

بسم الله الرحمن الرحيم



فرآوری جامدات زیستی با استفاده از فرآیند پیرولیز در تصفیه خانه فاضلاب غرب تهران **Biosolids processing using the pyrolysis process at the West Tehran WWTP**

ارائه دهندگان:

رضا براتی و محمد قاسمیان

Presented by:

Reza Barati & Momammad Ghasemian





فهرست مطالب



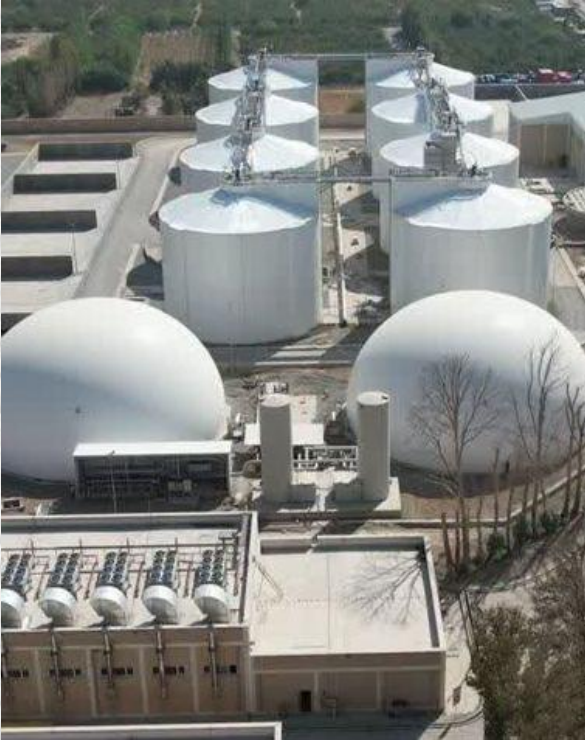
Table of Contents

- آشنایی با شرکت فاضلاب
- Introduction to the Tehran Sewerage Company
- معرفی تصفیه خانه غرب تهران
- Introduction to the West Tehran Treatment Plant
- مدیریت لجن و خوراک های قابل پیرولیز
- Sludge management and pyrolysis-suitable feedstocks
- معایب روش های سنتی دفع لجن
- Disadvantages of traditional sludge disposal methods
- کاربرد های پیرولیز
- Applications of pyrolysis



آشنایی با شرکت فاضلاب تهران

Introduction to the Tehran Sewerage Company



- شرکت فاضلاب تهران مسئول جمع آوری، تصفیه و مدیریت فاضلاب در شهر تهران است. تمرکز این شرکت بر حفاظت از محیط زیست، بازچرخانی آب و مدیریت پایدار فاضلاب و لجن حاصل از فرآیند تصفیه است.
تصفیه خانه فاضلاب غرب تهران (فیروزبهرام) یکی از تأسیسات مهم تصفیه فاضلاب در غرب تهران است.
این مجموعه ظرفیت قابل توجهی برای توسعه راهکارهای پایدار مدیریت لجن و بازیابی منابع دارد

Tehran Sewerage Company (TSC) is Responsible for wastewater collection, treatment and management across Tehran.

Focused on environmental protection, water reuse and sustainable wastewater management.

West Tehran Wastewater Treatment Plant (Firouz Bahram) is a major wastewater treatment facility serving western Tehran.

Significant potential for sustainable sludge management and resource recovery.



پتانسیل های تصفیه خانه فاضلاب غرب تهران (فیروزبهرام)

زیرساخت بزرگ مقیاس تصفیه فاضلاب شهری

Large-scale municipal wastewater treatment infrastructure with

برخوررداری از زیرساختهای مدیریت و آبگیری لجن

Established sludge handling and dewatering and thermal conversion facilities

بهره مندی از تیمهای فنی و عملیاتی مجرب

Established sludge handling and dewatering and thermal conversion facilities

امکان پایش مستمر کیفیت فاضلاب و لجن

Experienced technical and operational teams

ظرفیت بالقوه برای بازیابی انرژی و منابع

Continuous wastewater and sludge/biochar quality monitoring

امکان بررسی فناوریهای CHP و پیرولیز

Potential for energy and resource recovery via CHPs & Pyrolysis

توجه به الزامات محیط زیستی و توسعه پایدار

Strong focus on environmental compliance and sustainability

دفع بهداشتی لجن (Sanitary Landfilling)



