

# تفاله چغندر قند، بررسی و خشک کردن

ایرن عالمزاده (استاد)

دانشکده مهندسی شیمی و نفت، دانشگاه صنعتی شریف

سرپرست گالشی (استادیار)

دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

محمد حسینی (استادیار)

دانشکده مهندسی شیمی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

نورمحمد ترقی نژاد (استادیار)

دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

فصلنامه علمی و پژوهشی شریف  
فروردین-اردیبهشت ۱۳۸۷، شماره ۱ چهار و یکم ص. ۲۲-۲۳

alemzadeh@sharif.edu  
sgaleshi@yahoo.com  
drshos1949@yahoo.com  
n.torbatinejad@yahoo.com

تفاله چغندر قند که از منابع غنی پلی ساکاریدی است، از ضایعات کارخانجات تهیه قند از چغندر قند حاصل می‌شود. نمونه‌هایی از این تفاله به صورت برگ‌های تر و خشک، از کارخانه قند شاهرود تهیه شد. نمونه‌های تر ابتدا برای انجام مطالعات در دمای  $20^{\circ}\text{C}$  - نگهداری، و سپس در دمای  $50-100^{\circ}\text{C}$  درجه سانتی‌گراد در سینی خشک‌کن با هوای داغ قرار گرفتند. نتایج حاکی از آن است که دمای بهینه برای تولید تفاله خشک برگی مناسب  $80^{\circ}\text{C}$  درجه سانتی‌گراد است؛ و کیفیت نمونه‌های خشک‌شده در این دما از سایر نمونه‌ها بهتر است. مطالعات آماری نیز حاکی از اختلاف معنی‌دار بین نمونه‌های خشک شده در دماهای متفاوت بود.

## ۱. مقدمه

چغندر قند یکی از مهم‌ترین منابع تأمین ساکارز است. ساکارز فرآورده‌ی با خاصیت شیرین‌کنندگی و قابلیت نگهداری بالا است که از قدیم نقش به‌سزایی در صنایع مختلف ایفا کرده است. آمار سطح زیر کشت چغندر قند در ایران، طی سال‌های  $1370$  تا  $1384$  در جدول ۱ ارائه شده است.

چنان‌که مشاهده می‌شود کم‌ترین سطح زیر کشت مربوط به سال  $1375$  و بیشترین آن مربوط به سال  $1374$  است. همچنین، میانگین سطح زیر کشت بین سال‌های  $1370$  تا  $1384$ ، معادل  $187$  هزار هکتار است.

بر اساس اطلاعات موجود، هزینه‌ی کشت چغندر قند در ایران، طی زمان‌های مختلف دچار نوسان بوده است. بر اثر همین نوسانات، تولید چغندر قند در سال‌های  $1370$  تا  $1381$  بین  $3/7$  تا  $6$  تن در هکتار در نوسان بوده و میانگین تولید در طی  $10$  سال، در حدود  $5$  میلیون تن بوده است. نمودار ۱، نشان‌دهنده‌ی تغییرات سالیانه تولید محصول در سال‌های  $1370$  تا  $1381$  است.

در نمودار ۲، میزان تولید چغندر قند در کشورهای جهان (در سال  $1999$ ) ارائه شده است. در بین کشورهای تولیدکننده، اتحادیه‌ی اروپا با تولید  $59$  تن چغندر قند در هر هکتار دارای بیشترین سهم تولید، و روسیه با  $15$  تن در هر هکتار کم‌ترین میزان تولید را در جهان داشته است.

## ۱.۱. میزان تولید تفاله چغندر قند در ایران

میزان تولید تفاله چغندر قند در ایران با سطح زیر کشت و میزان عملکرد در واحد سطح آن رابطه‌ی مستقیم دارد. بر اساس برآورد انجام شده، تولید چغندر قند در ایران

در سال‌های  $1370$  تا  $1381$  در جدول ۲ ارائه شده است. با توجه به جدول ۲، تولید تفاله چغندر قند در سال  $1381$  نسبت به  $12$  سال گذشته افزایش چشمگیری داشته است.

