دانشگاه صنعتی امیرکبیر(پلی تکنیک تهران)
دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست

پایان نامه کارشناسی ارشد محیط زیست

موضوع:

استفاده از لجن تصفیه خانه فاضلاب در تولید مصالح نوین ساختمانی

توسط:

علی فتوت

استاد راهنما:

دکتر سید محمدرضا علوی مقدم

اساتید مشاور:

دکتر رضا مکنون - دکتر محمد حسن سبط

زمستان ۸۵

فهرست

فصل اول – کلیات (مقدمه و اهداف)

۱-۱- مقدمه ۱
۱-۲- معرفی کلی روش ۲
۱-۳- اهداف پایان نامه ۲

فصل دوم – تصفیه فاضلاب شهری، تصفیه و دفع لجن تولیدی

۲-۱- مقدمه ۴
۲-۲- تصفیه فاضلاب شهری ۵
۲-۳- وضعیت تصفیه خانه های فاضلاب کشور ۸
۲-۴- لجن فاضلاب شهری، تعاریف وخصوصیات ۱۴
۲-۴-۱- تعریف ۱۴
۲-۴-۲- طبقه بندی لجن فاضلاب ۱۵
۲-۵- مراحل تصفیه لجن ۱۸
۲-۵-۱- حالت دهی به لجن ۱۹
۲-۵-۲- تغلیظ لجن ۲۰
۲-۵-۳- تثبیت و هضم لجن ۲۲
۲-۵-۴- آب زدایی از لجن ۲۴
۲-۵-۵- خشک کردن و سوزاندن لجن ۲۵
۲-۶- بازیافت و دفع نهایی لجن ۲۷
۲-۶-۱- مقدمه ۲۷
۲-۶-۲- دفع و بازیافت لجن و روشهای آن ۲۸
۲-۷- مدیریت لجن، رویکرد جهانی ۳۲

فصل سوم – مروری بر کارهای گذشته

۳-۱- مقدمه ۳۴
۳-۲- کاربرد لجن در تولید آجر ۳۵
۳-۳- کاربرد لجن در تولید سنگدانه ۳۶
۳-۴- کاربرد لجن در تولید سیمان و مواد سیمانی ۳۸

فصل چهارم – روش تحقیق (مواد مورد استفاده، آزمایشها و استانداردها)

۴-۱- مقدمه ۴۰
۴-۲- روش تحقیق ۴۰
۴-۳- مواد مورد استفاده ۴۱
۴-۳-۱- لجن تصفیه خانه فاضلاب شهری ۴۱
۴-۳-۲- سیمان ۴۳
۴-۳-۳- ماسه ۴۳
۴-۳-۴- آب ۴۴
۴-۴- وسایل و تجهیزات مورد نیاز جهت انجام آزمایشها ۴۵
۴-۴-۱- اون و کوره ۴۵
۴-۴-۲- مخلوط کن ملات ۴۶
۴-۴-۳- قالبهای ساخت نمونه های بتنی ۴۶
۴-۴-۴- میله تراکم ۴۶
۴-۴-۵- دستگاه سنجش مقاومت فشاری ۴۶
۴-۵- روش بدست آوردن خاکستر لجن فاضلاب شهری ۴۷
۴-۶- طرح اختلاط نمونه ها ۴۹
۴-۷- ساخت نمونه ها ۴۹
۴-۷-۱- مشاهدات هنگام ساخت نمونه ها ۵۱
۴-۸- آزمایشها ۵۲
۴-۸-۱- تعیین مواد جامد فرار و ثابت ۵۲
۴-۸-۲- تعیین وزن ویژه خاکستر ۵۲
۴-۸-۳- آزمایش XRF ۵۳
۴-۸-۴- آزمایش مقاومت فشاری ۵۴
۴-۸-۵- آزمایش XRD ۵۶

فصل پنجم – نتایج، تحلیل و بحث

۵-۱- مقدمه ۵۷
۵-۲- درصد مواد جامد فرار و ثابت ۵۷
۵-۳- وزن ویژه خاکستر لجن ۵۹
۵-۴- نتایج آزمایش XRF ۵۹
۵-۵- مقاومت فشاری نمونه ها ۶۱
۵-۵-۱- بررسی روند کسب مقاومت فشاری نمونه ها ۶۴

۵-۵-۲- بررسی مقاومت فشاری نمونه های یکروزه ۶۴
۵-۵-۳- بررسی مقاومت فشاری نمونه های ۳ روزه ۶۵
۵-۵-۴- بررسی مقاومت فشاری نمونه های ۷ روزه ۶۶
۵-۵-۵- بررسی مقاومت فشاری نمونه های ۱۴ روزه ۶۷
۵-۵-۶- بررسی مقاومت فشاری نمونه های ۲۸ روزه ۶۸
۵-۵-۷- بررسی مقاومت فشاری نمونه های ۹۱ روزه ۶۹
۵-۵-۸- مقایسه نتایج مقاومت فشاری نمونه ها با استانداردها و مقالات مشابه ۷۰
۵-۵-۹- تعیین خاصیت پوزولانی خاکستر لجن تولیدی ۷۱
۵-۶- نتایج آزمایش XRD ۷۲
۵-۶-۱- تحلیل و بررسی محصولات هیدراتاسیون ۷۲
۵-۶-۲- طیف XRD مربوط به نمونه حاوی ۱۰٪ - SSA1 ۷۳
۵-۶-۳- طیف XRD مربوط به نمونه حاوی ۳۰٪ - SSA1 ۷۳

فصل ششم – نتیجه گیری و پیشنهادات

۶-۱- نتیجه گیری ۷۵
۶-۲- پیشنهادات ۷۷

مراجع ۷۸

فصل اول

کلیات (مقدمه و اهداف)

۱-۱- مقدمه

امروزه با افزایش روز افزون جمعیت،کمبود منابع آب و بالا رفتن سطح بهداشت عمومی نیاز به تصفیه فاضلاب از امور ضروری جوامع محسوب می شود. لجن که محصول جانبی تصفیه فاضلاب است، نیاز به دفع به گونه ای زیست محیطی دارد. تصفیه و دفع لجن مازاد به علت داشتن حجم بالا، بوی بد و وجود انواع پاتوژنها و فلزات سنگین در آن، بخش عمده ای از هزینه یک تصفیه خانه فاضلاب را در بر می گیرد.

از روشهای دفع لجن تصفیه خانه ها می توان به استفاده در مصارف کشاورزی، کمپوست، دفن بهداشتی، دفع سطحی به دریاها و رودخانه ها، دفع به چاههای جذبی و سوزاندن و ... اشاره نمود. با پیشرفت کشور و سخت شدن قوانین زیست محیطی برای جلوگیری از انتشار آلودگیها و بوی حاصل از لجن، برخی از این روشها به دلیل وجود محدودیتها قابل استفاده نمی باشند؛ همچنین کمبود زمین برای دفن، وجود فلزات سنگین مضر برای کشاورزی در لجن، باعث شده است که روش سوزاندن در برخی مناطق کشور بویژه در مناطق ساحلی بعنوان یکی از گزینه های مناسب دفع لجن به شمار آید.

