

عنوان ارائه: 

## تولید سوخت های زیستی با استفاده از ضایعات مواد غذایی

ارائه دهنده: 

نازنین نیکخوی

استاد راهنما: 

سرکار خانم دکتر پرنیان پزشکی

۱۴۰۲ / ۰۳ / ۲۳ 





## تعریف سوخت و اهمیت آن در زندگی

به هر ماده ای گفته می شود که در اثر تغییرات شیمیایی تولید انرژی می کند که بعدا می تواند تبدیل به انرژی مکانیکی شود.



غیرممکن

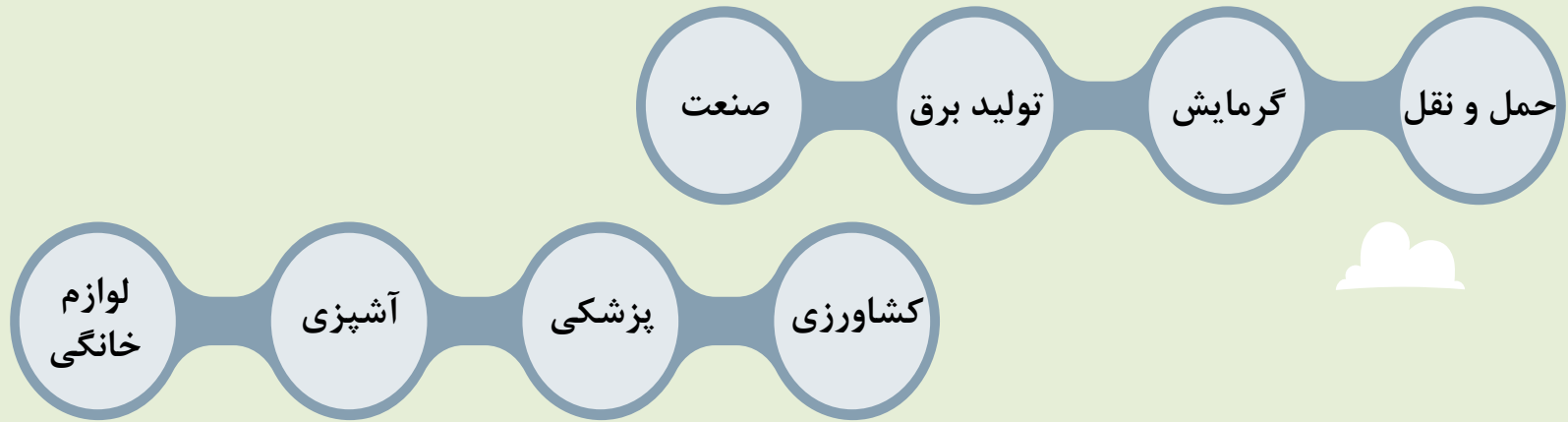
تامین انرژی

حفظ راحتی و رفاه

فعالیت های روزمره

بدون سوخت

# کاربردهای سوخت



## انواع سوخت

Fossil fuels

• از مواد آلی قدیمی و فسیلی استخراج شده است

Biofuels

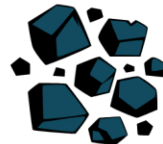
• از منابع زنده ای مانند گیاهان، حیوانات و میکروبهها به دست می آید.

## Types of Fossil Fuels

> Oil



> Coal



> Natural Gas



## اثر گلخانه ای



- CO2
- CH4
- NOX
- SO2

## معایب سوخت فسیلی



آب شدن یخچالها



افزایش دمای زمین

# کاهش اثر گلخانه ای



مزایای سوخت  
زیستی

قیمت



امنیت



# مقایسه سوخت زیستی و سوخت فسیلی

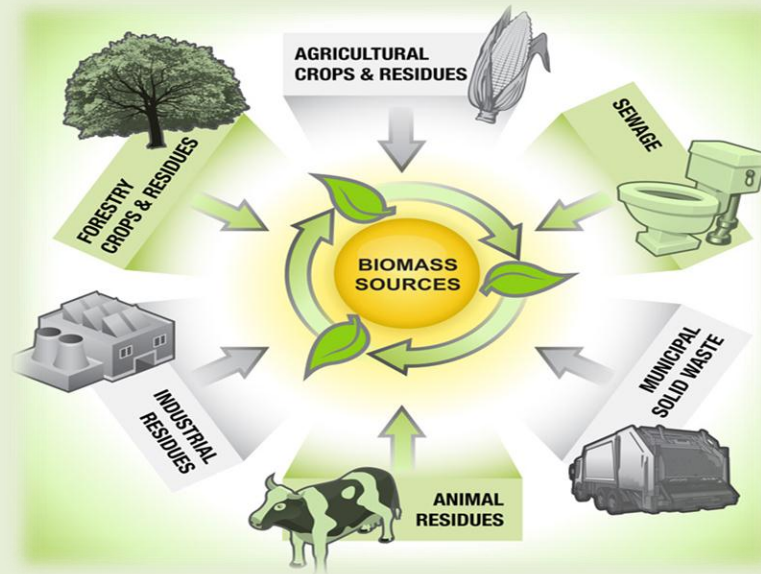
سوخت فسیلی	سوخت زیستی	مشخصه
تجدید ناپذیر	تجدید پذیر	نوع
موجوداتی که میلیونها سال پیش مرده اند.	گیاهان، حیوانات، میکروارگانیسم ها و ضایعات	منبع
سمی	غیر سمی	تأثیر بر سلامت
رو به کاهش	در حال رشد	وضعیت صنعت