## ۲.۱. انواع تفاله چغندر قند

در شکل ۱، فرایند تولید قند و نیز تولید انواع تفاله از چغندر قند مشاهده می‌شود. مراحل اجرا به این صورت است که چغندر قند به صورت رشته‌های باریکی به نام خلال در می‌آید. سپس خلال‌ها با آب داغ مخلوط و شکر آن به وسیله دیفوزیون استخراج و شربت قند برای تصفیه به مراحل بعدی هدایت می‌شود. خلال عاری از قند که به تفاله‌ی آبدار معروف است، منبع غذایی پرارزشی برای دام است. تفاله‌ی آبدار را می‌توان مستقیماً یا پس از جدا کردن آب آن توسط پرس‌های سنگین، و به صورت تفاله‌ی تر به دست آورد.

انواع تفاله برحسب میزان ماده‌ی خشک آنها شامل:

- تفاله‌ی آبدار با میزان  $12-6$  درصد ماده خشک؛

- تفاله‌ی تر یا پرس‌شده با میزان  $30-18$  درصد ماده خشک؛

- تفاله‌ی خشک با میزان  $92-87$  درصد ماده خشک است.

در برخی از موارد تفاله‌ی تر را با ملاس مخلوط، و سپس خشک می‌کنند که از لحاظ ارزش غذایی بسیار غنی است.

## ۳.۱. خشک کردن تفاله

مطابق‌ترین روش نگهداری تفاله، خشک کردن آن تا حدی است که بیشینه‌ی رطوبت آن  $13$  درصد باشد. تفاله‌ی خشک را می‌توان به صورت استوانه‌های برگ‌ی یا مفتولی

جدول ۱. سطح زیر کشت چغندر قند در ایران (هزار هکتار). [۷]

سال	۱۳۷۰	۷۱	۷۲	۷۳	۷۴	۷۵	۷۶	۷۷	۷۸	۷۹	۸۰	۸۱	۸۲	۸۳	۸۴
سطح زیر کشت (هزار هکتار)	۱۷۴	۲۰۴	۱۹۶	۲۰۴	۲۲۵	۱۶۰	۱۸۰	۱۹۱	۲۰۸	۱۷۱	۱۷۲	۱۹۱	۱۸۱	۱۷۹	۱۷۸

جدول ۲. تولید سالیانه‌ی تفاله‌ی خشک چغندر قند (هزرتن) در سال‌های ۱۳۷۰ تا ۱۳۸۱. [۳]

سال	۷۰	۷۱	۷۲	۷۳	۷۴	۷۵	۷۶	۷۷	۷۸	۷۹	۸۰	۸۱
تولید	۲۰۰	۲۴۰	۲۱۵	۲۱۰	۲۲۰	۱۴۱	۱۹۲	۲۰۰	۲۲۰	۱۷۲	۱۸۴	۲۴۰

جدول ۳. تجزیه و ارزش غذایی تفاله‌ی تر. [۴]

ترکیب	تفاله‌ی تر
ماده خشک (%)	۱۸-۳۰
گرم) / پروتئین خام (کیلوگرم)	۱۰۴
گرم) / چربی (کیلوگرم)	۹
گرم) / فیبر، قابل هیدرولیز یا اسید (کیلوگرم)	۲۸۳
مگاژول) / انرژی قابل سوخت‌وساز (کیلوگرم)	۱۲٫۳

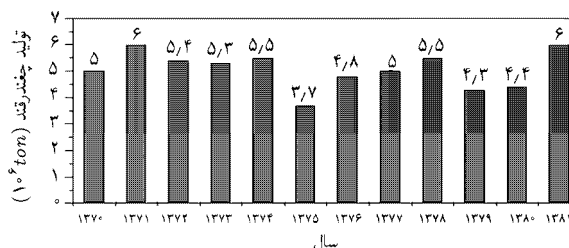
جدول ۴. مقایسه‌ی مواد آلی قابل هضم در تفاله‌ی چغندر قند و چند نوع خوراک دام. [۸]