محصول سوزاندن لجن، خاکستری معدنی، با حجم بسیار کمتر از حجم اولیه لجن می باشد که عاری از پاتوژنهاست ولیکن به دلیل وجود فلزات سنگین و مواد معدنی دیگر باید به گونه ای مناسب دفع شود. خاکستر لجن دارای درصد قابل توجهی اکسیدهای فلزی (ازقبیل Al_2O_3 و SiO_2 و ...) می باشد؛ به همین دلیل پتانسیل تولید مواد سیمانی از خاکستر لجن بسیار بالا به نظر می رسد. در این زمینه محققین بسیاری از کشورهای مختلف به پژوهش و بررسی پرداخته اند. نتایج بدست آمده از این پژوهشها مؤید این مطلب است که خاکستر لجن تصفیه خانه فاضلاب می تواند بعنوان منبع مهمی در تولید مواد سیمانی به شمار آمده و در تولید مصالح ساختمانی نوین بکار گرفته شود. بر اساس آمار منتشر شده از این محققین، نتایج بدست آمده از خصوصیات مصالح ساخته شده با این روش، نتایج رضایت بخشی را نشان می دهند.

۱-۲- معرفی کلی روش

با توجه به مطالعه مقالات متعدد در زمینه کاربرد لجن تصفیه خانه فاضلاب شهری، روشهای مختلفی مورد بررسی قرار گرفت. بر این اساس لجن فاضلاب شهری می تواند بطور عمده در مصارف کشاورزی و امور زراعی بکار گرفته شود، همچنین استفاده از کمپوست آن نیز در زمین، معمول می باشد. به دلیل وجود برخی عناصر سمی و بخصوص فلزات سنگین در لجن فاضلاب که در اکثر مواقع بالاتر از میزان استاندارد می باشند، کاربرد لجن در تولید مصالح ساختمانی بعنوان روشی مناسب برای بعضی از مناطق کشور، مورد توجه قرار گرفت. کمبود زمین کافی برای دفن، بالا بودن مقادیر فلزات سنگین در لجن و بالا بودن سطح آب زیرزمینی و امکان آلودگی آن، از جمله عوامل مهم استفاده از روشهای غیر متعارف کاربرد لجن می باشند.

مطالعات فراوانی در زمینه کاربرد لجن خشک و خاکستر آن در تولید مصالح نوین ساختمانی، توسط سایر محققین صورت گرفته است. پسماند تصفیه خانه فاضلاب می تواند بعنوان ماده اولیه در تولید آجر، مواد فیلر و پرکننده بتن، سنگدانه مورد استفاده در بتن و سیمان بکار رود.

با توجه به کاربریهای مختلف عنوان شده؛ در این تحقیق، کاربرد خاکستر لجن فاضلاب شهری بعنوان جایگزین سیمان در تولید نمونه های بتنی مورد مطالعه و تحقیق قرار گرفته است. روش تحقیق در این پایان نامه برای آزمایشهای لجن و تولید خاکستر از آن مبتنی بر استاندارد معتبر آب و فاضلاب (Standard Method , 1992) و در بخش آزمایشهای بتنی بر اساس استانداردهای ASTM انجام پذیرفته است.

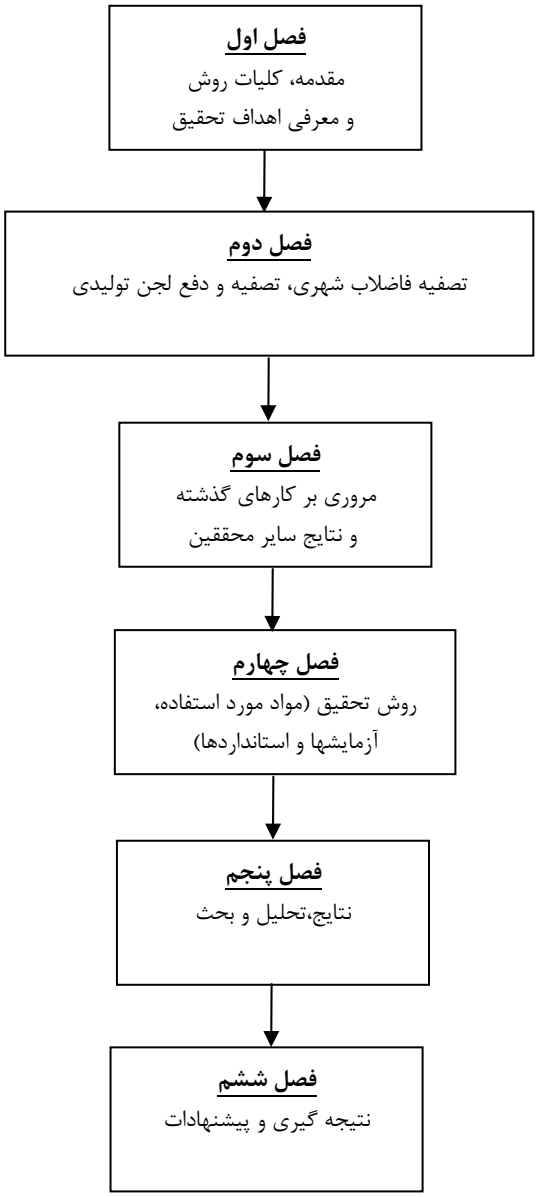
۱-۳- اهداف پایان نامه

در آغاز، با توجه به اهمیت تصفیه فاضلاب شهری و روشهای آن، سعی شده است، تا وضعیت فاضلاب شهری در کشور و معضلات آن مورد بحث و بررسی قرار گیرد. همچنین روشهای بازیافت لجن، ضوابط بهداشتی استفاده و دفع لجن و روشهای دفع آن در جهان نیز از مسایل مورد بررسی در این بخش می باشند.

با توجه به اینکه سوزاندن لجن یکی از گزینه های دفع لجن می باشد، در بخش پژوهشی پایان نامه سعی شده است که اثر جایگزینی خاکستر حاصل از سوزاندن لجن به جای سیمان در تولید نمونه های ملات طبق استانداردهای مربوطه مورد بررسی و تحقیق قرار گیرد.

در این پایان نامه، ضمن تحقیق در مورد لجن و روشهای دفع آن، از سوزاندن بعنوان یکی از روشهای دفع لجن برای انجام تحقیق استفاده شد. با سوزاندن لجن در درجه حرارتهای مختلف، خاکستر مربوطه تهیه گردید و مشخصات آنها مورد تحقیق قرار گرفت. خاکستر بدست آمده در تولید نمونه های بتنی بکار گرفته شد و روند کسب مقاومت فشاری بعنوان مهمترین پارامتر مکانیکی بتن، بررسی گردید.

این پایان نامه علاوه بر این فصل شامل ۵ فصل دیگر نیز می باشدکه ترتیب و مطالب بیان شده در آنها در شکل ۱-۱ ارائه می گردد.



