود که نشان می‌دهد برداشت در رطوبت بالای خاک، ریشه‌های باقی‌مانده در زمین را افزایش می‌دهد و سبب کاهش عملکرد می‌شود. بنابراین، باید برنامه‌ریزی

در سال ۱۳۸۲ عملکرد ریشه در دو سطح رطوبت خاک هنگام برداشت در سطح احتمال پنج درصد متفاوت بود (جدول ۸) به طوری که عملکرد ریشه هنگام برداشت پس از مصرف ۴۰ درصد رطوبت خاک حدود ۸۳ تن در

نیز با توجه به خروج راحت‌تر این ریشه‌ها از خاک و صرف انرژی کم (جدول ۵) و انتقال کم‌تر خاک از مزرعه، مناسب است برای انجام کارهای اصلاحی بیش‌تر و توسعه کشت این جمعیت‌ها به آن‌ها توجه خاصی مبذول شود.

از نظر عملکرد اندام‌هوایی در سال ۱۳۸۱ توده‌های 7221-I و 7221-II همانند ارقام شاهد رسول و دوروتی با تولید حدود ۳۰ تن برگ سبز در هکتار بیش‌ترین عملکرد اندام‌هوایی را داشته و توده‌های دارای فرم ریشه گرد شامل W-1006-79, W-1014-79 و 79 و W-1005-79 با تولید حدود ۱۷-۱۲ تن در هکتار کم‌ترین مقدار عملکرد اندام‌هوایی را داشتند (جدول ۶) که این فاکتور نیز عامل مهمی در سهولت برداشت تلقی می‌شود.

زمان برداشت به دقت صورت پذیرد تا زمان برداشت با بارندگی‌های فصلی و افزایش رطوبت خاک مصادف نشود.

گرچه ژنوتیپ‌های مورد آزمایش از نظر عملکرد ریشه اختلاف معنی‌دار آماری نداشتند (جدول ۸)، تفاوت عملکرد طی دو سال آزمایش از حدود ۶۳ تا ۹۰ تن در هکتار متفاوت بود.

به طور کلی با انجام آزمون t در مجموع دو سال مشخص شد عملکرد ریشه در ریشه‌هایی با فرم گرد و مخروطی بدون شیار نسبت به ریشه‌های شاهد (دوروتی و رسول) با فرم معمولی مخروطی و شیاردار تفاوت معنی‌دار نداشت (جدول ۶). بنابراین با توجه به عملکرد یکسان و در برخی موارد، بیش‌تر (7221-I, 7221-II) ریشه‌های گرد و مخروطی بدون شیار نسبت به مخروطی شیاردار و

جدول ۷ میانگین مربعات برخی صفات کمی و کیفی ریشه چغندر قند در هنگام برداشت پس از تخلیه ۴۰ درصد رطوبت قابل استفاده خاک (سال ۱۳۸۱)

| منابع تغییر | درجه آزادی | عیار | پتاسیم ریشه | سدیم ریشه | نیترژن مضره | قلیائیت | درصد قند سفید | راندمان استحصال | ملاس | تعداد ریشه | عملکرد اندام هوایی | عملکرد ریشه | عملکرد شکر | عملکرد شکر سفید |
|--------------|------------|------|-------------|-----------|-------------|---------|---------------|-----------------|-------|------------|--------------------|-------------|------------|-----------------|
| تکرار | ۱۱ | ۱/۵۰ | ۱/۳۵ | ۰/۲۱ | ۱/۴۸ | ۲۷/۳۳ | ۲/۰۹ | ۲۴/۴۶ | ۰/۱۶ | ۱۳۳۳/۱۲ | ۱۲۸/۲۵** | ۴۰۲/۰۷ | ۸/۹۳ | ۶/۲۷ |
| توده | ۶ | ۱/۱۸ | ۰/۸۴ | ۰/۰۶ | ۱/۲۵** | ۱۵/۱۷** | ۱/۷۵ | ۱۶/۶۴ | ۰/۱۲ | ۶۵۰/۸۲ | ۹۶۶/۰۵** | ۵۶۸/۱ | ۸/۵۲ | ۴/۴۷ |
| خطا | ۶۶ | ۲/۳۹ | ۰/۷۹ | ۰/۱۳ | ۰/۲۷ | ۴/۰۸ | ۳/۴۰ | ۲۸/۵ | ۰/۱۷ | ۳۲۱/۵۲ | ۴۷/۳۹ | ۴۴۲/۳۳ | ۷/۱۴ | ۴/۳۳ |
| ضریب تغییرات | ۱۱/۴۷ | ۱۲/۹ | ۱۹/۲۷ | ۲۷/۶۶ | ۳۶/۵۸ | ۱۷/۴۴ | ۶/۸۵ | ۱۴/۲۶ | ۲۷/۷۳ | ۱۸/۳۲ | ۳۰/۰۵ | ۲۸/۵۸ | ۲۸/۵۷ | ۲۸/۵۷ |

