

# Application of Facultative Lagoon in Treatment of Vegetable Oil Effluent in Kerman

*Malakootian, M.(Ph.D), Kerman University of Medical Sciences  
Karami, A. (MSc.), Kerman Water and Wastewater Company*

## **Abstract**

Industrial and sanitary wastewaters are treated based on chemical and biological methods in Golnaz Vegetable Oil Plant. Previous investigations indicated that average BOD<sub>5</sub> in industrial and sanitary effluents were 400mg/l and 195mg/l respectively. As the BOD<sub>5</sub> standard in effluents is 100mg/l, the treatment was clearly insufficient. Therefore an aerated facultative lagoon facility was designed and installed.

After six months of operation, the average BOD<sub>5</sub> was found 35mg/l in final effluent which meets the standards and can be used safely for irrigation.

**Keywords:** Facultative lagoon, Reuse of wastewater, Vegetable oil factor

# بررسی استفاده از لاگون اختیاری به منظور بالا بردن راندمان تصفیه‌خانه فاضلاب کارخانه روغن نباتی گلناز کرمان

(دریافت ۸۰/۹/۱ پذیرش ۸۱/۲/۱)

محمد ملکوتیان \* اکبر کرمی \*\*

## چکیده

فاضلاب صنعتی و انسانی در کارخانه روغن نباتی گلناز کرمان به طور جداگانه با استفاده از روش‌های شیمیایی و بیولوژیک تصفیه می‌گردد. بررسی‌های انجام شده نشان داد که میانگین BOD پساب خروجی از تصفیه‌خانه شیمیایی (فاضلاب صنعتی) در سال ۱۳۷۸، ۱۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر و میانگین BOD پساب خروجی از تصفیه‌خانه فاضلاب انسانی در سال ۱۳۷۸، ۱۹۵ میلی‌گرم در لیتر بوده است. در مقایسه با ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر استاندارد مربوط به کاربرد پساب در کشاورزی ناکافی بودن عملکرد تصفیه‌خانه‌های مذکور به اثبات رسید. برای حل مشکل اقدام به طراحی و احداث سیستم تصفیه فاضلاب تکمیلی با استفاده از حوضچه‌های هوادهی و ایجاد لاگون اختیاری و نهایتاً حوضچه ته‌نشینی گردید. عملکرد و کارایی سیستم مذکور بعد از ۶ ماه بهره‌برداری نشان داد که میانگین BOD پساب خروجی نهایی در مدت ۶ ماهه پایانی سال ۷۹ به ۳۵ میلی‌گرم در لیتر رسیده است که در مقایسه با استاندارد تخلیه پساب برای مصارف کشاورزی از کارایی لازم برخوردار است. این سیستم هم اکنون در کارخانه مذکور با موفقیت در حال بهره‌برداری است و از پساب آن در مصارف مجاز کشاورزی استفاده می‌شود. واژه‌های کلیدی: لاگون اختیاری، استفاده مجدد از پساب، کارخانه روغن نباتی گلناز کرمان.

## مقدمه

عبور نور موجبات کندی عمل فتوسنتز را فراهم می‌آورد [۱۳، ۱۵]. تجزیه زیستی این مواد در منابع آب باعث تولید مواد جانبی نامطلوبی می‌گردد که خود آلودگی‌های ثانویه را در پی دارد. وجود مواد کلئیدی کدورت‌زا در آب، سطوح لازم برای جذب میکروارگانیسم‌های زیستی، مواد شیمیایی مضر، یا عوامل ایجاد کننده طعم و بوی نامطبوع را فراهم می‌آورد [۲، ۱۰]. گندزدایی آب‌های کدر به علل مختلف از جمله حفاظت میکروارگانیسم‌ها توسط جامدات معلق، عملی مشکل به شمار می‌رود [۲، ۱۲]. تجمع مواد روغنی و ذرات کدورت‌زا در بستر صافی‌ها، باعث گرفتگی صافی شده و ته‌نشینی آن‌ها در بستر رودخانه‌ها اثرات سویی بر اکوسیستم‌های آبی می‌گذارد [۱، ۶، ۱۴]. مشکلات فوق لزوم تصفیه فاضلاب این گونه صنایع را محرز نموده است.