شکل ۱-۱- ترتیب و مطالب بیان شده در فصول مختلف پایان نامه

فصل دوم

تصفیه فاضلاب شهری، تصفیه و دفع لجن تولیدی

۲-۱- مقدمه

از سال ۱۹۰۰ تا ۱۹۷۰ میلادی، حذف مواد معلق (TSS)، مواد تجزیه پذیر آلی[1] و کاهش عوامل بیماری زا[2] بعنوان اهداف اصلی بشر در تصفیه فاضلاب مطرح بودند. در دهه ۸۰ میلادی تلاش برای کاهش BOD ، حذف مواد جامد معلق و عوامل بیماری زا در سطوحی بالاتر به اهداف تصفیه فاضلاب اضافه گردید. از سال ۱۹۸۰ تا کنون نیز جامعه بشری تحقیقات زیادی را در زمینه حذف و کاهش آلودگیهای سمی آغاز نموده است و تمام سعی خود را برای حذف مواد سمی و عوامل دارای پتانسیل سمی متمرکز ساخته است؛ حذف مواد آلی فرار (VOCs) و مواد آلی سمی فرار (VOTCs) از جمله این فعالیتها می باشند. [۱]

با مقدمه ای از تاریخچه تصفیه فاضلاب در جهان، مراحل تصفیه بیولوژیکی فاضلاب شهری که از معمولترین انواع تصفیه می باشد، در این فصل ارائه شده است. با توجه به افزایش سطح سلامت عمومی مردم و انتظارات آنها، تعداد تصفیه خانه ها و مقدار فاضلاب تصفیه شده در کشور که در این فصل تشریح شده است، بسیار ناچیز می باشد و لزوم احداث تصفیه خانه های بیشتر و مدیریت مناسب آنها باید از اهداف اصلی برنامه توسعه کشور باشد.

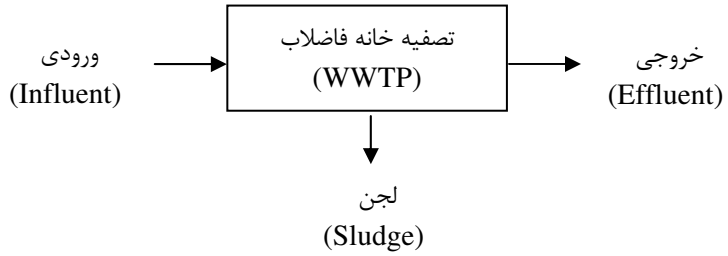
لجن بعنوان محصول جانبی تصفیه خانه فاضلاب شهری، به دلیل داشتن حجم بالا از مهمترین معضلات یک تصفیه خانه فاضلاب می باشد. با افزایش تعداد تصفیه خانه ها به طور قطع لجن تولیدی نیز افزایش یافته و دفع آن نیاز به یک مدیریت بهینه دارد. ویژگی‌ها، روشهای بازیافت و دفع لجن و روشهای معمول در جهان برای مدیریت لجن از جمله مطالب مورد بحث در این فصل می باشند.

---

[1] Biodegredable
[2] Pathogens

۲-۲- تصفیه فاضلاب شهری

تصفیه فاضلاب به مجموعه فرآیند هایی اطلاق می شود که طی آن فاضلاب جمع آوری شده به آبی تبدیل می شود که میزان آلودگی، مواد جامد معلق و سایر شرایط آن تابع استاندارد باشد. اجزای تصفیه خانه فاضلاب بسته به نوع فرآیند تصفیه (بیولوژیکی، شیمیایی)، می تواند متفاوت باشد. شکل شماره ۲-۱ نمایی کلی از یک تصفیه خانه فاضلاب را نمایش می دهد. با توجه به این شکل می توان چنین عنوان کرد که در یک تصفیه خانه علاوه بر قسمتهای ورودی و خروجی، پسماند (لجن) نیز در فرایند تصفیه تشکیل می شود.



شکل ۲-۱- نمای کلی تصفیه خانه فاضلاب

روشهای تصفیه فاضلاب که برای حذف آلودگی از فاضلاب بکار می روند، به سه بخش عمده تصفیه فیزیکی، بیولوژیکی و شیمیایی تقسیم می شوند. این روشها در ترکیب با یکدیگر فاضلاب ورودی را در سطوح کیفی مختلف تصفیه می نمایند. سطوح کیفی تصفیه، به ۳ بخش اصلی تصفیه مقدماتی، تصفیه ثانویه و تصفیه پیشرفته تقسیم می گردد.

هدف از تصفیه مقدماتی، حذف آشغال، مواد درشت دانه و برخی مواد خاص مانند روغنها و چربیهای فاضلاب می باشد که ممکن است فرآیندهای تصفیه بعدی را مختل سازند. در تصفیه اولیه مواد دانه ای ریزتر و مواد جامد معلق را بوسیله دانه گیر ها تاحد ممکن حذف می کنند. در تصفیه ثانویه که بیولوژیکی می باشد، مواد تجزیه پذیر آلی توسط میکروارگانیزمها و باکتریها تجزیه شده و در تانکهای ته نشینی رسوب می کنند. تصفیه پیشرفته بسته به نوع فاضلاب می تواند مراحل مختلفی از جمله فیلتراسیون، جذب آلودگیها بوسیله کربن فعال و ... را داشته باشد. حذف مواد مغذی مانند نیتروژن و فسفر معمولا از مراحل تصفیه پیشرفته می باشند. در جدول ۲-۱ خلاصه ای از اهداف و عملکرد تصفیه فاضلاب در سطوح مختلف نشان داده شده است.

جدول ۲-۱- سطوح کیفی تصفیه فاضلاب[۱]

سطح تصفیه	تعریف، هدف و عملکرد
پیش تصفیه[۳]	حذف دانه های درشت و مواد روغنی و معلق و سایر موادی که در فرآیندهای بعدی ایجاد اشکال می نمایند.
تصفیه مقدماتی[۴]	حذف مواد معلق ریزتر و مواد آلی دانه ای
تصفیه ثانویه[۵]	حذف مواد تجزیه پذیر آلی (محلول و معلق)، مواد جامد معلق
تصفیه پیشرفته[۶]	حذف مواد جامد معلق باقیمانده از مرحله قبل، فیلتراسیون، حذف مواد مغذی مانند فسفر و ...

تصفیه فاضلاب شهری با توجه به سطح تصفیه، طی مراحل مختلفی انجام می پذیرد. به طور کلی مراحل اصلی که یک فاضلاب طی آنها پروسه تصفیه شدن را می پیماید به شرح زیر می باشد:[۱]

الف- آشغالگیر (Screening)

در این مرحله، مواد و اشیا بزرگ که ممکن است در فاضلاب وجود داشته باشد (مانند مواد پلاستیکی، فلزات، مواد جامد درشت، پارچه و ...) توسط شبکه های فلزی جمع آوری می شوند و از ورود آنها به مراحل بعدی تصفیه جلوگیری می شود.
آشغالگیرها به دو صورت مختلف دستی و مکانیکی موجود می باشند، این دسته بندی از لحاظ نوع تمیز کردن آشغالگیر می باشد. نوع دستی آن برای سیستمهای تصفیه فاضلاب کوچک و مکانیکی برای سیستمهای بزرگ بکار می رود.

ب- دانه گیر (Grit chamber)

هدف از این مرحله، حذف دانه های ریز، باقیمانده تفاله چای و قهوه و مواد ریز مانند آنهاست. با حذف مواد نامبرده علاوه بر حذف آنها از فاضلاب، سیستم تصفیه فاضلاب در مراحل بعدی از مسدود شدن و بسته شدن مجاری، مصون نگاه داشته می شود.

پ- مخلوط کردن و منعقد سازی (Mixing & Flocculation)

با توجه به اینکه در مراحل قبلی عمده مواد ریز و درشت جامد فاضلاب گرفته شده است؛ در این قسمت فاضلاب مخلوط می شود و طی این پروسه هوادهی نیز انجام می پذیرد و مواد جامد معلق، منعقد شده و به ذرات درشت تر تبدیل شده و آماده ته نشینی می گردد.

