

بسمی تعالی

تصفیه فاضلاب به روش فرایند لجن فعال

تعریف فاضلاب: به آبی گفته می شود، که در اثر مصارف گوناگون و ورود مواد خارجی کیفیت آن تغییر یافته و برای مصرف قبلی غیر قابل استفاده شده باشد.

انواع فاضلابها

فاضلاب شهری آب مصرفی ناشی از دستگاههای بهداشتی همچون توالت ها، حمام، ماشین های لباس شویی و ظرف شویی، پساب آشپزخانه و شستشوی بخشهای مختلف خانه می باشد.

فاضلاب صنعتی: فاضلابهای صنعتی در اثر مصرف آب در فعالیتهای صنعتی و یا از منابع صنعتی و در طول مراحل مختلف تولید بوجود می آیند و بعضاً خطرناک ترین نوع فاضلابها را تشکیل می دهند.

پس آب ناشی از سیلابها: این فاضلاب ها در اثر برف، باران و ذوب یخ ها و روان شدن آنها در سطح شهرها ایجاد می شوند.

فاضلاب کشاورزی: فاضلاب های ناشی از روانابهای جاری شده از سطوح مختلف زمین های کشاورزی که در آنها از کودهای شیمیایی، علف کش ها و آفت کش ها استفاده می شود.

تفاوت های میان فاضلابهای شهری و صنعتی

وجود ترکیبات سمی در فاضلاب صنعتی

خوردگی بیشتر فاضلاب صنعتی

خاصیت قلیایی یا اسیدی فاضلاب صنعتی بیشتر است

وجود میکروارگانیزم های کم در فاضلاب صنعتی.

تصفیه فاضلاب: پایدار نمودن و ته نشین کردن آلاینده های موجود در فاضلاب.

اهداف کلی تصفیه فاضلاب

پاک نگهداشتن محیط زیست
تامین شرایط بهداشتی برای زندگی مردم
بازیابی آب از دست رفته
تولید کود طبیعی
تولید انرژی

روش های تصفیه فاضلاب های صنعتی

الف . روشهای فیزیکی

ب . روشهای شیمیایی

ج . روشهای بیولوژیکی

الف (روشهای فیزیکی: از خواص مکانیکی و فیزیکی برای جداسازی مواد خارجی معلق در فاضلاب استفاده می شود .

از واحدهایی که در تصفیه خانه های فاضلاب با روش فیزیکی منجر به تصفیه فاضلاب می

شوند می توان ۱- آشغالگیر، ۲- دانه گیر، ۳-

تانک های ته نشینی اولیه و ثانویه را نام برد.



واحد آشغالگیر: به منظور جلوگیری از ورود مواد

معلق شناور و آشغال های درشت به داخل سایر

واحدهای تصفیه خانه از این واحد استفاده می

شود و بر دو نوع آشغالگیر دستی و مکانیکی

تقسیم می شود.

واحد دانه گیر :

در شبکه جمع آوری فاضلاب مقداری مواد معلق با خصوصیات نامطلوب؛ عمدتاً شن، ماسه و ذرات دانه ای وجود دارند که باید قبل از ورود به واحد های اصلی تصفیه خانه حذف گردند.

ویژگی های این مواد شامل:

۱- عمدتاً قابل تجزیه ی بیولوژیکی نیستند و یا دیرتجزیه پذیر هستند و در زمان ماند تصفیه خانه تجزیه نمی شوند.

۲- سختی این مواد بالاست.

۳- دانسیته ی آنها نسبت به سایر مواد معلق بالاتر می باشد.

این ویژگی ها باعث شده تا در تصفیه خانه مشکلاتی از قبیل:

۱- سایش تجهیزات الکترومکانیکی به خصوص در مورد پره ی پمپ ها و پوسته ی توربین ها

۲- ته نشین شدن در لوله ها و کانال ها به دلیل وزن مخصوص بالا که باعث گرفتگی و کاهش دبی عبوری می گردد.

۳- به علت غیرقابل تجزیه بیولوژیکی بودن، در مخزن هوادهی غلظت مواد معلق جامد را بالا برده و حوض هوادهی را اشغال می کنند و راندمان حوض هوادهی را کاهش می دهند

انواع دانه گیر :

دانه گیر با جریان افقی و سرعت کنترل شده

کانال های دانه گیر با هوادهی

دانه گیر جریان گردابی.