نوع خوراک	مواد آلی قابل هضم در ماده خشک (درصد)
تفاله‌ی چغندر قند ملاس‌دار (خشک)	۸۲
ملاس چغندر	۸۳
تفاله‌ی خشک چغندر قند	۸۰
تفاله‌ی تر چغندر قند	۸۱
ملاس نیشکر	۷۰
جو	۸۲

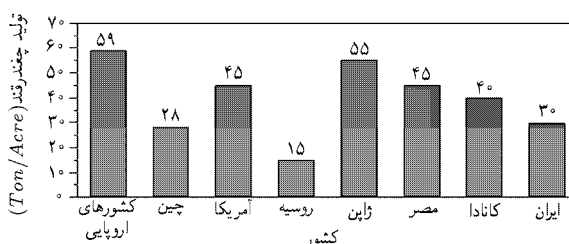
اقدام کرد. [۸] در جدول ۴ مواد آلی قابل هضم در ماده‌ی خشک، در چند نمونه خوراک دام، ارائه شده است.

## ۲. مواد و روش‌ها

نمونه‌های خلالی (برگی) چغندر قند به صورت مرطوب از شاهرود تهیه شدند و به منظور ممانعت از تخریب زیست‌شناختی در سرمای  $20^{\circ}\text{C}$  - نگرانی و سپس مطالعات خشک کردن بر روی آن انجام شد. نمونه‌های تفاله برگی مرطوب در خشک‌کن سینی‌دار با هوای داغ در ۶ دمای مختلف ۱۰۰-۵۰ درجه سانتی‌گراد برای سه تکرار انجام شد. فاصله‌ی نمونه‌گیری‌ها ۱۲ ساعت بود. تجهیزات مورد استفاده برای این مهم عبارت است از: خشک‌کن Mement ۸۵۴ Schwabach و ترازوی مدل Mettler AC۱۰۰.



نمودار ۱. تولید چغندر قند در ایران (میلیون تن). [۹]



نمودار ۲. میزان تولید چغندر قند در کشورهای جهان در سال ۱۹۹۹. [۹]