کارخانه روغن نباتی گلناز در کرمان یکی از این نوع

تبدیل مواد خام و منابع به محصولات، با استفاده از فرایندهای مختلف در صنایع، به طور کامل انجام نمی‌گیرد و با تولید مواد حد واسطی همراه است که به صورت ضایعات وارد چرخه محیط زیست می‌گردد [۶، ۹]. در صورتی که این ضایعات تصفیه و بازیافت نشوند موجبات آلودگی محیط را فراهم می‌آورند. هر صنعت با توجه به فرایندی که در آن استفاده می‌شود آلاینده مخصوص به خود را دارد. صنایع تهیه روغن نباتی، یکی از این موارد است که با تولید مقادیر زیادی مواد روغنی و نشت مواد شیمیایی مصرفی، در روند فرایند صنعت، موجبات آلودگی منابع پذیرنده فاضلاب را فراهم می‌آورند [۱۵]. وجود روغن، صرف نظر از ایجاد منظره ناخوشایند، برای منابع آب، موجب افزایش نیاز کلر به آب در زمان تصفیه میکروبی شده و در نهایت باعث کاهش اثرگذاری کلر به عنوان یک ماده گندزدا می‌شود و یا با ایجاد اختلال در

\* استادیار گروه بهداشت محیط دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی کرمان  
\*\* کارشناس ارشد مسئول بهداشت و کنترل کیفی آب امور آب و فاضلاب استان کرمان



صنایع است که فاضلاب صنعتی و انسانی آن، به ترتیب با استفاده از روش‌های شیمیایی و بیولوژیک، به طور جداگانه تصفیه می‌گردد و پساب‌های حاصل به مصرف کشاورزی در محل کارخانه می‌رسد.

بررسی‌های اولیه دلالت بر ناکافی بودن راندمان تصفیه در هر دو روش تصفیه داشت. لذا به منظور ارتقای سطح تصفیه و استفاده مجدد و بهینه از پساب، بدون داشتن مخاطرات بهداشتی بررسی همه جانبه‌ای انجام شد. از آنجا که برکه‌های تثبیت و انواع لاگون‌ها در صور مختلف و طرح‌های متفاوت روش بسیار مطلوبی برای تصفیه اغلب فاضلاب‌ها می‌باشند، می‌توان از آن‌ها به صورت واحدهای ترکیبی، برای ذخیره و متعادل نمودن جریان پساب برای مصارف کشاورزی نیز استفاده نمود [۱]. از این رو با طراحی لاگون اختیاری و هدایت پساب تصفیه شده از دو واحد تصفیه‌خانه به آن چنین امکانی فراهم گردید.

کارخانه روغن نباتی گلناز کرمان، با ظرفیت سالانه ۳۶ هزار تن روغن نباتی جامد و مایع، در سال ۱۳۶۸ مورد بهره‌برداری قرار گرفته و میانگین فاضلاب صنعتی آن ۷۰۰ و فاضلاب انسانی آن ۲۰ مترمکعب در روز برآورد می‌گردد.

فاضلاب ناشی از فرایند کارخانه، با استفاده از روش‌های شیمیایی و فاضلاب انسانی، با استفاده از روش‌های بیولوژیک تصفیه می‌گردد و پساب حاصل از هر تصفیه‌خانه جداگانه به مصرف، کشاورزی در محل کارخانه می‌رسد.

#### مواد و روش‌ها

پارامترهای فیزیکی و شیمیایی فاضلاب ورودی و خروجی شامل BOD<sub>۵</sub>, COD, DO, pH و TSS طبق استاندارد متد سال ۱۹۹۸ اندازه‌گیری شد. پارامترهای مذکور از تصفیه شیمیایی (صنعتی) و بیولوژیک (انسانی) در کارخانه قبل از اجرای طرح به مدت یک سال انجام و هر ماه یک مرتبه از واحدهای فوق نمونه‌برداری و آزمایش انجام گرفته است.