تانک های ته نشینی

تئوری ته نشینی : اگر مایعی که محتوی ذرات جامد است در حالت سکون قرار گیرد به تدریج آن قسمت از ذرات جامد که دارای وزن مخصوصی بیش از وزن مخصوص مایع می باشد شروع به سقوط و ته نشینی می نماید . این موضوع ظاهراً ساده در واقع اساس طرح و محاسبات حوضهای ته نشینی را تشکیل می دهد.

با کاهش سرعت جریان آب امکان ته نشینی مواد معلق در تصفیه خانه های آب و فاضلاب فراهم خواهد شد. حوضهای ته نشینی به منظور ته نشین ساختن مواد جامد ریز دانه به قطرهای کمتر از ۲/۰ میلیمتر ، و تخلیه آنها ساخته میشود البته همان طور که گفته شد دانه های به قطر بیش از ۲/۰ میلیمتر توسط حوضهای دانه گیری قبلاً از جریان تصفیه خارج شده اند

انواع استخرهای ته نشینی

۱. استخرهای ته نشینی دایره ای

در این استخرها معمولاً فاضلاب از استوانه میانی وارد استخر می گردد.

بطور معمول قطر استوانه درونی ۱۰ تا ۲۰ درصد قطر استخر اصلی می باشد.

سطح استوانه درونی معمولاً ۵ درصد سطح کل است و در محاسبات نادیده گرفته می شود.



۲. استخرهای ته نشینی مستطیلی

در این استخرها به منظور جلوگیری از ایجاد شرایط متلاطم و افزایش زمان ماند از دیوارهای آرام کننده استفاده می شود این دیوارها می توانند تا کف تانک ادامه داشته و فاضلاب از سوراخهای متعدد آن وارد مخزن شود و یا تا نزدیکی کف مخزن (دو سوم عمق مخزن) ادامه یابد .



ب . روش های شیمیایی

در روشهای شیمیایی فرآیند جداسازی یا تبدیل مواد آلاینده، به کمک افزودن موادشیمیایی و در نتیجه واکنشهای شیمیایی مواد صورت می گیرد. پیچیدگی در این فرآیندها به مراتب بیش از

روشهای فیزیکی می باشد. همین پیچیدگی سبب دشواری نسبی در بهره برداری از روشهای شیمیایی می گردد. از این رو تا حد امکان سعی می شود که کمتر از روشهای شیمیایی در سیستم تصفیه استفاده شود. به علاوه هزینه خرید و نگهداری مواد شیمیایی مورد نیاز در برخی موارد مانع بزرگی در کاربرد فرآیندهای شیمیایی است. روشهای ترسیب شیمیایی (انعقاد و لخته سازی) و گندزدایی با کلر و ترکیبات آن جزء مهمترین روشهای شیمیایی مورد استفاده در تصفیه فاضلاب محسوب می گردند.

ج. روشهای بیولوژیکی

به آن دسته از روشهایی که در آنها از فرآیندهای بیولوژیکی برای تصفیه فاضلاب استفاده میشود، روش های بیولوژیکی می گویند. در این روشها میکروارگانیسم ها (بویژه باکتریها) نقش اصلی را در فرآیند تصفیه برعهده دارند چرا که آنها با استفاده از مکانیسم های درونی خود مواد آلی موجود در فاضلاب را جذب کرده و از آن برای تولید سلول جدید و کسب انرژی استفاده می کنند.

از آنجاکه سهم عمده ای از آلاینده های فاضلاب را مواد آلی تشکیل می دهند، استفاده از روشهای بیولوژیکی امروزه بطور گسترده ای برای تصفیه فاضلاب ها متداول شده است. روشهای بیولوژیکی قادرند با هزینه ای پایین، طیف گسترده ای از آلاینده ها را مورد تصفیه قرار دهند.

روش های بیولوژیکی را می توان به دودسته کلی تقسیم بندی می نمایند:

الف. روش های هوازی:

برخی از فرآیندهای بیولوژیکی در حضور اکسیژن محلول صورت می پذیرد که به آنها فرآیندهای هوازی و به روش هایی که از فرآیندهای هوازی در آنها استفاده می شود، روش های بیولوژیکی هوازی گفته می شود. روش لجن فعال، لجن فعال به هوادهی گسترده، IFAS، RBC، SBR، MBR نمونه هایی از روش های بیولوژیکی هوازی می باشند.

