دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل

بخش های منتخب کتاب تصفیه فاضلاب

(ت. منزوی)

درس تصفیه آب و فاضلاب

استاد: دکتر سید مرتضی حسینی

WWW.IEHE.IR

فهرست مطالب

بخش اول : انواع و خواص فاضلاب 3

بخش دوم : اصول کلی تصفیه فاضلاب 13

بخش سوم : تصفیه طبیعی فاضلاب 48

بخش چهارم : یگان های تصفیه خانه 74

بخش اول

انواع و خواص فاضلاب

فاضلاب ها بسته به شکل پیدایش و خواص انها به سه گروه تقسیم میگردند:

فاضلاب خانگی وفاضلاب صنعتی و سرانجام فاضلاب سطحی

1-1-فاضلاب خانگی

فاضلاب های خانگی خالص از دستگاههای بهداشتی خانه ها مانند:توالت ودستشویی ها وحمام هاوماشین های لباس شویی وپس اب اشپزخانه ها و یا فاضلاب بدست امده از شستشوی قسمت های گوناگون خانه تشکیل شده اند.خواص فاضلاب های خانگی در سطح یک کشور تقریبا یکسان وتنها غلظت انها بسته به مقدار مصرف سرانه ی اب در شهرها تغییر می کند.

انچه در شبکه های جمع اوری فاضلاب شهری به نام فاضلاب خانگی جریان دارد علاوه بر فاضلاب خانگی خالص دارای مقداری فاضلاب بدست امده از مغازه ها و فروشگاها و تعمیر گاهها و کارگاهها و موسسه هایی مانند انها نیز می باشد که اجبارا در سطح شهر و به طور پراکنده وارد کانال های جمع اوری فاضلاب می گردند لذا با توجه به نوع و تعداد این گونه موسسه ها ممکن است نوع فاضلاب در شهر تغییر کند چنین فاضلابی را فاضلاب خانگی نا خالص نیز می نامند.

رنگ فاضلاب:رنگ فاضلاب خانگی نشان دهنده ی عمر آن است فاضلاب تازه دارای رنگ خاکسری می باشد پس از مدتی که فاضلاب گندید وکهنه شد رنگ ان تیره و سیاه می گردد.

بوی فاضلاب:بوی فاضلاب ناشی از از گاز هایی است که در اثر متلاشی شدن مواد آلی موجود در فاضلاب است بوی فاضلاب تازه قابل تحمل تر از فاضلاب کهنه می باشد.بوی فاضلاب کهنه بیشتر ناشی از گاز هیدروژن سولفوره می باشد که در اثر فعالیت باکتری های بی هوازی و در نتیجه احیای سولفات ها به سولفیت ها تولید می گردد .

در صورتی که به فاضلاب هوا و اکسیژن کافی برسد باکتری های بی هوازی از فعالیت باز ایستاده و بجای آنها باکتری های هوازی مواد آلی فاضلاب را تجزیه می کنند و گاز کربنیک مهم ترین گازی است که از این کار باکتری ها تولید می شود . لذا مانند آنچه در تصفیه خانه های فاضلاب رخ می دهد اگر اکسیژن کافی به فاضلاب دمیده شود فاضلاب بی بو می گردد.

درجه ی اسیدی: فاضلاب های خانگی خالص و تازه معمولا حالتی خنثی ویا متمایل به قلیایی دارند.تنها در اثر ماندن و شروع عمل گندیدگی گازهای اسیدی تولید گردیده و درجه ی اسیدی فاضلاب کاهش یافته خاصیت اسیدی پیدا می کند. هر چه درجه ی گرمای محیط بیشتر باشد عمل گندیدن تعفن زود رخ می دهد و در شرایط نسبتا متعارفی عمل تعفن سه تا چهار ساعت پس از تولید فا ضلاب شروع می شود.

دمای فا ضلاب: به علت اعمال زیستی درجه ی گرمای فاضلاب معمولا بیشتر از درجه ی گرمای آب در همان محیط می باشد.درجه ی گرمای فاضلاب در سرد ترین روز های زمستان غالبا از 10 درجه ی سانتی گراد کمتر نمی گردد.

مواد خارجی در فاضلاب:در فاضلاب همیشه مقداری مواد خارجی به صورت محلول و یا نا محلول و معلق وجود دارد مقدار مواد خارجی فاضلاب در حدود 1. درصدد و بقیه ی آن را آب تشکیل می دهد حدود نیمی از مواد خارجی در فاضلاب مواد آلی و بقیه مواد معدنی می باشند و به دو صورت ته نشین پذیر و ته نشین نا پذیر تقسیم می شوند مواد معلق ته نشین پذیر بعد از حدود 2 ساعت توقف در ظرفی ته نشین می شوند.

وزن مخصوص فاضلاب: با توجه به سبک بودن مواد خارجی موجود در فاضلاب و نیز وجود برخی از گازهای محلول در آن وزن مخصوص فاضلاب کمی کمتر از وزن مخصوص اب است .به حدود 0.99 تن بر متر مکعب می رسد. در عمل وزن مخصوص فاضلاب و آب را برابر هم فرض می کنند.

موجودات زنده در فاضلاب:علاوه بر مواد خارجی نامبرده همیشه فاضلاب مقدار زیادی موجودات زنده ی ذره بینی مانند ویروس ها میکروب ها(باکتری ها) به همراه دارد.و تنها قسمتی از این موجودات ممکن است بیماری زا باشند.

جدول (1-1) – درجه آلودگی و مقدار از مقدار مواد خارجی فاضلاب های شهری با مصرف سرانه آب به مقدار 200 لیتر در شبانه روز

انواع مواد خارجی در فاضلاب	مواد معدنی1		موتد آلی 2		مجموع مواد خارجی		درجه آلودگی	
	گرم / مترمکعب	گرم / روز نفر	گرم / مترمکعب	گرم / روز نفر	گرم / مترمکعب	گرم / روز نفر	گرم / مترمکعب	گرم / روز نفر
	1	2	3	4	5	6	7	8
مواد معلق و ته نشین پذیر	50	10	150	30	200	40	100	20
مواد معلق ته نشین ناپذیر	20	5	50	10	75	15	50	10
مواد خارجی محلول	375	75	250	50	325	125	150	30
جمع تمام مواد خارجی	450	90	450	90	900	180	300	60

فاضلاب های صنعتی

خواص فاضلاب های صنعتی و پساب کارخانه ها بستگی به نوع فرآورده های کارخانه دارد با توجه به این موضوع مهمترین تفاوتی که می تواند فاضلاب کارخانه ها با فاضلاب های خانگی داشته باشد عبارتند از :

الف : امکان وجود مواد و ترکیب های شیمیایی سمی در فاضلاب کارخانه ها بیشتر است .

ب: خاصیت خورندگی بیشتری دارد .

ج: خاصیت قلیایی یا اسیدی زیادی دارد .

د: امکان وجود موجودات زنده در آنها کمتر می باشد.

بعنوان مثال می توان خاصیت اسیدی را در فاضلاب کارخانه چیت سازی تهران در جدول 1-2 مشاهده نمود . تنها قسمتی از فاضلاب کارخانه ها که تقریبا در تمام کارخانه ها خاصیت یکسان دارند فاضلاب بدست آمده از تشکیلات خنک کننده آنها است .

آلودگی این فاضلاب ها بسته به تعداد دفعه هایی که آب برای خنک کردن کارخانه بکار برده شده است ، متفاوت می باشد و معمولا آلودگی آنها کمتر از فاضلاب های دیگر می باشد و بیشتر بصورت وجود مواد نفتی و روغن در آنها نمودار میشود .

در فاضلاب برخی از کارخانه ها مانند کارخانه های بهره برداری از معادن ، کارخانه های فولاد سازی و کارخانه های شیمیایی بیشتر موار خارجی یا مواد معدنی تشکیل می دهند .در صورتیکه در برخی دیگر از کارخانه ها مانند کارخانه های تهیه ی مواد غذایی و کارخانه های نشاسته سازی بیشتر مواد خارجی در فاضلاب مواد آلی هستند .

فاضلاب های سطحی

فاضلاب های سطحی ناشی از بارندگی و ذوب یخ ها و برفهای نقاط بلند هستند . این فاضلاب ها به علت جریان در سطح زمین و تماس با آشغال ها و کثافت های رویی زمین و شستن سطح خیابانها و پشت بام ها آلوده شده و مقداری مواد آلی و معدنی در آنها وجود دارد . لذا در شروع بارندگی درجه آلودگی فاضلاب های سطحی زیاد و پس از پاک شدن سطح های بارش مقدار آلودگی آنها کاسته می شود .

بیشترین قسمت مواد خارجی را در فاضلاب ها مواد معدنی مانند ماسه و شن تشکلیل می دهند که در اثر شستشوی خیابان ها وارد فاضلاب می شود بعلاوه پسمانده ذرات گیاهی و حیوانی و مواد نفتی و دوده و قسمت ها یکدیگر از مواد خارجی موجود در فاضلاب آب های سطحی را تشکیل می دهند . چنانکه در جدول نمودار است آبهای سطحی که در برخی از جوی های سنتی تهران جریان دارد دارای درجه آلودگی زیادی و حتی بیش از فاضلابهای خانگی هستند

جدول 1-2 خواص برخی ار فاضلاب های تهران .