سوزاندن مستقیم (Direct Incineration)



کمپوست سازی (Composting)



هضم بی هوازی (Anaerobic Digestion)



خوراک های قابل بررسی برای فرآیند پیرولیز

Potential Feedstocks for the Pyrolysis Process

❖ جامدات زیستی حاصل از تصفیه فاضلاب، بصورت مجزا و یا به همراه:

❖ Biosolids from wastewater treatment, separately or together with:

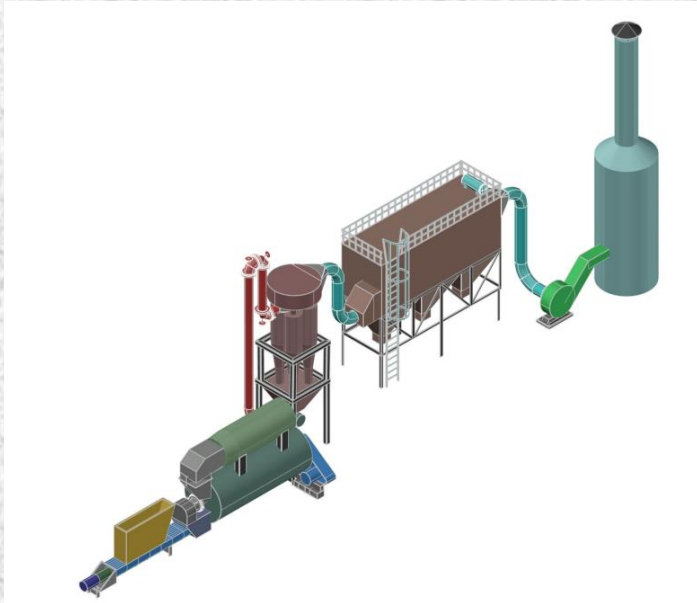
- پسماند چوبی (Woody waste)
- کاه و کلش (Straw and stubble)
- پوسته نارگیل (Coconut shell)
- پوسته هسته زیتون (Olive pit / Olive stone)
- زائدات صنایع غذایی قبل یا بعد از فرآیند کودایجسشن
(Food industry wastes before or after the co-digestion process)

معایب روشهای سنتی دفع لجن



- Limited space & high land use
- Leachate risk to soil/groundwater
- Methane emissions, odors, nuisance
- Very costly (energy intensive)
- Air pollution & toxic ash generation
- Public opposition

- نیاز به فضای زیاد و مصرف قابل توجه زمین
- ریسک ایجاد شیرابه و آلودگی خاک و آب زیرزمینی
- انتشار بو و گازهای گلخانه ای
- هزینه‌های قابل توجه حمل، دفع و مصرف انرژی
- در فرآیند سوزاندن: احتمال انتشار آلاینده‌های هوا و تولید خاکستر
- ایجاد نگرانی و مخالفت‌های اجتماعی در محل دفع



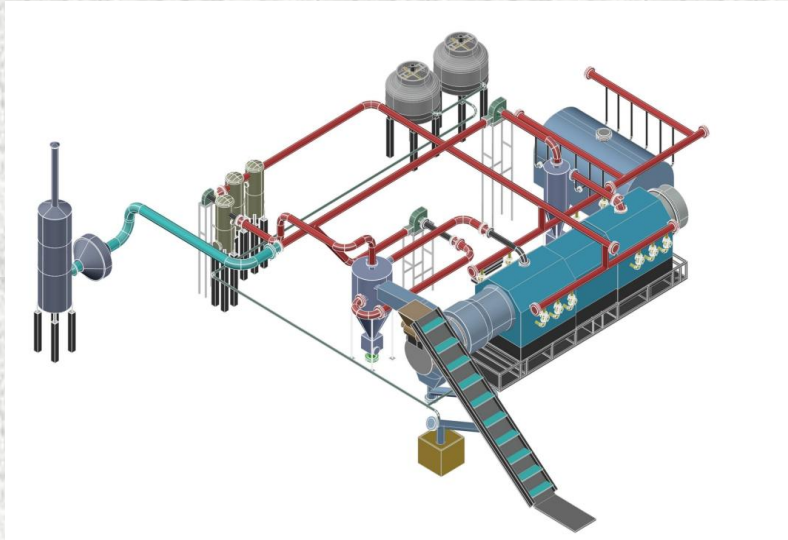
1

هدف از خشک کردن حرارتی، کاهش رطوبت لجن و آماده سازی آن برای ورود به فرآیندهای حرارتی مانند پیرولیز است.
در نسخه اولیه، محدوده دمایی ۳۰۰ تا ۶۰۰ درجه سانتیگراد برای این مرحله ذکر شده است.
با توجه به نوع فناوری خشک کن، ویژگیهای خوراک و تراز انرژی، دمای واقعی فرآیند باید در مرحله طراحی مهندسی تعیین و تأیید شود