---

[3] Preliminary treatment
[4] Primary treatment
[5] Secondary treatment
[6] Advance treatment

ت- ته نشینی (Sedimentation)

معمولا بعد از مرحله دانه گیری، تانک ته نشینی اولیه قرار می گیرد تا ذراتی که بعد از دانه گیری قابلیت تـه نـشین شدن را دارا هستند جمع آوری نموده و بعنوان لجن ته نشین نماید. همچنین بعد از مرحلـه تـصفیه بیولـوژیکی کـه همان تانکهای هوادهی و مخلوط کن ها هستند، تانک ته نشینی ثانویه قرار می گیرد که لجن حاصل از تجزیـه مـواد آلی تجزیه پذیر را در خود ته نشین نماید. بخشی از این لجن که مازاد می باشد، بعنوان لجن مازاد به سـمت مراحـل تصفیه و دفع لجن منتقل می شود و بخشی دیگر دوباره به تانک هوادهی بر می گردد تا سیستم بیولوژیکی را فعـالتر سازد.

(الف)

(ب)

شکل ۲-۲- نمونه ای از تانکهای ته نشینی اولیه و ثانویه (الف- اولیه ، ب- ثانویه)

ث- ضد عفونی کردن (Disinfection)

فاضلاب تصفیه شده در صورتی که مرحله پیشرفته تصفیه را در برنامه نداشته باشد، می بایست ضد عفونی شود و آب خروجی از تصفیه خانه بسته به میزان تصفیه شدن، طبق استاندارد در محل مناسب دفع گردد. ضد عفونی کردن بـه سه روش فیزیکی، شیمیایی و تشعشع امکان پذیر است. از جمله روشهای فیزیکی می توان به جوشـاندن آب و دیگـر روشهای گرمایی اشاره کرد. این گونه روشها فقط در مناطق بسیار کوچک کاربرد دارند. کلر زنی و ازن زنـی از جملـه روشهای شیمیایی هستند. لازم به ذکر است که روش معمول در اکثر تصفیه خانـه هـای کـشور کلرزنـی مـی باشـد. تاباندن اشعه گاما نوعی روش تشعشعی می باشد که دارای هزینه بـالایی اسـت. بعـد از مرحلـه تـه نـشینی ثانویـه و کلرزنی، کلیه مراحل تصفیه بعدی در دسته تصفیه پیشرفته طبقه بندی می شوند که از آنها می توان به فیلتراسیون، حذف نیتروژن و فسفر و ... اشاره نمود. لازم به ذکر است که در سیستمهای تصفیه معمـولی رایـج در ایـران، تـصفیه پیشرفته به ندرت استفاده می شود.

۲-۳- وضعیت تصفیه خانه های فاضلاب کشور

لزوم حفاظت از محیط زیست، اصل غیر قابل تردیدی است که در جهان امروز پذیرش عامه داشته و این ضرورت به موازات رشد صنایع و تکنولوژی و به دنبال آن بروز آلودگی ها اهمیت بیشتری پیدا کرده است. پیش گیری از ایجاد فاضلاب همواره امکان پذیر نیست. بنابراین باید از روشهایی استفاده شود که ضمن جلوگیری از آلوده شدن آبها میزان انتشار آن در محیط زیست کاهش یابد. این روشها شامل کاهش حجم فاضلاب، بازگرداندن، بازیافت و استفاده مجدد از فاضلاب می باشد.[۲] با توجه به این مساله با احداث تصفیه خانه های فاضلاب، اهداف فوق برآورده شده و با تحت پوشش قرار دادن فاضلاب تولیدی از آلودگی زیست محیطی جلوگیری می شود. تصفیه فاضلاب منجر به پاکسازی آب آلوده (فاضلاب) شده به طوری که دفع آن در محیط و یا کاربرد آن برای توسعه فضای سبز موجب آلودگی محیط زیست نمی شود[۳]

در شهرهایی مانند تهران که فاقد سیستم کامل و مناسب بهداشتی دفع فاضلاب هستند، فاضلاب به طرق مختلف غیر بهداشتی مانند دفع به چاههای جذبی و یا استفاده در زمینهای کشاورزی بدون هیچ تصفیه اولیه، دفع می گردد. این نوع دفع فاضلاب، باعث آلودگی آبهای زیرزمینی، بالا آمدن سطح آبهای زیرزمینی (مانند مناطق جنوبی شهر تهران)، آلودگی آبهای سطحی(مانند نهر فیروزآباد تهران) و بالاخره باعث شیوع انواع بیماریهای میکروبی و انگلی در سطح شهر خواهد شد.[۴]

ایران در سالهای اخیر رویکرد مناسبی را به سمت احداث و توسعه تصفیه خانه ها داشته است به طوریکه در عرض یک سال از پایان سال ۱۳۸۳ تا پایان سال ۱۳۸۴، تعداد تصفیه خانه های در دست بهره برداری از ۶۹ به ۸۷ رسیده است که بیش از ۲۵ درصد رشد را نشان می دهد.[۵] این میزان رشد، نشان دهنده سیاستهای دولت در افزایش تعداد تصفیه خانه ها و جمعیت تحت پوشش آنهاست.

شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور، مسئولیت جمع آوری و تصفیه فاضلاب شهری را درکشور بر عهده دارد و مطالعات فراوانی در این زمینه آغاز کرده است. در جدول ۲-۲ نام تصفیه خانه ها، نوع سیستم آنها و میزان دبی اسمی و بهره برداری آنها، به تفصیل بیان شده است. همچنین در جدول ۲-۳ تصفیه خانه های در دست احداث کشور تا پایان سال ۱۳۸۴ به تفکیک استان مشخص شده اند. با توجه به این جداول و آمار منتشره از عملکرد سالهای قبل شرکت آب و فاضلاب کشور، تعداد تصفیه خانه های فاضلاب بهره برداری شده کشور، در سالهای ۸۳ و ۸۴ به ترتیب، ۶۹ و ۸۷ تصفیه خانه بوده است. همچنین ظرفیت (دبی) بهره برداری شده از کل تصفیه خانه های فاضلاب شهری کشور تا پایان سال ۱۳۸۴ بالغ بر ۱،۲۰۰،۰۰۰ متر مکعب در روز بوده است که این رقم نسبت به سال ۱۳۸۳ ، بیش از ۲۵ درصد رشد نشان می دهد.[۵] همچنین، با توجه به آمار و ارقام منتشره از این سازمان تا پایان سال ۱۳۸۴ تعداد ۲۰۷ شهر کشور دارای انشعاب فاضلاب می باشند.[۵]

جدول ۲-۲- وضعیت تصفیه خانه های فاضلاب شهری در حال بهره برداری کشور تا پایان سال ۱۳۸۴ [۵]