جدول ۱ - مقایسه سوخت زیستی و فسیلی



# تعریف زیست توده (Biomass)

" اجزای قابل تجزیه شدن زیستی از محصولات، پسماندها و مواد زائد کشاورزی، جنگلها و صنایع وابسته و مواد زائد صنعتی و شهری قابل تجزیه "



شکل ۲ - منابع زیست توده



# What are biofuels made of?

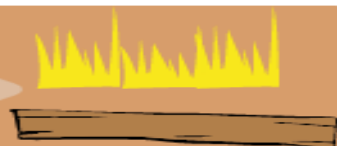
**First  
Generation**

**Food-related  
sources**



**Second  
Generation**

**Non-food  
sources**



**Third  
Generation**

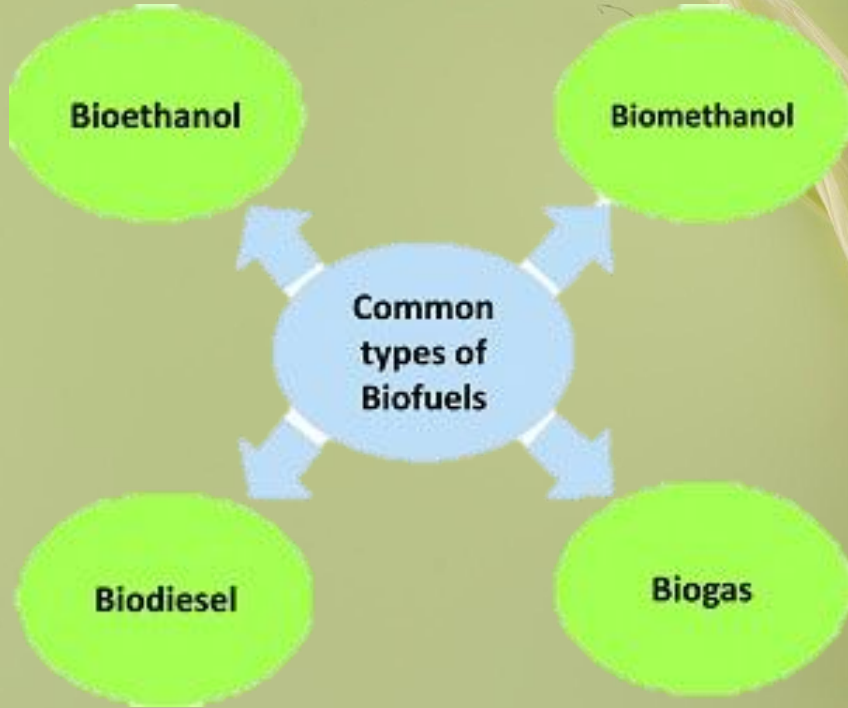
**Algae**



**Fourth  
Generation**

**Other  
sources**





## ضایعات مواد غذایی

- صنعت مواد غذایی یکی از هفت صنعت پرمصرف انرژی محسوب میشود.
- در این صنعت علاوه بر مصرف بالای انرژی، میزان زیادی ضایعات جامد و مایع نیز تولید میگردد.
- بیواتانول، بیودیزل، بیوگاز، گاز سنتزی، بخار و الکتریسیته
- ۹۶-۹۲ درصد بیواتانول از تخمیر ضایعات مواد غذایی به دست می آید.

# GLOBAL FOOD WASTE MANAGEMENT MARKET OVERVIEW



## KEY PLAYERS

- Veolia Environnement
- Waste Management, Inc.
- Remondis SE & Co. KG
- Clean Harbors, Inc.
- Republic Services, Inc.
- FCC Environment Ltd.
- Stericycle, Inc.
- Others

**MARKET SIZE**  
**2021**  
**39,547 (USD Million)**  
**5.7% CAGR**  
**(2022-2030)**

## MARKET BY REGION

2021



## Food Waste Management Market

2018-2030 (USD Million)



## DRIVERS

- ☛ The continuing increase in global food waste
- ☛ Rising demand for reducing greenhouse gas emissions

## RESTRAINTS

- ☛ Environmental harmful landfill and incineration procedures
- ☛ High production process costs

Source: [www.acumenresearchandconsulting.com](http://www.acumenresearchandconsulting.com)

# اتانول چیست؟

■ اتانول یا الکل اتیلیک ساده ترین عضو خانواده الکل های اولیه

پتروشیمیایی : اتانول شیمیایی

■ روش تولید اتانول

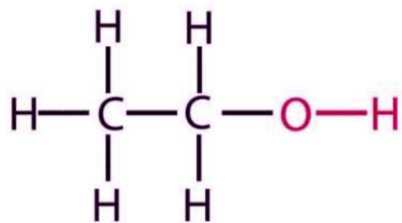
بیوتکنولوژی (تخمیر) : بیواتانول

■ تفاوت اتانول شیمیایی و بیواتانول: اولی سوختی تجدیدناپذیر با

منشا فسیلی است اما دومی سوختی تجدیدپذیر با منشا غیرفسیلی است.