ب. روش های بی هوازی:

به فرآیندهایی که در غیاب اکسیژن محلول توسط میکروارگانیسم ها اتفاق می افتد، فرآیندهای بی هوازی می گویند. در روشهای بیولوژیکی تصفیه فاضلاب از این فرآیندها استفاده می شود. روش UASB، FBR، ASBR نمونه هایی از روش های بی هوازی تصفیه فاضلاب هستند.

فرآیند لجن فعال فاضلاب

فرآیند تصفیه فاضلاب به روش لجن فعال متداول شامل اجزاء زیر است:

۱. تانک هوادهی تصفیه فاضلاب

در تصفیه فاضلاب به روش لجن فعال، اکسیداسیون هوازی مواد آلی در تانک هوادهی تصفیه فاضلاب صورت می پذیرد. در تصفیه فاضلاب با روش لجن فعال پساب اولیه وارد شده و با لجن فعال برگشتی مخلوط گردیده، مایع مخلوط را تشکیل می دهند که حاوی ۱۵۰۰ تا ۲۵۰۰ میلی گرم در لیتر مواد جامد معلق است. در تصفیه فاضلاب با روش لجن فعال، هوادهی فاضلاب توسط روشهای مکانیکی تامین می شود. یک ویژگی مهم فرآیند تصفیه فاضلاب با روش لجن فعال، بازگردش نسبت زیادی از توده زنده می باشد. این موضوع باعث میشود که متوسط زمان ماند سلولی (یعنی سن لجن) در تصفیه فاضلاب با روش لجن فعال بسیار بیشتر از زمان ماند هیدولیکی فاضلاب گردد.

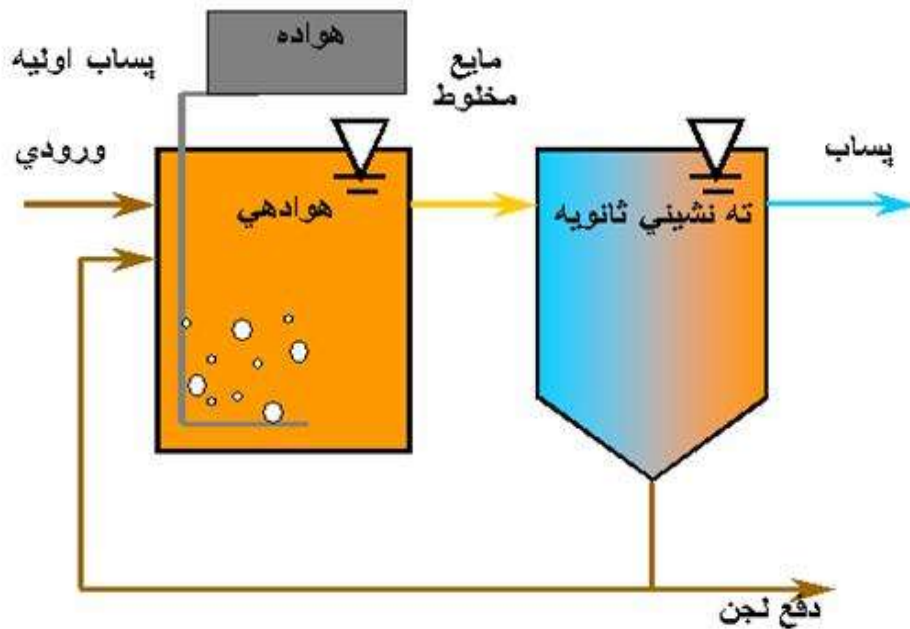
در تصفیه فاضلاب به روش لجن فعال، بازگردش لجن به حفظ تعداد زیادی از میکروارگانیسم هایی که ترکیبات آلی را در زمان نسبتاً کم بطور موثری اکسید می کنند. تصفیه فاضلاب با روش لجن فعال، زمان ماند فاضلاب در حوضچه هوادهی فاضلاب بین ۴ تا ۸ ساعت متغیر می باشد.