ردیف	استان	شهر	نام تصفیه خانه فاضلاب	دبی اسمی هزار مترمکعب در سال	دبی بهره برداری هزار مترمکعب در سال	فرایند تصفیه
۱	آذربایجان شرقی	تبریز	تبریز	۴۷۳۰۴	۲۲۰۷۵	لجن فعال
۲		مراغه	مراغه	۷۷۲۷	۴۱۹۹	لجن فعال
۳		میانه	میانه	۹۴۹۰	-	لاگون هوادهی
۴		مرند	مرند	۴۳۶۵۴	۲۳۹۶۷	لجن فعال
۵	آذربایجان غربی	بوکان	بوکان	۱۷۵۲۰	۸۸۳۰	لاگون هوادهی
۶		خوی	خوی	۵۳۰۳	۴۲۲۱	لاگون هوادهی
۷	اردبیل	خلخال	خلخال	۲۹۲۰	۵۵۸	لجن فعال
۸		گرمی	گرمی	۲۵۵۵	۳۴۹	لجن فعال
۹		اردبیل	اردبیل	۶۶۸۰	۱۲۱۴	لجن فعال
۱۰	ایلام	دهلران	دهلران	۱۲۰۰۰	۴۰۰۰	برکه تثبیت
۱۱		ایلام	ایلام	۴۶۰۰۰	۲۳۰۰۰	لاگون هوادهی
۱۲		مهران	مهران	۱۰۰۰۰	۵۰۰۰	برکه تثبیت
۱۳	اصفهان	قهدریجان	قهدریجان	۱۱۶۸	۹۵	لاگون هوادهی
۱۴		شهرضا	شهرضا	۵۸۴۰	۱۱۲۰	برکه تثبیت
۱۵		ورزنه	ورزنه	۵۸۴	۶۵۴	برکه تثبیت
۱۶		شاهین شهر	شاهین شهر	۲۱۰۲۴	۱۳۷۶۳	لجن فعال
۱۷		کوهپایه	کوهپایه	۵۸۴	۲۶۳	برکه تثبیت
۱۸		اصفهان	جنوب فاز ۲و۳	۵۱۹۷۶	۴۹۹۲۹	لجن فعال
۱۹		اصفهان	شمال فاز ۱و۲	۲۳۳۶۰	۳۹۳۷۳	لجن فعال
۲۰		مبارکه	صفاییه	۲۹۲	۴۹۶	لجن فعال
۲۱		مبارکه	مبارکه	۷۰۰۸	۶۶۵	لاگون هوادهی
۲۲		زرین شهر	زرین شهر	۳۵۰۴	۹۲۰	لاگون هوادهی
۲۳		انارک	انارک	۵۸۴	۱۶۸	برکه تثبیت
۲۴		فولادشهر	فولادشهر	۲۹۲۰	۴۲۷۰	برکه تثبیت
۲۵		اصفهان	موقت سپاهان شهر	۲۹۲	۹۳۷	لاگون هوادهی
۲۶		بهارستان	بهارستان	۲۹۲	۱۶۹۰	لجن فعال
۲۷		نایین	نایین	۱۴۶۰	۵۹۵	برکه تثبیت
۲۸		خوامسار	خوامسار	۲۹۲	۲۵	لجن فعال
۲۹		سمیرم	سمیرم	۳۵۰۴	۱۳۳	لاگون هوادهی
۳۰		باغبهادران	باغبهادران	۵۸۴	۴	لاگون هوادهی
۳۱	اهواز	اهواز	غرب فاضلاب	۱۹۷۱۰	۷۸۶۰	لجن فعال
۳۲	بوشهر	بوشهر	بوشهر	۳۲۱۳۸	۷۰۵۵	برکه تثبیت
۳۳		گناوه	گناوه	۱۰۰۰۰	۸۵	برکه تثبیت
۳۴		دیلم	دیلم	۲۵۰۰	۳۴۰	برکه تثبیت
۳۵	تهران	تهران	اضطراری جنوب تهران	۷۳۲۰	۱۹۱۱۸	لاگون هوادهی
۳۶			شوش	۲۱۰۸،۱۶	۵۵۰۴	لجن فعال
۳۷			دولت آباد	۴۱۱۷،۵	۳۳۸۰	لجن فعال
۳۸			اکباتان	۵۴۹۰	۴۳۹۷	لجن فعال
۳۹			شهرک قدس	۱۰۹۸۰	۷۱۷۱	لجن فعال
۴۰			زرگنده	۵۴۹	۱۹۵۵	لجن فعال
۴۱			قیطریه	۵۴۹	۱۲۱۷	لجن فعال
۴۲			صاحبقرانیه	۱۲۸،۱	۷۳۷	لجن فعال
۴۳			شهید محلاتی	۲۱۹۶	۱۲۲۶	لجن فعال
۴۴		ورامین(خاورشهر)	شهرک خاورشهر	۵۵۹،۹۸	-	لاگون هوادهی

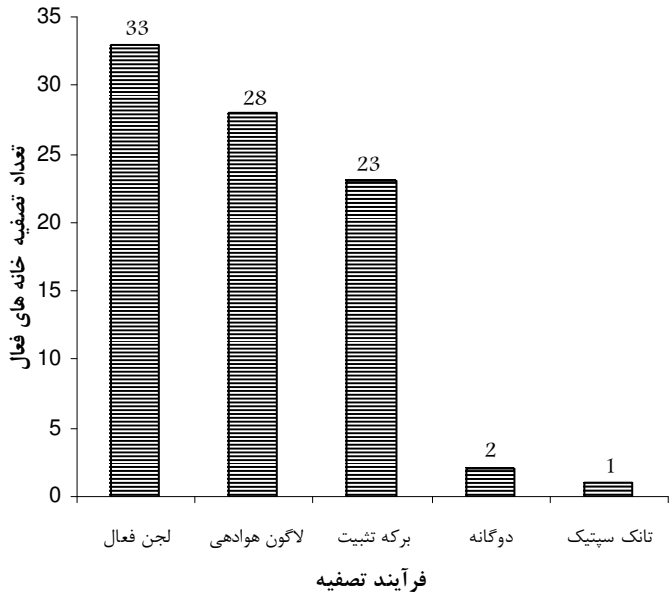
ادامه جدول ۲-۲- وضعیت تصفیه خانه های فاضلاب شهری در حال بهره برداری کشور تا پایان سال ۱۳۸۴ [۵]