نمونه‌برداری از نیمه دوم سال ۷۸ لغایت پایان نیمه اول سال ۷۹ به مدت ۱۲ ماه متوالی و از دو ناحیه، فاضلاب ورودی و پساب تصفیه شده فاضلاب‌های شیمیایی و

انسانی، تهیه و آنالیزها از جمله pH, DO, COD, BOD<sub>۵</sub> و TSS بر روی آن‌ها صورت گرفته است. هر ماه نیز از این دو ناحیه سه بار در زمان‌های دهم، بیستم و سی‌ام نمونه‌برداری انجام گرفته است که جمعاً ۷۲ مرتبه این آزمایش انجام شده است.

در نیمه دوم سال ۷۹، بعد از راه‌اندازی واحدهای مکمل، هر ماه به مانند نمونه‌گیری‌های حالت قبل، آزمایش‌های مشابه صورت گرفته است و نواحی مورد بررسی نیز که شامل لاگون اختیاری، حوضچه ته‌نشینی ثانویه، استخر هوادهی، لجن برگشتی و پساب تصفیه شده می‌باشند، جمعاً معادل ۹۰ بار مورد بهره‌برداری و آزمایش قرار گرفته‌اند. نتایج این آزمایش‌ها در جداول مربوطه به صورت میانگین ۶ ماهه ذکر شده است.

#### نتایج

در شکل ۱ دیاگرام جریان تصفیه فاضلاب صنعتی به روش شیمیایی و در شکل ۲، دیاگرام جریان تصفیه فاضلاب انسانی به روش بیولوژیک آمده است.

نتایج آزمایش‌ها انجام شده بر روی فاضلاب خام ورودی و پساب خروجی ناشی از تصفیه شیمیایی (فاضلاب صنعتی) و هم‌چنین تصفیه بیولوژیک (انسانی) کارخانه، به ترتیب در جدول‌های ۱ و ۲ آمده است.

نتایج بررسی فوق، نشان داد که روش‌های تصفیه فاضلاب صنعتی (شیمیایی) و انسانی (بیولوژیک) به کار گرفته شده در کارخانه مذکور، کارایی لازم از نظر انطباق کیفیت پساب با استانداردهای مصوب ایران، به منظور مصارف کشاورزی را ندارد.

برای اصلاح، اقدام به طراحی و ساخت واحدهای تصفیه تکمیلی (حوضچه هوادهی، لاگون اختیاری، حوضچه ته‌نشینی)، برای تصفیه توأم پساب حاصل از فاضلاب تصفیه‌خانه‌های مذکور (صنعتی و انسانی) گردید، که پارامترهای طراحی آن در جدول ۳ آمده است [۳، ۶، ۹، ۱۱].

در لاگون اختیاری تا ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر از سطح، هوادهی انجام، و تا عمق ۶۵ سانتی‌متری به صورت اختیاری، و از عمق ۶۵ به پایین محیط بی‌هوای طراحی گردید.

جدول ۱- میانگین سالیانه نتایج آزمایش‌ها مربوط به کیفیت فاضلاب ورودی و پساب خروجی از تصفیه فاضلاب صنعتی (شیمیایی) در کارخانه روغن نباتی گلناز کرمان در سال ۷۸ و مقایسه آن با استانداردهای مصوب ایران.

عامل	واحد	مقدار (میانگین سالانه)				استانداردهای خروجی پساب	
		ورودی فاضلاب خام	پساب تصفیه شده	خداکثر غلظت مجاز	مصارف کشاورزی	آب‌های سطحی	آب‌های زیرزمینی
pH	-	۳	۷/۲	۶-۸	۴-۹	۶-۸	۵-۹
DO	mg/lit	۴	۰/۴	۲	۲	۲	۲
BOD <sub>۵</sub>	mg/lit	۸۰۰	۴۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۲۰	۲۰
COD	mg/lit	۱۵۰۰	۷۰۰	۲۰۰	۲۰۰	۵۰	۵۰
TSS	mg/lit	-	۱۴۴	۱۰۰	۱۰۰	۳۰	۳۰

جدول ۲- میانگین سالیانه نتایج آزمایش‌ها مربوط به کیفیت فاضلاب ورودی و پساب خروجی ناشی از تصفیه فاضلاب انسانی (بیولوژیک) در کارخانه روغن نباتی گلناز کرمان در سال ۷۸ و مقایسه آن با استانداردهای مصوب ایران.