1

Drying Stage

In the drying stage, raw materials are heated to temperatures of around 300°C to 600°C to evaporate both internal and external moisture. This is a physical process with no chemical changes, and the structure of the materials remains unchanged.



2

در فرآیند پیرولیز، خوراک در شرایط کمبود یا عدم حضور اکسیژن تحت فرآیند تجزیه حرارتی قرار می گیرد. در نسخه اولیه، محدوده دمایی ۳۰۰ تا ۵۰۰ درجه سانتیگراد برای پیرولیز ذکر شده است.

- محصولات اصلی فرآیند می توانند شامل موارد زیر باشند:

۱- گاز پیرولیز CO , CO_2 , H_2 , CH_4

۲- محصول جامد کربنی

۳- محصول مایع

2

Pyrolysis stage

In the pyrolysis stage, the temperature rises to between 300°C and 500°C , depending on the feedstock. The raw materials begin to thermally decompose, releasing gases as chemical reactions alter their composition. The main products of pyrolysis are gases such as CO , CO_2 , H_2 , CH_4 , and other volatile compounds.

کاربرد های پیرولیز Applications of Pyrolysis

فرآیند پیرولیز گامی است در مسیر تبدیل پسماندهای آلی به محصولات با ارزش افزوده و انرژی قابل بازیابی

The Pyrolysis process is a step toward converting organic wastes into value-added products and recoverable energy.



بازیافت پوست نارگیل
Coconut Shell Recycling



بازیافت پوست زیتون
Olive Shell Recycling

محصول جامد: بیوچار (Biochar)

بیوچار یک محصول جامد غنی از کربن است که در فرآیند پیرولیز تشکیل میشود.

ویژگیهای کلیدی

- ۱- پایداری نسبی کربن
 - ۲- قابلیت استفاده در برخی کاربردهای بهبود خاک
 - ۳- ظرفیت بالقوه برای ذخیره و تثبیت کربن
 - ۴- امکان استفاده در برخی کاربردهای صنعتی
- نکته:** کاربرد نهایی بیوچار حاصل از لجن فاضلاب باید بر اساس کیفیت محصول و الزامات محیط زیستی و بهداشتی تعیین شود

