تاثیر عوامل اقلیمی، نوع بذر و زمان برداشت بر کمیت و کیفیت تکنولوژیکی چغندرقند مناطق غرب ایران

محمدعرفان بهرامی[a]، مسعود هنرور[b]*

[a] *دانشجوی دکتری علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران*

[b] *دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران*

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۴/۱۰/۱۳ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۱۲/۲۵

چکیده

مقدمه: کیفیت تکنولوژیکی چغندرقند مجموعه‌ای از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی ریشه ذخیره‌ای چغندرقند است که به صورت پتانسیل ژنتیکی در رقم‌های اصلاح شده نهفته و تحت شرایط اقلیمی، محیطی و اکولوژیکی هر منطقه و تحت تاثیر تکنیک‌های زراعی تهیه بستر بذر، کاشت و داشت چغندرقند در مزرعه شکل می‌گیرد و پس از برداشت و انتقال به کارخانه، طی فرایند استحصال شکر از ریشه چغندرقند نشان داده می‌شود.

مواد و روش‌ها: این تحقیق در طول یک دوره بهره برداری در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ روی چغندرهای تحویلی به کارخانه قند همدان انجام شد. در بخش اول به منظور سنجش اثر عوامل محیطی، چغندرها در مناطق مختلف غرب کشور کاشت شده و خصوصیات مختلف فیزیکوشیمیایی و تکنولوژیکی آنها محاسبه گردید. در بخش دوم به منظور بررسی تاثیر زمان برداشت، نمونه ها در دوره های زمانی مختلف برداشت و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و در قسمت آخر این پژوهش اثرات نوع بذر بر کیفیت چغندرهای قند یکی از مناطق مورد سنجش قرار گرفت. تمامی آزمون های آماری در این بررسی بر اساس طرح بلوک کاملا تصادفی و با ۴ تکرار انجام شد.

یافته ها: نتایج حاصل از بررسی اثرات شرایط محیطی مختلف نشان از تفاوت معنی‌دار در تمامی فاکتورها بین نمونه‌ها در سطح ۵٪ داشت. تاثیر زمان های مختلف برداشت بر غلظت سدیم، پتاسیم و ازت مضره نمونه‌ها نیز معنی دار یافت شد. همچنین ثابت شد نوع بذر می تواند مقادیر پتاسیم، ازت و ضریب قلیائیت چغندرها را تحت تاثیر قرار دهد.

نتیجه‌گیری: نتایج این تحقیق نشان داد که شرایط اقلیمی متفاوت، به عنوان یکی از مهم ترین عوامل تاثیرگذار بر کیفیت نهایی چغندرقند بیشترین اثر را بر نمونه‌ها دارد.

واژه‌های کلیدی: *ارزش تکنولوژیکی، چغندرقند، زمان برداشت، شرایط اقلیمی*

* نویسنده مسئول مکاتبات email: m-honarvar@hotmail.com

مقدمه

چغندرقند به عنوان یک گیاه صنعتی و استراتژیک، یکی از اصلی‌ترین منابع تولید شکر در ایران محسوب می‌شود که از دیرباز مورد توجه بوده و هم اکنون بیش از ۲۰۰ هزار هکتار از اراضی آبی کشور را به خود اختصاص داده که مواد اولیه تعداد ۳۵ کارخانه قند موجود در کشور را تأمین می نماید (عبدالهیان نوقابی،۱۳۸۶). یکی از مهمترین و تاثیرگذارترین فاکتورها در فرآیند تولید شکر، کیفیت ماده اولیه بوده به طوری که کارایی و راندمان کارخانه‌های تولید شکر به طور وسیعی وابسته به کیفیت چغندرقند مصرفی می‌باشد. پژوهش ها نشان داده است که عوامل زیادی می‌توانند منجر به کاهش کیفیت چغندرقند شوند که این کاهش کیفیت باعث افزایش ضایعات قندی و وزنی چغندرقند هنگام نگهداری و در نتیجه کاهش استحصال در فرآیند تولید شکر می‌شود (Asadi, 2006). امروزه در دنیا ملاک ارزشی چغندرقند در صنعت قند در واقع مقدار قند قابل استحصال از آن است و از این رو خرید این ماده اولیه بر مبنای کیفیت تکنولوژیکی انجام می‌شود، بنابراین کیفیت چغندرقند و یا ارزش تکنولوژیکی آن وجه تمایز و شاخصی است که از لحاظ اقتصادی در صنعت قند ارزش خاصی دارد (عبدالهیان نوقابی، ۱۳۸۶؛ عبدالهیان نوقابی و همکاران، ۱۳۸۴). کیفیت تکنولوژیکی چغندرقند عبارت از پتانسیل ژنتیکی تولید شکر رقم‌های مختلف چغندرقند است که تحت شرایط اکولوژیکی منطقه و متأثر از تکنیک‌های زراعی کاشت، داشت و برداشت گیاه بوده و پس از انتقال محصول به کارخانه قند طی فرآیند استحصال شکر از چغندرقند شکل می گیرد (Van der Poel, 1998). کیفیت چغندرقند ترکیبی از خواص فیزیکی و شیمیایی این محصول می‌باشد که توسط معیارهای مختلفی تعیین می‌شود و مهمترین آن‌ها عبارتند از: درصد قند ناخالص[1] (عیار)، درصد قند قابل استحصال[2]، خلوص شربت خام[3]، میزان عناصر نیتروژن، سدیم و پتاسیم، قند ملاس[4] و آلکالیته یا ضریب قلیائیت[5]، که در این بین عوامل مختلفی وجود دارد که می‌تواند نوع و میزان هر یک از پارامترهای ذکر شده را تحت تاثیر قرار دهد (Hoffmann *et al*.,2009) که از جمله این عوامل می‌توان به پتانسیل ژنتیکی رقم‌های چغندرقند، شرایط اقلیمی، محل و سال تولید چغندرقند، مدیریت مزرعه، چگونگی عملیات برداشت، بارگیری، حمل و نگهداری در سیلوی کارخانه و کارآیی فرآیند استحصال شکر از چغندرقند در کارخانه قند اشاره کرد (van der Poel *et al*., 2015; Hoffmann & Marlander, 2002).

Swaaij and Huijbregts در سال ۲۰۱۰ به نگهداری ۱۲ واریته چغندرقند در شرایط مختلف در شش کشور پرداختند. تمام نمونه‌ها قبل و بعد از نگهداری وزن شدند و مورد تجزیه شیمیایی قرار گرفتند. نتایج تجزیه شیمیایی آن‌ها نشان دهنده تفاوت بین رقم‌ها در کاهش کیفیت چغندر بعد از نگهداری بود که این کاهش کیفیت نه تنها به دلیل کاهش درصد قند بلکه به خاطر افزایش قند اینورت و نیتروژن محلول بود.

Sarwar و همکاران در سال ۲۰۰۸ در سه سال متوالی به بررسی اثر رفتار چهار رقم چغندرقند در طی برداشت و دو روش نگهداری (در سایه و آفتاب) به مدت شش روز پرداختند. صفات مورد بررسی شامل وزن، درصد قند و مقدار شکر قابل استحصال بود. تحقیقات آن‌ها نشان داد که با افزایش زمان نگهداری مقدار قند در چغندرها به دلیل از دست دادن آب افزایش می‌یابد.

احمدزاده اراجی و همکاران (۱۳۹۰) در تحقیق خود به بررسی شرایط آب و هوایی و پارامترهای اقلیمی بر میزان افت و عیار چغندرهای منطقه چناران پرداختند. آن‌ها اعلام کردند که مهم ترین فاکتورهای اقلیمی موثر در این بین رطوبت نسبی، دما، سرعت باد، میزان بارش و ساعت آفتابی می‌باشد که در این میان دمای کمینه در ماه‌های آخر بیشترین تاثیر را در میزان عیار نهایی چغندر دارد.

در ارتباط تاثیر رقم‌های مختلف،Campbell و Kern در سال ۱۹۸۲ نشان دادند که در تجزیه واریانس صفات کمی و کیفی چغندرقند از روش تجزیه واریانس مرکب، اثرات متقابل رقم در مکان، رقم در سال و رقم در سال و مکان برای صفات درصد قند، سدیم و پتاسیم موجود در ریشه نسبتا پایین است. آنها همچنین اعلام کردند که سال به طور نسبی اثرات بیشتری بر درصد قند، سدیم، پتاسیم و ازت مضر دارد.