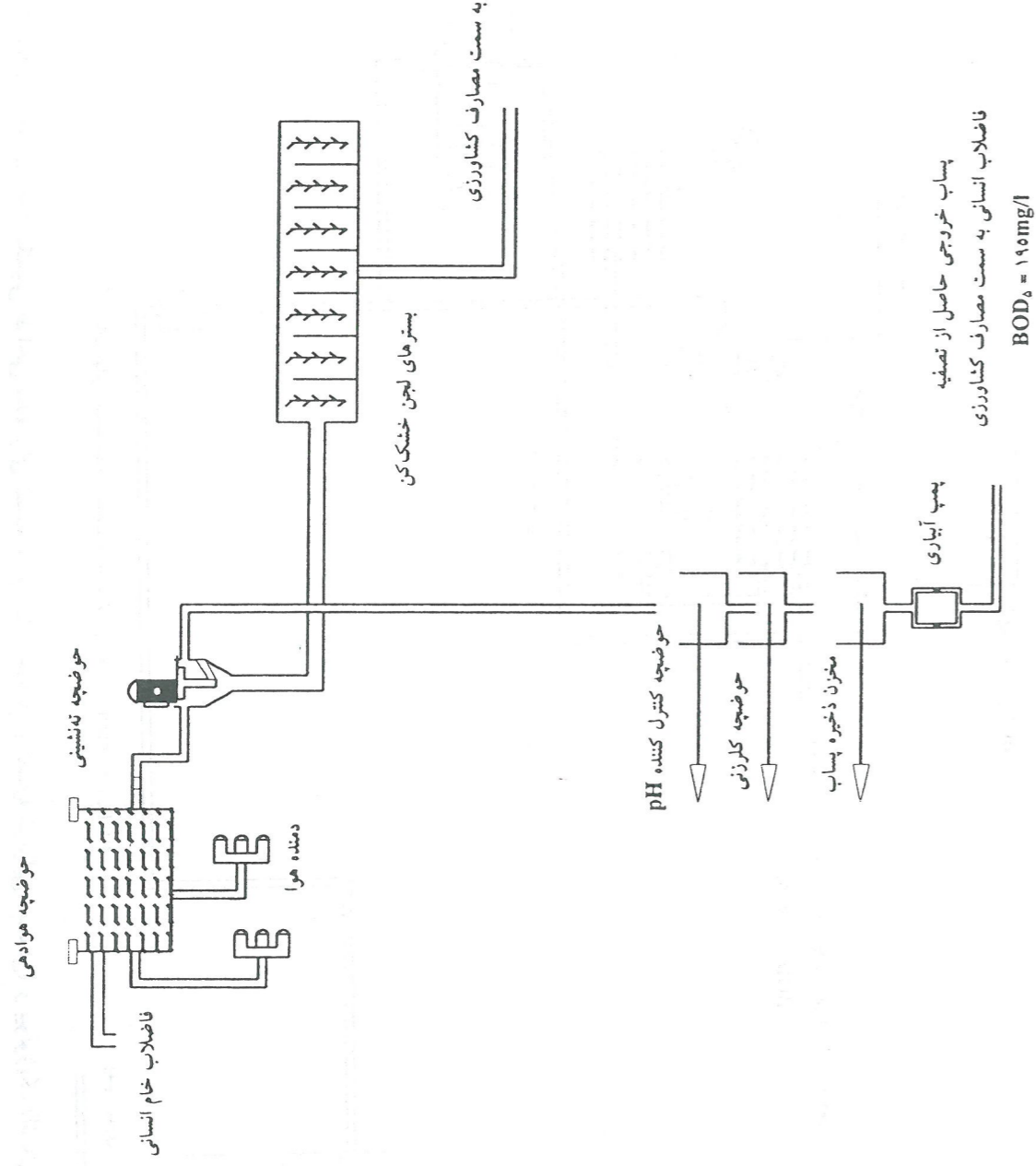
عامل	واحد	مقدار (میانگین سالانه)				استانداردهای خروجی پساب	
		ورودی فاضلاب خام	پساب تصفیه شده	خداکثر غلظت مجاز	مصارف کشاورزی	آب‌های سطحی	آب‌های زیرزمینی
pH	-	۸	۷/۳	۶-۸	۵-۹	۶-۸	۵-۹
DO	mg/lit	۲	۰/۹	۲	۲	۲	۲
BOD <sub>۵</sub>	mg/lit	۳۲۵	۱۹۵	۱۰۰	۱۰۰	۲۰	۲۰
COD	mg/lit	۶۳۰	۳۷۰	۲۰۰	۲۰۰	۵۰	۵۰
TSS	mg/lit	۲۵۰	۱۵۵	۱۰۰	۱۰۰	۳۰	۳۰