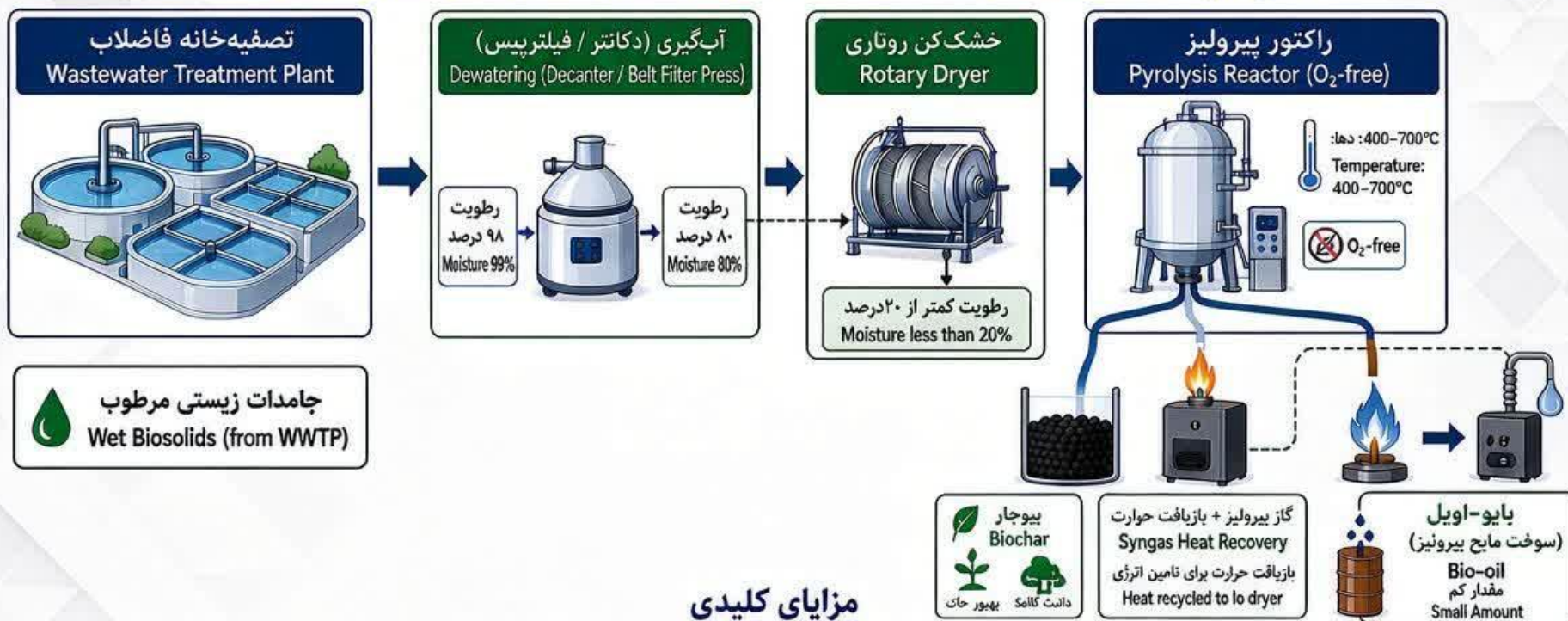
Biochar is a carbon-rich solid product formed during pyrolysis.

Key Characteristics:

- High stability
- Used for soil improvement
- Carbon sequestration
- Industrial applications

تولید بایوچار از جامدات زیستی تصفیه‌خانه فاضلاب از طریق پیرولیز

Biochar Production from Wastewater Treatment Plant Biosolids via Pyrolysis



مزایای کلیدی / Key Benefits





محصول مایع: بیو-اویل (Biofuel)

بیو-اویل محصول مایعی است که از ترکیبات آلی مختلف تشکیل شده و ترکیب آن به نوع خوراک و شرایط فرآیند پیرولیز وابسته است.

ویژگی های کلیدی

می تواند شامل آب، اسیدها، الکلها و سایر ترکیبات آلی باشد
امکان پالایش و فرآوری برای کاربردهای سوختی یا شیمیایی
قابلیت بالقوه برای بازیابی انرژی

امکان استفاده به عنوان خوراک برخی فرآیندهای شیمیایی پس از پالایش مناسب

Bio-oil is a liquid product containing various organic compounds.

Key Characteristics:

- Includes water, acids, alcohols
- Can be refined for use as fuel or chemicals
- Useful for energy production and chemical synthesis

مزایای محیط زیستی و اقتصادی Environmental and Economic Benefits



- ۱- کاهش حجم لجن و کاهش وابستگی به دفن یا سوزاندن
- ۲- تبدیل بخشی از پسماند به محصولات با ارزش افزوده
- ۳- امکان بازیابی انرژی از فرآیند
- ۴- کاهش بالقوه هزینه های حملونقل و دفع
- ۵- کمک به مدیریت پایدارتر پسماند
- ۶- امکان استفاده مجدد از منابع و کربن موجود در خوراک

1. Reduction in sludge volume and elimination of the need for landfilling or incineration.
2. Production of energy and valuable materials from sludge.
3. Reduction of pollutants and improvement in environmental quality.
4. Reduction in energy and transportation costs.