[1] Sugar Content [2] White Sugar Content [3] Raw Juice Purity [4] Molasses Sugar
[5] Alkalinity Coefficient

استراتژی بهبود ارزش تکنولوژیکی چغندرقند که تا به امروز در دنیا پیگیری شده است، عمدتاً در ارتباط با تحقیقات و مطالعات تکنولوژیکی چغندرقند با هدف شناسایی خصوصیات شیمیایی و فیزیکی مؤثر در ارزش تکنولوژیکی آن و لحاظ کردن آنها در برنامه‌های به‌نژادی و به‌زراعی جهت تولید چغندرقند با کیفیت تکنولوژیکی بوده است. در راستای تدوین برنامه راهبردی و کاربردی در داخل کشور درخصوص بهبود ارزش تکنولوژیکی چغندرقند، ضمن اینکه از برخی یافته‌های تحقیقاتی خارج از کشور در ارتباط با استراتژی فوق می‌توان استفاده کرد ولی در بسیاری از موارد به دلیل تفاوت‌های بارز اقلیمی و متأثر بودن آنها از اقلیم و شرایط محیطی، نیاز به انجام تحقیقات جدید و یا بومی‌سازی برخی از روشها در شرایط اقلیمی ایران وجود دارد. بنابراین استراتژی تحقیقی که در راستای بهبود ارزش تکنولوژیکی و کاهش ضایعات برداشت و نگهداری چغندرقند در داخل کشور باید پیگیری شود، انجام مطالعات میدانی و تحقیقات محلی در سطح منطقه و ملی در ارتباط با شناسایی مهمترین عوامل محیطی، زراعی و ژنتیکی تأثیرگذار بر ارزش تکنولوژیکی و کاهش ضایعات چغندرقند در شرایط اقلیمی ایران و تعیین مهم‌ترین صفات شیمیایی و فیزیکی مرتبط با کیفیت تکنووژیکی چغندرقند خواهد بود. در همین راستا هدف از این تحقیق بررسی اثرات عوامل اقلیمی، نوع ژنتیک بذر و زمان برداشت بر کیفیت تکنولوژیکی چغندرهای قند برخی مناطق ایران بود.

مواد و روش ها

- مواد

این تحقیق در طول یک دوره بهره‌برداری در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ روی چغندرهای برداشت شده از هفت منطقه مختلف غرب کشور شامل آذربایجان، اسدآباد، اسلام آباد، چهاربلوک، تویسرکان، فامنین و کنگاور که تحویلی به کارخانه قند هگمتان و به تعداد مجموعا ۱۸۰ نمونه بود به منظور سنجش تاثیر عوامل محیطی و شرایط اقلیمی بر کیفیت تکنولوژیک چغندرها انجام شد. در بخش دیگر این تحقیق اثرات زمان‌های برداشت مختلف بر خصوصیات کیفی چغندرهای قند مورد بررسی قرار گرفت که به این منظور چغندرهای تحویلی به کارخانه در ۶ زمان متفاوت از دهه دوم مهر تا دهه اول آذر دسته‌بندی شدند. در بخش پایانی، تاثیرات ژنتیکی نوع رقم بذرها بر کیفیت تکنولوژیکی چغندرهای یکی از مناطق تحت کنترل مورد مطالعه قرار گرفت. در این پژوهش به منظور تجزیه و تحلیل داده های بدست آمده از طرح بلوک کاملا تصادفی استفاده شد. تمامی آزمون ها با ۴ تکرار انجام گرفت. مقایسه میانگین شاخص های مختلف به کمک آزمون چند دامنه ای دانکن و برای این منظور از نرم افزار mini tab ویرایش ۱۶ و برای رسم جداول و نمودار ها از نرم افزار Excel استفاده گردید.

پس از برداشت چغندرهای قند، نمونه‌ها به منظور به حداقل رساندن اثرات نامطلوب نگهداری بر کیفیت آنها بلافاصله مورد تجزیه و آنالیز قرار گرفتند. آزمایشات مربوط به تعیین اولیه عیار چغندرها در واحد عیارسنج کارخانه قند همدان انجام شد و سایر پارامترهای ارزش تکنولوژیکی اعم از درصد قند ناخالص، میزان ناخالصی‌های پتاسیم، سدیم و ازت مضر چغندرها در موسسه تحقیقات اصلاح و بذر چغندر ایران و بر اساس استاندارد ایکومسا[1] انجام گرفت (Wojtczak, 2003). تمامی مواد و محلول‌های مورد استفاده در این پژوهش نیز از شرکت مرک[2] آلمان تهیه شد.

- روش‌ها

- اندازه‌گیری فاکتورهای ارزش تکنولوژیکی نمونه‌ها

از ریشه‌های جدا شده از اندام هوایی پس از شستشوی کامل به وسیله دستگاه نمونه‌گیر، خمیر ریشه(PULP) تهیه شد، سپس تجزیه ریشه و اندازه گیری عوامل کیفی در آن به وسیله دستگاه بتالایزر مدل D-3016 و فلیم فتومتر انجام گرفت. درصد قند ناخالص(SC) و ناخالصی‌های موجود در ریشه (مقادیر پتاسیم، سدیم و نیتروژن مضر آن) توسط دستگاه بتالایزر و فلیم فتومتر اندازه‌گیری و سپس عوامل دیگر مانند درصد قند ملاس (MS)، درصد قند قابل استحصال(WSC) و راندمان استخراج قند از ریشه به طور غیرمستقیم و با استفاده از معادلات تجربی موجود و

[1] ICUMSA [2] Merck

اطلاعات حاصل از عوامل ذکر شده در فوق به دست آمد (هنرور و همکاران،۱۳۸۴).

درصد قند ناخالص یا عیار چغندرقند شامل درصد قند قابل استحصال به علاوه درصد قند موجود در ملاس می باشد (Abdollahian-Noghabi *et al.*, 2005). در تحقیق حاضر مقدار ساکارز ریشه به روش پلاریمتری[1] با دستگاه پلاریمتر مدل p3000 ساخت شرکت کروز آلمان اندازه‌گیری شد که اساس کار در این روش بر میزان انحراف نور پلاریزه استوار می باشد. مقادیر پتاسیم و سدیم موجود در عصاره تهیه شده از خمیر ریشه، به وسیله دستگاه فلیم فتومتر[2] مدل AF100 Biotech ساخت کشور انگلستان اندازه‌گیری شد. برای سنجش ترکیبات ازته (کلیه ترکیبات آلی ازت مثل اسیدهای آمینه) از روش عدد آبی استفاده گردید (Abdollahian-Noghabi *et al.*, 2005). برای این منظور از دستگاه بتالایزر مدل D-3016 ساخت کشور انگلستان بهره گرفته شد.

- محاسبه میزان قند ملاس، درصد قند خالص و راندمان استحصال شکر

قند ملاس عبارت است از مقدار شکر غیر قابل استحصال از ریشه چغندرقند که بر اساس مقادیر سدیم، پتاسیم و ازت مضر و به کمک یکی از فرمول‌های تجربی متداول محاسبه می‌شود که در این تحقیق از معادله رینفولد[3] بدین منظور استفاده گردید (Reinefeld *et al.*, 1974).

$$MS = 0.343(Na + K) + 0.094\ N - 0.29$$ معادله ۱

درصد قند خالص یا درصد قند قابل استحصال(WSC) از تفاضل درصد قند ناخالص(Pol) و درصد قند ملاس بدست می آید.

$$\%WSC = (\%SC - \%MS) - 0.6$$ معادله ۲

در این فرمول مقدار ۰/۶ ضریب افت استحصال در کارخانجات قند ایران است.

راندمان استخراج قند از ریشه(ECS)، در واقع مقدار شکر سفید قابل استحصال از ساکارز موجود در ریشه چغندر است که فرمول محاسبه آن نیز به ترتیب زیر خواهد بود.

$$ESC = WSC / SC \times 100$$ معادله ۳

- محاسبه آلکالیته یا ضریب قلیایی

آلکالیته مبین قلیائیت شربت بوده و از لحاظ ظرفیت تامپونی شربت، جذب CO_2 و هم چنین حذف کلسیم در کربناته شدن بسیار مهم است به طوری که pH شربت از مرحله شربت رقیق به بعد نبایستی از حد خنثی کمتر باشد. در غیر این صورت وارونگی اسیدی رخ خواهد داد و ساکارز تبدیل به قند اینورت می شود(Winter, 1998). آلکالیته یا ضریب قلیایی نمونه های مورد آزمایش بر مبنای رابطه زیر محاسبه شده است:

$$ALC = (Na + K) / N$$ معادله ۴

یافته‌ها

- نتایج تجزیه واریانس اثر عوامل محیطی بر کیفیت تکنولوژیکی چغندرقند

شرایط اقلیمی و آب و هوایی هر منطقه بر درصد قند و همچنین بر غلظت ناخالصی‌ها و در نهایت، بر کیفیت تکنولوژیکی چغندرقند تأثیرگذار است. نتایج مقایسه میانگین مربوط به بررسی اثرات عوامل محیطی و اقلیمی بر فاکتورهای کیفی چغندرهای قند در جدول ۱ نشان داده شده است. با توجه به نتایج بدست آمده مشخص گردید که بین مناطق مختلف از لحاظ میزان عیار کارخانه‌ای محاسبه شده اختلاف معنی‌دار در سطح $p \leq$ ۰/۰۵ وجود دارد. بدین ترتیب که چغندرهای کشت شده در منطقه اسلام آباد با میانگین عیار ۱۹/۹۲ درصد بیشترین و منطقه کنگاور با میانگین ۱۷/۰۴ درصد کمترین میزان عیار محاسبه شده را داشت. در ارتباط با درصد قند ناخالص یا عیار محاسبه شده توسط پلاریمتر موسسه تحقیقات اصلاح و بذر چغندر ایران نیز اختلاف معنی‌دار بین نمونه ها یافت شد. بیشترین درصد عیار مربوط به اسلام آباد و آذربایجان به ترتیب با ۱۹/۹۴ و

[1] Polarimetric [2] Flame Photometric [3] Reinefeld

۲۱/۰۴ درصد عیار و کمترین آن مربوط به منطقه کنگاور با ۱۷/۴۱ درصد بدست آمد. درصد قند خالص نمونه‌های مناطق مختلف نیز حاوی اختلاف معنی‌دار در سطح $p\leq$ ۰/۰۵ بودند. در این رابطه نیز همانند دو پارامتر قبلی بالاترین درصد قند محاسبه شده مربوط به مناطق اسلام آباد و آذربایجان با به ترتیب ۱۸/۰۴ و ۱۸/۱۲ درصد بود.