جدول ۳- پارامترهای طراحی واحدهای تکمیلی برای تصفیه توأم پساب فاضلاب صنعتی و انسانی در کارخانه روغن نباتی گلناز کرمان.

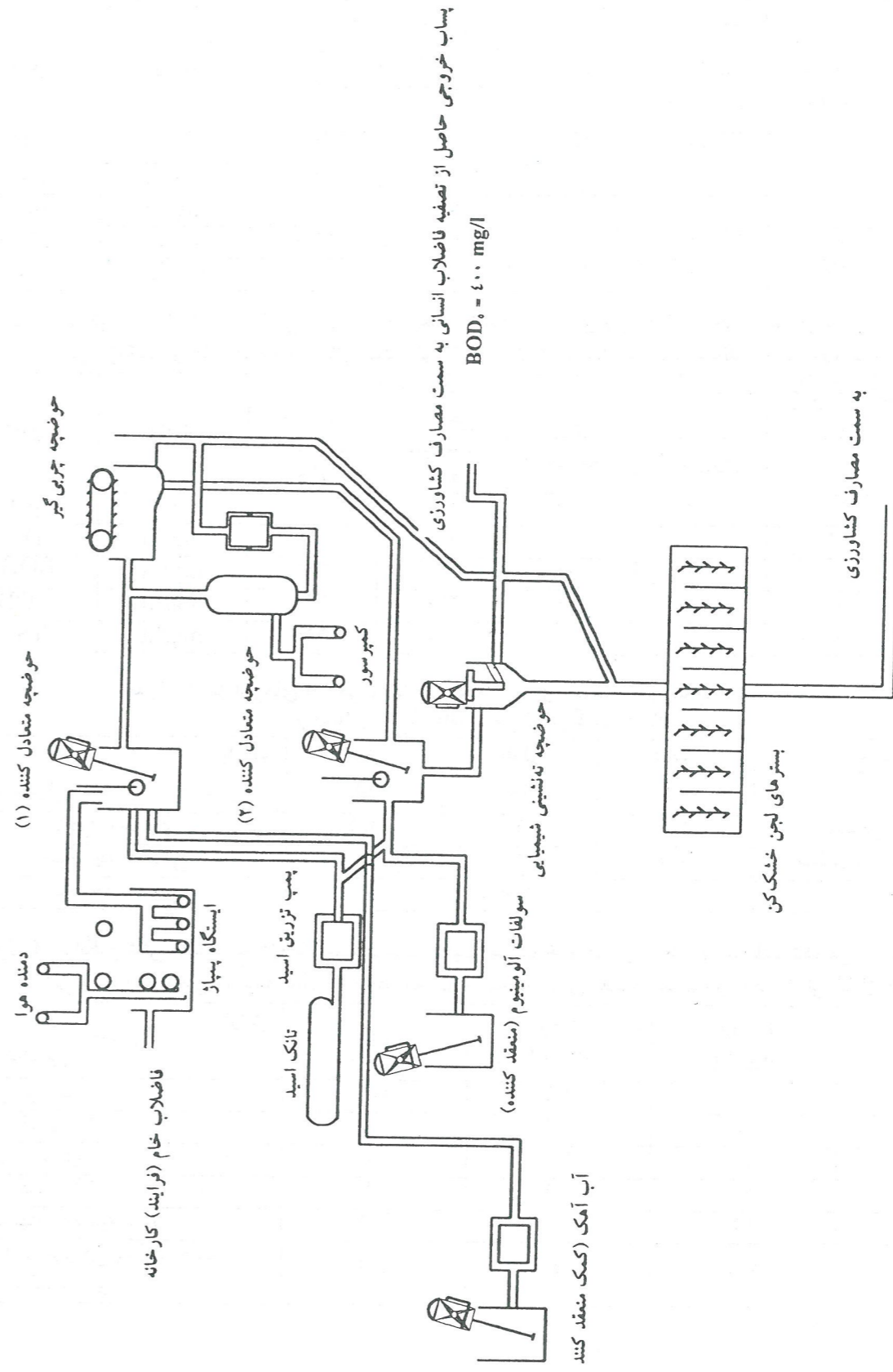
واحد تکمیلی	پارامتر	عمق m	طول m	عرض m	نوع هوادهی
لاگون اختیاری	۱/۵	۲	۱/۵	سطحی، جانبی	
حوضچه هوادهی	۴	۳	۱/۵	سطحی، جانبی، عمقی	
حوضچه ته‌نشینی	۲	۱/۵	-	-	