۲. تانک ته نشینی

تانک ته نشینی بمنظور ته نشین کردن فلوک های میکروبی (لجن) تولید شده در طی فاز اکسیداسیون در تانک هوادهی استفاده می شود. در تصفیه فاضلاب به روش لجن فعال بخشی از لجن ته نشین شده در زلال ساز مجدداً به حوضچه و بقیه برای حفظ نسبت غذا به میکروارگانیسم دفع می گردد.

مدت زمان ماند موجود در تانک ته نشینی بین ۳-۴ ساعت می باشد.

شکل زیر نمایی از یک فرایند لجن فعال رانشان می دهد.



فرآیند IFAS (Integrated Fixed-film Activated Sludge)

در فرایند IFAS از تلفیق رشد چسبیده و معلق میکروبی بصورت همزمان استفاده می گردد. سیستمهای IFAS مزایای گسترده تری را نسبت به فرایندهای متداول لجن فعال (سیستم های دارای رشد معلق) دارا هستند. این سیستم ها علاوه بر مقاومت بالا در برابر شوک های بارگذاری آلی و هیدرولیکی انعطاف پذیری و قدرت تصفیه بیشتری را دارا می باشند. مزایای ذکر شده در فوق با تعبیه مدیاهای مناسب در درون حوضچه هوادهی لجن فعال حاصل می گردد. (با قرار گرفتن مدیا در داخل حوضچه هوادهی لجن فعال، زیست توده بیشتری تشکیل می گردد). (بدون آنکه سبب افزایش بارگذاری جامدات به حوضچه ته نشینی بگردد). در این حالت بدون نیاز به افزایش بخش سازه ای و تنها با افزایش مدیا و تغییر میزان هوادهی میزان بارگذاری آلی و هیدرولیکی به واحدهای لجن فعال افزایش می یابد. در واقع در این سیستمها زیست توده متصل به مدیا مسبب افزایش راندمان عملکرد تصفیه فاضلاب می گردد. از طرفی با افزایش زیست توده مقاومت فرایند در برابر شوکهای بارگذاری آلی و هیدرولیکی افزایش می یابد.

تصفیه فاضلاب به روش UAFB

سیستم راکتور بیولوژیکی پیش تصفیه فاضلاب بی هوازی به روش UAFB مخزن پیش تصفیه ای است که در جهت کاهش بار آلی پساب در شرایط بی هوازی بکار می رود .

راکتورهای پیش تصفیه UAFB دارای فرآیند هضم چند مرحله ای و با اختلاط کامل در رشد معلق بوده که از نوع فرآیند دوگانه بی هوازی تماسی و لجنی لایه ای با جریان رو به بالا می باشد. در سیستم پیش تصفیه UAFB عمل تجزیه مواد آلی و غیر آلی بدون حضور اکسیژن بوسیله باکتریهای بی هوازی انجام می گیرد و در آن از هیچگونه انرژی خارجی استفاده نمی شود. از دیگر خصوصیات مهم سیستمهای پیش تصفیه UAFB ، تولید لجن اندک است که با توجه به مشکلات مربوط به تصفیه و دفع لجن ، امتیاز بسیار مثبتی نسبت به دیگر روشهاست. در راکتور پیش تصفیه UAFB ، آکنده هایی از جنس پلاستیک یا P.V.C برای رشد و تکثیر میکروارگانیسمها که معمولاً بسیار سریع می باشد به وجود می آورند. میزان کاهش BOD و COD در این سیستم ها (۸۰ الی ۹۵ درصد) می باشد .

- در فرآیند پیش تصفیه UAFB از هیچگونه مواد افزودنی استفاده نشده و حتی بواسطه تولید گاز متان این روش می تواند انرژی زا هم باشد.

- تولید لجن این سیستم (UAFB) اندک است که با توجه به مشکلات مربوط به تصفیه و دفع لجن، امتیاز بسیار مثبتی است.

- راکتورهای پیش تصفیه UAFB دارای فرآیند هضم چندمرحله ای و با اختلاط کامل در رشد مطلق بوده که از نوع فرآیند جداگانه بی هوازی تماسی و لجن لایه ای با جریان رو به بالا می باشد.

- در راکتورهای پیش تصفیه بی‌هوازی UAFB آکنده‌هایی از جنس پلاستیک به طرز خاص طراحی و ساخته شده و به صورت صفحات ماتریسی در داخل راکتور تعبیه می‌گردد. این ماتریس‌ها بستر مناسبی را برای رشد و تکثیر میکروارگانیسم‌ها که معمولاً به صورت بیوفیلم یا غشاء بیولوژیکی رشدی کمتر ایجاد می‌نماید. رشد این بیوفیلم‌ها (غشاء بیولوژیکی) معمولاً بسیار سریع می‌باشد.