در اولین مطالعات انجام شده بر کیفیت تکنولوژیکی چغندرقند مشخص گردید که درصد قند ناخالص ریشه گرچه یک معیار کیفی مهم به حساب می‌آید اما کامل نیست و استخراج قند از ریشه به مواد غیر قندی به ویژه ترکیبات نیتروژنه، سدیم و پتاسیم بستگی فراوانی دارد (Van der Poel, 1998; van der Poel *et al*., 2015; Hoffmann & Märländer, 2005). در این تحقیق اثر شرایط متفاوت اقلیمی بر ترکیبات کم مقداری همچون سدیم، پتاسیم و ازت نیز معنی‌دار گزارش شد به این ترتیب که میزان سدیم نمونه ها اختلاف معنی‌دار در سطح $p\leq$ ۰/۰۵ بین مناطق مختلف داشت. پایین‌ترین میزان سدیم مربوط به نمونه اسلام‌آباد و بالاترین آن متعلق به چغندرهای کشت شده در منطقه کنگاور بود. اما در خصوص میزان پتاسیم نمونه‌ها همانطور که از نتایج جدول ۱ مشخص است، بالاترین میزان پتاسیم در بین نمونه‌های چغندرقند مناطق مختلف مربوط به نمونه چهاربلوک با ۵/۹۱۱ میلی اکی والان در صد گرم یافت شد. میزان پتاسیم مناطق آذربایجان، اسدآباد، اسلام‌آباد و کنگاور اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. میزان نیتروژن یا ازت مضر چغندرهای مختلف نیز دارای اختلاف معنی‌دار با یکدیگر بودند به این صورت که نمونه‌های متعلق به منطقه تویسرکان بیشترین و نمونه‌های کشت شده در آذربایجان کمترین میزان ازت را در بین تمامی نمونه‌ها داشتند.

- نتایج تجزیه واریانس اثر زمان برداشت بر کیفیت تکنولوژیکی چغندرقند

مقایسه میانگین یافته های حاصل از بررسی زمان های مختلف تحویل چغندرقند به کارخانه قند همدان، به عنوان اثر زمان برداشت بر کیفیت نمونه‌ها، در نمودارهای ۱، ۲ و ۳ نشان داده شده است. به منظور تعیین تاثیر زمان‌های مختلف برداشت بر کیفیت تکنولوژیکی چغندرهای قند، تاریخ تحویل نمونه‌ها به کارخانه در ۶ دوره زمانی متفاوت بررسی شد. برای این منظور چغندرها در زمان‌های دهه دوم مهر، دهه سوم مهر، دهه اول آبان، دهه دوم آبان، دهه سوم آبان و دهه اول آذر سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱دسته‌بندی شدند.

جدول ۱- نتایج بررسی مقایسه میانگین اثر شرایط محیطی متفاوت بر کیفیت تکنولوژیکی چغندرقند

محل	عیار کارخانه[1] (%)	درصد قند ناخالص(عیار)[2] (%)	درصد قند خالص[3] (%)	سدیم Na (میلی اکی والان در صدگرم خمیر چغندرقند)	پتاسیم K (میلی اکی والان در صدگرم خمیر چغندرقند)	نیتروژن N (میلی اکی والان در صدگرم خمیر چغندرقند)	قلیائیت Alc (بدون واحد)	ضریب استحصال شکر Esc(%)	قند ملاس[4] (%)
آذربایجان	۱۹/۴۵±۱/۲۵^{ab}	۲۱/۰۴±۱/۳۵^{a}	۱۸/۱۲±۱/۵۲^{a}	۱/۷۸۹±۱/۰۵^{bc}	۴/۴۱۵±۰/۸^{b}	۱/۳۷۶±۰/۷۴^{c}	۴/۴۴±۱/۵۴^{a}	۸۶/۶۶± ۳^{a}	۱/۹۹۷±۰/۵^{bc}
اسدآباد	۱۹/۷۱±۱/۷۴^{ab}	۱۹/۸۲±۱/۷۲^{ab}	۱۶/۸۲±۱/۹۶^{ab}	۲/۷۸۵±۱/۱۲^{ab}	۴/۳۴۸±۰/۷۹^{b}	۲/۸۹۷±۰/۷۸^{ab}	۲/۵۲±۰/۶^{b}	۸۴/۵۴±۳/۶۸^{ab}	۲/۴۰۲±۰/۵۷^{ab}
اسلام آباد	۱۹/۹۲±۱/۸۵^{a}	۱۹/۹۴±۱/۹۵^{ab}	۱۸/۰۴±۲/۰۷^{a}	۱/۰۵۵±۰/۸^{c}	۴/۵۱۹±۰/۷۹^{b}	۲/۳۶۳±۰/۹۷^{abc}	۲/۸۱±۰/۹۹^{b}	۸۷/۹۲±۳/۱۲^{a}	۱/۳۹۴±۰/۵۱^{c}
چهاربلوک	۱۸/۷۴±۱/۴۴^{abc}	۱۹/۶۱±۱/۵۱^{ab}	۱۶/۷۸±۱/۸۹^{ab}	۱/۶۴۷±/۷۳^{bc}	۵/۹۱۱±۰/۷۷^{a}	۱/۸۲۸±۰/۵۵^{bc}	۳/۷۳±۰/۷۲^{ab}	۸۵/۴±۳/۴^{ab}	۲/۲۰۹±۰/۵^{ab}
تویسرکان	۱۷/۶۳±۲/۰۵^{bc}	۱۹/۱۸±۲/۲۲^{ab}	۱۶/۴۷±۲/۲۵^{ab}	۲/۳۵۷±۰/۹۶^{abc}	۴/۴۸۱±۰/۹۹^{ab}	۳/۲۳۱±۰/۵۵^{a}	۲/۶۱±۰/۷۹^{b}	۸۳/۹±۲/۶۳^{ab}	۲/۴۴۲±۰/۳^{ab}
فامنین	۱۸/۵۱±۱/۹^{abc}	۱۹/۲۳±۲/۱^{ab}	۱۶/۲۶±۲/۳۲^{ab}	۲/۴۳۱±۱/۵۱^{abc}	۴/۷۵۷±۰/۸۹^{ab}	۲/۱۵۰±۱/۲۵^{abc}	۳/۴۲±۱/۳^{ab}	۸۴/۰۹±۴/۸۶^{ab}	۲/۳۵۸±۰/۷^{ab}
کنگاور	۱۷/۰۴±۲/۰۰^{c}	۱۷/۴۱±۱/۸۶^{b}	۱۴/۲۰±۱/۸۳^{b}	۳/۹۴۵±۱/۱۲^{a}	۴/۴۴۸±۰/۶۹^{b}	۲/۸۶۵±۰/۵۶^{ab}	۲/۸۲±۱/۱۷^{b}	۸۰/۱۴±۲/۸۲^{b}	۲/۹۱۹±۰/۴۵^{a}

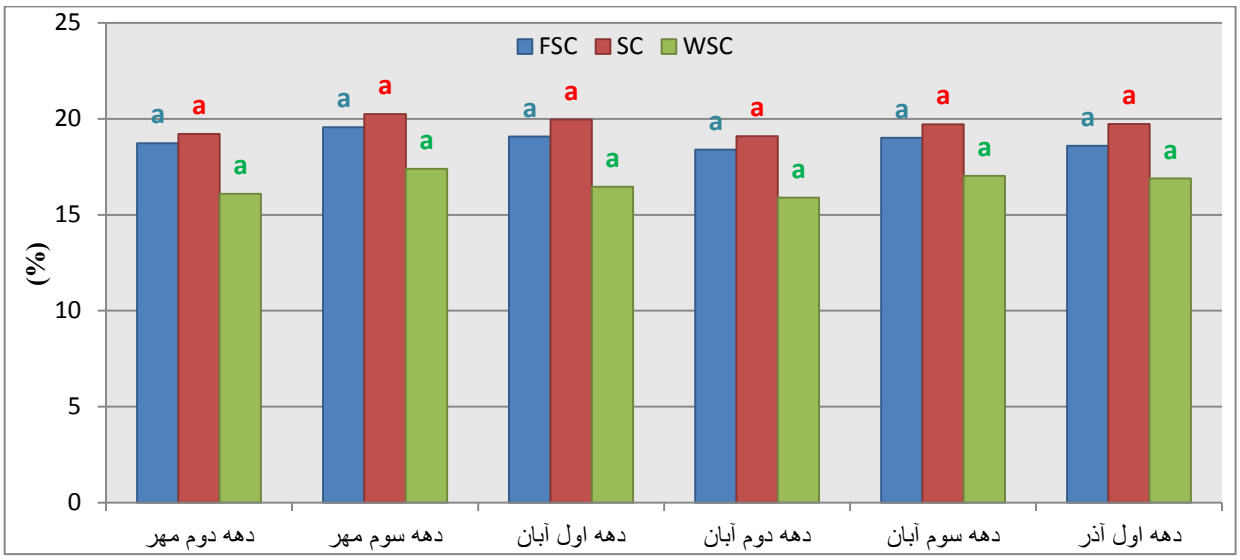
*حروف متفاوت نشاندهنده اختلاف آماری معنی دار می باشد.