خواص فاضلاب	فاضلاب خام صاحبقرانیه	فاضلاب تصفیه شده صاحبقرانیه	نهر فیروزآباد پیش از کارخانه چیت سازی	نهر فیروزآباد در شهر ری	نازی آباد	شهر آرا
1	2	3	4	5	6	7
مواد معلق بر حسب میلی گرم در لیتر	200تا 250	60 تا 75	162 تا 200	100تا 1100	300تا 700	205 تا 620
مجموع مواد جامد بر حسب میلی گرم در لیتر	700تا 900	500تا 600	1100تا 3800	900 تا 3500	1000تا 1900	400تا 900

BOD برحسب میلی گرم در لیتر	150تا 240	35تا 50	80تا 276	300تا 1800	230تا 550	300تا 750
COD برحسب میلی گرم در لیتر	60تا 65	15تا 20	30تا 70	110تا 5500	90تا 226	76 تا 120
درجه اسیدیpH	7.15تا 7.80	7.8	7.8تا 8	6تا 7.5	6تا 9	6.5تا 8.7

آزمایش فاضلاب ها :

آلودگی فاضلاب ها بیشتر به واسطه وجود مواد آلی در آنها نمودار میشود مواد آلی موجود در فاضلاب ها ناپایدار بوده و می توان انها را به کمک اکسیژن دهی و اکسیداسیون تبدیل به نیتریت ها و نیترات ها و فسفات ها و غیره کرده وسپس به صورت ته نشین کردن از فاضلاب جدا نمود .تبدیل نامبرده که در ضمن آن مواد ناپایدار آلی تبدیل به مواد پایدار معدنی میگردند. اساس کار و هدف ایجاد پالایشگاههای فاضلاب را در شهرها تشکیل میدهند. برای نشان دادن درجه آلودگی فاضلاب را اندازه گیری میکنند. در ازمایش های تعیین درجه ی آلودگی معمولا به جای اینکه مقدار مواد آلی موجود در فاضلاب را اندازه گیری کنند مقدار اکسیژن لازم برای اکسیداسیون مواد نامبرده را اندازه گیری کنند. در آزمایشهای تعیین درجه آلودگی فاضلاب نمی توان تمام اکسیژن مورد نیاز برای اکسیداسیون مواد اکسیدپذیر در فاضلاب را اندازه گیری نمود و اجبارا از روش های تقریبی استفاده نمود.

مهمترین روشهای تعیین درجه الودگی :

الف-تعیین مقدار BOD

از جمله موجودات زنده در فاضلاب دو گروه باکتری هستند که به تصفیه فاضلاب کمک می کنند.گروه نخست باکتری های هوازی هستند که اکسیژن محلول در فاضلاب را جذب میکنند و

مواد آلی را یا بصورت تغذیه و یا بوسیله ترشح دیاستازهایی اکسید نموده و به ترکیبات پایدار معدنی تبدیل میکنند.در این فعل و انفعالات گاز co2 تولید و باکتریها افزایش می یابند.گروه دوم باکتریهای بی هوازی هستند که اکسیژن مورد نیاز خود را از تجزیه نمکهای موجود در فاضلاب بدست آورده و آنها را احیا میکنند.کار این باکتریها توام با ایجاد گازهایی مانند اسید سولفوریک و متان بوده و لذا این فرایند همراه با تعفن میباشد.

تعیین BOD عبارتست از تعیین مقدار اکسیژن لازمی که باید به فاضلاب داده شود تا باکتریهای هوازی مواد آلی موجود در فاضلاب را اکسید نموده و به مواد پایدار نظیر نمکهای معدنی تبدیل سازند.لذا مقدار BOD فاضلاب در زمانهای مختلف تغییر میکند.این تغییرات نه فقط به غلظت مواد آلی فاضلاب به میزان فعالیت باکتریها ,درجه گرما و شدت درهمی فاضلاب نیز بستگی دارد.

منحنی تغییرات BOD _ از لحظه ای که فاضلاب در مجاورت اکسیژن قرار میگیرد جذب اکسیژن توسط و در دو مرحله مختلف به انجام میرسد.

مرحله اول: اکسیداسیون ترکیبات آلی کربن دار _ این مرحله از نخستین لحظات کار باکتریها شروع شده و در 20 درجه گرما تا مدت 20 شبانه روز ادامه می یابد.در این مرحله کربن موجود در ترکیبات ناپایدار آلی تبدیل به ترکیبات پایدار نظیر CO2 شده و از حوزه عمل خارج میگردد.

مرحله دوم: اکسیداسیون ترکیبات آلی ازت دار _ این مرحله از حدود دهمین روز پس از شروع فعالیت باکتریها آغاز گردیده و مدتهای زیاد ادامه دارد .در طی این مرحله مواد آلی ازت دار تبدیل به نیتریتها و نیتراتها میگردند.در شکل شماره 1_1 منحنی تغییرات BOD از تاریخ شروع فعالیت باکتریها تا 70 روز پس از آن برای 3 درجه گرمای 9.20 و 30 درجه کشیده شده است.چنانکه از منحنی های نامبرده نتیجه گیری میشود در گرمای 20 درجه قسمت بیشتر اکسیداسیون مربوط به مرحله یکم در پنج روز اول رخ میدهد و پس از 20 روز تقریبا به پایان میرسد.بدین جهت برای نشان دادن درجه آلودگی فاضلاب معمولا BOD5 را تعیین میکنند که بنابر تعریف عبارتست از :

مقدار میلی گرم اکسیژن که لازم است تا در پنج روز نخست باکتریهای هوازی مواد آلی موجود در یک لیتر فاضلاب را در گرمای 20 درجه اکسید نماید.

تغییرات BOD در مرحله یکم اکسیداسیون برای درجه گرماهای گوناگون و نسبت آنها به BOD5 در گرمای 20 درجه در منحنی های شگل شماره 1-2 نمایش داده شده است.

نمایش ریاضی تغییرات BOD _ آزمایش نشان میدهد که تغییرات BOD در مرحله یکم اکسیداسیون مواد آلی کربن دار تقریبا طبق رابطه شماره 1_1 انجام میگیرد.

$$BOD_t=L_0(1-e^{-kt})= L_0(1-10^{-k_t^{"}}) \qquad (1_1)$$

$$K'= 0.4343*K \qquad (2_1)$$

در رابطه 1-1 مقدار L_0 برابر تمام BOD فاضلاب در مرحله یکم اکسیداسیون و K و K' ضرایب ثابتی هستند که بستگی به درجه گرمای فاضلاب t داشته و از رابطه 1_2 و 1-3 بدست می آید

$$K_t=K_{20}*1.047^{(t-20)K}$$

مقدار K در20 درجه گرما با کمک آزمایش بدست می آید.مقدار K_{20} برای فاضلاب های مختلف بین 0.16 و .7 متغیر است که میانگین آن 0.39 می باشد.

ب–تعیین مقدار COD: دراین روش برای اکسیداسیون مواد آلی و مواد اکسیدپذیر دیگری که درفاضلاب یافت میشود از اکسیدکننده های قوی مانند پرمنگنات پتاسیم و دی کرومات پتاسیم استفاده میشود. درصورتیکه از پرمنگنات پتاسیم استفاده شود وزن اکسیژن درحدود 0.25 وزن پرمنگنات پتاسیم میباشد. عمل اکسیداسیون درصورت استفاده ازدی کرومات پتاسیم بعلت قویتر بودن آن بیشترانجام میگیرد.

کاربرد مواداکسیدکننده برای تعیین درجه آلودگی فاضلاب خیلی آسانتراز روش BOD میباشدولی باید توجه نمودکه بسته به نوع ماده اکسیدکننده مصرفی ممکن است تمام موادآلی

فاضلاب بویژه موادپاک کننده صابونها با این روش کاملا اکسید نشوند و لذا دقت این روش کم است و تنها برای مقایسه ی این فاضلاب در مرحاله های گوناگون تصفیه بکار میروند. محلولی از دی کرومات پتاسیم و اسید سولفوریک نتایج دقیقتری را داده و خیلی نزدیکتر به مقادیرتئوری اکسیژن مورد لزوم میباشد.

علاوه بر مواد اکسید کننده نامبرده از کلر نیز میتوان برای تعیین درجه آلودگی فاضلاب استفاده نمود.برای اکسیداسیون کامل فاضلاب های خانگی تازه مقدار کلر لازم حدود 2 تا 5 گرم برای هر نفر درشبانه روز میباشد.

ج- تعیین TOC: دراین روش ترکیبهای کربندار موجود درفاضلاب اندازه گیری میشود. برای اینکار باید فاضلاب را تا سرحد سرخ شدن سوزانید و گازکربنیک تولیدشده را اندازه گیری نمود.نتایج به دست آمده از اینرو شکه معمولا در دستگاههای ویژه ای انجام میگیردبسته به شکل وشرایط آزمایش کم دقت و متفاوت است.

د- تعیین مقدار مواد معلق در فاضلاب: مواد معلق در فاضلاب قسمتی از کل مواد خارجی موجود درآن میباشد که تعیین آن برای پیش بینی مقدار لجن حاصل از تصفیه ی فاضلا ب اهمیت ویژه ای دارد. تفاوت بین تی او سی اساس مقدار مواد محلول درفاضلاب را نشان میدهد. همانگونه که پیش ازاین گفته شد و درجدول (1-1) دیده میشود ،مقدار مواد معلق به دو صورت ته نشینی پذیر وته نشینی ناپذیر درفاضلاب یافت میشوند. از نظر جنس نیز مواد معلق،یا دارای منشا آلی هستند و لذا ناپایدار میباشند و یامنشا معدنی داشته و پایدارند.

ه- تعیین اکسیژن محلول: مقدار اکسیژن محلول موجود در فاضلا بشهری نمایشگر قدر تصفیه طبیعی و خودبخودی آن میباشد. وجود اکسیژن محلول در فاضلاب موجب فعالیت باکتریهای هوازی و جلوگیری از فعالیت باکتریهای بی هوازی و درنتیجه مانع از تولید بوهای ناخوشایند میگردد. لذا کوشش میشود که مقدار اکسیژن محلول در فاضلاب از 1.5 میلی گرم در لیترکمترنگردد. این موضوع در استخرهای هوادهی فاضلاب بسیار حائز اهمیت میباشد.