ردیف	استان	شهر	نام تصفیه خانه فاضلاب	دبی اسمی هزار مترمکعب در سال	دبی بهره برداری هزار مترمکعب در سال	فرایند تصفیه
۴۵	چهارمحال و بختیاری	شهرکرد	شهرکرد	۱۹۷۱۰	۸۳۹۵	لجن فعال
۴۶		بروجن	بروجن	۱۳۱۴۰	۲۵۵۵	لجن فعال
۴۷		سامان	سامان	۱۲۷۷،۵	۴۷۵	لاگون هوادهی
۴۸		جونقان	جونقان	۱۰۹۵	۴۳۸	دوگانه
۴۹		فارسان	فارسان	۱۴۶۰	۶۵۷	لجن فعال
۵۰	خراسان جنوبی	بیرجند	بیرجند	۳۸۳۲،۵	۱۷۸۰	برکه تثبیت
۵۱	خراسان شمالی	بجنورد	بجنورد	۲۷۷۴	۱۳۳۷	لجن فعال -هوادهی
۵۲		اسفراین	اسفراین	۱۴۶۰	۹۷۱	برکه تثبیت
۵۳	خراسان رضوی	سبزوار	سبزوار	۷۰۰۸	۳۶۷۵	برکه تثبیت
۵۴		مشهد	اولنگ	۹۱۲۵	۱۸۲۵	برکه تثبیت
۵۵			پرکند آباد	۵۵۴۸	۶۳۱۵	لاگون هوادهی
۵۶	خوزستان	هویزه	هویزه شمالی	۵۱۱۰	۲۱۹۰	برکه تثبیت
۵۷			هویزه جنوبی	۷۶۶۵	۳۲۸۵	برکه تثبیت
۵۸		سوسنگرد	سوسنگرد	۹۰۳۴	۵۴۷۵	برکه تثبیت
۵۹	سیستان و بلوچستان	زابل	زابل	۱۲۳۸۸	۴۷۹۱	برکه تثبیت
۶۰		زاهدان	جام جم	۲۰۴	۲۰۴	لجن فعال
۶۱	سمنان	مهدی شهر	مهدی شهر	۴۳۰۰	۱۶۵۸	برکه تثبیت
۶۲	فارس	شیراز	شماره یک	۲۹۶۴۴	۷۶۴۴	لجن فعال
۶۳		مرودشت	مرودشت	۴۳۸۰	۴۳۸۰	لاگون هوادهی
۶۴	قزوین	بویین زهرا	بویین زهرا	۲۱۹۰	۱۲۸	برکه تثبیت
۶۵		قزوین	قزوین	۱۴۰۹۲	۴۹۳۵	برکه تثبیت
۶۶	قم	قم	قم	۶۹۳۸	۵۵۱۹	لاگون هوادهی
۶۷	کردستان	قروه	قروه	۱۱۶۸۰	۵۸۴۰	لاگون هوادهی و تثبیت
۶۸	کرمانشاه	بیستون	الزهرا	۵۸۴	۵۸۴	لجن فعال
۶۹		گیلانغرب	گیلانغرب	۱۰۹۵	۱۰۹۵	برکه تثبیت
۷۰		اسلام آباد	اسلام آباد	۶۵۷۰	۵۲۰۰	برکه تثبیت
۷۱		کرمانشاه	کرمانشاه	۲۱۹۰۰	۲۱۹۰۰	لجن فعال
۷۲		پاوه	پاوه	۱۷۱۵	۸۵۰	لجن فعال
۷۳	کهگیلویه	یاسوج	یاسوج	۵۲۹۲	۵۲۹۲	لاگون هوادهی
۷۴	گلستان	بندر گز	بندر گز	۱۰۹۵	۹۴۹	لاگون هوادهی
۷۵	گیلان	منجیل	شهرک ایثارگران	۹۱۲،۵	۳۱۵،۳۶	لجن فعال
۷۶	لرستان	خرم آباد	خرم آباد	۱۳۱۴۰	۸۷۶۰	بی هوازی - هوازی
۷۷		الیگودرز	الیگودرز	۵۴۷۵	۱۰۹۵	لاگون هوادهی
۷۸	مازندران	قائم شهر	شهرک نساجی	۴۱۲	۳۸۳	لجن فعال
۷۹	مرکزی	اراک	رسول آباد	۸۲۴۹	۶۴۲۴	برکه تثبیت
۸۰		تفرش	تفرش	۶۳۵،۱	۴۴۵،۸	لجن فعال
۸۱		خمین	خمین	۳۷۹۶	۳۱۲	برکه تثبیت
۸۲		محلات	محلات	۳۶۵۰	۴۳۳	لجن فعال
۸۳		دلیجان	دلیجان	۴۳۸۰	۱۰۸۷۲	برکه تثبیت

ادامه جدول ۲-۲- وضعیت تصفیه خانه های فاضلاب شهری در حال بهره برداری کشور تا پایان سال ۱۳۸۴ [۵]

ردیف	استان	شهر	نام تصفیه خانه فاضلاب	دبی اسمی هزار مترمکعب در سال	دبی بهره برداری هزار مترمکعب در سال	فرایند تصفیه
۸۴	هرمزگان	بندرعباس	بندرعباس	۴۲۷۰۵	۲۶۲۸۰	لجن فعال
۸۵	همدان	سرکان	سرکان	۴۵۶	۲۷۴	لجن فعال
۸۶		ملایر	ملایر	۱۲۶۱۴.۴	-	لاگون هوادهی
۸۷	یزد	یزد	یزد	۶۴۹۷	۶۴۹۷	برکه تثبیت
جمع کل				۷۴۹۹۹۴.۷	۴۴۴۹۹۱.۲	-

با توجه به جدول ۲-۲ تقریبا تمام تصفیه خانه های در حال بهره برداری کشور، برای تصفیه فاضلاب شهری از روشهای هوازی استفاده می کنند. از مجموع ۸۷ تصفیه خانه در حال بهره برداری شده تا پایان سال ۱۳۸۴، تعداد ۳۳ تصفیه خانه از فرآیند لجن فعال، ۲۸ تصفیه خانه از فرآیند برکه تثبیت، ۲۳ تصفیه خانه از فرآیند لاگون هوادهی، ۲ تصفیه خانه از فرآیند دوگانه (هوازی – بیهوازی) و یک تصفیه خانه از سپتیک تانک برای تصفیه فاضلاب خود استفاده می کنند.



نمودار ۲-۱- فرآیندهای تصفیه خانه های فاضلاب شهری در حال بهره برداری کشور

در سالهای اخیر شرکت آب و فاضلاب کشور در راستای توسعه خدمات فاضلاب شهری، فعالیتهای زیادی را آغاز کرده است. وضعیت تصفیه خانه های در حال ساخت کشور در جدول ۲-۳ به تفکیک شهرها گردآوری شده است. براساس این جدول تعداد ۱۱۱ شهر کشور دارای پروژه اجرایی تصفیه خانه فاضلاب هستند که از این تعداد ۷ طرح در دست مطالعه بوده و بقیه در حال ساخت می باشند.

جدول ۲-۳- تصفیه خانه های فاضلاب در دست اجرای کشور تا پایان سال ۱۳۸۴ [۵]

ردیف	استان	اسامی شهرهای دارای طرح تصفیه خانه فاضلاب	تعداد تصفیه خانه
۱	آذربایجان شرقی	مراغه، مرند، سراب، بناب، عجب شیر، اهر، میانه، جلفا، بستان آباد	۹
۲	آذربایجان غربی	ارومیه، بوکان، پیرانشهر، سردشت، مهاباد، میاندوآب، سلماس	۸
۳	اردبیل	اردبیل، پارس آباد، بیله سوار، مشکین شهر	۴
۴	اصفهان	اصفهان، نایین، خوانسار، ورنامخواست و سده لنجان، داران، بویین و میاندشت، نجف آباد	۸
۵	ایلام	دره شهر	۱
۶	بوشهر	بوشهر	۱
۷	تهران	تهران، لواسان، کرج	۳
۸	چهارمحال و بختیاری	لردگان، هفشجان	۲
۹	خراسان	اسفراین، مشهد، نیشابور، تربت حیدریه	۴
۱۰	خوزستان	دزفول، اهواز، شوشتر، رامهرمز	۴
۱۱	قم	قم	۱
۱۲	زنجان	زنجان، ابهر	۲
۱۳	سمنان	سمنان، شاهرود	۲
۱۴	سیستان و بلوچستان	زاهدان، چابهار	۲
۱۵	فارس	شیراز، مرودشت، اقلید، جهرم، کازرون	۵
۱۶	قزوین	قزوین، تاکستان	۲
۱۷	کردستان	بانه، بیجار، دیواندره، سروآباد، سقز، سنندج، کامیاران، مریوان، سریش آباد، یاسوکند، موچش، دهگلان، زرینه	۱۳
۱۸	کهگیلویه و بویر احمد	دو گنبدان	۱
۱۹	کاشان	کاشان	۱
۲۰	کرمانشاه	کرمانشاه، هرسین، سرپل ذهاب، قصرشیرین	۴
۲۱	کرمان	کرمان، کهنوج	۲
۲۲	گلستان	بندر ترکمن، کردکوی	۲
۲۳	گیلان	رشت، صومعه سرا، انزلی، رودسر، لاهیجان، تالش، آستارا	۷
۲۴	لرستان	خرم آباد، دورود، بروجرد، پلدختر	۴
۲۵	مازندران	ساری، بابل، بابلسر، جویبار، نوشهر و چالوس	۵
۲۶	مرکزی	اراک، خمین، محلات، آشتیان، ساوه	۵
۲۷	هرمزگان	بندرعباس، میناب	۲
۲۸	همدان	تویسرکان، همدان، ملایر، اسدآباد، کبودرآهنگ، نهاوند	۶
۲۹	یزد	یزد	۱
جمع کل			**۱۱۱**

علاوه بر جمعیت شهری تحت پوشش خدمات فاضلاب شهری، تعداد محدودی از روستاهای کشور نیز تحت پوشش شبکه دفع بهداشتی فاضلاب می باشند. جدول ۲-۴ عملکرد شرکت آب و فاضلاب کشور را در محدوده جامعه روستایی کشور نشان می دهد.