[1] Factory Sugar Content [2] Sugar Content [3] White Sugar Content [4] Mollases Sugar

نتایج مقایسه میانگین خصوصیاتی همچون عیار کارخانه، درصد قند ناخالص و درصد قند خالص در زمان‌های متفاوت نشان از عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین نمونه‌ها داشت. به این معنی که تاریخ های مختلف برداشت بر میزان عیار و درصد قند خالص نمونه های چغندرقند تاثیری نداشته است (نمودار ۱).

از مهم ترین عوامل مؤثر بر کیفیت چغندرقند به لحاظ تکنولوژی تولید قند و شکر، می‌توان به میزان سدیم و پتاسیم آن‌ها اشاره کرد زیرا این ترکیبات به شدت ملاس‌زا بوده و راندمان تولید را به نحو قابل توجهی کاهش می‌دهند. بنابراین توجه به عواملی که باعث تغییر این ترکیبات در چغندرقند و در نتیجه در شربت تولیدی کارخانجات تولید قند و شکر می شود، به لحاظ تکنولوژیکی بسیار حائز اهمیت است (بهادربیگی، ۱۳۹۳). در ارتباط با حضور میزان ترکیبات کم مقداری همچون سدیم، نتایج تجزیه واریانس نشان از وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ در زمان‌های مختلف داشت به طوری که بیشترین میزان سدیم نمونه‌های چغندرقند تحویلی به کارخانه در دهه دوم مهر ماه با میانگین ۳/۳۹۶ میلی اکی والان در صدگرم یافت شد. کمترین میزان سدیم محاسبه شده نیز مربوط به دهه اول آذر با ۱/۴ میلی اکی والان در صدگرم بود (نمودار ۲). میزان غلظت پتاسیم نمونه ها با گذشت زمان اختلاف معنی‌داری را نشان نداده و در تمامی زمان ها تقریبا روند ثابتی داشته است (نمودار ۲). اما یافته‌های دیگر محققین نشان داد که مقادیر پتاسیم در اوایل دوره رشد در بالاترین حد خود قرار دارد و طی فصل رشد، به سرعت کاهش می یابد (Milford *et al.*, 2000). غلظت سدیم نسبت به پتاسیم در حد پایین‌تری قرار دارد اما مشابه پتاسیم طی فصل رشد به تدریج کاهش پیدا می‌کند. نیتروژن مضره در مقایسه با دو عنصر مذکور، غلظت کمتری داشته و طی فصل رشد نیز تغییرات محدودتری دارد (Carter & Traveller, 1981; Hoffmann & Märländer, 2005).

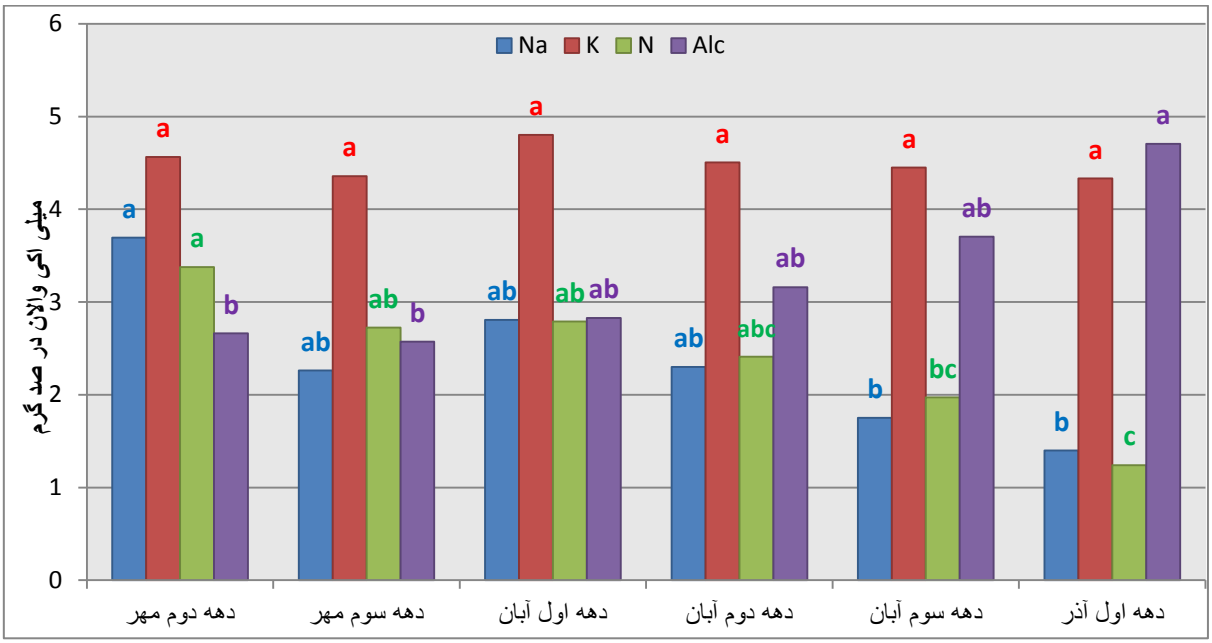
اما میزان حضور ترکیبات ازته با گذشت زمان کاهش قابل توجهی را نشان داده به طوری که اختلاف بین زمان‌های تحویل در تمامی نمونه‌ها معنی‌دار در سطح ۵٪ گزارش شد. ترکیبات نیتروژنه در چغندرقند شامل پروتئین، اسیدهای آمینه، آمیدها، نیترات‌ها و نیتریت‌ها می‌باشد که اکثر این ترکیبات بر پایه نیتروژن از طریق طوقه‌زنی در مزرعه و خلال‌گیری در واحد آسیاب خلال کارخانه از بین رفته و یا همراه ملاس از جریان تولید خارج شده ولی تنها مقادیر ناچیزی از آن ها همچنان در شکر استحصالی ظاهر می‌شوند (Asadi, 2006). با توجه به نتایج، بیشترین میزان نیتروژن متعلق به نمونه‌های دهه دوم مهر با میانگین ۳/۳۷۸ میلی اکی والان در صدگرم و کمترین میزان مربوط به چغندرهای آخرین زمان تحویل یعنی دهه اول آذر با میانگین غلظت ۱/۹۰۲ میلی اکی والان در صدگرم بود.



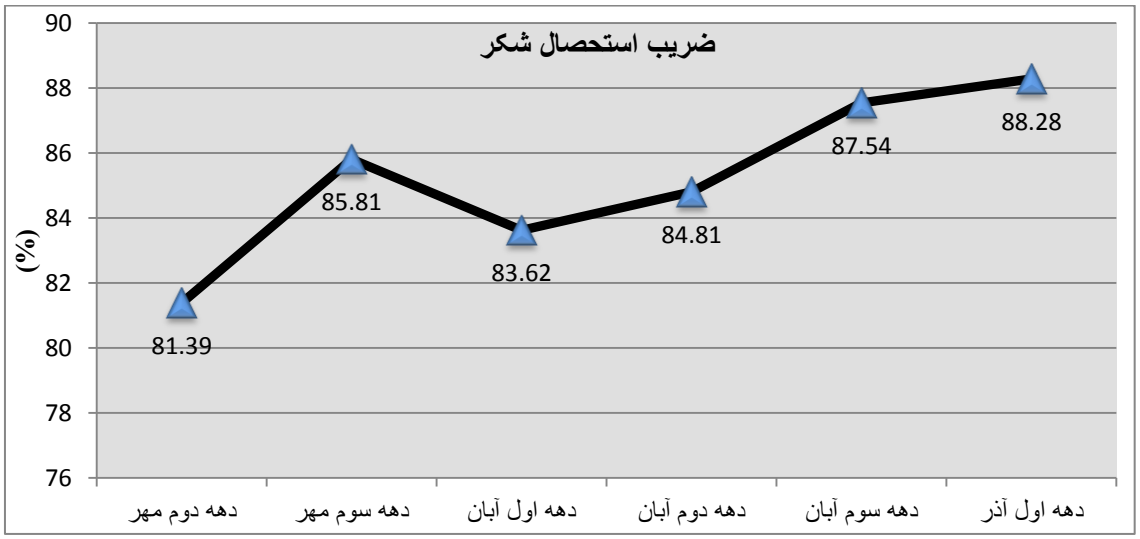
نمودار ۱- مقایسه میانگین اثرات زمان برداشت بر میزان عیار کارخانه، درصد قند خالص و درصد قند ناخالص

در ارتباط با آلکالیته یا ضریب قلیائیت نمونه‌ها همانطور که از نمودار ۲ قابل استنباط است میزان این پارامتر با گذشت زمان افزایش یافته است به نحوی که بین نمونه ها در تاریخ دهه دوم مهر تا دهه اول آذر ماه اختلاف معنی داری در سطح $p\leq$ ۰/۰۵ مشاهده شد. بیشترین ضریب قلیائیت مربوط به نمونه‌های تحویلی در دهه دوم مهر و کمترین میزان این ضریب مربوط به چغندرهای دهه اول آذر بود.