اندازهگیری اکسیژن محلول با کمک وارد نمودن برخی از ترکیبات منگنز که قدر تجزیه با اکسیژن آنها سریع و زیاد است درنمونه ی فاضلاب مورد آزمایش و اندازه گیری وزن اکسیژن جذب شده توسط آن انجام میگیرد.

مقایسه روشهای تعیین درجه آلودگی فاضلاب

همچنان که در بیان هر یک از روشهای تعیین درجه آلودگی فاضلاب اشاره شد مقادیر بدست آمده از این روشها نمیتوانند هیچگونه ارتباط دقیقی با هم داشته باشند. هر یک از سه آزمایش بی-او-دی،سی-او-دی،وتی-او-سی نمیتوانند به تنهایی تمام اکسیژن مورد نیاز فاضلاب را (تی-او-دی) تعیین نماید. بسته به نوع مواد خارجی موجود درفاضلاب نسبتا اعداد بدست آمده از سه آزمایش نامبرده متفاوت خواهد بود. به ویژه در مورد تعیین روش سی-او-دی نوع ماده اکسیدکننده ی مصرفی نیز درنتیجه ی بدست آمده بسیار موثر است. مثلا اعداد حاصله از مصرف دی کرومات پتاسیم برای تعیین سی-او-دی به مراتب بیشتر از اعداد حاصله از مصرف پرمنگنات پتاسیم میباشد. بطوری که مقدار عددی سی-او-دی میتواند بزرگتر ویا کوچکتر ازبی-او-دی 5 روزه باشد. در مورد فاضلابهای شهری به ویژه وقتی از دی کرومات پتاسیم استفاده شود،مقدار موادی که میتوانند توسط آن اکسیده شوند بیشتر از موادی است که قابلیت اکسیده شدن توسط باکتریها را دارند لذا غالبا مقدار سی–او-دی بزرگتر از بی-او-دی 5 میباشد. درعمل میتوان بطور تقریبی نسبت سی-او-دی به بی-او-دی5 برای فاضلاب های خام 0.4 تا 0.8 است.

آلودگی فاضلاب های شهری در ایران

همانگونه که در پیشگفتار بدان اشاره شد،منظور ازفاضلابهای شهری در این کتاب فاضلابهای خانگی ناخالص که به اختصار فاضلابهای خانگی نامیده میشود و همچنین فاضلابهای ناشی از بارندگی است. لذا بررسی آلودگی فاضلابهای صنعتی جزو برنامه این کتاب نمیباشد.

بخش دوم

اصول کلی تصفیه ی فاضلاب (پالایش فاضلاب)

چنانکه در بخش گذشته ملاحضه شد، تفاوت اصلی فاضلاب با آب تمیز همان فراوانی مواد خارجی و به ویژه مواد آلی در آن است. لذا هدف از تصفیه فاضلاب عبارتست از:

الف – گرفتن مواد معلق و شناور از فاضلاب.

ب – اکسیداسیون مواد ناپایدار آلی موجود در فاضلاب و تبدیل آنها به موادی پایدار مانند نیترات ها، سولفات ها و فسفات ها و سپس ته نشین ساختن و جدا سازی مواد.

ج – جداسازی مواد سمی، محلول ها و نامحلول ها از فاضلاب نظیر ترکیب های فلز های سنگین.

د – گندزدائی و کشتن میکروب ها در فاضلاب.

تمام گازهای نامبرده در طبیعت و در مدتهائی نسبتاً طولانی و بالغ بر چندین روز خودبخود انجام می گیرند. هدف از ساختن تاسیسات تصفیه خانه (پالایشگاه) فاضلاب و تکامل دادن آن از یک سو سرعت بخشیدن به کارهای نامبرده و کوتاه نمودن مدت زمان پالایش تا بحدود چند ساعت است و از سوی دیگر جلوگیری از آلوده شدن منبع های طبیعی آب و محیط زیست می باشد.

تصفیه ی فاضلاب چه وقتی که به صورت مصنوعی و در تصفیه خانه انجام می گیرد و چه وقتی که به صورت طبیعی و خودبخودی رخ می دهد به سه گونه ممکن است انجام شود:

1) اول – تصفیه ی مکانیکی یا تصفیه ی فیزیکی

2) دوم – تصفیه ی زیستی یا تصفیه ی بیولوژیکی

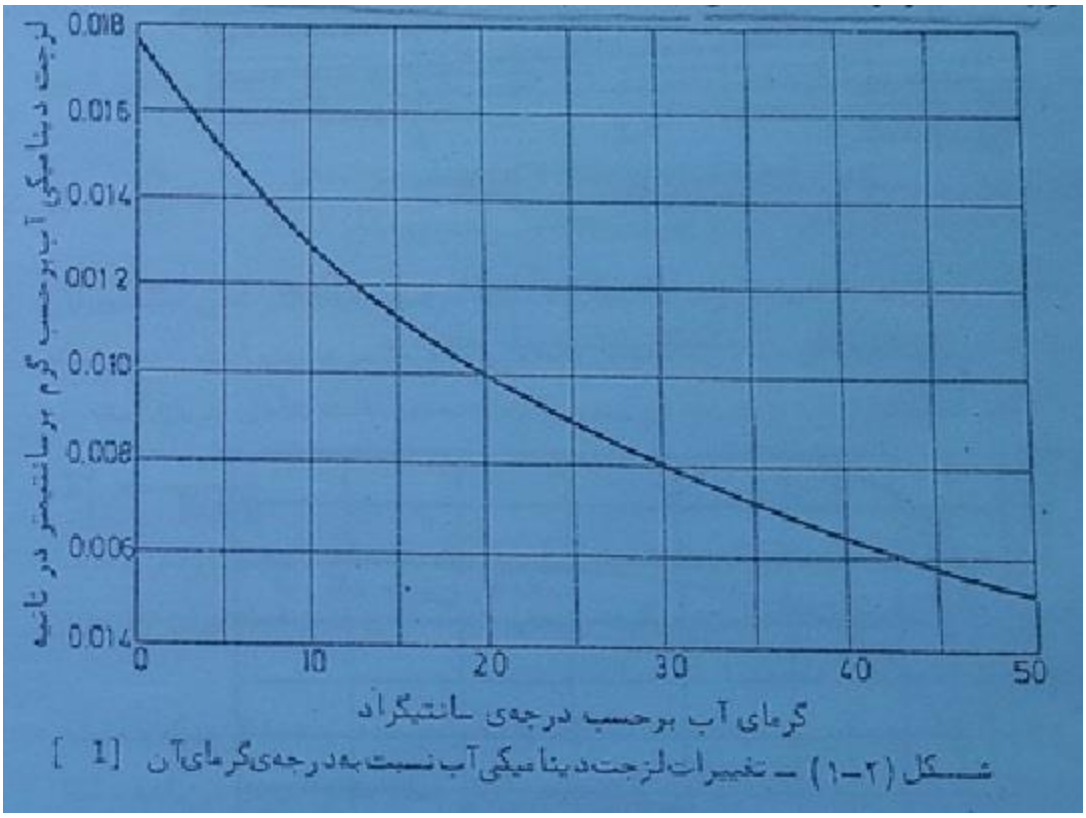
3) سوم – تصفیه ی شیمیائی

$$Re = \frac{V_s \times d}{v} \quad (1\text{-}2)$$

$$\eta = v \times \rho \quad (1\text{-}3)$$

$$V_s = \frac{1}{18} \times \frac{\gamma_1 - \gamma}{\eta} \times d^2 \quad (1\text{-}4)$$

در رابطه های (1-2) تا (2-3) مقدار dقطر ذره بر حسب سانتیمتر، v لزجت سینماتیکی فاضلاب بر حسب سانتیمتر مربع بر ثانیه، γ و γ_1 وزن مخصوص فاضلاب و ذره بر حسب گرم نیرو بر سانتیمتر مکعب،βجرم مخصوص فاضلاب بر حسب گرم جرم بر سانتیمتر مکعب و η نمایشگر لزجت مکانیکی بر حسب گرم نیرو در ثانیه بر سانتیمتر مربع فاضلاب است.



شکل (۲-۱) ـ تغییرات لزجت دینامیکی آب نسبت به درجه‌ی گرمای آن [1]

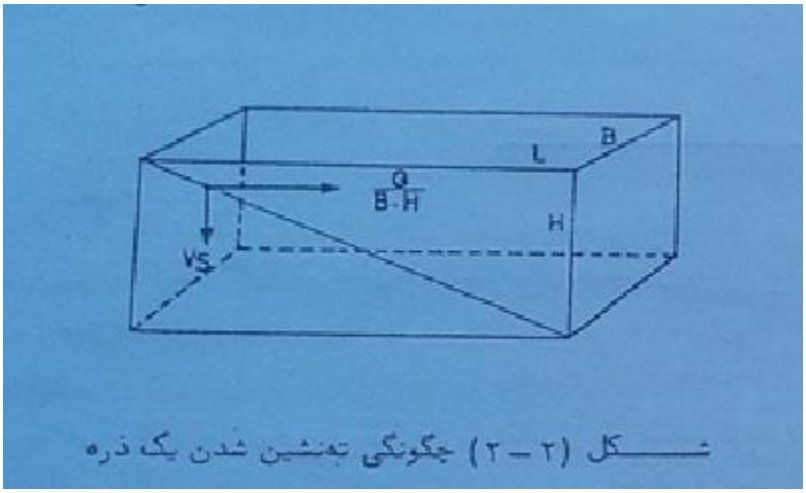
حال اگر چنین ذره ای همراه فاضلاب وارد استخری مستطیل به طول L، پهنای B، و عمق H گردد، تحت تأثیر دو سرعت افقی V_hو قائم V_sقرار می گیرد. برای رسیدن این ذره به کف استخر به کف استخر لازم است که مدت زمان رسیدن ذره ی معلق به کف استخر یعنی t_sبرابر مدت زمان رسیدن آن به انتهای استخر یعنی t_hباشد و لذا خواهیم داشت:

$$T_s = \frac{H}{V_s}$$

$$T_h = \frac{L}{V_h}$$

$$\frac{H}{V_S} = \frac{L}{V_h} = \frac{L \times B \times H}{Q} = \frac{A \times H}{Q}$$

$$V_S = \frac{Q}{A} = B_a[m/s] \quad (4\text{-}2)$$



شـــــــکل (۲ – ۲) چگونگی ته‌نشین شدن یک ذره

در رابطه ی (4-2) مقدار Q نمایشگر دبی فاضلاب ورودی به استخر، A سطح افقی آن بوده و B_aبار سطحی نامیده می شود. رابطه ی نامبرده نشان می دهد که در صورت کروی و همگن بودن ذرات معلق در فاضلاب، سرعت سقوط آنها از رابطه ی شماره ی (2-3) برابر بار سطحی استخر می گردد. یعنی بار سطحی هیچگونه بستگی به عمق استخر ندارد. اما به علت اینکه در استخرهای ته نشینی عمل ته نشینی به صورت مداوم رخ می دهد، مدت جریان فاضلاب در استخر که به نام مدت زمان توقف فاضلاب معروف است نیز باید در طراحی دخالت داده شده و بقدری باشد که ذرات همگی به کف استخر برسند. لذا از یک سو خواهیم داشت :

$$R_t = \frac{H}{V_S} \quad (5\text{-}2)$$

از سوی دیگر اگر حجم استخر $V = A \times H$باشد، خواهیم داشت:

$$R_t = \frac{V}{Q} \quad (6\text{-}2)$$

اما در عمل بجز در مورد استخرهای ماسه گیر که تا حدودی شرایط رابطه ی (2-3) در آنها برقرار است، در بقیه ی موارد به دلایل زیر نمی توان برای محاسبه ی سرعت سقوط و ته نشینی ذرات معلق از رابطه ی نامبرده استفاده نمود.

الف – ذرات معلق کروی نیستند و از نظر جنس همگن نمی باشند.

ب – ذرات معلق هر یک مستقلا ته نشین نمی شوند بلکه در حین ته نشینی و به ویژه در اثر به هم چسبیدن و لخته شدن اثر متقا بلی بر هم می گذارند که در سرعت ته نشینی آنها اثر چشم گیری دارد.

ج – هر چه ذرات معلق به کف استخر نزدیکتر می شوند، غلضت فاضلاب افزایش یافته و مقاومت در مقابل حرکت آنها افزوده می شود.

د – سرعت افقی V_hذرات در تمام سطح مقطع استخر یکسان نمی باشد. به عبارت دیگر در منطقه ی ته نشینی از استخری، فاضلاب را می توان به لایه های زیر تقسیم نمود:

اول – لایه ی تصفیه شده ی پروتئین که تقریباً ذرات معلق قابل ته نشینی از آن بیرون آمده و لذا فاضلاب زلال تر گردیده است.

دوم – لایه ای که ذرات معلق فاضلاب در آن به صورت مستقل از هم در حالت ته نشینی هستند و عمل لخته شدن هنوز بین آنها رخ نداده است. در صورتی که عدد رینلدز از رابطه ی (2-1) کوچکتر از یک باشد می توان به طور تقریبی از رابطه ی (2-3) برای تعیین v_sو B_aاستفاده نمود.

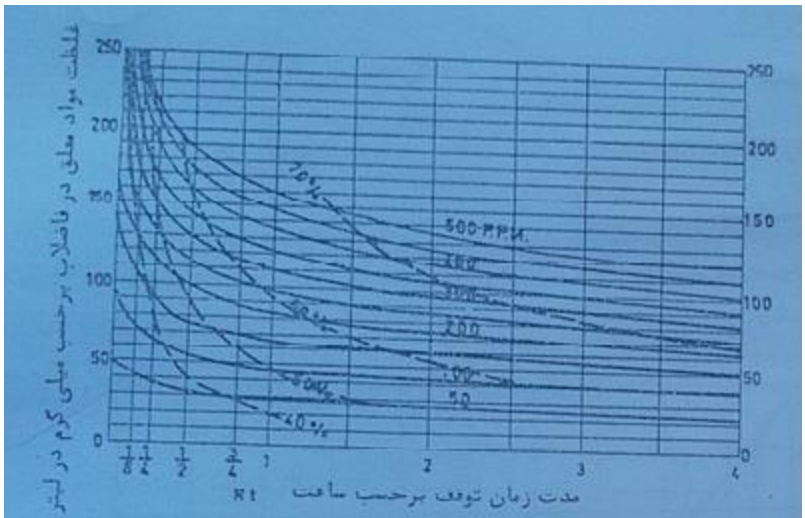
در صورتی که عدد رینلدز از یک بیشتر گردد باید با کمک ضریب تصحیحی اثر افزایش مقاومت در برابر حرکت ذره را در رابطه وارد نمود.

سوم – لایه ای که در آن از یک سو غلظت فاضلاب زیاد شده، ذرات معلق مستقلاً سقوط نکرده بلکه با یکدیگر تشکیل لخته هائی را می دهند و در سرعت سقوط یکدیگر تأثیر گذاشته و آن را کند می کنند و از سوی دیگر به علت بزرگتر و سنگین تر شدن ذرات سرعتشان افزوده می شود. محاسبه ی سرعت سقوط ذرات عملاً امکان پذیر نیست و تنها به صورت آزمایشی می توان آنرا اندازه گیری نمود.

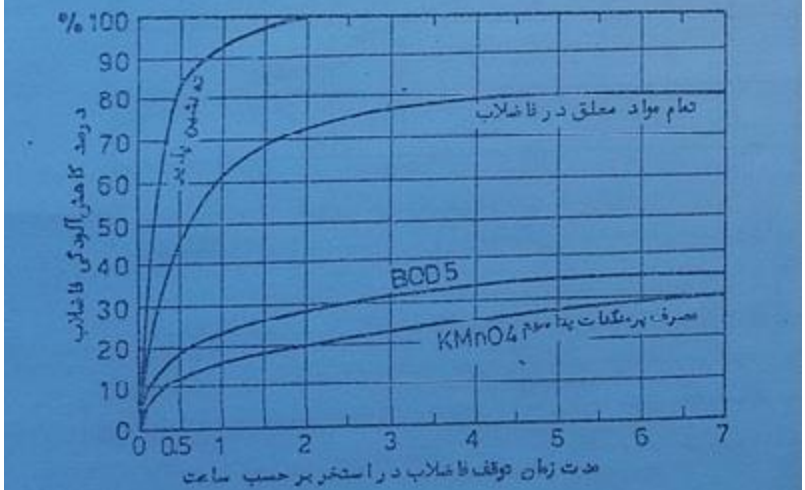
چهارم – لایه ای که در آن لخته ها به یکدیگر نزدیک شده و در اثر تراکم و افزایش غلظت مانع از سقوط آزاد یکدیگر شده و به شدت از سرعت ته نشینی آنها کاسته می شود.

با توجه به آنچه گفته شد نتیجه گیری می شود که برای یک مدت زمان ته نشینی مشخص، غلظت فاضلاب ورودی به استخر ته نشینی نسبت به مواد معلق در مقدار درصد مواد ته نشین شده بسیار مؤثر می باشد. منحنی های شکل شماره (2-3) ارتباط نامبرده را به صورت آزمایشی نشان داده است [45,29].

همچنین به صورت آزمایشی اثر مدت زمان توقف فاضلاب در استخرهای ته نشینی در کاهش مقدار مواد معلق قابل ته نشینی، مقدار کل مواد، کاهش درجه ی آلودگی فاضلاب بر حسب BOD_5و سرانجام مقدار COD بر حسب پرمنگنات پتاسیم مصرفی اندازه گیری شده و در شکل شماره (2-4) وابستگی های نامبرده نشان داده شده اند [26,25,1].



شکل (۲ – ۳) – وابستگی مقدار ته‌نشینی با غلظت فاضلاب ورودی در استخرهای ته‌نشینی فاضلاب [45,29]



شکل (۲–۴) – وابستگی کاهش آلودگی فاضلاب با زمان توقف [36,25,1].

بررسی هیدرولیکی نوع جریان در استخرهای ته نشینی – بررسی میزان درهمی (توربولانت) و سیلابی بودن جریان فاضلاب در استخرهای ته نشینی با محاسبه ی عدد رینلدز و عدد فرود انجام می گیرد.

عدد رینلدز طبق رابطه ی شماره ی (3-7) نشان دهنده ی درجه ی درهمی در استخر می باشد. اگر استخر ته نشینی را به صورت مجرائی برای گذر فاضلاب در نظر بگیریم و با توجه به اینکه سطح مقطع استخر عامل اصلی در عمل ته نشینی است، خواهیم داشت:0

$$R_e = \frac{V_h \times R}{\gamma} \qquad (2\text{-}7)$$

در رابطه ی (2-7) مقدار V_hسرعت جریان افقی در استخر بر حسب متر در ثانیه و γ برابر لزجت سینماتیکی فاضلاب که در 10 درجه گرما برابر $1/3 \times 10^{-6}$ متر در ثانیه به توان دو R برابر شعاع هیدرولیکی سطح مقطع استخر بر حسب متر است که از رابطه ی شماره ی (2-8) به دست می آید.

$$R = \frac{A}{U} = \frac{\text{سطح مقطع قائم جریان در استخر}}{\text{محیط تر شده ی مقطع استخر}} \qquad (2\text{-}8)$$

کاهش عدد رینلدز موجب کم شدن درجه ی درهمی و نزدیکتر شدن حالت جریان به حالت جریان آرام گردیده و لذا برای ته نشینی مواد بیشتر مناسب است. عدد فرود از رابطه ی شماره ی (2-9) بدست می آید و نشان دهنده ی حالت تعادل جریان است.

$$F_r^2 = \frac{V^2}{R \times g} \qquad (2\text{-}9)$$

هرچه عدد فرود بزرگتر باشد، تغییرات کوچک در سطح فاضلاب زودتر برطرف گردیده و فاضلاب به حالت تعادل برمی گردد. یعنی بزرگ شدن عدد فرود برای ته نشینی مواد بهتر و مناسب تر است. [1]

با توجه به نکات نامبرده تنها راهی که بتوان همزمان دو عدد Re را کوچک و عدد Fr را بزرگ نمود، کاهش دادن شعاع هیدرولیکی سطح مقطع استخر می باشد. لذا در طرح استخرها و انتخاب ابعاد آنها باید توجه شود که شعاع هیدرولیکی کوچکتر، از نظر بهتر انجام گرفتن عمل ته نشینی مواد برشعاعی بزرگتر برتری دارد.