جدول ۴- میانگین شش ماهه نتایج آزمایش‌ها مربوط به کیفیت پساب خروجی از واحدهای مختلف تکمیلی و هم‌چنین پساب نهایی و لجن خروجی در نیمه سال ۷۹ و مقایسه آن با استانداردهای مصوب ایران در روغن نباتی گلناز کرمان.

واحد تکمیلی	پارامتر	pH	DO mg/lit	BOD <sub>۵</sub> mg/lit	COD mg/lit
استخر هوادهی	۷/۲	۲/۴	۱۶۰	۳۶۰	
لجن برگشتی (۱)	۷/۵	۱/۲	۱۹۰	۴۰۰	
لاگون اختیاری	۸	۲/۷	۷۰	۱۶۰	
لجن برگشتی (۲)	۱۱	۲/۱	۸۰	۱۹۵	
پساب نهایی تصفیه شده	۷/۵	۱	۳۵	۵۰	
استاندارد خروجی پساب جهت مصارف کشاورزی	۵-۹	۲	۱۰۰	۲۰۰	



شکل ۲- دیاگرام جریان تصفیه فاضلاب انسانی (بیولوژیک) در کارخانه روغن نباتی گلناز کرمان.



شکل ۱- دیاگرام جریان تصفیه فاضلاب صنعتی (تصفیه شیمیایی) در کارخانه روغن نباتی گلناز کرمان.



در لیتر رسیده است که از استانداردهای مصوب ایران جهت تخلیه پساب برای مصرف کشاورزی (۱۰۰ میلی گرم در لیتر)، به مراتب کمتر است.

از طرفی، کل هزینه انجام شده برای طراحی و نصب و راه اندازی واحدهای تکمیلی بالغ بر ۳۵ میلیون ریال گردید، که با عنایت به نتایج بهداشتی و منافع حاصل از محل فروش لجن و پساب خروجی برای کشاورزی از هر نظر مقرون به صرفه تشخیص داده شد. سیستم مذکور هم اکنون با کارایی مطلوب در کارخانه فوق مورد بهره برداری است.

نتایج به دست آمده به صورت میانگین سالانه ارائه شده است (جدول ۱ و ۲).

آزمایش‌ها مربوط به کیفیت پساب و لجن در واحدهای تکمیلی افزوده شده به تأسیسات فاضلاب کارخانه روغن نباتی مذکور، در مدت ۶ ماه در نیمه دوم سال ۷۹، بعد از آن که تأسیسات ایجاد شده به مدت ۶ ماه اول سال ۷۹ مورد بهره برداری قرار گرفت، انجام گردید. نتایج این آزمایش‌ها نیز در مورد هر پارامتر به صورت میانگین ۶ ماهه ارائه گردیده است. ضمناً تعداد آزمایش‌ها برای هر پارامتر سه مرتبه در ماه بوده است، یکی در ابتدای هر ماه و دیگری در دهم و سومی در بیستم هر ماه انجام شده است (جدول ۴).