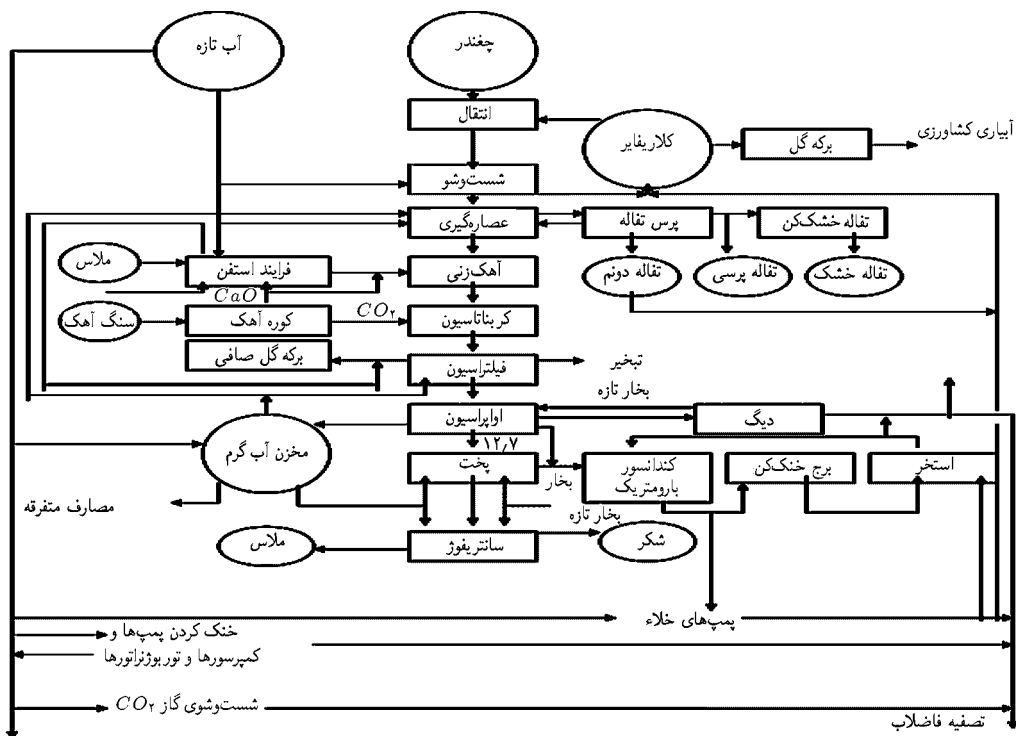
(فشنگی) با قطر ۱۲ میلی‌متر در آورد که حمل و نقل آن آسان‌تر است. وزن مخصوص تفاله‌ی مفتولی از ۵۰۰ تا ۶۰۰ کیلوگرم در متر مکعب است. میزان جذب آب توسط تفاله‌ی مفتولی، (چنانچه در آب قرار گیرد) معمولاً بین ۶ تا ۱۰ است؛ مثلاً تفاله‌ی با رقم ۸ به این معناست که وزن یک کیلوگرم از این تفاله با ۹۰ درصد ماده‌ی خشک، پس از تورم در آب به ۸ کیلوگرم می‌رسد. از مزایای خشک کردن تفاله سهولت در حفظ سلامتی تفاله (سهولت در انبارداری) و امکان تبدیل سریع تفاله‌ی خشک به نوع‌تر آن است.

روش‌های متداول برای خشک کردن تفاله در ایران روش‌هایی سنتی است که با استفاده از سوخت‌های متداول مازوت، ذغال سنگ و گاز طبیعی و به روش توتلی خشک می‌شوند. [۵]

### ۴.۱. موارد استفاده از تفاله چغندر قند

تفاله چغندر قند به دلیل محتوای غنی آن از لحاظ قند، فیبر و پکتین، و نیز به دلیل هضم‌پذیری بالای آن در مقایسه با سایر مواد خشک برای دام به عنوان یک منبع خوب غذایی حائز اهمیت است. [۶] جدول ۳، تجزیه و ارزش غذایی تفاله‌ی تر را نشان می‌دهد.

جدول ۳ و ۴ نشان‌دهنده‌ی ارزش غذایی هضم‌پذیری تفاله‌ی چغندر قند با چند نوع خوراک دام است. تفاله حدوداً حاوی ۱۰ درصد پکتین است، که با بهینه‌سازی فرایندهای تشکیل ژل پایدار می‌توان در تولید مواد جاذب آب با قدرت جذب بالا



شکل ۱. فرایند تولید قند و نیز تولید انواع تفاله از چغندر قند. [۴]