زمان تحویل نمونه‌های چغندرقند به کارخانه در سطح احتمال ۵٪ بر میزان ضریب استحصال شکر تاثیر داشته است به طوری که بین نمونه‌ها اختلاف معنی‌داری یافت شد (نمودار ۳). بیشترین ضریب استحصال مربوط به نمونه‌های دهه اول آذر و کمترین آن متعلق به چغندرهای تحویلی در تاریخ دهه دوم مهر بود. با توجه به یافته‌های حاصل از این پژوهش می توان نتیجه گرفت که با گذشت زمان میزان ضریب استحصال نمونه‌های چغندرقند می‌تواند افزایش معنی‌داری داشته باشد.



نمودار ۲- مقایسه میانگین اثرات زمان تحویل به کارخانه بر میزان ترکیبات سدیم، پتاسیم و نیتروژن



نمودار ۳- مقایسه میانگین اثرات زمان تحویل به کارخانه بر میزان ضریب استحصال شکر

- نتایج تجزیه واریانس اثر نوع بذر بر کیفیت تکنولوژیکی چغندرقند

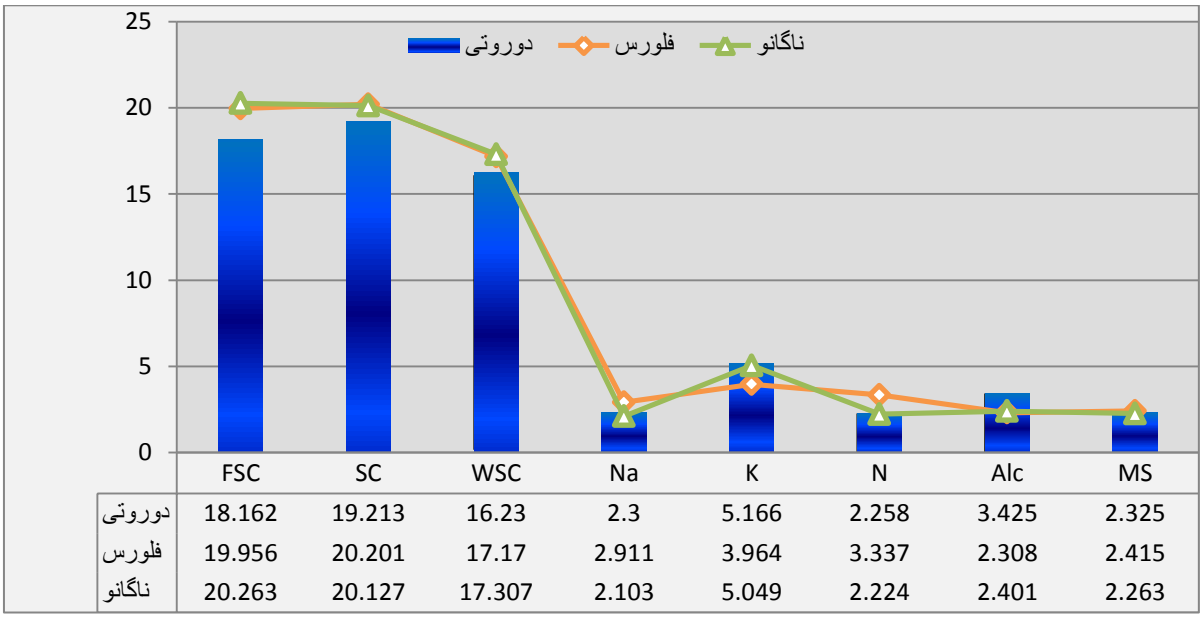
به منظور بررسی تاثیرات نوع بذر بر کیفیت چغندرقند، سه رقم متفاوت فلورس، دوروتی و ناگانو به عنوان نمونه های مورد آزمون در شرایط یکسان محیطی و اقلیمی در منطقه اسدآباد استان همدان کشت شد. منطقه کشت از لحاظ موقعیت جغرافیایی بین مدار ۳۴/۳۷ تا ۳۴/۵۰ درجه عرض شمالی و ۴۷/۹ تا ۴۷/۵۱ طول شرقی نصف النهار گرینویچ با ارتفاع متوسط ۱۶۰۷ متر از سطح دریا قرار داشت. یافته های حاصل از بررسی کیفیت تکنولوژیکی چغندرهای قند حاصل از این سه واریته متفاوت در نمودار ۴ نشان داده شده است.

نتایج آزمون تغییرات نوع بذر و اثر آنها بر کیفیت تکنولوژیکی چغندرقند و خصوصیات فیزیکوشیمیایی آن نشان داد که تغییرات نوع بذر بر میزان قند ناخالص (عیار)، درصد قند خالص، سدیم، ضریب استحصال شکر و قند موجود در ملاس بی تاثیر بوده و در سطح ۵٪ اختلاف معنی داری وجود ندارد. اما در ارتباط با میزان عیار کارخانه-ای، غلظت پتاسیم و نیتروژن و همچنین ضریب قلیائیت این اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. به عنوان مثال در ارتباط با غلظت پتاسیم نتایج نشان از اختلاف در سطح $p\leq$ ۰/۰۵ بین نمونه‌ها داشت به طوری که بیشترین میزان پتاسیم مربوط به رقم دوروتی و کمترین آن متعلق به فلورس به ترتیب با ۵/۱۶۶ و ۳/۹۶۴ میلی اکی والان در صدگرم بود. در سطح ۵٪ بین میزان ترکیبات ازته نمونه ها اختلاف معنی‌دار یافت شد. بالاترین و پایین‌ترین غلظت نیتروژن رقم‌ها به ترتیب متعلق به نمونه فلورس و ناگانو بود.

بحث

- اثر شرایط محیطی بر کیفیت چغندرقند

این مساله به خوبی ثابت شده که شرایط اقلیمی کشت محصولات کشاورزی به خصوص محصولاتی مانند چغندرقند می تواند تاثیرات بسزائی را در کیفیت محصولات نهایی داشته باشد (Hoffmann *et al.*, 2009; Besheit & El-Gharbawy, 1991).کیفیت محصولات کشاورزی به ویژه چغندرقند وابستگی زیادی به نزولات جوی و مناسب بودن شرایط آب و هوایی در هر سال دارد. اقلیم و آب و هوا به مقدار قابل ملاحظه‌ای طی سال‌های مختلف و همچنین در مقایسه با سال‌های قبل و میانگین بلند مدت، متغیر است. این تغییرات اقلیمی در هر منطقه عامل تغییر عملکرد کمی و کیفی محصولات زراعی بین سال‌های مختلف می‌باشد (Kenter *et al.*, 2006).



	FSC	SC	WSC	Na	K	N	Alc	MS
دوروتی	18.162	19.213	16.23	2.3	5.166	2.258	3.425	2.325
فلورس	19.956	20.201	17.17	2.911	3.964	3.337	2.308	2.415
ناگانو	20.263	20.127	17.307	2.103	5.049	2.224	2.401	2.263