زمان ماند فاضلاب در راکتور UAFB با توجه به غلظت آن حدود ۱۲-۱۳ ساعت است.

عوامل موثر در تصفیه فاضلاب به روش بیولوژیکی (لجن فعال)

دما

عمده فعالیت باکتریایی که نقش تصفیه کننده را در فرایند لجن فعال دارند در دمای ۱۵-۳۰ درجه سانتی گراد فعالیت می‌کنند. به ازاء هر ۱۰ درجه سانتیگراد افزایش دما فعالیت باکتریها دو برابر می‌شود. این عمل تا دمای ۴۰ درجه سانتیگراد ادامه دارد. و به ازای کاهش دما در فاضلاب میزان فعالیت میکروارگانیسم‌ها بشدت کاهش پیدا می‌کند.

PH

مناسب ترین pH برای رشد باکتریها ۶/۵ الی ۷/۵ می باشد اما برخی از آنها در pH های بسیار پایین همچون تیوباسیلوس تیواکسیدانس و یا محیط های بسیار قلیایی نیز می توانند رشد نمایند.

تغییرات ناگهانی pH می تواند منجر به توقف رشد و یا مرگ باکتریها شود.

اکسیژن محلول

با توجه به اینکه اساس کار تصفیه فاضلاب به روش لجن فعال رساندن اکسیژن به میکروارگانیسم های موجود در فاضلاب و تشدید رشد آنها می باشد، لذا کاهش اکسیژن

محلول به کمتر از ۲ میلی گرم در لیتر منجر به مرگ میکرو ارگانیسم ها در حوضچه های هوادهی می شود. مقدار اکسیژن محلول موجود در فاضلاب نمایشگر قدرت تصفیه طبیعی و خود بخودی آن می باشد.

شاخص های آلودگی آب و فاضلاب

اکسیژن خواهی بیولوژیک (BOD)

اکسیژن خواهی شیمیایی (COD)

کل مواد معلق (TS)

تعریف **BOD** یا **Biological Oxygen Demand** : تعیین مقدار اکسیژن لازم که باید به فاضلاب داده شود تا باکتریهای هوازی مواد آلی موجود در فاضلاب را اکسید نمایند .

دی اکسید کربن + آب $\xrightarrow{\text{میکرو ارگانیسم}}$ اکسیژن + مواد آلی

آلودگی فاضلاب بیشتر ناشی از مواد آلی موجود در آنها است، که این مواد آلی با مصرف اکسیژن تبدیل به آب مواد معدنی پایدار میگردند یا به عبارتی می توان با هوادهی و رساندن اکسیژن به فاضلاب مواد آلی موجود در فاضلاب را اکسید نمود. جهت نشان دادن میزان آلودگی فاضلاب، به جای اندازه گیری مقادیر مواد آلی موجود در فاضلاب، میزان اکسیژن لازم جهت اکسیداسیون مواد آلی موجود در فاضلاب را اندازه گیری می نمایند.

BOD فاضلاب در واقع میزان اکسیژن مورد نیاز فاضلاب است تا میکروارگانیسم ها بتوانند مواد آلی موجود در آن را اکسید نمایند. مقدار **BOD** در زمانهای مختلف، متغیر است و $5BOD$ اکسیژن مورد نیاز جهت اکسیداسیون بیولوژیکی مواد آلی موجود در فاضلاب در مدت ۵ روز به عنوان یکی از شاخص های مهم آلایندهی فاضلاب می باشد.

هرچه قدر میزان BOD یک فاضلابی بیشتر باشد نشان می دهد که بار آلودگی آن فاضلاب بیشتر است در واقع BOD میزان بار آلودگی رانشان می دهد.