### ۳. نتایج و بحث

#### ۱.۳. خشک‌کردن تفاله

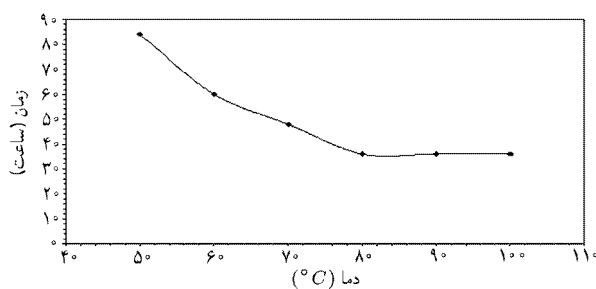
خشک‌کردن نمونه‌های تفاله برگی مرطوب در خشک‌کن سینی‌دار با هوای داغ در دمای مختلف ۵۰-۱۰۰ درجه سانتی‌گراد برای سه تکرار با فاصله‌ی هر ۱۲ ساعت انجام شد که نتایج در شکل‌های ۲ و ۳ مشاهده می‌شود. نتایج شکل‌های ۲ و ۳ حاکی از آن است که دمای مناسب برای خشک‌شدن تفاله ۸۰°C است که در این دما، زمان خشک‌شدن ۳۶ ساعت است و کیفیت نمونه‌ها نیز از سایر نمونه‌ها بهتر است. مشاهدات کیفی نمونه‌های خشک شده در جدول ۵ ارائه شده است. کیفیت ظاهری نمونه‌های خشک شده از لحاظ رنگ و بو به‌طریق چشمی و بویایی مورد بررسی قرار گرفته که نتایج حاکی از آن است که در دمای پایین، به‌دلیل بالا بودن زمان خشک‌شدن نمونه‌ها، تفاله‌ها در حال فاسد شدن هستند که از لحاظ بو و رنگ کیفیت آنها پائین آمده است. دمای بالای ۱۰۰°C نیز موجب سوختن تفاله شده که از لحاظ رنگ و بو کیفیت آن پائین آمده است.

جدول ۵. نتایج مشاهدات کیفی نمونه‌های تفاله خشک شده.

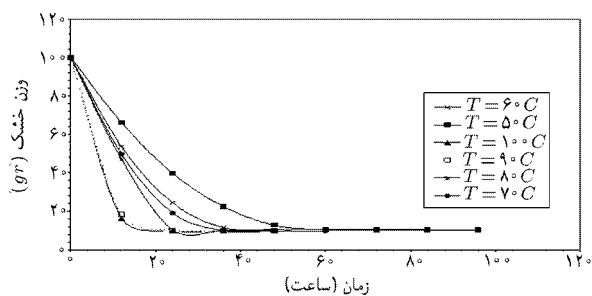
نمونه	دمای خشک شدن (°C)	کیفیت ظاهری از لحاظ رنگ و بو
۱	۵۰	نامناسب
۲	۶۰	نسبتاً خوب
۳	۷۰	خوب
۴	۸۰	بهترین
۵	۹۰	خوب
۶	۱۰۰	نامناسب

#### ۲.۳. مطالعات آماری فرایند خشک‌کردن نمونه‌ها

مطالعات خشک‌کردن نمونه‌های تفاله برگی در ۶ دمای مختلف (بین ۵۰-۱۰۰°C) انجام شد که نتایج در سه تکرار در جدول ۶ مشاهده می‌شود. کیفیت نمونه‌ها از لحاظ رنگ و بو، با اختصاص نمرات ۱-۴ (عدد ۱ برای کیفیت پائین و عدد ۴ برای کیفیت بالای نمونه) برای هر یک از آنها تعیین شده‌اند.



شکل ۲. تأثیر دما بر زمان خشک‌شدن تفاله چغندر قند برگی.



شکل ۳. تأثیر زمان و دما بر خشک شدن تفاله‌ی چغندر قند برگی.

می‌شود. در جدول ۸، میانگین نمرات کیفیت برای نمونه‌های مختلف چغندر قند در دماهای متفاوت مقایسه شده است.

با مقایسه‌ی جدول ۵ تا ۸ مشخص می‌شود که بین تیمارهای حرارتی از نظر کیفیت رنگ و بو اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد وجود دارد. آزمون مقایسه‌ی میانگین‌های کیفیت نشان می‌دهد که تیمار  $80^{\circ}\text{C}$  بهترین کیفیت نمونه‌های خشک شده و تیمار  $100^{\circ}\text{C}$  کم‌ترین کیفیت را تولید کرده است. بین تیمارهای با نمره کیفیت مشابه یعنی  $90$  و  $70$ ،  $60$  و  $50$  و حتی  $100$  درجه سانتی‌گراد، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند.