نمودار ٤- مقایسه میانگین اثرات نوع بذر بر کیفیت تکنولوژیک چغندرقند

در ارتباط با عیار چغندرقند، تحقیقات نشان داده است که شرایط آب و هوایی می‌تواند بیشترین تاثیر را بر تغییرات عیار گیاه در طول دوره رشد داشته باشد (احمدزاده اراجی و همکاران،۱۳۸۶). در این رابطه عوامل اقلیمی متفاوتی همچون دمای بیشینه و کمینه در حین رشد گیاه، میانگین دامنه دما، مجموع بارندگی، میانگین رطوبت نسبی، میانگین ساعات آفتابی و میانگین سرعت باد بر عیار نهایی چغندرقند اثرگذار هستند (Akeson, 1981; Beckett, 1982; Campbell & Kern, 1982; Hoffmann *et al*., 2009). نتایج این پژوهش حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار در عیار چغندرقند مناطق مختلف بود. گزارش‌های تحقیقات مرتبط در داخل کشور نشان داده است که دمای روزانه بین ۲۰ تا ۲۳ درجه سلسیوس در ماه‌های اصلی ذخیره سازی قند، مناسب‌ترین دما به منظور بالارفتن عیار چغندرهای کشت شده می‌باشد (احمدزاده اراجی و همکاران، ۱۳۸۶). مشخص شده است به هر میزان دمای بیشینه در ماه‌های اصلی پایین‌تر باشد، عیار نهایی چغندر قند بالاتر خواهد بود (Hoffmann *et al*., 2009). در این بین گزارشات هواشناسی مربوط به سال ۹۰-۹۱ مناطق مختلف مورد بررسی در این تحقیق نشان داد که میانگین دمای بیشینه منطقه اسلام آباد در سه ماه مرداد، شهریور و مهر، که بیشترین تاثیر را در میزان قند نهایی دارند، پایین‌تر از دیگر مناطق مورد بررسی می‌باشد که دلیل اصلی بالا بودن عیار این ناحیه نسبت به نواحی دیگر کشت چغندرقند را می توان موید این مسئله دانست. به همین ترتیب منطقه کنگاور استان کرمانشاه با دارا بودن بالاترین دمای بیشینه در سه ماه مذکور، حاوی کمترین میزان عیار نهایی محاسبه شده بود. در ارتباط با میزان قند ملاس نتایج نشان داد که منطقه کنگاور با وجود دارا بودن پایین‌ترین عیار، اما دارای بیشترین قند موجود در ملاس است. Hoffmann و Marlander در سال ۲۰۰۲ نشان دادند که بین میزان بالای درصد قند موجود در چغندرقند و استحصال قند از آن نسبت معکوس وجود دارد. به این معنی که هر چه عیار چغندرقند بالا باشد مقدار قند خروجی به همراه ملاس نیز بیشتر است، زیرا در عیارهای بالا احتمال خطای اندازه‌گیری به روش پلاریمتری و یا افزایش کاذب ناشی از بیشتر شدن ماده خشک در اثر خشک شدن چغندر افزایش می‌یابد که نشان دهنده تعیین قند کاذب می‌باشد.

اثر شرایط محیطی بر تغییر ترکیبات سدیم، پتاسیم و نیتروژن موجود در ریشه چغندرقند در مناطق مختلف نیز معنی‌دار یافت شد. نتایج تجزیه کیفی تعداد کثیری از نمونه‌های چغندرقند تحویلی به کارخانه‌های قند در استان‌های مختلف کشور و همچنین نمونه‌های مربوط به طرح‌های تحقیقاتی در سال‌های ۱۳۷۹ و ۱۳۸۰ نشان داد که میانگین غلظت پتاسیم، سدیم و نیتروژن مضر در کشور ایران به ترتیب ۶/۴، ۲/۸ و ۴ میلی اکی والان در صدگرم خمیر چغندر می‌باشد که یافته‌های این تحقیق نشان داد که میزان پتاسیم و نیتروژن تمامی مناطق مورد آزمایش پایین‌تر از میانگین محاسبه شده برای کل کشور بود (عبدالهیان نوقابی،۱۳۸۶). سدیم و پتاسیم جزء کاتیون های بسیار مهم برای رشد چغندرقند محسوب می‌شوند. گزارش Mengel در سال ۱۹۶۸ حاکی از آن بود که سدیم به مقدار کافی در خاک موجود است، لیکن جذب پتاسیم که از طریق کودهای شیمیایی به زمین اضافه می‌شود از شتاب بیشتری در مقایسه با سایر کاتیون‌ها برخوردار است و به همین علت است که میزان غلظت پتاسیم در چغندرقند بیش از سدیم می‌باشد (Mengel, 1984). علاوه بر این پتاسیم جزء ترکیبات ضروری برای تغذیه گیاه محسوب می شود. نتایج مطالعات محققان مختلف بیانگر این مطلب است که سدیم و پتاسیم، که در صنعت قند به آن ها خاکستر اطلاق می‌گردد جزء شاخص‌های بسیار مهم کیفیت چغندرقند می‌باشند و هر چه مقدار کمی آن‌ها بیشتر باشد، کیفیت چغندر کمتر می‌شود. از آنجایی که بخش زیادی از این مواد از طریق عمل اسمز و دیفوزیون وارد شربت خام شده و بخش تصفیه شربت، قابلیت جداسازی آن‌ها را ندارد، لذا تمام مراحل کارخانه را طی می‌کنند و وارد ملاس نهایی می‌شوند (بهادربیگی، ۱۳۹۳). در خصوص تأثیر ملاس‌زایی این مواد تحقیقات گسترده‌ای انجام گرفته و مشخص شده است که تمامی املاح موجود در شربت‌ها خاصیت ملاس‌زایی داشته و نرخ ورود قند به ملاس نهایی را تشدید می‌کنند (Asadi, 2006). اساس کار و مبنای اولیه در خصوص رابطه قند ملاس با مقدار ناخالصی‌های سدیم و پتاسیم بر این واقعیت استوار است که وجود یک مول پتاسیم به علاوه سدیم در ریشه چغندرقند باعث می‌شود که در فرآیند استحصال شکر از چغندرقند یک مول شکر وارد ملاس شده و در نتیجه به شکر سفید تبدیل

نشود. فرمول‌های تجربی متعددی طی قرن گذشته جهت برآورد میزان قند ملاس براساس میزان و نوع ناخالصی‌های موجود در ریشه چغندرقند در کشورهای مختلف ارائه شده است (شیخ الاسلامی،۱۳۸۲). در این فرمول‌ها، بسته به شرایط اقلیمی منطقه، نوع رقم و همچنین تکنیک‌های زراعی کاشت، داشت و برداشت چغندرقند، تفاوت‌هایی از لحاظ تعداد متغیرها و درجه تأثیر آنها در تشکیل میزان ملاس وجود دارد (Reinefeld *et al*.,1974).

در سال‌های اخیر ثابت شده که در بین عناصر معدنی، نیتروژن بیشترین تأثیر سوء را بر کیفیت چغندرقند داشته و ترکیبات ازته موجود در شربت اثر زیادی در ممانعت از تبلور شکر دارند (Kenter *et al*., 2006). نحوه استفاده صحیح از نیتروژن یکی از اساسی‌ترین مسائل تولید کنندگان چغندرقند به شمار می‌آید. میزان نیتروژن در ابتدای فصل رشد چغندرقند باید به اندازه کافی باشد تا عملکرد ریشه افزایش یابد ولی برای حصول خلوص بیشتر قند و کیفیت بالای آن مقدار نیتروژن کمتری در انتهای فصل رشد لازم است (Winter, 1998). اگر میزان نیتروژن بیش از حد لازم رشد بیشینه باشد و یا اینکه بخش عمده آن در دوران آخر رشد گیاه داده شود قسمت اعظم مواد ساخته شده در اثر مغایرت فتوسنتزی به رشد برگ‌ها اختصاص یافته و به همان میزان ذخیره ماده خشک و قند در ریشه کاهش می یابد (Carter & Traveller, 1981).

- اثر زمان برداشت بر کیفیت چغندرقند

طول دوره رشد همواره به عنوان یکی از اصلی‌ترین عوامل تبیین کننده تغییرات عملکرد چغندرقند محسوب می‌شود (ابراهیمی کولائی،۱۳۸۱). بررسی‌های انجام شده روی عملکرد شش رقم چغندرقند توسط (Beckett,1982) نشان داد که تاریخ کاشت و برداشت بیشترین تاثیر را روی اثر متقابل رقم در محیط دارد (Beckett, 1982). زمان کاشت و برداشت مناسب چغندرقند در هر منطقه متاثر از عواملی مانند گیاه زراعی قبلی، شرایط آب و هوایی منطقه، قرارداد منعقده بین کشاورز و کارخانه قند و همچنین رقم مورد کاشت است (Kandil *et al*., 2004).

یافته‌های حاصل از بررسی اثر زمان تحویل نمونه‌ها به کارخانه بر کیفیت تکنولوژیکی چغندرقند نشان داد که اثر زمان برداشت بر متغیرهایی همچون عیار و درصد قند ناخالص معنی‌دار نبوده (نمودار ۲) و این نتایج هم راستا با نظر صادق زاده حمایتی و همکاران (۱۳۹۱) می‌باشد. بررسی سوابق موجود نیز نشان داد که با وجود تاثیر منفی تاخیر در برداشت و کاشت روی طولانی شدن دوره ظهور گیاهچه و از آنجا کاهش عملکرد ریشه، این موضوع بر مولفه‌های کیفی محصول اثر نداشته است (Stibbe & Märländer, 2002; Kandil *et al*., 2004). اما انتظار می‌رفت با کاهش دما در تاریخ‌های تحویلی انتهایی، عیار قند به میزان قابل توجهی افزایش یابد این در حالی است که نتایج چنین پدیده‌ای را نشان ندادند. اما در مطالعه‌ای دیگر Hayashida و همکاران (۱۹۹۰) اعلام نمودند که تاریخ برداشت اثر چندانی بر توزیع شکر در قسمت‌های مختلف ریشه چغندرقند در برداشت‌های سپتامبر، اکتبر و نوامبر (مهر، آبان و آذر) نداشت اما در آخرین برداشت درصد قند در قسمت ابتدای ریشه بیشتر از سایر قسمت‌ها بود.