جدول ۲-۴- وضعیت صنعت فاضلاب روستایی کشور تا پایان سال ۱۳۸۴ [۵]

ردیف	قلم آماری		وضعیت در پایان سال ۸۴	واحد
۱	تعداد روستاهای مطالعه شده فاز اول طرح فاضلاب		۵۲۷	روستا
۲	تعداد روستاهای مطالعه شده فاز دوم طرح فاضلاب		۳۶۶	روستا
۳	تعداد روستاهای در دست اجرای طرح فاضلاب		۲۴	روستا
۴	روستاهای تحت پوشش شبکه دفع بهداشتی فاضلاب	تعداد	۵	روستا
۵		جمعیت	۲۹۰۰	نفر
۶	تعداد تصفیه خانه های فاضلاب در مدار		۳	باب
۷	ظرفیت تصفیه خانه های فاضلاب در مدار		۳۶۰	متر مکعب در روز

با توجه به جدول ۲-۲ و ۲-۴ و آمار منتشره از شرکت آب و فاضلاب کشور می توان چنین عنوان کرد که تا پایان سال ۱۳۸۴ از جمعیت ۴۶،۷۳ میلیون نفری شهرهای ایران، تصفیه خانه های کشور فقط ۱۱،۹ میلیون نفر را تحت پوشش خدمات فاضلاب شهری قرار داده اند و فاضلاب ناشی از ۳۴،۸۳ میلیون نفر از جمعیت شهری کشور، بدون تصفیه رها می شود. همچنین فاضلاب ناشی از مناطق روستایی کشور، که جمعیتی بالغ بر ۲۲،۵ میلیون نفر را شامل می شوند، بدون تصفیه دفع می گردد؛ این در حالی است که به استثنای ۵ روستای کشور تقریبا تمام روستاهای کشور فاقد سیستم تصفیه فاضلاب می باشند. [۵]

با توجه به اینکه میزان سرانه فاضلاب برای جمعیت شهری ۱۷۰ لیتر در روز و برای جمعیت روستایی ۱۴۰ لیتر در روز برآورد شده است،[۲] می توان چنین نتیجه گرفت که از میزان ۱۱،۱ میلیون متر مکعب در روز فاضلاب خانگی ایجاد شده در شهر و روستاهای کشور تا پایان سال ۱۳۸۴، فقط ۱،۲ میلیون مترمکعب آن در روز، وارد تصفیه خانه های کشور شده و بقیه که معادل ۹،۹ میلیون متر مکعب در روز می باشد، بدون تصفیه رها می گردد. به بیان دیگر از کل فاضلاب خانگی تولیدی کشور، تنها در حدود ۱۱ درصد آن تصفیه شده و ۸۹ درصد آن بدون تصفیه وارد چاههای جذبی، رودخانه ها، نهرها و یا زمینهای کشاورزی می شود.

با توجه به میزان سرانه بار آلودگی BOD در کشور که ۳۸ گرم در روز در مناطق شهری و ۳۵ گرم در روز در مناطق روستایی برآورد شده است،[۲] میزان بار آلودگی ایجاد شده از فاضلابهای خانگی در سال ۱۳۸۴ بالغ بر ۹۳۵،۵ هزارتن بوده است که رها کردن ۸۹ درصد آن یعنی معادل ۸۳۲،۶ هزارتن، بدون هیچ گونه تصفیه ای زیان های جبران ناپذیری به محیط زیست و سلامت عمومی وارد می سازد.

با توجه به جداول ۲-۲ تا ۲-۴ که وضعیت فاضلاب شهری و روستایی ایران را در پایان سال ۱۳۸۴ بیان می کنند، می توان چنین نتیجه گرفت که حجم فاضلاب تولیدی خانگی در سراسر کشور طبق ارقام فوق معادل ۴ میلیارد متر مکعب در سال خواهد بود. بنابراین در صورت تصفیه مناسب فاضلاب حجم زیادی از آب استحصال می گردد که می تواند سطحی بالغ بر ۵۰۰ هزار هکتار از اراضی کشاورزی را به زیر کشت آبی برد.[۲]

علاوه بر آن، با استفاده از این آبهای تصفیه شده در شستشو، مصارف عمومی و صنعتی می توان صرفه جویی مناسبی در هزینه های تصفیه آب انجام داد.
از طرفی با توجه به اینکه تنها ۱۱ درصد فاضلاب خانگی تصفیه می شود، حجم زیادی از آلودگی ها بدون تصفیه وارد آبهای زیرزمینی و سطحی و یا زمینهای کشاورزی شده که ضمن آلودگی آب و خاک، موجب شیوع بیماریهای عفونی و انگلی در برخی شهرها شده است. این مساله با توجه به اینکه اکثر شهرهای بزرگ ایران مانند تهران، مشهد، تبریز و شیراز فاقد سیستم کامل جمع آوری فاضلاب می باشند و فاضلاب خود را بدون تصفیه دفع می کنند، بسیار نگران کننده است.[۲]

۲-۴- لجن فاضلاب شهری، تعاریف و خصوصیات

امروزه به دنبال افزایش روزافزون جمعیت، کمبود منابع آب و لزوم تصفیه فاضلاب، حجم عظیمی از لجن که محصول جانبی فاضلاب است، نیاز به دفع به گونه ای ایمن از نظر زیست محیطی دارد. خصوصیات لجن فاضلاب به فرآیند تصفیه و منبع آن بستگی دارد، پس می تواند مخلوطی از مواد مغذی، با سطوح پایینی از PCB ها، دی اکسینها و فورانها، سموم کلرینه، هیدروکربنهای آروماتیک چند هسته ای سرطانزا، فلزات سنگین، باکتریها، ویروسها، کرمهای انگلی و قارچها، حلالهای صنعتی، آزبستها و فرآورده های نفتی و غیره باشد.[۶] با توجه به اینکه در تصفیه فاضلاب عوامل آلودگی در حجم کمی از لجن متمرکز می شوند، دفع آن در محیط به لحاظ غلظت زیاد عوامل آلاینده میکربی و سایر موادی که ذکر شد، مشکل آفرین است.[۳]
دفع لجن مازاد حاصل از تصفیه فاضلاب، از ضروریات یک تصفیه خانه به شمار می آید و این مرحله، قسمت عمده هزینه یک تصفیه خانه فاضلاب را در بر می گیرد.[۷] بعنوان مثال، در حال حاضر در اروپا ۳۰ تا ۵۰ درصد هزینه تاسیس و کاربری یک تصفیه خانه صرف بخش تصفیه و دفع لجن آن می گردد.[۸]
لجن بدست آمده از فرآیندهای تصفیه فاضلاب، خود نیز باید تصفیه و دفع گردد.روشهای مختلفی برای تصفیه و دفع لجن وجود دارد که به طور مفصل در این فصل به آن پرداخته می شود.