■ ۹۰ درصد اتانول تولیدی در جهان ← بیواتانول

## Ethanol



Structural  
formula



Molecular  
formula

شکل ۴ - فرمول مولکولی و شیمیایی اتانول



## تاریخچه بیواتانول به عنوان سوخت



- اولین خودروهای مجهز به موتور احتراق داخلی
- بازگشت از اواخر دهه ۱۹۸۰ و اوایل دهه ۱۹۹۰ میلادی
- امروزه تولید و مصرف بیواتانول سوختی ← ۱۰۰ میلیارد لیتر در سال

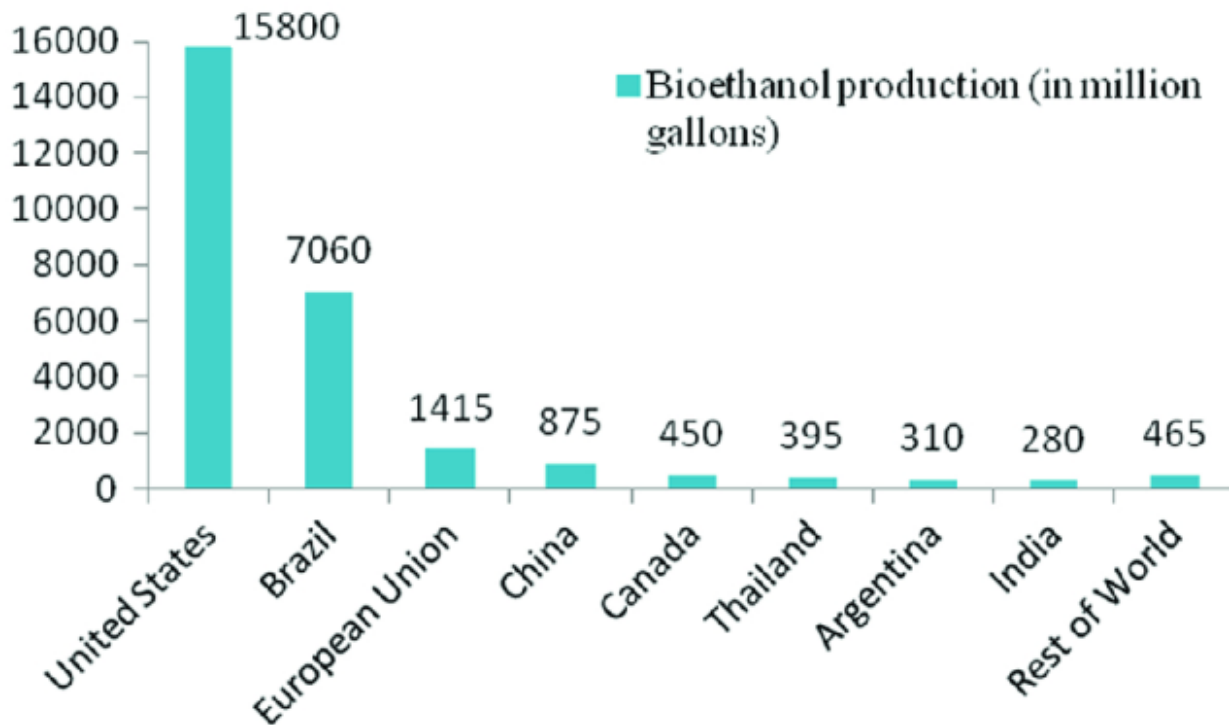
## BIOFUELS MARKET SIZE, 2020 TO 2030 (USD BILLION)



شکل ۵ - درآمد سالانه بازار سوخت های زیستی (۲۰۲۰-۲۰۳۰)