کاهش میزان سدیم نمونه‌ها با گذشت زمان در نمودار ۲ به وضوح نمایش داده شده است، به طوری که کمترین میزان سدیم مربوط به نمونه‌های تحویلی در دهه اول آذر و بیشترین میزان آن متعلق به چغندرهای دهه دوم مهر ماه بود. در مناطق غربی کشور زراعت و کشت چغندرقند معمولا در اوایل بهار انجام و از اوایل مهر تا نیمه دوم آبان همراه با فرارسیدن فصل سرما برداشت می‌شود. از آنجائی که در مناطق سردسیر برداشت زود هنگام محصول از عوامل موثر در کاهش کیفیت چغندرقند می باشد لذا منجر به پایین آمدن عملکرد کلی می‌شود (ابراهیمی کولائی، ۱۳۸۱). روند کاهشی میزان نیتروژن نیز از دوره اول تا دوره آخر به خوبی با توجه به نمودار ۲ قابل تشخیص است. Jozefyová و همکاران (۲۰۰۲)گزارش کردند که می‌توان با تاخیر در برداشت و همزمان استفاده از کود نیتروژن محصولی با کیفیت بالاتر بدست آورد چرا که حضور ناخالصی‌هایی همچون سدیم و نیتروژن مضر در این حالت کاهش می‌یابد. در این ارتباط تحقیقات Goto و همکاران (۱۹۹۲) نیز نشان داد که تاخیر در برداشت اثر معنی‌داری روی غلظت ازت مضر و سدیم دارد، اما در گزارش‌های آن‌ها اثر زمان برداشت بر مقادیر پتاسیم نیز معنی‌دار بود که با نتایج حاصل از پژوهش حاضر مغایر است زیرا با توجه به نمودار ۲ مقادیر غلظت پتاسیم نمونه‌ها با گذشت زمان اختلاف معنی‌داری را نشان نداده است. مقدار پتاسیم در

اوایل دوره رشد در بیشترین حد خود قرار دارد و طی فصل رشد به سرعت کاهش می یابد (Milford *et al*., 2000). با توجه به یافته‌ها می‌توان این‌گونه استنباط کرد که تاخیر در برداشت می‌تواند حضور ناخالصی‌هایی همچون سدیم و ازت مضر را کاهش دهد و کیفیت چغندرقند تولیدی را افزایش دهد اما توجه به این نکته ضروری است که تاخیر در برداشت مخصوصا در مناطق سردسیر غرب کشور می‌تواند با مشکلات متعددی همراه شود که مهم ترین آن‌ها عبارتند از: ۱- افزایش هزینه برداشت و حمل چغندرقند، چون در اثر نزولات جوی، نمی‌توان به طور کامل از ماشین آلات در مزرعه استفاده کرد. ۲- همچنین کشت غلات پاییزه بعد از چغندرقند با مشکل روبرو خواهد شد (ابراهیمی کولائی، ۱۳۸۱).

در ارتباط با ضریب استحصال شکر، تاثیر تغییر در زمان برداشت بر عملکرد این پارامتر نیز معنی‌دار یافت شد و تاخیر در برداشت اثر مثبتی را بر ضریب استحصال شکر داشت به طوری که چغندرهای دوره‌های آخر بالاترین میزان این ضریب و چغندرهای تحویلی در دوره‌های نخست پایین‌ترین میزان ضریب استحصال شکر را دارا بودند.

میزان قند موجود در ملاس با گذشت زمان برداشت کاهش معنی‌داری را نشان داده است. این روند نزولی در قند ملاس را می توان به پایین آمدن غلظت عناصر سدیم و نیتروژن موجود در چغندر با گذشت زمان از دهه دوم مهر تا دهه اول آذر نسبت داد، زیرا همانطور که عنوان شد نحوه محاسبه قند ملاس متاثر از حضور ناخالصی‌های سدیم، ازت و پتاسیم بوده به طوری که کاهش در غلظت این ترکیبات منجر به پایین آمدن درصد قند ملاس پیش‌بینی شده می‌شود (Bravo *et al*., 1989).

- اثر نوع بذر بر کیفیت چغندرقند

رقم‌های تجاری چغندرقند که با ویژگی‌ها و خصوصیات ژنتیکی مختلفی اصلاح و به بازار عرضه می‌شوند با توجه به تیپ قندی یا محصولی و همچنین سطح پلوئیدی و به طور کلی با توجه به خصوصیات ژنتیکی که دارند از لحاظ کیفیت تکنولوژیکی متفاوت هستند. این رقم‌ها وقتی که در شرایطی با محدودیت‌های خاص مثل عوامل بیماری‌زا یا شرایط نامطلوب محیطی قرار می‌گیرند تفاوت بین رقم‌های متحمل نسبت به رقم‌های معمولی بسیار قابل ملاحظه خواهد بود (صادق‌زاده حمایتی و همکاران،۱۳۹۱).

نتایج تجزیه واریانس اثرات نوع بذر بر کیفیت چغندرهای قند منطقه اسدآباد نشان از وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ برای پارامترهای عیار کارخانه‌ای، غلظت پتاسیم و نیتروژن و همچنین ضریب قلیائیت داشت (نمودار ۴). یافته‌های بررسی میزان نیتروژن نمونه‌ها نشان داد که میزان ازت مضره رقم ناگانو از سایر ارقام پایین‌تر می‌باشد. Hoffmann وMärländer (۲۰۰۵) در تحقیقی اثرات شرایط آب و هوایی و ۵۷ رقم مختلف چغندرقند را بر تغییرات میزان نیتروژن محلول، بتائین، اسیدهای آمینه و نیترات موجود در چغندرقند به عنوان ترکیبات ازت مضر مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها نتیجه گرفتند که غلظت ترکیبات نیتروژن محلول، به عنوان مهم‌ترین عامل موثر در غلظت نهایی ترکیبات ازته در گیاه چغندرقند، تحت تاثیر شرایط آب و هوایی مختلف بسیار متاثرتر از نوع رقم بذر است، به این معنی که اقلیم‌های متفاوت اثرات بیشتری نسبت به ارقام متفاوت در غلظت نیتروژن نهایی چغندرقند دارد.

در ارتباط با میزان پتاسیم نمونه‌ها نیز نتایج نشان داد که رقم دوروتی بیشترین و پس از آن ناگانو و فلورس به ترتیب کمترین میزان پتاسیم را دارند. Milford و همکاران (۲۰۰۰) در ارتباط با اثرات شرایط مختلف حضور پتاسیم در خاک بر کیفیت و کمیت ژنوتیپ‌های مختلف چغندرقند اعلام کردند که حضور مقادیر بالای پتاسیم در خاک‌های مختلف بیشترین تاثیر را در بالارفتن این عنصر در رقم‌های مختلف چغندرقند دارد. ضریب قلیائیت مولفه بعدی است که تغییرات آن در رقم‌های مختلف معنی‌دار گزارش شد. رقم دوروتی با ضریب قلیائیت ۳/۴۲۵ بیشترین و ارقام ناگانو و فلورس با به ترتیب ۲/۴۰۱ و ۲/۳۰۸ کمترین میزان آلکالیته را داشتند. این ضریب نسبت مجموع سدیم و پتاسیم به نیتروژن مضر موجود در ریشه چغندر را نشان می دهد. همانطور که ملاحظه می شود نتایج حاصل از ضریب قلیائیت و نیتروژن مضر با یکدیگر نسبت عکس داشته و رقم فلورس که بیشترین میزان ترکیبات ازته را دارا بود، کمترین ضریب قلیائیت را بین رقم ها داشت.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داده است که اختلاف زیادی بین عملکرد چغندرقند در نقاط مختلف وجود دارد به طوری که این اختلاف حتی در مزارع موجود در یک منطقه که از بافت خاک و شرایط آب و هوایی تقریبا یکسانی برخوردار هستند نیز دیده می شود. لذا یافتن عوامل موثر بر آن‌ها و برنامه‌ریزی در جهت بهبود، نقش مهمی در ارتقای کیفیت ماده اولیه و افزایش بازده تولید دارد. کیفیت در چغندرقند توسط معیارهایی تعیین می‌شود که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از درصد بالای قند ناخالص و میزان پایین عناصر مضره مانند نیتروژن، سدیم و پتاسیم. میزان استخراج مطلوب قند ریشه به مقدار پایین ترکیبات نیتروژنه، سدیم و پتاسیم وابسته می‌باشد. افزایش کیفیت محصول چغندرقند از طریق بالا بردن درصد قند و کاهش مواد غیر قندی مضره به ویژه نیتروژن، سدیم و پتاسیم انجام می‌گیرد چرا که افزایش این ناخالصی‌ها با جلوگیری از کریستاله شدن ساکارز قابلیت استحصال قند را کاهش داده و موجب افزایش میزان ملاس تولیدی می‌گردند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که اثر عوامل محیطی و آب و هوای متفاوت، زمان‌های برداشت مختلف و نوع رقم بذرهای کشت شده، به عنوان اصلی ترین عوامل موثر بر کیفیت نهایی چغندرهای تولیدی می تواند بر غلظت و میزان پارامترهای تکنولوژیکی چغندرقند اثرگذار باشد. شرایط اقلیمی یکی از مهم‌ترین عوامل ایجاد تغییر در خصوصیات کیفی چغندرقند است و منجر به تغییر ناخالصی‌های موجود در ریشه اعم از سدیم، پتاسیم و نیتروژن می شود. اما به منظور بهبود کیفیت چغندرقند ضرورت دارد در بین ناخالصی‌های عمده به غلظت سدیم در شرایط اقلیمی ایران توجه خاصی مبذول شود. بررسی اثرات زمان‌های متفاوت برداشت بر ارزش تکنولوژیکی چغندرقند نشان داد که می توان با مدیریت عملیات برداشت و استفاده از تاریخ‌های مناسب برای این عمل، تا حد قابل توجهی از غلظت ناخالصی‌های مضر کاسته و همچنین راندمان تولید محصول را به طور قابل توجهی بهبود داد.