** معنی دار در سطح احتمال یک درصد

جدول ۸ میانگین مربعات برخی صفات کمی و کیفی ریشه چغندر قند هنگام برداشت با رطوبت ظرفیت زراعی و پس از تخلیه ۴۰ درصد رطوبت قابل استفاده خاک

(سال ۱۳۸۲)

| منابع تغییر | درجه آزادی | عیار | پتاسیم ریشه | سدیم ریشه | نیترژن مضره | قلیائیت | درصد قند سفید | راندمان استحصال | ملاس | تعداد ریشه | عملکرد اندام هوایی | عملکرد ریشه | عملکرد شکر | عملکرد شکر سفید |
|------------------------|------------|-------|-------------|-----------|-------------|---------|---------------|-----------------|-------|------------|--------------------|-------------|------------|-----------------|
| تکرار | ۳ | ۳/۱۴ | ۰/۵۵ | ۰/۹۰ | ۰/۴۸ | ۲۱/۰۳ | ۴/۱۷ | ۷۹/۶۶ | ۰/۰۸ | ۴۱/۴۲ | ۲۳/۹۶* | ۱۶۹/۰۴ | ۳/۱۴ | ۳/۲۱ |
| رطوبت خاک هنگام برداشت | ۱ | ۷/۲۹ | ۴/۱۵ | ۱۰/۸ | ۱/۷ | ۲۲/۰۸ | ۴/۶۴ | ۵۹/۳۷ | ۰/۳ | ۳۱۱/۱۴ | ۹۸۶/۱۶** | ۳۶۰/۴* | ۷۳/۰۹* | ۳۸/۶۹ |
| خطای a | ۳ | ۵/۳۰ | ۲/۶۴ | ۲/۳۳ | ۰/۱۷ | ۹/۵۱ | ۶/۶۱ | ۱۲۱/۶۴ | ۰/۱۵ | ۱۴۸/۴۳ | ۱/۳۴ | ۳۳۳/۸۱ | ۶/۴۶ | ۵/۳۳ |
| توده | ۶ | ۲/۰۴ | ۰/۵۲ | ۰/۷۵ | ۰/۲۹ | ۱۵/۹۱ | ۳/۲۸ | ۱۰۷/۵۲ | ۰/۲ | ۷۸/۶۰ | ۴۳/۱۶ | ۸۸/۷۹ | ۲/۸۴ | ۳/۰۵ |
| اثر متقابل | ۶ | ۳/۴۹ | ۱/۲۱ | ۱/۱۹ | ۰/۰۹ | ۷/۶۳ | ۶/۴۷ | ۲۷۵/۹۵ | ۰/۴۹ | ۵۸/۱۰ | ۴۹/۱۸ | ۱۱۵/۰۳ | ۶/۴۱ | ۷/۲ |
| خطای b | ۳۶ | ۳/۷۵ | ۱/۰۳ | ۰/۸۸ | ۰/۳۷ | ۸/۷۳ | ۶/۳۳ | ۲۱۹/۵۸ | ۰/۴۰ | ۴۱/۸۲ | ۶۱ | ۲۴۱/۸۷ | ۵/۰۹ | ۵/۱۰ |
| ضریب تغییرات | ۱۸/۵۴ | ۱۸/۹۷ | ۱۸/۳۴ | ۳۸/۵ | ۳۸/۵۹ | ۳۵/۹۵ | ۲۲/۹۲ | ۱۸/۴۰ | ۱۹/۲۴ | ۳۴/۸۵ | ۲۰/۷۱ | ۲۸/۵۸ | ۲۲/۴۳ | ۲۲/۴۳ |