## Global Status of Bioethanol production in 2017 (Country Wise)



شکل ۶ - وضعیت تولید بیواتانول در سال ۲۰۱۷

# تولید اتانول زیستی از ضایعات نان



# مراحل تخمیر

Up stream



آماده سازی سوپسترا و  
انتخاب میکروارگانیسم

Up stream



هیدرولیز آنزیمی

Main stream



تخمیر

Down stream



خالص سازی

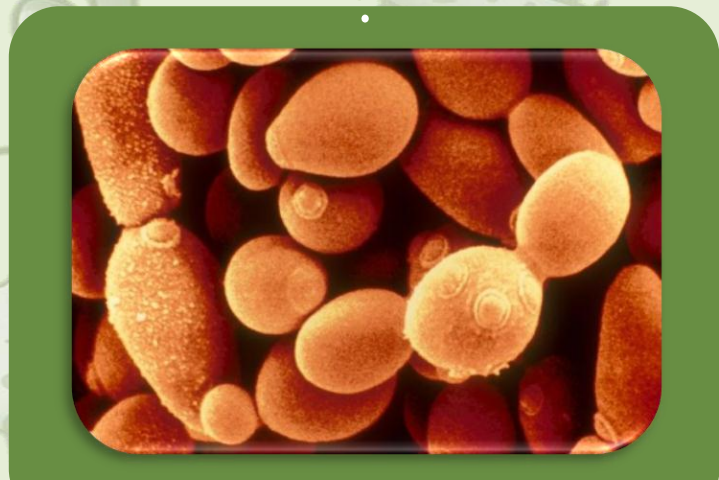
1

Up stream



## انتخاب میکروارگانیسم

باکتری	قارچ
<i>Escherichia coli</i>	<i>Aspergillus niger</i>
<i>Zymomonas mobilis</i>	<i>Rhizopus oryzae</i>
<i>Clostridium</i>	<i>Candida utilis</i>
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>



# Saccharomyces cerevisiae

## مخمر ساکارومایسی سرویسیه

- مخمر نان
- تک سلولی
- بی هوازی اختیاری
- ارگانایسم ایمن (GRAS)
- کاربرد در تخمیر الکلی خمیر نان و آجرو و دیگر منابع کربوهیدراتی
- قند ← الکل + دی اکسید کربن
- مزیت عمده این مخمر : مصرف طیف وسیعی از مواد اولیه نظیر گلوکز، مالتوز، فروکتوز و ساکارز.



## انواع سوبسترای مصرفی مخمر

ترکیبات قند دار	ترکیبات نشاسته دار	ترکیبات سلولزی
ملاس نیشکر	غلات (گندم - ذرت)	چوب
ملاس چغندر قند	سیب زمینی	پسماند کشاورزی
میوه و سر درختی ها	برنج	ضایعات جنگل ها
خرما	دیگر محصولات ریشه ای	زباله های جامد شهری
هندوانه	<b>ضایعات نان</b>	کاغذ بازیافتی

■ مواد اولیه قند دار معمولاً به طور مستقیم توسط میکروارگانیسم ها به اتانول تبدیل می شوند، در حالی که نشاسته و سلولز ابتدا باید هیدرولیز شده و به قند تبدیل گردند و سپس در فرآیند تخمیر تبدیل به اتانول شوند.

## ضایعات نان

- تولید بخش اعظم این ضایعات در مرحله مصرف.
- قابلیت محدودی برای پردازش مجدد در صنایع غذایی
- آفلاتوکسین ها ترکیبات بسیار سمی
- نان به علت داشتن pH نزدیک به pH مخمر، بیشترین تولید اتانول زیستی را دارد.







۹/۳

سالانه حدود ۹/۳ میلیون تن نان در ایران مصرف می شود.

۶۰۰

هدررفت سرمایه های ملی از ضایعات نان رقمی حدود ۶۰۰ میلیون دلار در سال برآورد می شود.

۳۰-۱۰ %

از این مقدار نان ۱۰ تا ۳۰ درصد به دورریز و ضایعات تبدیل می شود.



## آماده سازی مواد اولیه

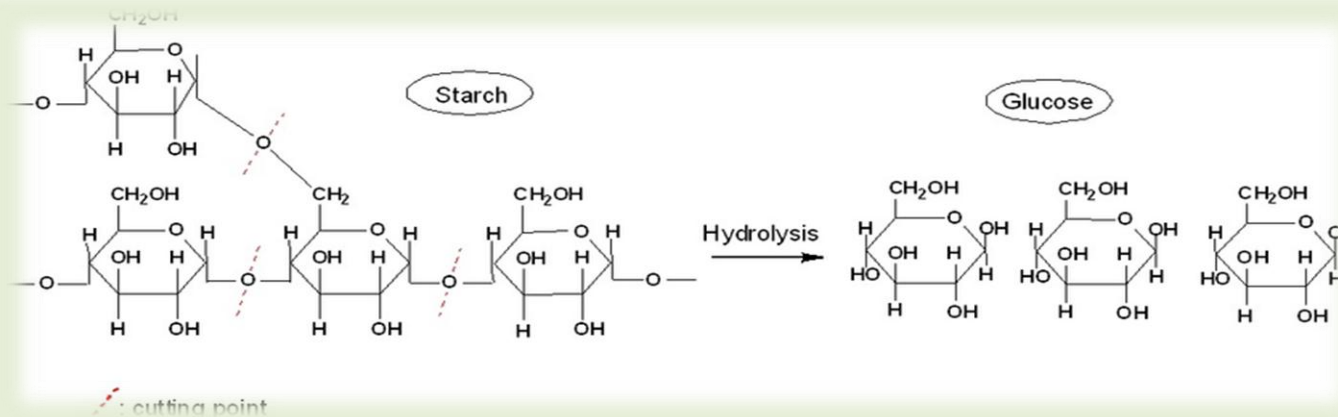
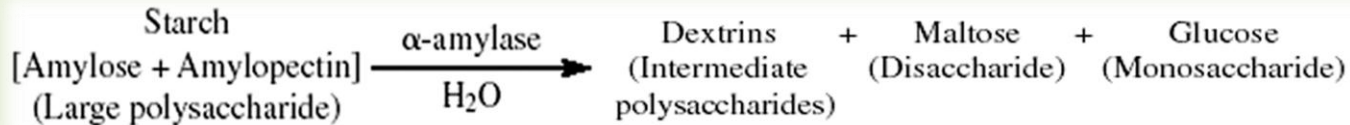