در شکل ۳، دیاگرام جریان واحدهای تکمیلی طراحی شده، برای تصفیه توأم پساب حاصل از فاضلاب‌های (صنعتی و انسانی) در کارخانه روغن نباتی گلناز کرمان آمده است.

میانگین نتایج حاصل از عملکرد واحدهای مختلف تکمیلی احداث شده در کارخانه روغن نباتی گلناز کرمان، در ۶ ماهه سال ۷۵، در جدول ۴ آمده است.

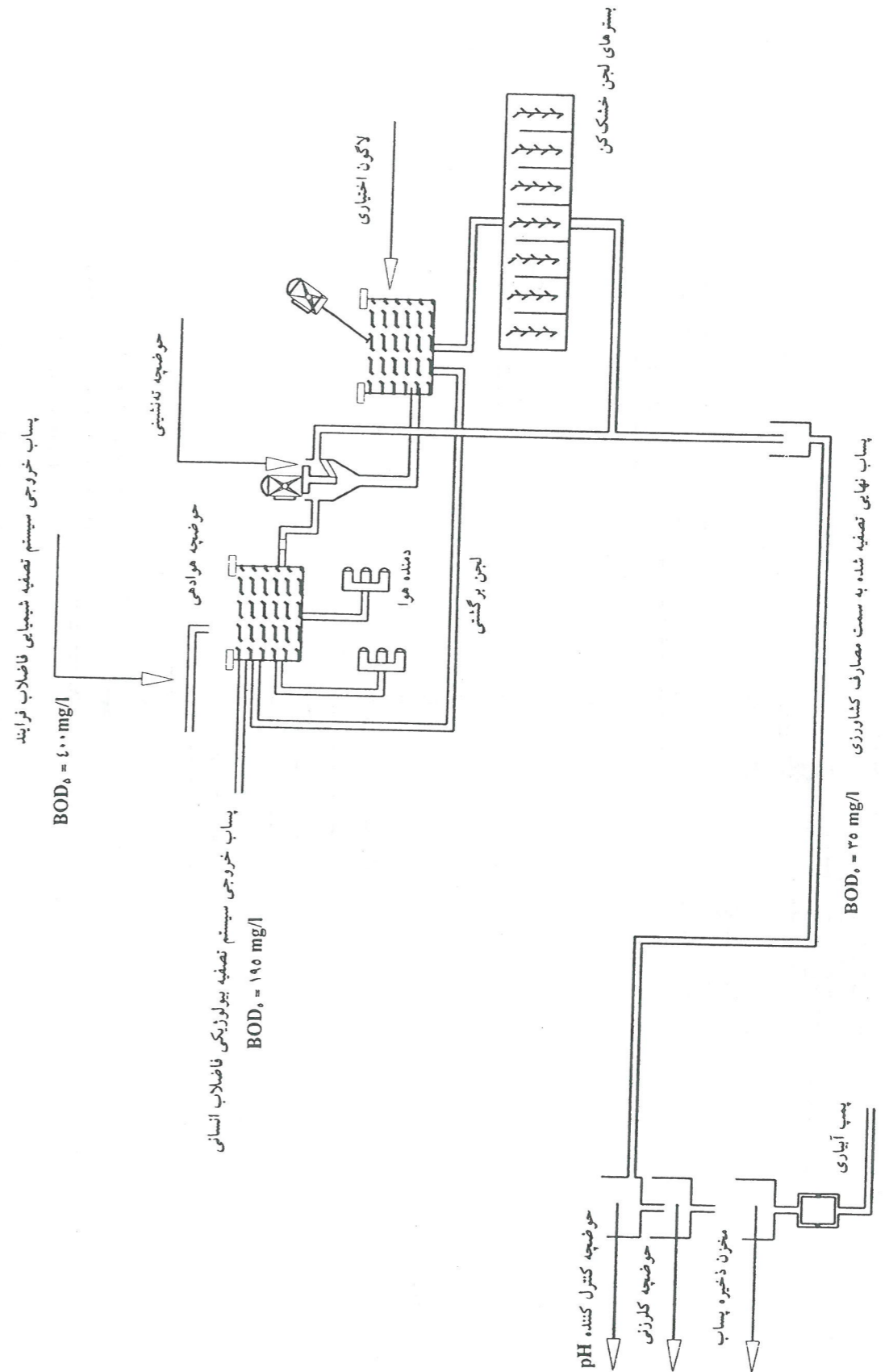
### نتیجه گیری

بررسی نتایج آزمایش‌ها انجام شده در طول سال ۷۸ در هر دو سیستم تصفیه فاضلاب‌های خام و پساب‌های تصفیه شده، نشان داد که، سیستم‌های تصفیه فاضلاب صنعتی و انسانی کارخانه مذکور، دارای راندمانی ناکافی بوده و منطبق با استانداردهای ایران نمی‌باشد [۲]. متوسط  $BOD_5$  پساب خروجی از تصفیه‌خانه فاضلاب صنعتی و انسانی در طول سال ۷۸ به ترتیب ۴۰۰ و ۱۹۵ میلی گرم در لیتر رسیده است که با استاندارد استفاده از پساب برای مصارف کشاورزی (۱۰۰ میلی گرم در لیتر) فاصله نسبتاً زیادی داشت.

بررسی نتایج حاصل از آزمایش‌ها انجام شده در ارتباط با پساب خروجی از واحدهای تکمیلی، شامل حوضچه هوادهی، لاگون اختیاری و حوضچه ته‌نشینی، نشان می‌دهد که  $BOD_5$  پساب نهایی خروجی، به ۳۵ میلی گرم

### منابع و مراجع

- ۱- الماسی، ع. (۱۳۷۶)، "گسترش وسیع استفاده از برکه‌های تثبیت به عنوان تکنولوژی مناسب و دنیای دانش محیط زیست"، مجموعه مقالات سومین همایش بررسی مشکلات مبتلا به صنعت آب و فاضلاب کشور، شرکت آب و فاضلاب استان اصفهان.
- ۲- یسنا، ب. (۱۳۷۲)، "مطالعه اثر زمان و درجه حرارت بر روی مرگ و میر باکتری‌ها در سیستم‌های تصفیه فاضلاب"، مجله آب و فاضلاب، شماره ۱۱، ص ۸-۲.
- ۳- مارا، د.، ترجمه و تدوین شقاقی، ش. و اسدی، س.م.ر. (۱۳۷۳)، "راهنمای طراحی برکه‌های تثبیت فاضلاب در ایران"، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور.