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

از سایر توده‌ها بود اما عملکرد شکر ناخالص و شکر سفید در رقم‌های مختلف با فرم‌های متفاوت ریشه در سال ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲ مشابهت آماری داشت (جدول ۶). در سال ۱۳۸۲ تأثیر رطوبت خاک هنگام برداشت بر عملکرد شکر ناخالص معنی‌دار بود به طوری که در تیمار برداشت پس از مصرف حدود ۴۰ درصد رطوبت خاک، عملکرد بیش‌تر بود که این امر از یک‌سو به علت افزایش درصد قند در شرایط کمبود رطوبت و از سوی دیگر، به واسطه عملکرد بیش‌تر ریشه در این تیمار بود. در به‌نژادی تیپ‌های گرد و صاف و یا مخروطی و صاف ممکن است ضمن انتقال صفت گردی و صافی از چغندر لبویی به چغندر قند میزان محصول قند در نتایج‌های به‌دست آمده کم‌تر از شاهد باشد (Mesken 1990).

رقم 7221-I و 7221-II با فرم مخروطی به ترتیب با تولید حدود ۹۰ و ۸۴ تن ریشه در هکتار و تولید ۸/۲ و ۸/۶ تن شکر در هکتار در سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۸۱ بیش‌ترین عملکرد و ژنوتیپ W-1014-79 با فرم ریشه گرد و مخروطی با تولید ۶۳ تن ریشه در هکتار و ۶/۷ تن شکر در سال ۱۳۸۱ و ژنوتیپ W-1006-79 با فرم گرد و مخروطی با تولید ۷۲ تن ریشه در هکتار و چهار تن شکر سفید در هکتار در سال ۱۳۸۲ کم‌ترین عملکرد را به خود اختصاص دادند. این نشان می‌دهد که فرم‌های مخروطی و صاف که از تلاقی بین چغندر قند و چغندر علوفه‌ای حاصل می‌شود به دلیل داشتن ریشه‌های عمیق می‌توانند

در سال ۱۳۸۲ نیز مشاهده شد بین دو سطح رطوبت خاک اختلاف معنی‌داری از نظر عملکرد اندام هوایی وجود دارد (جدول ۸) به طوری که برداشت در رطوبت ظرفیت زراعی دارای عملکرد اندام هوایی بیش‌تر (در سطح احتمال یک درصد) (جدول ۸) نسبت به زمان برداشت پس از ۴۰ درصد مصرف رطوبت خاک بود که نشان می‌دهد گیاه در اواخر دوره رشد نیز رطوبت خاک را جذب کرده و آن را صرف تولید اندام می‌کند. در بین توده‌ها از نظر این صفت اختلاف معنی‌دار وجود نداشت (جدول ۸).

در کل اختلاف اندام هوایی ریشه‌هایی با فرم گرد نسبت به شاهد (مخروطی شیاردار) در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار، اما تولید اندام هوایی توده‌های I-7221-79 و II-7221-79 مشابه دوروتی و رسول بود (جدول ۶). با وجود اندام‌هوایی کم‌تر در توده‌هایی با فرم ریشه گرد که نشان‌دهنده توانایی کم‌تر آن‌ها در فتوسنتز نسبت به رقم‌های شاهد است، به علت مشابهت عملکرد نهایی می‌توان نتیجه گرفت توانایی تسهیم شیره پرورده به ریشه در توده‌هایی با ریشه گرد بیش‌تر از رقم‌های شاهد است.

از نظر ناخالصی‌های ریشه تنها نیتروژن مضره در بین توده‌ها متفاوت بود (جدول ۷) و مقدار آن در ریشه‌هایی با فرم گرد بیش‌تر بود که این امر می‌تواند در کاهش عیارقند مؤثر باشد (Gram and Jorjensen 2002). اگرچه درصد قند خالص در ریشه‌هایی گرد کم‌تر

میزان عملکرد ریشه و شکر سفید در توده‌های مخروطی بدون شیار و شیاردار مشابه بود که نشان می‌دهد ژنوتیپ‌های مخروطی بدون شیار در شرایط یکسان با وجود اختلاف اندام‌هوایی، عملکرد قند مشابه با توده‌ها و رقم‌هایی با ریشه مخروطی شیاردار داشتند. بنابراین ضمن توجه به صفات نامطلوب خصوصیات والد علوفه‌ای و لبویی در نتاج حاصل از چغندر قند به آن‌ها، باید با انتقال صفات کیفی چغندر قند نسبت به افزایش درصد قند خالص و کاهش اجزای غیرقندی سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره در نسل‌های پیشرفته توجه خاصی مبذول داشت.