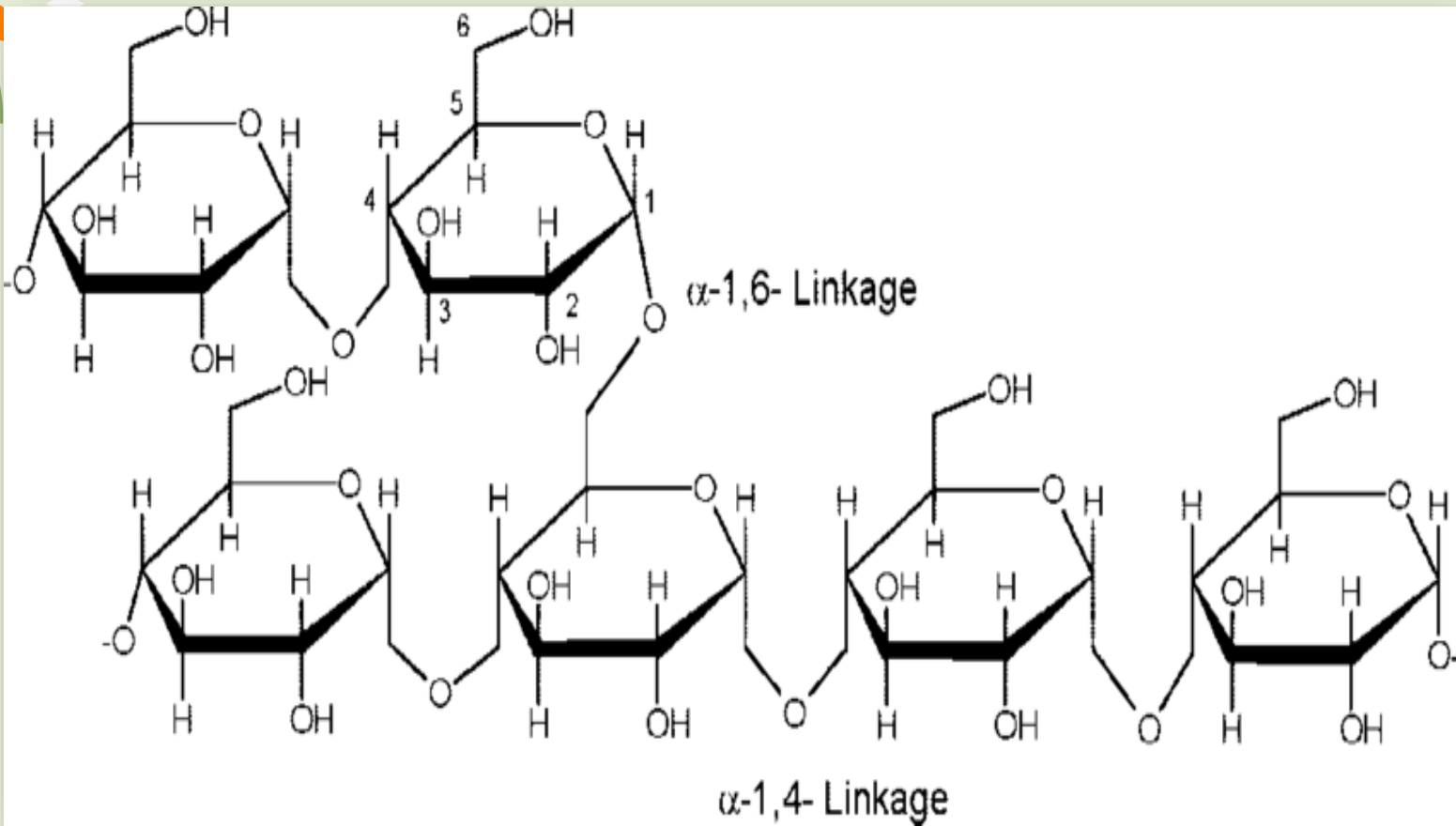
شکل ۷ - نوعی الک دستی

- 1) خرد کردن ضایعات نان به وسیله آسیاب
- 2) غربال اندازه ذرات با عبور از الک
- 3) رقیق کردن مواد در آب
- 4) پختن مخلوط به منظور حل نشاسته در آب