یگان هایی که در تصفیه خانه ها ویژه ی عمل ته نشینی می باشند عبارتند از حوض های دانه گیر، استخرهای ته نشینی نخستین و استخرهای ته نشینی نهائی.

در حوض های دانه گیر مواد معدنی و سختی از فاضلاب جدا می شوند که وجود آنها موجب مشکلاتی در کار تصفیه خانه مانند سائیدگی پمپها، سخت شدن لجن و فزونی مقدار آن می گردد. در استخرهای ته نشینی نخستین، مواد معلقی از فاضلاب جدا می شوند که فساد پذیر بوده و باید حتماً لجن بدست آمده مورد تصفیه واقع گردد و سرانجام در استخرهای ته نشینی نهائی لجن هائی از فاضلاب جدا می شوند که بسته به نوع و درجه تصفیه ای که برای فاضلاب انجام گرفته ممکن است کاملاً تثبیت شده و یا قسمتی تثبیت شده و قسمتی فسادپذیر باشد.

2-1-3- شناورسازی مواد معلق

در فاضلاب های شهری همیشه مقداری از مواد معلق سبک بوده و دارای وزن مخصوصی کوچکتر از وزن مخصوص فاضلاب می باشند. برای جداسازی چنین موادی باید از روش شناورسازی و بالا آوردن آنها تا سطح فاضلاب در استخر استفاده نمود. چون در شناورسازی مواد نیز مانند ته نشین کردن آنها از نیروی ثقل کمک گرفته می شود. لذا قوانین آن مثلاً استفاده از رابطه ی استوکس

کاملاً مانند روش ته نشین کردن مواد معلق می باشد. مواد سبکی که ممکن است در فاضلاب های شهری یافت شوند عبارتند از چربی های حیوانی، روغن های نباتی و ترکیبات گوناگون نفتی. مقدار مواد نامبرده در فاضلاب های شهری کم و در حدود یک لیتر در شبانه روز برای هر هزار نفر می باشد. [1] و لذا در تصفیه خانه های فاضلاب شهری نیازی به استخر های ویژه ی چربی گیری نبوده و برای جداسازی مواد معلق سبک از استخرهای ته نشینی استفاده می شود. در صورتیکه بخواهیم استخرهای ته نشینی را از نظر برآورده کردن نیاز به شناورسازی مواد کنترل نمائیم کافیست در رابطه ی شماره ی (2-3) نظر ذرات را برابر 0/015 سانتیمتر فرض نموده وسرعت بالا رفتن مواد را محاسبه نمائیم. [1] چون سرعت بالا رفتن مواد چربی معمولاً بیشتر از سرعت ته نشینی مواد معلق در فاضلاب های شهری است، کنترل نامبرده لازم نبوده و تنها کافیست در استخرهای ته نشینی تصفیه خانه ها مانند شکل (4-23) دستگاه های کف آبگیر پیش بینی شود.

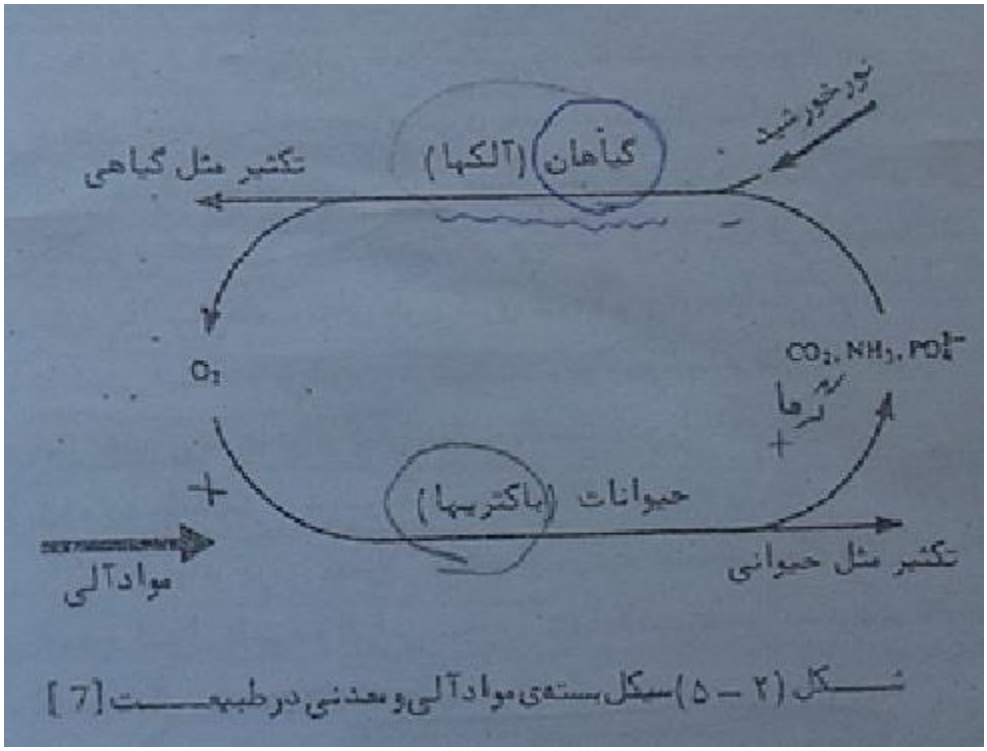
در فاضلاب های صنعتی، فاضلاب کشتارگاه ها و یا فاضلاب رستوران های بزرگ و نظایر آنها غالباً پیش بینی چربی گیر های ویژه لازم است. دمیدن هوا در فاضلاب و خنک کردن آن از عواملی هستند که جداسازی مواد چربی را تندتر می کنند. با توجه به آنچه گفته شد برای محاسبه و طراحی استخرهای شناورسازی مانند استخرهای ته نشینی از پارامترهای بار سطحی و مدت زمان توقف استفاده می شود.

2-2- تصفیه ی زیستی یا تصفیه ی بیولوژیکی

در طبیعت بین نمک های معدنی نظیر نیترات ها، فسفات ها، سولفات ها،... و ترکیب های آلی نظیر پروتئین، انواع اسید های آلی، الکل و غیره سیکل بسته ای به صورت زیر وجود دارد:

مواد معدنی برابر شکل شماره ی (2-5) با گرفتن گرمای ناشی از تابش خورشید توسط موجودات گیاهی جذب و تبدیل به مواد آلی می گردند. در این کنش و واکنش معمولاً گیاهان اکسیژن آزاد می سازند. این پدیده ی بنام، فتوسنتز نامیده می شود. در مقابل حیوانات و از جمله باکتری ها با جذب اکسیژن مواد آلی ناپایدار را تبدیل به مواد پایدار معدنی نموده و دوباره به طبیعت بازمیگردانند. در ضمن این اکسیداسیون گرما نیز تولید می گردد. در اینجا لازم به تذکر است که قسمتی از مواد آلی جذب شده از طرف حیوانات (باکتری ها) و همچنین قسمتی از مواد معدنی

جذب شده توسط گیاهان صرف خودسازی و تکثیر مثل آنها می گردد.



شکل (۲ – ۵) سیکل بسته‌ی مواد آلی و معدنی در طبیعت [7]

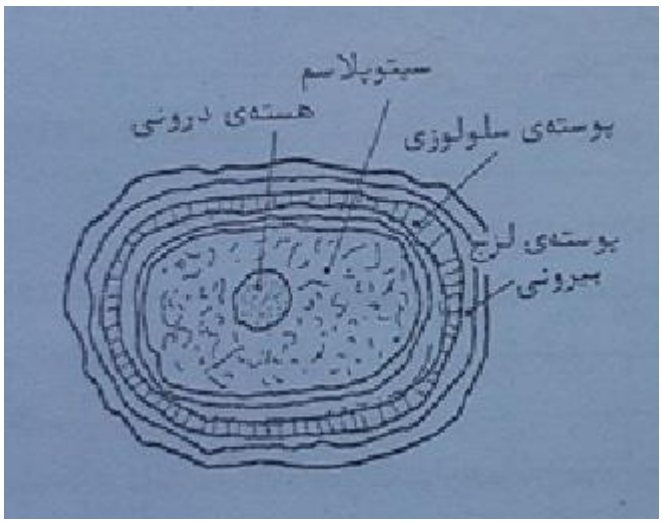
به عنوان مثال می توان رابطه ی شماره (2-10) که بطور تقریبی کنش و واکنش لازم برای تولید گولوکز را نشان می دهد نام برد [41,1].

$$6CO_2 + 6H_2O + 68800\ \text{Cal.} \underset{\text{با کمک حیوانات}}{\overset{\text{با کمک گیاهان}}{\rightleftharpoons}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \quad (2\text{-}10)$$

در یک تصفیه خانه ی فاضلاب هرگاه تصفیه ی مکانیکی برای کاهش آلودگی فاضلاب کافی نباشد، از کار موجودات زنده ای بنام باکتریهای هوازی و یا بی هوازی برای ادامه ی تصفیه ی فاضلاب یاری می گیرند. کار یگان های تصفیه ی زیستی در تصفیه خانه همانا تشدید عملی است که به طور خود بخودی در طبیعت رخ می دهد. یعنی با ایجاد محیطی مناسب برای رشد و

افزایش تعداد باکتری های نامبرده، مدت زمان تصفیه ی طبیعی را که ممکن است به چندین روز برسد به چند ساعت کاهش می دهند.