سپاسگزاری

نویسندگان از زحمات همکارانی که در شناسایی، اصلاح و معرفی توده‌هایی با فرم گرد و صاف زحمت کشیده‌اند و نیز از همکاری صمیمانه آقای مهندس روحی در طراحی و ساخت دستگاه اندازه‌گیری نیروی استاتیک کمال تشکر را دارند.

برای شرایط آب و هوایی ایران مناسب‌تر باشند. علاوه بر این، نتاج پیشرفته این ترکیبات دارای اجزای غیرقندی کم‌تری بود و احتمال افزایش استحصال قند در نتاج پیشرفته بسیار بالاتر از نتاج چغندر قند با چغندر لبویی است (Theurer 1993).

میزان انتقال خاک توسط ریشه‌های گرد و صاف در مقایسه با چغندر قند با فرم ریشه‌های مخروطی و شیاردار بسیار کم بود. میزان شکستگی و تلفات در ریشه‌های گرد و مخروطی بدون شیار در مقایسه با ریشه‌های معمولی به ترتیب ۳۸ و ۲۳ درصد کم‌تر بود. این امر در بهبود عملکرد، به ویژه نگهداری چغندرهای برداشت شده در سیلو مؤثر است.

نیروی لازم جهت کندن ریشه‌های گرد و مخروطی بدون شیار از خاک به ترتیب حدود ۵۹ و ۵۲ درصد کم‌تر از ریشه‌های مخروطی شیاردار بود و به عبارتی برداشت ریشه‌های گرد و مخروطی بدون شیار آسان‌تر و سریع‌تر از ریشه‌های مخروطی شیاردار بود که این امر می‌تواند به علت چسبیدن گل و لای کم‌تر به ریشه‌های مخروطی و سطح جانبی مماس بر خاک باشد.

References:

منابع مورد استفاده:

- مصباح، م. محمدیان، ر. محرم‌زاده، م. فتوحی، ک. شریفی، ح. حبیب‌خدایی، ع. واحدی س. ۱۳۸۴. انتقال صفت گردی و صافی ریشه از چغندرهای لبویی و علوفه‌ای به چغندر قند. گزارش نهایی مؤسسه تحقیقات چغندر قند.

واحدی، س. فتحی، م. ر. اوراضی زاده، م. ر. بابایی، ب. صادق زاده حمایتی، س. ۱۳۸۶. ارزیابی توده‌های اصلاحی جدید چغندر قند از لحاظ فرم ریشه و عملکرد کمی و کیفی. گزارش نهایی مؤسسه تحقیقات چغندر قند.

Brussaard B (1996) Breeding for an improved root shape to reduce dirt tare. Proc of the 59th IIRB Congress, Brussels.

Fallesen B, Van der Linden P (1997) Studies on soil tare reduction in the field in NL and DK. Proc of the 60th IIRB Congress, UK:105-122.

Fauchere J (1989) Reduction de la take – terre. Proc of the 52 IIRB Congress. Brussels: 65-77.

Gram N H, Joerjensen AB (2002) Reduction of soil tare through breeding techniques. Proc of the 65th IIRB Congress, Brussels: 99-106.

Hill J VD, Nio LH DE (1989) Beet quality: Technological and economic values and a payment system. Zuckerind. 114:645- 650.

Mesken M (1990) Breeding sugar beet with globe shaped roots to reduce dirt tare. IIRB Proc. 53rd Winter Congress, Brussels: 111-119

Nordstrom T (2000) Five percent dirt tare under all conditions- a reality? Proc of the 63rd IIRB Congress. Interlaken: 303-316.

Olsen J, Niek E, Gram H, Alice Sc, Joergense B (2001) Genetic potential for breeding for low tare. Proc of the 64th IIRB Congress Denmark: 529-533.

Patchett MR, Bee PM (1997) The effect on soil tare from plant population variety and the use of cleaner loaders. Proc of the 60th IIRB Congress, UK: 335-338.

Theurer J (1993) Pre – breeding to change sugar beet root architecture. Journal of Sugar beet Research 30(4): 221-230