# هیدرولیز آنزیمی

- ❖ ساکارومایسس سرویسیه، فاقد آنزیم های تجزیه کننده نشاسته بوده و در نتیجه قادر به تخمیر آن نمی باشد.
- ❖ مولکول نشاسته : آمیلوز و آمیلوپکتین.
- ❖ هردو با استفاده از آنزیم آمیلاز و گلوکوآمیلاز هیدرولیز شده و دکسترین، مالتوز و گلوکز به صورت زیر تولید می گردد:





شکل ۸ - شکل ساختاری دکستروزین

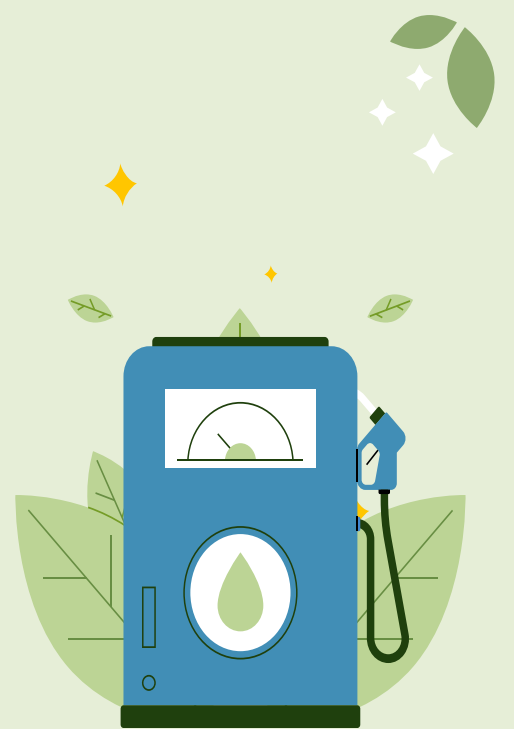
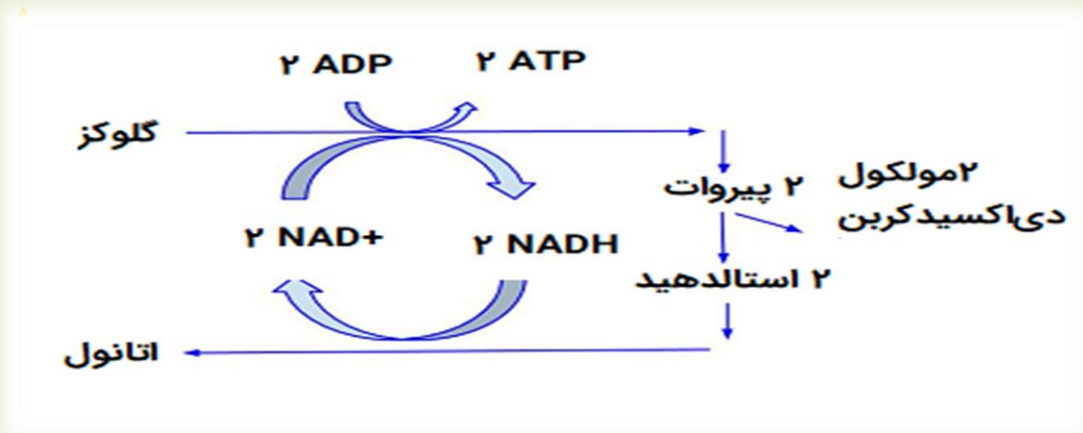
2

# Main stream



# تخمیر چیست؟

- ❖ اتانول توسط فرایند تخمیر از متابولیسم گلوکز توسط گونه مخصوصی از مخمرها در غیاب  $\text{O}_2$  کسیتزن تولید می شود و در پایان فرایند تخمیر غلظت اتانول را با تقطیر بالا می برند.
- ❖ در تخمیر اتانول، یک مولکول گلوکز به دو مولکول اتانول و دو مولکول دی اکسید کربن تبدیل می شود.



شکل ۹ - تخمیر الکلی گلوکز به اتانول

## شرایط تخمیر

1

بی هوازی

2

Continues

3

Submerged

# سوپسترای تخمیر



## منبع کربن

گلوکز، گزیلوز، فروکتوز، مالتوز، ساکارز، ریبوز، گالاکتوز، مانوز و آرابینوز



## زمان

بهترین زمان برای تولید اتانول، ۲۴ تا ۴۸ ساعت است.



## منبع نیتروژن

عصاره مخمر، پپتون، سیستئین، سولفات آمونیوم، آلانین، آرژنین و تریپتوفان



## pH

pH بهینه: ۴/۵ تا ۵/۵  
حفظ pH با استفاده NaOH ۵ مولار



## دما

بهترین دما برای تولید اتانول، ۳۰ تا ۳۵ درجه سانتی گراد است.