- ۴- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، (۱۳۷۶)، "استانداردهای صنعتی ایران، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آب و پساب"، شماره استاندارد ۱۰۵۳.
- 5- APHE. (1989). "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", American Public Health Association, 17<sup>th</sup> Edition, USA.
- 6- Arundel, J. (1995). "Sewage and Industrial Effluent Treatment-a Practical Guide-", Black Well Science Ltd., Oxford London.
- 7- Bitton, G. (1994). "Wastewater Microbiology", American University, New Yourk, USA.
- 8- Clark, C.S.A.L, WPCF (1984). "Biological Health Picks Association with Composting of Wastewater Sludge", University Harward American, Page 16-20, USA.
- 9- Edwards, J. (1995). "Industrial Wastewater Treatment", CRC Lewic Publishers Press, INC., New York, USA.
- 10- Gabriel, B. (1994). "Wastewater Microbiolog", Wiley, Page 10-20. USA.
- 11- Hanel, K. (1988). "Biological Treatment of Sewage by the Activiated Sludge Process", USA.
- 12- Henze, M. and Al (1997). "Wastewater Treatment Biological and Chemical Process", 2<sup>nd</sup> Edition, Spriner University. New York, USA.
- 13- Parry, J.I. (1984). "A Functional Biology of Free Living Protoza Croom Helm", University France.
- 14- Schfer, P.m.j. (1982). Order Control Feature Make and Acceptable Sludge Process 6<sup>th</sup> Mid American. USA.
- 15- Stephenson, R. L. (1998). "The Industrial Wastewater System Handbook", California American. USA.



شکل ۳- دیاگرام جریان واحد تکمیلی طراحی شده برای تصفیه توأم پساب حاصل از تصفیه شیمیایی (صنعتی) و بیولوژیک (انسانی) در کارخانه روغن نباتی گلناز کرمان.