دو گروه باکتریهای هوازی و بی هوازی جزو گروه باکتریهای ساپروفیت هستند که مواد غذائی خود را برخلاف باکتریهای انگلی از اجساد و پس مانده ی موجودات زنده تامین می کنند و بهمین دلیل این دسته از باکتریها کارگران تصفیه خانه ی فاضلاب نامیده می شوند



شکل (2-6) – شکل عمومی سلول یک باکتری

سلول باکتریهای مورد گفتگو به بزرگی حدود یک تا پنج میکرون بوده و مانند شکل (2-6) از یک هسته و پلاسما که بوسیله ی پوسته ی سلولزی احاطه شده تشکیل می شود. روی پوسته ی نامبرده را پوسته ای لزج مانند می پوشاند. حدود 0/8 بدن باکتری از آب و بقیه ی آن از مواد آلی و معدنی تشکیل شده است. [23,1]

همانند سایر میکروارگانیسم ها، درجه ی گرما و درجه ی اسیدی (pH) فاضلاب و نیز مقدار اکسیژنی که به صورت مولکولی و محلولی ویا به صورت اتمی در ترکیبات گوناگون موجود در فاضلاب یافت می شوند. در مرگ و زندگی و شدت فعالیت این باکتریها نقش اساسی را ایفا می کنند. با افزایش درجه ی گرما فعالیت باکتری ها فزونی یافته و به ازای هر ده درجه ی سانتیگراد این فعالیت تقریباً دو برابر می گردد. باکتریها محیط اسیدی پایین تر از pH=4و محیط قلیایی بالاتر از ph=9.5را نمی توانند تحمل کنند. مناسبترین درجه ی اسیدی برای زندگی و رشد باکتری ها بین 6/5 تا 7/5 درجه است. در هر صورت تغییر ناگهانی درجه ی اسیدی فاضلاب در کاهش فعالیت و حتی مردن باکتری ها اثری چشم گیر دارد.

با توجه به آنچه که گفته شد برای بررسی بیشتر در تصفیه ی زیستی باید نخست آنرا به دو نوع زیر تقسیم نمود:

1) – تصفیه ی زیستی با کمک باکتریهای هوازی

2) – تصفیه ی زیستی با کمک باکتریهای بی هوازی

2-2-1 تصفیه ی زیستی با کمک باکتریهای هوازی

اساس کار در این روش تصفیه، رسانیدن اکسیژن به فاضلاب است. با اکسیژن محلول در فاضلاب تکثیر مثل باکتری های هوازی شدت یافته و این باکتری ها بر اطراف ذرات و قطعات کوچک تشکیل شده از مواد الی موجود در فاضلاب نشسته و تولید لخته هایی را می نماید.

این لخته ها که هزاران باکتری هوازی را با خود حمل می کنند در روشهای گوناگون تصفیه زیستی

نقش مهمی را ایفا می کنند.لخته های نامبرده یا به صورت معلق و شناور در فاضلاب می مانند (مانند استخر های هوا رسانی) یا بر قطعات قلوه سنگ می نشینند (مانند صافی های چکنده).

در صورت هوارسانی کامل و رسیدن اکسیژن کافی به فاضلاب،تکثیر مثل و افزایش تعداد این باکتر ها تا حدی فزونی می یابد که مواد آلی موجود در فاضلاب کفاف تغذیه آنها را نداده، مرگ و میر در آنها بروز کرده و تعداد آنها بسته به مقدار مواد آلی در فاضلاب تقریبا ثابت مانده و یک نو ع حالت تغادلی بوجود می آید. برای اینکه تمام مواد آلی موجود در فاضلاب به مصرف باکتری ها رسیده و تعداد آنها به حداکثر ممکن برسد لازم است که کمبود اکسیژن محلول در فاضلاب مرتباً برطرف شده و بازیابی اکسیژن توسط فاضلاب در مدتی کوتاه امکان پذیر باشد.برای رسیدن به این هدف باید سطح تماس فاضلاب با هوا افزایش شابد.این کار ممکن است با کمک دمیدن هوا در فاضلاب و یا ایجد تلاطم در سطح آن رخ دهد.اینگونه هوادهی در استخر های هوارسانی انجام می گیرد. یا اینکه یا چکانیدن فاضلاب روی قلوه سنگهلی طبیعی و یا مصنوعی آنرا در مجاورت هوا

قرار داد. این روش در صافی چکنده مورد استفاده قرار میگیرد.همچنین می توان فاضلاب را به صورت لایه های روی بسترهای ماسه ای (مانند صافی ماسه) وسا زمین های غیر کشاورزی و یا کشاورزی پخش نمود.

ضریب جذب اکسیژن $(\alpha)^{1}$-یک متر مکعب هوا در صفر درجه گرما و فشار 760 میلیمتر جیوه (یک اتمسفر) وزنی برابر 1294گرم دارد این حجم هوا دارای 209/4 لیتر اکسیژن مولکولی به وزن 300 گرم می باشد.در شرایط متعارفی معمولاً وزن یک متر مکعب هوا را حدود 1250 گرم و و وزن اکسیژن آنرا حدود 280 گرم فرض می کنند.

در یگانهای تصفیه زیستی نمی توان از تمام اکسیژن موجود در یک متر مکعب هوای داده شده به فاضلاب استفاده نمود و مقدار اکسیژن قابل استفاده در روش های گوناگون تفاوت می کند مقدار اکسیژنی که از یک متر مکعب هوا می تواند جذب فاضلا شود تابعی از مقدار اکسیژن فاضلاب نسبت به حالت اشباع آن و ضریب جذب اکسیژن سیستم یعنی α.

اگر وزن تمام اکسیژنی که در یک شبانه روز با کمک هوادهی به فاضلاب وارد می شود با o_cو مقدار کیلوگرم اکسیژن که توسط فاضلاب جذب می شود با o_vنشان داده شود خواهیم داشت:

$$O_v = \frac{C_s - C_x}{C_s} O_c \times \propto \times f$$

در رابطه ی (2-11) مقدار c_s نشان دهنده ی میلی گرم در لیتر اکسیژن محلول در فاضلاب در حالت اشباع خود و c_xمیلی گرم در لیتر اکسیژن محلول و موجود در فاضلاب درحالت هوادهی و

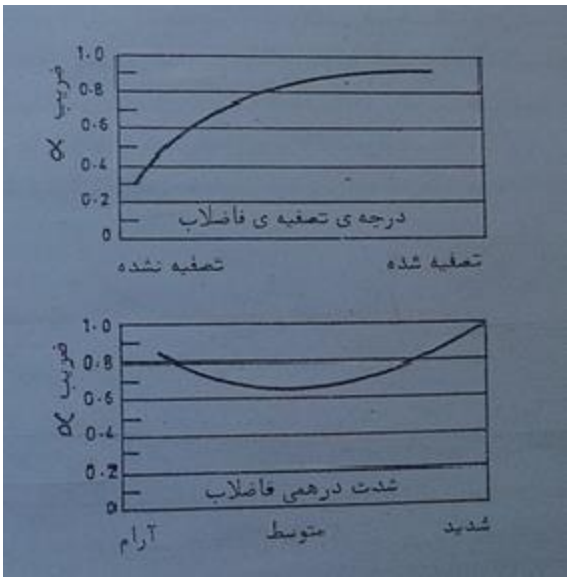
α ضریب جذب اکسیژن به وسیله فاضلاب است.بنابراین اکن فیلدر α^2 به وسیله رابطه شماره ی (2-12) نمایش داده شده و تابعی است از نوع فاضلاب و روش هوادهی و نو ع هواده مورد استفاده و مقدار آن بین 0/5 تا یک متغیر است.

$$\propto = \frac{\text{قدرت جذب اکسیژن توسط فاضلاب}}{\text{قدرت جذب اکسیژن توسط آب خالص}}$$

منحنی های شکل شماره ی (2-7) وابستگی α را به نوع فاضلاب و شدت درهمی آن نشان می دهد ضریبی است که نشان دهنده ی فشار اتمسفری است.

مقدار آن برای سطح دریای آزاد برابر یک و به ازاء هر یکهزار متر افزایش ارتفاع 0/1 از آن کاسته می شود.

1) مواد غذایی باکتری های-باکتری های هوازی برای بدست آوردن انرژی لازم جهت ادامه ی زندگی خود علاوه بر اکسیژن و مواد الی کربن دار که با BOD مشخص می شوند نیاز به مواد آلی ازت دار و فسفردار نیز دارند.مقدار ازت و فسفر مورد نیاز باکتریها به ترتیب حدود 5 و 1/6 درصد مقدار BOD می باشد.نیاز باکتری ها به مواد دیگری مانند سدیم، کلسیم، پتاسیم و منیزیم کمتر بوده و مقدار آنها به ترتیب 0/4، 0/4، 0/2 و 0/3 درصد مقدار BOD می باشد [1, 4]



در فاضلاب هاب شهری مقدار مواد آلی کربن دار از نسبته های نامبرده بیشتر ولی غالباً در فاضلاب کار خانه ها، بر عکس مقدار ترکیبات ازت دار و فسفر دار از نسبتهای نامبرده کمتر می باشند.لذا برای بالا بردن بازده یگانهای تصفیه زیستی فاضلاب کارخانه ها،افزودن مواد ازت دار و فسفردار و حتی گاهی مخلوط نمودن آنها با فاضلاب خانگی بسیار با فایده می باشد،اما این کار باید مبتنی بر نتایج آزمایشگاهی باشد.