منابع

ابراهیمی کولائی. ح. (۱۳۸۱). تعیین تاریخ مناسب برداشت سه رقم چغندرقند در همدان. مجله چغندرقند، جلد ۱۸، شماره ۲، ۱۳۱-۱۴۲

احمدزاده اراجی ح. ر.، عبداللهیان نوقابی. م.، کمالی، غ. ع. و واحدی، س. (۱۳۹۰). تاثیر عوامل اقلیمی بر افزایش عیارچغندر در سال ۱۳۸۶ در ایران، مطالعه موردی:حوضه کارخانه قند چناران. مجله چغندرقند، جلد ۲۷، شماره ۱، ۱۰۱-۱۱۵

بهادربیگی، ا. (۱۳۹۳). بررسی استفاده از تکنیک پردازش تصویر و هوش مصنوعی برای تخمین برخی ویژگیهای تکنولوژیکی چغندرقند. پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهرقدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

عبدالهیان نوقابی، م.، شیخ الاسلامی، ر. و بابایی، ب. (۱۳۸۴). اصطلاحات و تعاریف کمیت و کیفیت تکنولوژیکی چغندرقند .مجله چغندرقند، جلد ۲۱، شماره ۱، ۱۰۱

شیخ الاسلامی، ر. (۱۳۸۲). تکنولوژی قند. ۳۵۰ صفحه. ۱۰۴

صادق زاده حمایتی، س.، شیرزادی، م. ح.، آقایی زاده، م.، فتح الله طالقانی، د.، جواهری، م. ع. و علی‌عسگری، ع. (۱۳۹۱). اثر تاریخ کاشت و برداشت بر عملکرد کمی و کیفی پنج رقم چغندرقند در زراعت پاییزه در منطقه جیرفت. مجله چغندرقند، شماره ۲۸، جلد ۱، ۲۵-۴۲ .

عبدالهیان نوقابی، م. (۱۳۸۶). تحلیلی بر وضعیت زراعت و تولید چغندرقند کشور طی چند سال اخیر. مجله علمی- پژوهشی چغندرقند، جلد ۲۳، شماره ۲، ۱۹۷-۱۹۸.

هنرور، م.، علیمرادی، ا. و عبداللهیان نوقابی، م. (۱۳۸۴) بررسی وضعیت تکنولوژیکی چغندرقند در مناطق مختلف استان های اصفهان و چهار محال بختیاری . مجله علمی پژوهشی علوم غذایی و تغذیه، سال دوم، شماره ۴، ۸-۱۷ .

Abdollahian-Noghabi, M., Shaikholeslami, R. & Babaei, B. (2005). Technical terms of sugar beet yield and quality. Sugar Beet Journal, 21 (1), 101-104 .

Akeson, W. R. (1981). Relationship of climate and sucrose content of sugar beet roots. Journal of the ASSBT. 21 (1), 27-40.

Asadi, M. (2006). Beet-sugar handbook: John Wiley & Sons.

Beckett, J. (1982). Variety× environment interactions in sugar beet variety trials. The Journal of Agricultural Science, 98 (02), 425-435 .

Besheit, S. & El-Gharbawy, A. (1991). Cultivars, harvesting dates and their effect on yield and quality of sugar beet. Annals of Agricultural Science, Moshtohor.

Bravo, S., Lee, G. & Schmehl, W. (1989). The effect of planting date, nitrogen fertilizer rate and harvest date on seasonal concentration and total content of six macronutrients in sugar beet. Journal of Sugar Beet Research, 29 (1,2), 45-57.

Campbell, L. & Kern, J. (1982). Cultivar× Environment Interactions in Sugarbeet Yield Trials. Crop Science, 22 (5), 932-935 .

Carter, J. & Traveller, D. (1981). Effect of time and amount of nitrogen uptake on sugarbeet growth and yield. Agronomy Journal, 73 (4), 665-671.

Goto, A., Sato, M., Sasaoka, M., fujii, K., Shinsenji, A., Sugawara, T. & Kimura, M. (1992) Interaction between varietal characteristics and environmental conditions. (1) Location of experiment and harvest time. Proceedings of the Japanese Society of Sugar Beet Technologists, 34, 64-69.

Hayashida, M., Takada, S. & Dempo, H. (1990). Distribution of sucrose and non-sucrose substances in sugar beet [Beta vulgaris] root, 3. Paper presented at the Proceedings of the Sugar Beet Research Association (Japan).

Hoffmann, C. & Marlander, B. (2002). Breeding progress in yield and technical quality of sugarbeet. Zuckerindustrie, 127 (6), 425-429 .

Hoffmann, C. M., Huijbregts ,T., van Swaaij, N. & Jansen, R. (2009). Impact of different environments in Europe on yield and quality of sugar beet genotypes. European Journal of Agronomy, 30 (1), 17-26 .

Hoffmann, C. M. & Märländer, B. (2005). Composition of harmful nitrogen in sugar beet (Beta vulgaris L.)—amino acids, betaine, nitrate—as affected by genotype and environment. European Journal of Agronomy, 22 (3), 255-265 .

Jozefyová L, Urban J, Pulkrábek J (2002) The influence of harvest time delaying on yield of sugar beet and sugar. Listy Cukrovarnické a Reparské,118(9/10), 205-207. Ceská zemedelská univerzita v Praze, Prague, Czech Republic

Kandil, A., Badawi, M., El-Moursy, S. & Abdou, U. (2004). Effect of planting dates, nitrogen levels and bio-fertilization treatments on 1: Growth attributes of Sugar Beet (Beta vulgaris, L.). Scientific Journal of King Faisal University (Basic Appl. Sci.), 5 (2), 227-236 .

Kenter, C., Hoffmann, C. M. & Märländer, B. (2006). Effects of weather variables on sugar beet yield development (Beta vulgaris L.). European Journal of Agronomy, 24 (1), 62-69 .

Mengel, K. (1984). Ernaehrung und Stoffwechsel der Pflanze.

Milford, G., Armstrong, M., Jarvis, P., Houghton, B., Bellett-Travers, D., Jones, J. & Leigh, R. (2000). Effect of potassium fertilizer on the yield, quality and potassium offtake of sugar beet crops grown on soils of different potassium status. The Journal of Agricultural Science, 135 (01), 1-10 .

Reinefeld, E., Emmerich, A., Baumgarten, G., Winner, C., & Beiss, U. (1974). Zur voraussage des melassezuckers aus rubenanalysen. Zucker .

Sarwar, M. A., Hussain, F., Ghaffar, A., Nadeem, M. A., Ahmad, M. M., Bilal, M. & Sarwar, M. (2008). Post-harvest studies in sugarbeet (Beta vulgaris). Journal of Agriculture and Social Sciences, 4, 89-91.

Stibbe, C. & Märländer, B. (2002). Field emergence dynamics significance to intraspecific competition and growth efficiency in sugar beet (Beta vulgaris L.). European Journal of Agronomy, 17 (3), 161-171 .

Swaaij, N. V. & Huijbregts, T. (2010). Long-term storability of different sugarbeet genotypes-results of a joint IIRB study. Sugar Industry/Zuckerindustrie, 135 (11), 661-667 .

Van der Poel, P. (1998). Sugar Technology Beet and Cane Sugar Manufacture PW van der Poel, H. Schiweck, T. Schwartz. Berlin: Verlag Dr. Bartens KG, 479-563 .

van der Poel, P., Schiweck, H. & Schwartz, T. (2015). Sugar Technology Beet and Cane Sugar Manufacture. SUGAR INDUSTRY-ZUCKERINDUSTRIE, 140 (1), 22-25 .

Winter, S. R. (1998). Sugarbeet response to residual and applied nitrogen in Texas. Journal

Methods of Sugar Analysis. Gazeta Cukrownicza, 6 (111), 191-192 .

Wojtczak, M. (2003). ICUMSA-International Commission for Uniform of Sugar Beet Research, 35, 43-62 .