۲-۴-۱ تعریف

لجن محصول فرعی یک تصفیه خانه فاضلاب می باشد که معمولا شامل ۰،۲۵ تا ۱۲ درصد وزنی جامدات و مابقی آن را آب تشکیل می دهد. میزان مواد جامد در لجن به نوع لجن و فرآیندهای تصفیه فاضلاب بستگی دارد. به تعبیری دیگر به مواد جامد(آلی و غیر آلی) و مایع پس ماند فرآیندهای تصفیه خانه فاضلاب که یک ماده دوفازی (نیمه جامد) می باشد در یک تعریف ساده "لجن" اطلاق می گردد، منبع تولید کننده آن با توجه به نوع فرآیند انتخابی می تواند تانکهای ته نشینی اولیه و ثانویه باشد.[۱و۸]

در مراجع دیگر به مواد زاید جامد پسماند فرآیندهای تصفیه فاضلاب به طور کلی لجن[۷] می گویند و در صورتی که این ماده زاید تولید شده در عملیات تصفیه، بوسیله فرآیندهایی مانند تثبیت، کمپوست و روشهای دیگر به مواد مفید برای محیط زیست تبدیل گردند به آنها مواد جامد بیولوژیکی[۸] گفته می شود.[۱]

۲-۴-۲- طبقه بندی لجن فاضلاب

ترکیب لجن به نوع سیستم جمع آوری فاضلاب (بصورت جدا یا به همراه رواناب سطحی)، نوع فاضلاب ورودی (شهری یا صنعتی) و نوع فرآیند مورد استفاده در تصفیه فاضلاب (لجن فعال، فیلتر چکنده و ...) بستگی دارد.
لجن تولیدی در تصفیه خانه ها به سه دسته تقسیم می گردند:

- ✓ لجن اولیه (مقدماتی) : مواد جامد قابل ته نشینی در فاضلاب خام
- ✓ لجن ثانویه : لجن بیولوژیکی حاصل از فرایند بیولوژیکی
- ✓ لجن مرحله سوم : لجن حاصل از تصفیه پیشرفته (مانند فرآیند حذف نیتروژن و فسفر)

برخی از خصوصیات لجن مانند رنگ، بو و حالت آن، با توجه به سطح و فرآیند تصفیه فاضلاب، متفاوتند که این موضوع در جدول ۲-۵ نشان داده شده است. با توجه به این جدول می توان چنین نتیجه گرفت که هر چه فرآیندهای بیشتری روی فاضلاب و لجن آن انجام پذیرد، ماده پسماند حاصل از این فرآیندها به صورتی ایمن، بدون بو و تثبیت شده می تواند به محیط زیست وارد گردد.

جدول ۲-۵- کیفیت لجن حاصل از فرآیندهای مختلف تصفیه[۸]

فرایند تصفیه	رنگ	کیفیت، حالت لجن	بو
ته نشینی مقدماتی	خاکستری	لزج ، روغنی	بسیار متعفن
روشهای شیمیایی	سیاه ، قرمز در ترکیب یون آهن	لزج ، ژلاتینی	متعفن
لجن فعال	قهوه ای ، در حالت بیهوازی سیاه	فلوکولات	بوی بد کم ، تجزیه پذیری زیاد
فیلتر چکنده	قهوه ای	فلاک و مرطوب	بوی کم
لجن هضم شده	قهوه ای تیره مایل به سیاه	حاوی گازهای آلی	بدون بوی بد

[7] Sludge
[8] Biosolids

از لحاظ نوع مواد موجود در لجن ، می توان لجن را به دو دسته عمومی تقسیم بندی نمود:[۹]

- لجن حاصل از **فاضلابهای شهری** که اکثرا حاوی مواد آلی تثبیت نشده می باشند. بسته به نوع سیستم جمع آوری فاضلاب (جدا یا به همراه رواناب سطحی) مواد آلی می توانند به همراه مواد جامدی مانند خاک و غیره باشند.
- لجن حاصل از **فاضلابهای صنعتی** که علاوه بر مواد آلی که احتمالا وجود دارند ، لجن حاصله می تواند حاوی مواد معدنی و بخصوص فلزات سنگین زیادی باشد. البته باید توجه داشت که ترکیب شیمیایی فاضلاب صنعتی و همچنین لجن آن کاملا بستگی به نوع فراورده های آن صنعت دارد.

وجود مواد و ترکیبات شیمیایی سمی و غیر سمی و بالا بودن درجه اسیدی و پایین بودن pH لجن از خصوصیات لجن فاضلاب صنعتی است که آنرا از لجن فاضلاب شهری و خانگی متمایز می سازد.

۲-۶-۱- میزان لجن فاضلاب و اجزای آن

مقدار لجن و مواد تشکیل دهنده آن بستگی به نوع فرایند و همچنین سیستم جمع آوری فاضلاب دارد. به طور معمول در هر ۱۰۰ الی ۱۵۰ لیتر از فاضلاب، ۱ تا ۲ لیتر لجن فشرده[۹] موجود است.[۸] به همین دلیل تصفیه و دفع لجن با گذشت زمان به مشکل پیچیده و پر هزینه ای تبدیل شده است. مشکلات عمده ای که باعث پیچیده شدن دفع لجن می گردد عبارتند از :

- حجم لجن به دلیل اینکه حدود ۹۵ درصد آن آب است ، بسیار بالاست.
- لجن، حاوی آلودگیهای بسیار زیادی است که می تواند پیامد های زیانباری را با خود به همراه داشته باشد. (مانند آلودگی منابع آب زیر زمینی به فلزات سنگین)
- مواد آلی ناپایدار که در لجن وجود دارند ، در اثر تجزیه بی هوازی باعث ایجاد بوی بد و تعفن می گردند که ناشی از تولید گازهای آمونیاک و H_2S می باشد.[۸]

طبق برآورد سازمان حفاظت محیط زیست امریکا (EPA)، یک خانواده بطور نمونه ۴ نفره ، حدود ۴۰۰ گالون در روز فاضلاب تولید می کنند که پس از تصفیه حدود یک پوند (معادل ۰/۴۵ کیلوگرم) مواد جامد پس ماند باقی می ماند.[۱۰]

وزن ویژه یکی از پارامترهای مهم فیزیکی لجن می باشد که ترکیبی از وزن مخصوص مواد جامد فرار و وزن مخصوص مواد جامد تثبیت شده می باشد. این پارامتر بسته به نوع فرآیند تصفیه تغییر می کند.جدول ۲-۶ وزن مخصوص لجن و مواد جامد آن را به تفکیک نوع فرآیند تصفیه نشان می دهد. با توجه به جدول زیر و نتایج بدست آمده از آزمایشهای فراوان می توان گفت که اگر لجنی با مواد جامد زیر ۱۰ درصد داشته باشیم ، می توان وزن ویژه آن را تقریبا یک و برابر با آب در نظر گرفت.[۸]

---

[9] Concentrated sludge