در اینجا لازم به ذکر است که هدف از تصفیه ی فاضلاب تنها تبدیل مواد آلی ناپایدار به مواد تثبیت شده ی معدنی نیست. بلکه باید این مواد را از آن جدا نمود.چنانکه بعداً خواهیم دید جدا نکردن موادی که خاصیت کودی دارند موجب می شوند تا منابع طبیعی که فاضلاب تصفیه شده به انها وارد می گردد. محل مناسبی برای رشد گیاهان آبزی مانند آلکها و جلبکها گردیده و دوباره آلوده کردند.

با توجه به مرحله های دو گانه به اکسیداسیون ترکیبات هالی مه در موقع شناسایی BOD در بخش اول به آن اشاره شد، ملاحظه می شود که تولیدات مواد کودی (نیتریتها ، نیتراتها، فسفات ها و ...) بیشتر در مرحله ی دوم رخ می دهد ولذا برای جداسازی انا در تصفیه خانه ها لازم است لجن حاصل را حتی اگر تثبیت هم شده باشد از فاضلاب جدا نمود.

2) بـــار حجمـــــی- بار حجمی عبارتست از مقدار فاضلابی که در واحد زمان بر یک متر مکعب از حجم یک واحد تصفیه خانه وارد می آید.حجم یگانهای تصفیه زیستی باید به اندازه ای باشد که هوا بتواند به خوی بین لخته های دارنده ی باکتریها جریان یابد.یعنی بار حجمی یک واحد تصفیه زیستی اولین عددی است که در طرح باید به آن توجه نمود.

با توجه به به اینکه برای تعیین بار حجمی،تکیه بر مقدار فاضلاب،به علت نوسانهایی که دارد و نیز به علت تغییر غلت و درجه ی آلودگی آن در ساعت عای گوناگون مشکل می باشد،معمولاً برای تعیین بار حجمی یک واحد تصفیه ی زیستی از مقدارکل BOD موجود.در فاضلاب شهر استفاده می شود. البته باید اثر یکانهای دیگر تصفیه خانه را که پیش از واحد تصفیه ی زیستی قرار دارند در این محاسبه دخالت داد.

3) روشهای تصفیه زیستی: با کمک باکتریهای هوازی را می توان به سه گروه تقسیم نمود:

الف ــ روشهای طبیعی تصفیه زیستی ــ این روشها براساس استفاده از قدرت تصفیه ی خودبه خودی منابع طبیعی نشده به دریاها ، دریاچه ها، رودخانه ها و سرانجام منابع آب زیرزمینی. چون

در این روشه همزمان از تصفیه های فیزیکی و زیستی استفاده می شود و خود از اهمیت ویژه ای برخوردار است لذا گفتگو درباره ی آن به بعد موکول می گردد.

ب ـــ روشهای نیمه مصنوعی تغذیه ی زیستی ـــ این روشها که معمولاً جاگیری زیاد و مساحت بزرگی از زمین را جهت تضفیه ی زیستی لازم دارند، گسترش همان تصفیه ی طبیعی هستند. روشهایی را که می توان جزو این گروه دانست عبارتنداز: پخش فاضلاب در زمینهای کشاورزی،پخش فاضلاب در زمینهای نفوذ پذیر و ایجاد دریاچه های مصنوعی کم عمق که فاضلاب در اثر توقف در آنها و در مجاورت هوا کم کم مورد تصفیه طبیعی قرار می گیرد.حالت خاصی از این گونه دریاچه ها آنهایی هستند که برای تربیت و تولید ماهی بکار می روند.

ج ـــ روشهای مصنوعی تصفیه زیستی ـــ در این روشها با کمک وسایل مکانیکی و ایجاد ساختمان های ویژه ای مقدار کافی هوا و اکسیژن در فاضلاب وارد می سازند تا تصفیه ی زیستی سرعت بیشتری یافته و در نتیجه، نیاز به زمان و جای کمتری باشد. مهم ترین روش های مصنوعی تصفیه زیستی فاضلاب عبارتنداز: استفاده از استخر های هوا رسانی و یا تصفیه با کمک لجن فعال و کاربرد صافی های چکنده، بسته به مقدار بارگذاری روی واحد حجم دستگاه و بازده سیستم تصفیه زیستی یعنی درصد کاهش آلودگی فاضلاب،تمام روشهای نامبرده در بند ب و ج می توانند بصورت تصفیه ی کامل یعنی با بازدهی 80 تا 90 درصد کاهش BOD_5 ویا بصورت تصفیه ی ناقص یعنی با بازدهی کمتر از 80 درصد کار کنند.

4)استفاده از اکسیژن خالص ـــ روش استفاده از اکسیژن خالص یک روش مصنوعی تصفیه ی زیستی است که در آن به جای دمیدن هوا به فاضلاب، مستقیما اکسیژن خالص در آن دمیده می شود. اکسیژن خالص نخست به صورت مایع در ظرفی نگهداری شده و در موقع کاربرد به صورت گاز در فاضلاب دمیده می شود. استفاده از اکسیژن خالص بسیار موثرتر از هوا بود، از حجم سیستم کاسته و سرعت رشد و فعالیت باکتریها را می افزاید. درمقابل تهیه ی اکسیژن خالص و کاربرد آن در تکنولژی برتر و دقیقتری را ایجاب کرده و اداره ی تصفیه خانه افراد ماهر بیشتری را نیاز دارد.

2-2-2- تصفیه ی زیستی با کمک باکتریهای بی هوازی

در صورتی که به فاصلاب اکسیژن نرسد باکتریهای هوازی فعالیت و رشد و نمو خود را از دست داده و در عوض باکتریهای بی هوازی فعالیت خود را شروع می کنند.

کار این باکتریها بر این اساس است که اکسیژن مورد نیاز خود را از تجزیه ی مواد آلی ومعدنی موجود در فاضلاب بدست آورند و به عبارت دیگر این باکتریها بر خلاف باکتریهای هوازی مواد نامبرده را احیا می کنند.در نتیجه این فعالیت تجزیه ی مواد آلی ناپایدار و تیدیل آنها به نمک های معدنی پایدار و نیز گازهایی از قبیل هیدروژن سولفوره ، گاز متان ، گاز کربنیک و گاز ازت می باشد.

تولید گازهای نامبرده به ویژه گاز هیدروژن سولفور موجب می شود که بوی نا خوشایند آنها محیط زیست را به شدت آلوده سازد. لذا این روش را به نام روش تعفن نیز می نامند.به همین

جهت موارد استفاده از باکتریها بی هوازی برای تصفیه فاضلاب برای حاوگیری از آلوده شدن محیط زیست تصفیه خانه ها محدود است. مهم ترین کاربرد روش استفاده از باکتریهای بی هوازی در مخزنهای سر بسته ی هضم لجن می باشد و تنها در تصفیه خانه های بسیار کوچک مانند انباره های تعفن (سپتیک تانک و ایعهف تانک) از روش تعفن برای تصفیه ی فاضلاب هم استفاده می شود. گذشته از موارد نامبرده همیشه در تصیفه خانه ها کوشش می شود تا با رسانیدن هوا و اکسیژن به فاضلاب خانگی رخ می دهد و نیز در لجن ته نشین شده در کف دریاچه ها نیز باکتریهای بی هوازی فعالیت بی هوازی فعالیت می کنند.

هضـــــم لجـــــن ـــــ لجن تازه از نظر حجمی حدود یک درصد کل فاضلاب را در بر می گیرد ولی تصفیه ی آن بسیار پر هزینه و پیچیده است. هزینه ی تاسیسات هضم لجن گاهی حدود نصف تمام هزینه ی یک تصفیه خانه را در بر می گیرد. غلیظ نمودن لجن و گرفتن آب اضافی آن کار تصفیه را آسان می سازد. هضم لجن که در اثر تعفن و کار باکتری های بی هوازی است در دو مرحله ی تخمیر اسیدی و تخمیر متانی انجام می گیرد.

مرحله اول ـــــ تخمیر اسیدی ـــــ در مرحله ی اول لجن تازه که دارای رنگی زرد مایل به خاکستری و از نظر درجه ی اسیدی تقریباً حالت خثنی دارد شروع به تعفن نموده، درجه ی اسید ی ان به 5 و حتی به 4 می رسد و محیط آن به شدت اسیدی می شود.انجام دهنده ی این واکنش و واکنش ها گروهی از باکتریها ی بی هوازی هستند که به نام باکتریهای بی هوازی اسیدی نامیده می شوند. در این مرحله بیشتر ترکیبات آلی کربن دار مورد تجزیه فرار می گیرند و

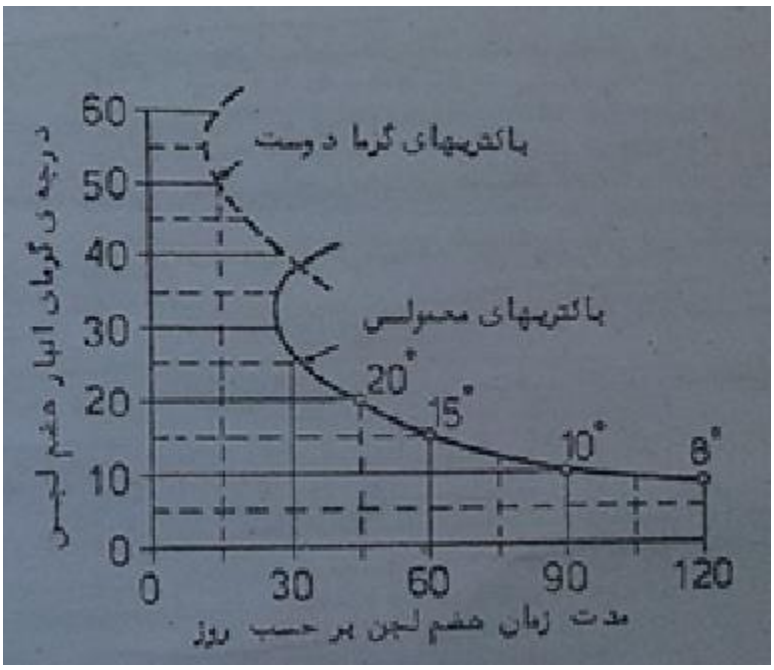
بر مواد آلی ازت دار کمتر تاثیر گذارده می شود لذا از این نظر شباهتی بین این دو مرحله با دو مرحله تصفیه زیستی با کمک باکتریهای هوازی موجود است. همچنین در ضمن این فعل و انفعال برخی مواد پروتئینی تبدیل به اسید های آلی و گاز h_2s می شوند.