تعریف COD

Chemical Oxygen Demand یا همان ((COD اکسیژن خواهی شیمیایی))، یکی از مهمترین شاخصهای سنجش آلودگی فاضلاب است. آلودگی فاضلاب ناشی از مواد خارجی است که وارد آب شده و بصورت معلق یا محلول باعث آلودگی آن و تولید فاضلاب شده اند. بدیهی است هرچه مقدار این مواد در فاضلاب بیشتر باشد، بار آلودگی آن نیز بیشتر خواهد بود. بنابراین اندازه گیری مقدار مواد خارجی فاضلاب کلید اصلی در تعیین مقدار آلودگی و آلاینده‌گی فاضلاب است.

از طرفی تنوع و تعداد این مواد به قدری زیاد است که عملاً امکان اندازه گیری هریک از این مواد بصورت جداگانه وجود ندارد. از این رو لازم است که مقدار مواد را به طریقی غیرمستقیم اندازه گیری نمود. یکی از مناسبترین راه ها تعیین میزان اکسیژن مورد نیاز برای اکسیداسیون است. چنانچه می دانیم برای اکسیداسیون هر ماده ای به مقداری اکسیژن نیاز است و از این رو هرچه قدر مقدار مواد اکسیدشونده بیشتر باشد، مقدار اکسیژن بیشتری برای انجام اکسیداسیون لازم خواهد بود.

بنابراین برای تعیین مقدار مواد خارجی فاضلاب به جای اندازه گیری مستقیم آنها، مقدار اکسیژن مورد نیاز آنها برای اکسید شدن را محاسبه می نمایند. در واقع COD مقدار اکسیژن مورد نیاز برای اکسیداسیون کل مواد می باشد. پس بدیهی است که هرچه مقدار COD یک فاضلاب بیشتر باشد مقدار مواد خارجی موجود در آن که باعث آلودگی آن می شود نیز بیشتر خواهد بود.

بعلت زمان گیر بودن آزمایش BOD در حدود ۵ روز ، شاخص دیگری مشابه با آن به نام COD نیز در علم فاضلاب تعریف شده است ، که در آن عمل اکسیداسیون با استفاده از اکسید کننده های قوی مانند پرمنگنات پتاسیوم یا دی کربونات پتاسیوم بکار می رود و تفاوت آن با BOD در این است که در آن کلیه مواد، حتی موادی که بصورت بیولوژیکی هم اکسید نمی شوند، اکسید می شوند ، لذا مقدار COD برای یک فاضلاب خاص همواره مساوی یا بزرگتر از مقدار BOD آن

است. (در حدود ۵ تا ۱۰ برابر) در ضمن آزمایش COD بسیار سریعتر از آزمایش BOD انجام می شود.

TS کل جامدات (Total solid)

کل جامدات موجود در فاضلاب به جامدات معلق TSS و جامدات معدنی TDS تقسیم می شوند. جامدات، ذرات معلق یا مواد محلول موجود در آب با فاضلاب می توانند بر کیفیت آب تأثیر منفی بگذارند. آبهایی که میزان مواد محلول آنها بالاست عموماً طعم نامطلوبی داشته و استفاده از آن برای مصرف کننده ناخوشایند است. به همین دلیل مقدار ۵۰۰ میلیگرم در لیتر از جامدات محلول برای آبهای آشامیدنی مطلوب شناخته شده است. آبهایی که میزان املاح معدنی آنها بالاست در اکثر صنایع غیرقابل استفاده اند. آبهایی با ذرات معلق زیاد نیز از نظر ظاهر و مصارفی نظیر شستشو و استحمام نامناسبند. به منظور کنترل فرآیندهای تصفیه فیزیکی و بیولوژیکی فاضلاب و برای رعایت غلظت مجاز جامدات در پساب خروجی، اندازه گیری جامدات در فاضلاب ها اهمیت زیاد دارد.

مزایای سیستم لجن فعال

حذف درصد بالای آلودگی فاضلاب

عدم تولید بو و جلب حشرات موزی

بازدهی آن از روش های دیگر تصفیه فاضلاب بیشتر است

سطح لازم برای ساختمان آن از روش های دیگر کمتر است.

معایب سیستم لجن فعال

پایین بودن قدرت نیترات سازی و حذف آمونیاک

حساس بودن کار در برابر تغییرات کمی و کیفی فاضلاب.

بالا بودن هزینه های راهبری و نگهداری آنها.

راهبری مشکل و در نتیجه نیاز به تخصص بالا در مقایسه با سایر روشهای تصفیه فاضلاب.

فرایند کامل لجن فعال موجود در تصفیه خانه های فاضلاب