داده های آزمایشگاهی: ویژگی های لجن

Experimental Data: Sludge Characteristics

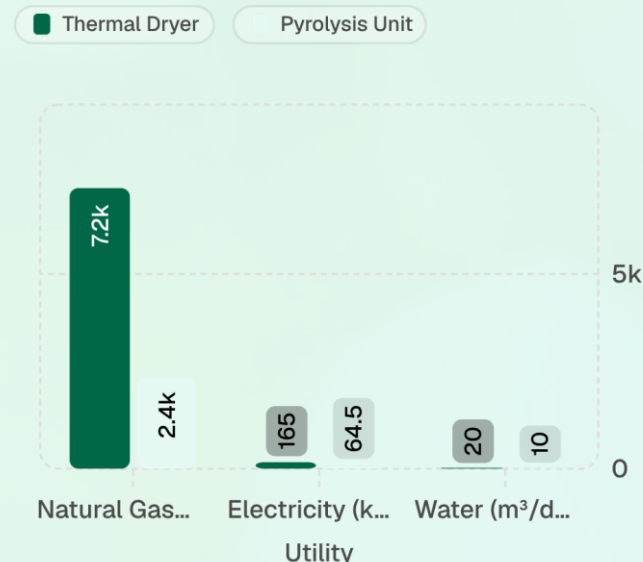


Feature	Raw Sludge	Dryer Output	Pyrolysis Output
Moisture (%)	73.1	35.9	1.0
Ash (%)	1.5	1.1	3.1
Fixed Carbon (FC%)	17.0	42.8	15.9
Volatile Matter (%)	94.3	79.2	23.1
pH	8.1	8.1	7.5
Electrical Conductivity (μS/cm)	2480.0	1302.0	713.0
Cation Exchange Capacity (meq/100g)	45.33	73.33	30.0
Phosphorus (mg/kg)	88160.0	78160.0	137580.0
Potassium (mg/kg)	720.0	880.0	1450.0
Ecotoxicity EC50 (48h)	19.5	33.3	87.5

نیاز انرژی و ظرفیت فرآیند

سناریو فرآیند: خشک کردن حرارتی و پیرولیز به صورت یکپارچه برای فرآوری ۱۰۰ تن در روز خوراک ورودی

نیاز روزانه (مقایسه)



جریان فرآیند

100 t/day Feedstock

Thermal Drying

20 t/day Dry Feed

Pyrolysis Unit

ظرفیت اسمی :

۱۰۰ تن در روز خوراک ورودی → ۲۰ تن در روز خوراک خشک برای پیرولیز

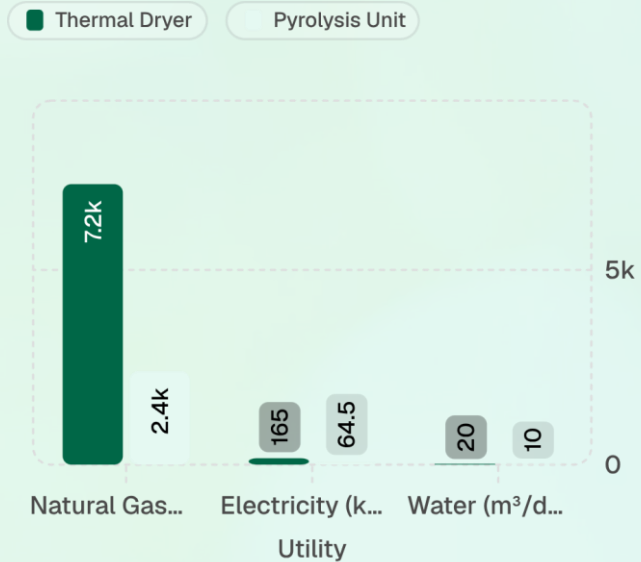
خشک کن حرارتی بخش مهمی از نیاز انرژی خارجی فرآیند را به خود اختصاص می دهد. استفاده مجدد از گاز پیرولیز میتواند بخشی از نیاز سوخت خارجی را تأمین کند. تراز کامل جرم، انرژی و آب باید در مرحله طراحی نهایی تأیید شود.



Energy Requirements and Process Capacity

Overview: Integrated thermal drying + pyrolysis treating 100 tons/day tons/day feedstock. Drying concentrates material to ~20 tons/day before before pyrolysis. High-level energy, water, and capacity summary for executive executive review.

Daily Utilities (Comparison)



Executive insight: Thermal dryer is the dominant external energy consumer; pyrolysis uses internal syngas to lower external demands.

Process Flow



Nominal capacity: **100 t/day** feedstock → **20 t/day** dry feed for pyrolysis. Thermal dryer drives primary energy demand; pyrolysis offsets fuel via syngas reuse.