## نتیجه‌گیری

تفاله‌ی چغندر قند از جمله ضایعات کارخانجات قند از چغندر قند است. آمار سطح زیر کشت چغندر قند، بین سال‌های  $1370$  تا  $1384$ ، در حد میانگین  $187$  هزار هکتار بوده است و میزان تولید چغندر قند به‌طور میانگین  $26/5$  تن در هکتار برآورد شده است؛ یعنی به‌طور متوسط در هر سال ۵ میلیون تن چغندر تولید شده است.

میزان تولید تفاله‌ی چغندر قند نیز از سال  $70$  تا سال  $81$  ر به افزایش بوده و در سال  $1381$  به  $240000$  تن رسیده است. تفاله‌ها به‌صورت خلالی یا برگری تولید می‌شوند که ممکن است به‌صورت تر یا خشک، و یا به‌صورت انگشتی (فشنگی) پرس شود. نمونه‌های تر مطالعه شده از نوع برگری بودند که مطالعات خشک کردن در مورد آنها انجام شد.

خشک کن مورد استفاده از نوع سینی‌دار با هوای داغ بود. نمونه‌ها در  $6$  دمای مختلف  $50-100$  درجه سانتی‌گراد خشک شدند. دمای بهینه‌ی  $80$  درجه سانتی‌گراد در تولید تفاله‌ی برگری حاصل شد که نمونه‌های خشک‌شده در این دما از کیفیت بالایی برخوردار بودند، همچنین مطالعات آماری انجام شده در مورد خشک کردن نمونه‌ها حاکی از اختلاف معنی‌داری بین نمونه‌ها در سطح  $1$  درصد بود.

جدول ۶. نمرات کیفیت نمونه‌ها برای سه تکرار.

دما $^{\circ}\text{C}$	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰
تکرار ۱	۱/۱	۲	۳	۴	۳	۱
تکرار ۲	۱	۲	۲/۷	۳/۹	۲/۹	۱/۹
تکرار ۳	۱/۲	۱/۸	۲/۹	۳/۸	۲/۸	۱/۱

جدول ۷. تجزیه‌ی واریانس، و تأثیر تیمار حرارتی بر کیفیت نمونه‌های تفاله چغندر قند.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین واریانس
تیمار (درجه حرارت $^{\circ}\text{C}$ )	۵	$30/15^{**}$
خطا	۱۲	$0/268$
کل	۱۷	

\*\* معنی‌دار در سطح یک درصد

جدول ۸. مقایسه میانگین‌ها.

دما (تیمار $^{\circ}\text{C}$ )	نمره کیفیت	نمره مقایسه کیفیت *
$80$	$3/9$	a
$90$	$2/9$	b
$70$	$2/86$	b
$60$	$1/93$	c
$50$	$1/76$	c
$100$	$1/1$	d

\* میانگین‌هایی که حرف یکسانی دارند از نظر آماری در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

نتیجه‌ی تجزیه واریانس و آزمون مقایسه‌ی میانگین‌های کیفیت رنگ براساس طرح کاملاً تصادفی و آزمون دانکن تعیین شده است، که نتایج در جدول ۷ مشاهده

## منابع

- Iran sugar factory association Technology of Sugar Production from beet and sugar refining 1 (1983).
- http. www.fao.org
- Thesis of sugar formation from beet, Tir lumont Rsearch Center edition / Iran sugar factory association, (32) 1 (1984).
- Babaienejad, M., Tajrishi, M., Abrishamchi, A., "Evaluation & Water utilization reduction in the Isfahan" Sugar Factory, J. water and wastewater (43), pp.17-27, (2002).

- Pahlavanzadeh, H., Drying-Principle-application and Design - Tarbiat Modares university edition (1998).
- Kook, Day, Translators: professors Research Institut for Rearrangement and seed Production From beet Sugar beat sugar from Science to Action Edition Agricultural Science (1998).
- Buchlolz, F. L., Garaham, A. T., Modern superadsorbent, Polymer Technology, Wiley, VCH, New York, pp. 70-90 (1998).
- Saridough Dashti, M., "Determination of food value for sugar beet wast, evaluated by fungi" MSC Thesis (2001).