## تقویت کننده رشد

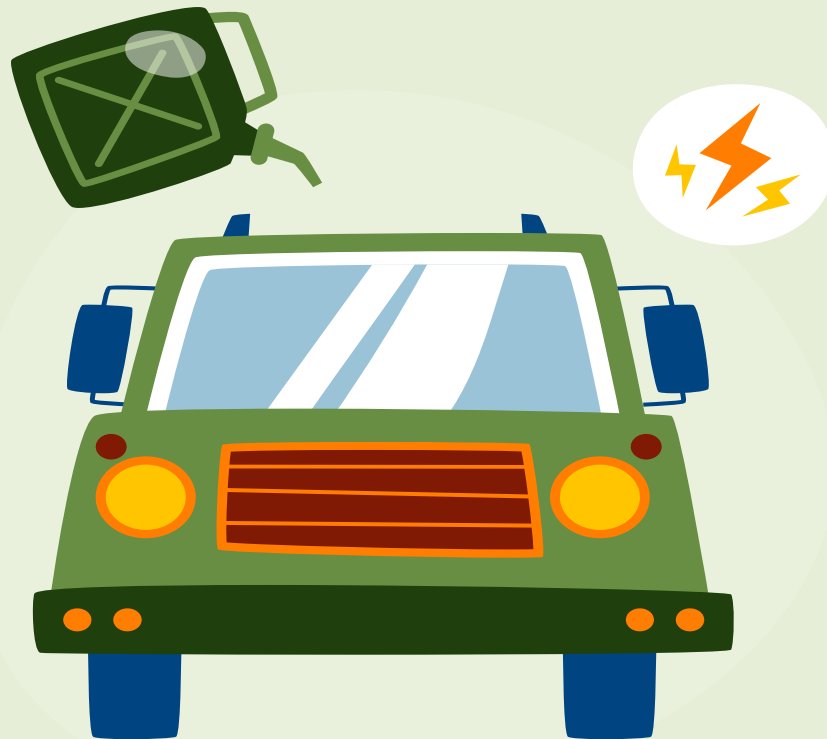
مواد معدنی و ویتامین های گروه B مانند تیامین، ریبوفلاوین و نیاسین



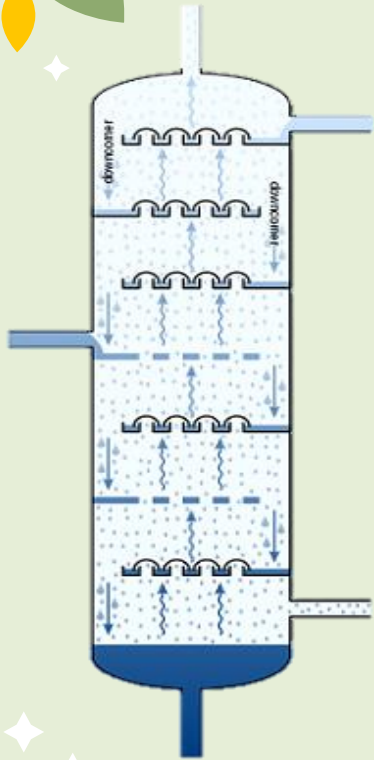


3

Down stream



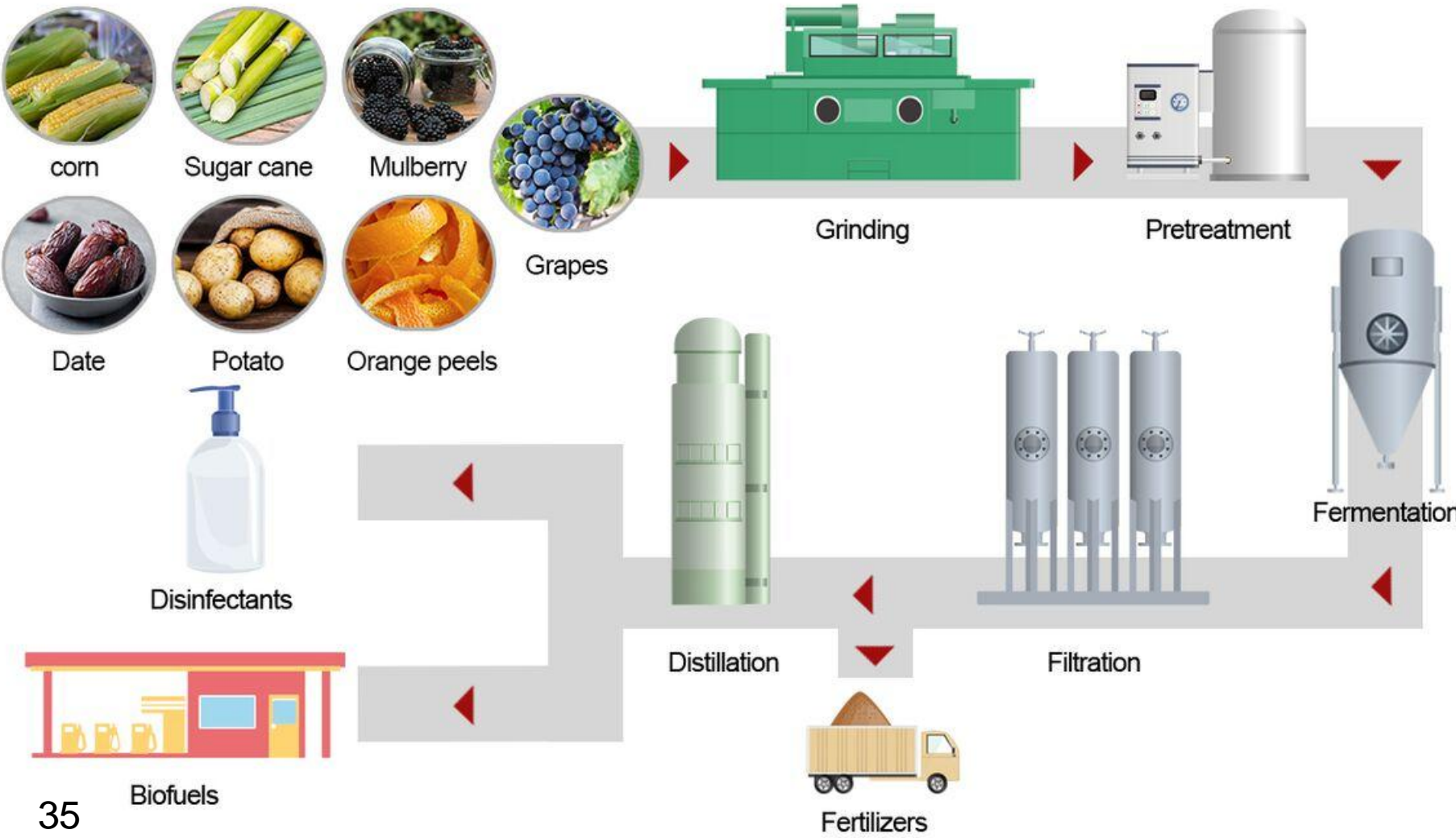
# Down stream شامل ۳ مرحله است:



1. جداسازی سلول های مخمر.

2. جداسازی بیواتانول.

3. خالص سازی بیواتانول.

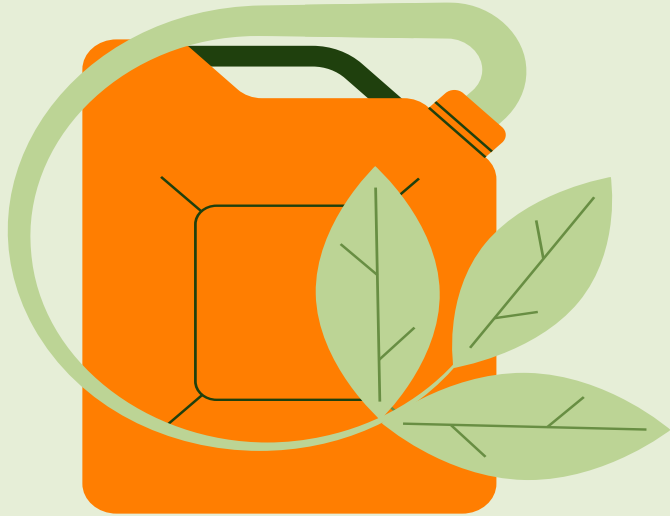


# نتیجه گیری

- تولید بیواتانول از نشاسته می تواند به کاهش آلودگی محیط زیست، ایجاد اشتغال و کاهش وابستگی به منابع انرژی خارجی کمک کند و جایگزین سوخت های فسیلی شود اما بزرگترین نگرانی این فرآیند هزینه آن است و برای استفاده صنعتی تعادل بین هزینه و اثربخشی بسیار مهم است.

# Resources

- Tse, T.J.; Wiens, D.J.; Reaney, M.J.T. Production of Bioethanol—A Review of Factors Affecting Ethanol Yield. *Fermentation* 2021, 7, 268.
- Shinnosuke onuki . Bioethanol : Industrial production process and recent studies
- Nathaly Ayala Ruíz1; Dionisio Humberto Malagón Romero1 Semillero Energía Termofluidos – Grupo de Investigación GEAMEC, Universidad Santo Tomás – Bogotá . Thermo-economic evaluation of a banana waste pyrolysis plant for biofuel production.
- زهره دیدار . تولید انرژی های تجدیدپذیر از پسماندهای ناشی از تولید و فراوری مواد غذایی . فصلنامه انسان و محیط زیست شماره ۴۴ . ۱۳۹۵
- سمانه ترابی . سیدرضا حسن بیگی . بهزاد ستاری و برات قبادیان . تولید اتانول زیستی از ضایعات نان با هیدرولیز آنزیمی و تخمیر با مخمر ساکارومایسس سرویسیه . تحقیقات سامانه ها و مکانیزاسیون کشاورزی / جلد ۲۱ / شماره ۷۵ / پاییز ۱۳۹۹
- محمد علی گرجی . ایرج نحوی و گیتی امتیازی . بررسی روش های مختلف هیدرولیز و تخمیر نشاسته برای تولید اتانول . چهارمین همایش ملی بیوتکنولوژی جمهوری اسلامی ایران . مرداد ۱۳۸۴



**ممنون از توجه شما...**