خروجی محصولات پیرولیز و پتانسیل درآمد

Pyrolysis Product Output & Revenue Potential

Revenue Highlights (Daily)

روغن زیستی Bio-oil

$$7 \text{ t/day} \times \text{USD } 150/\text{t} = \text{USD } 1,050/\text{day}$$

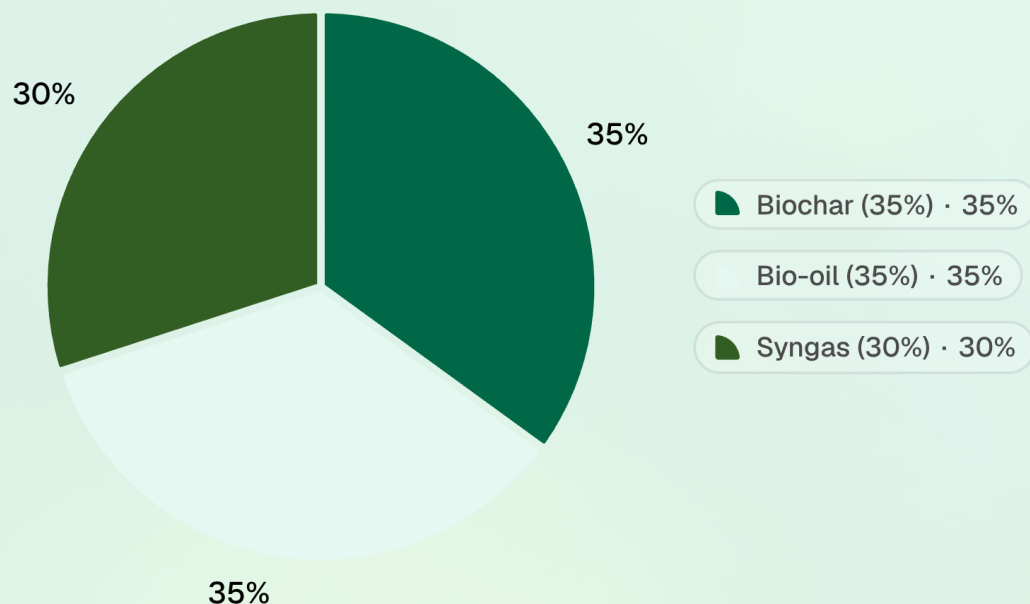
بیوچار (BIOCHAR)

$$7 \text{ t/day} \times \text{USD } 70/\text{t} = \text{USD } 490/\text{day}$$

مجموع درآمد مستقیم فرضی Total Direct Revenue

USD 1,540/day

نمودار دایروی محصول روزانه
Daily Product Split (20 t/day dry input)



میزان تولید محصولات و قیمت‌های فروش، مفروضات اولیه هستند و برای ارزیابی اقتصادی نهایی باید اعتبارسنجی شوند

Key point: Financials exclude syngas sales; internal energy recovery improves operating efficiency and reduces external fuel needs.

عملکرد اقتصادی و چشم انداز سرمایه گذاری

Economic Performance & Investment Outlook

جزئیات هزینه های جاری Operating Cost Breakdown

Labor نیروی انسانی
USD 6,000 / year

Spare Parts & Consumables قطعات یدکی
USD 36,000 / year

Total Opex کل هزینه
USD 42,000 / year

Top-line KPIs

 **Initial Investment** سرمایه گذاری اولیه
USD 1.2 Million

 **Operating Days** تعداد روز های کاری
240 days / year

 **Annual Gross Revenue** در آمد ناخالص سالانه
USD 369,600

 **Annual Operating Cost** هزینه های سالانه
USD 42,000

Investment Return Analysis (ROI) – Annual Net Income Based



Annual ROI = **27.3%**



Break-even Time ≈ **3.66 Years**

USD 327,600

Annual Net Profit

Gross revenue minus operating cost

27.3%

Annual ROI

(Net Profit ÷ Investment)

3.66 yrs

Estimated Payback

Approximate payback period

Investment Flow

Initial Investment

Annual Revenue

Operating Cost

Net Profit

هزینه عملیاتی ارائه اولیه بسیار محدود است و برای یک واحد با ظرفیت ۱۰۰ تن در روز باید با احتساب انرژی، تعمیرات، نیروی انسانی، مواد مصرفی، مدیریت باقیمانده ها و سایر هزینهها بازبینی شود.





Questions?



Thank you for your attention