لجن حاصل از این مرحله بسیار بدبو و چسبنده است ، به سختی ته نشین می شود به سختی آب خود را از دست می دهد. اگر این به حال خود گذارده شود ، در گرمای 15 درجه مدت 6 ماه طول می کشد تا مرحله ی دوم هضم لجن شروع شود. افزایش درجه ی گرما مدت زمان نامبرده را بشدت کاهش می دهد .

مرحله دوم ــ تخمیر متانی یا تخمیر قلیایی ــ این مرحله با فعالیت گروه دیگری از باکتری های بی هوازی که بنام باکتری های بی هوازی متانی نامیده می شوند شروع می گردد. لجن در این مرحله حالت خنثی تا کمی قلیایی با درجه اسیدی 7 تا 7/5 و این محیطی است که باکتریها ی تولید کننده ی گاز متان به خوبی در آن زندگی می کنند.در مرحله ی دوم هضم لجن علاوه بر ترکیبهای آلی کربن دار ترکیبهای آلی ازت دار نیز تجزیه می شوند و مقدار زیادی گاز متان (ch_4)، گاز کربنیک (co_2) و کمی گاز ازت (n_2) تولید می گردد.[17] مقدار کل گازی که از تجزیه های نامبرده بدست می آید بستگی به درجه ی گرمای لجن دارد. شکل شماره ی (4-47) این وابستگی را نشان می دهد. نسبت گاز متان بدست آمده از هضم لجن فاضلاب شهری 65 تا 70 درصد و گاز کربینک 35 تا 30 درصد کل گاز تولید شده می باشد.[10 ,17]

منحنی شکل (4-47) نشان می دهد که یک کیلوگرم ماده ی خشک آلی که به صورت لجن وارد منبع هضم لجن می شود چند لیتر گاز تولد می کند [6 , 10] چنانکه ملاحظه می شود افزایش درجه ی گرما علاوه بر کوتاه کردن مدت زمان هضم لجن بر مقدار گاز تولید شده نیز می افزاید.

باکتریهای بی هوازی که در فرآیند هضم لجن فعالیت دارند از نقطه نظر گرمای مناسب جهت زندگی آنها به دو گروه تقسیم می شوند. باکتریها ی گرما دوست که درجه ی گرمای 40 تا 60 درجه ی برای زندگی آنها مناسب است و باکتریهای معمولی که در گرمای 20 تا 40 درجه بهتر زندگی میکنند . منحنی های شکل شماره ی (2-8) تعییرات زمان هضم لجن را با درجه ی گرما مناسب برای این دو گروه باکتری نشان می دهد.



در تکنیک هضم لجن کوشش می شود که مرحله اسیدی زود گذر باشد و فرآیند هضم لجن بیشتر به صورت متانی و در حالت قلیائی انجام گیرد.برای این کار باید به لجن خام وارد مقداری

لجن هضم شده اضافه نمود. باکتریهای متانی خیلی در برابر تغییر ناگهانی درجه ی گرما حساسند. در صورت کاهش ناگهانی گرمای منبع هضم لجن، اختمال برگشت حالت متانی به حالت اسیدی و کاهش مقدار گاز تولیدی زیاد است. همچنین وجود مواد سمی ناشی از نمک های برخی فلزها تمرکز آمونیاک و یا منیزیم در لجن نیز ممکن است موجب برگشت به حالت اسیدی شود.

گاز متان بدست آمده از هضم لجن دارای خاصیت سوزندگی زیاد و حتی کمی بیشتراز قدرت سوزندگی گاز طبیعی ویژه ی سوخت در شبکه های پخش گاز شهری می باشد.لذا از این گاز در تصفیه خانه ها ی کوچک و متوسط برای گرمایش تصفیه خانه و به ویژه گرم نمودن منبعهای هضم لجن استفاده می شود.

لجنی که مرحله ی هضم متانی آن انجام شده باشد دارای رنگ قهوه ای مایل به سیاه است ، بوئی شبیه بوی خاک مرطوب را می دهد و لذا تولید ناراحتی نمی کند، به خوبی آب خود را از دست می دهد و حجم آن به صورت چشم گیری کم گشته و خاصیت چسبندگی آن ناچیز و مقدار موجودات زنده در آن کاسته شده است.

همانگونه که در شناسائی BOD میان شد ، اکسیداسیون مواد آلی فاضلاب در حالت هوازی در دو مرحله انجام می گیرد. مرحله ی اول مربوط به اکسیداسیون مواد آلی کربن دار بوده که از نخستین لحظه ی قرار گرفتن فاضلاب در مجاورت اکسیژن شروع و تا روز بیستم ادامه دارد و

مرحله ی دوم مربوز به اکسیداسیون مواد آلی ازت دار است که از حدود روز دهم شروع شده و مدتها (حدود دو سه ماه) ادامه خواهد یافت.

نتیجه ی کار باکتریها در مرحله ی دوم اکسیداسیون تولید نمکهای معدنی نیتریتها و نیتراتها می باشد و لذا این مرحله به نام نیترات سازی نامیده می شود. باکتریهائی که در مرحله ی دوم روی مواد آلی ازت دار تاثیر می کنند یک خانواده ی ویژه ای از باکتریهای بی هوازی می باشند.

وجود ترکیبات نیتراتها در فاضلاب تصفیه شده گرچه به علت پایدار بودن انها دلیل آلودگی فاضلاب تصفیه شده نمی باشند ولی به علت اینکه خاصیت عذایی زیادی دارند موجب می شوند که ورود آنها به منبع های طبیعی آب ، رشد و تکثیر گیاهان آبزی مانند جلبکها و آلکلها به شدت افزایش یابند. به عبارت دیگر با کمک نور خورشید و عمل فتوسنتز و فعالیت میکرو ارگانیسمهای مختلف ، مواد معدنی نامبرده دوباره تبدیل ه مواد آلی گیاهی می گردند. مرگ نابودی این گیاهان آبزی موجب آلودگی دوباره ی منبع های طبیعی آب می شود.لذا در تصفیه خانه های فاضلاب شهری نباید تنها به تبدیل مواد آلی ازت دار به مواد معدنی (نیترات سازی) اکتفا نمود بلکه باید به گونه ای این ترکیبات ازت دار را از فاضلاب دور ساخت.این کار به نام نیترات زدائی نامیده می شود. در تصفیه خانه های فاضلاب که با روش هوادهی کار می کنند معمولاً حدود 5تا 10 درصد از کل ترکیبات ازت دار موجود در فاضلاب توسط لجنی که از استخرهای ته نشینی نخستین برداشت می شود و حد.ود 10 تا 20 درصد توسط لجن بدست آمده از استخرهای ته نشنی نهائی کاسته می شود. [4]

در صورتی که وجود ترکیبات ازتی باقی مانده در فاضلاب از نظر حساسیت منبع های طبیعی آب زیان بخش تشخیص داده شود.با توجه به محلول بودن آنها باید با کمک استخرهای ویژه ای کار نیترات زدائی انجام گیرد. در این استخرها با کمک خانواده ی ویژه ای از باکتریهای بی هوازی و با احیاهای پی درپی ،نخست نیترات به نیتریت و سپس ته گاز ازت تبدیل شده از حوزه ی عمل بیرون می رود.(ازت زدائی) این فرآیند ممکن است گاهی در استخرهای ته نشینی نهائی که مدت زمان توقف فاضلاب در آنها زیاد انتخاب شده باشد نیز خود به خود رخ دهد.در این صورت بیرون آمدن گاز ازت موجب بالا آمدن دوباره ی لخته های لجن به سطح استخر شده، عمل ته نشینی را مختل می سازد.

علاوه بر روش زیسستی نامبرده می توان با روش هایی شیمیائی و تعویض بن نیز گاز ازت را از فاضلاب بیرون آورد ولی کلیه ی این روشها به علت پیچیدگی و هزینه ی فراوان در تضفیه خانه های فاضلاب شهری به ندرت مورد استفاده قرار میگیرند.همچنین می توان طبق رابطه ی (2-16) با کمک کلر و رسیدن به نقطه ی شکست آن طبق منحنی شکل شماره ی (2-10) 80 تا 95 درصد کل ازت موجود در فاضلاب را به صورت گاز ازت از حوزه ی عمل بیرون نمود [4,2]

2-3- تصفیه ی شیمیائـــــــــــی

اساس کار در تصفیه ی شیمیائی بر کاربرد مواد شیمیائی در تصفیه فاضلاب قرار دارد در تصفیه خانه های فاضلاب مواد شیمیائی را می توان برای تاثیر گذاردن روی مواد خارجی نامحلول ،کل شدی،یا مواد محلول در فاضلاب بکاربرد علاوه بر این می توان از مواد شیمیائی برای گند زدائی و

کشتن میکروبهای موجود در فاضلاب استفاده نمود. تا کنون روشهای متداول در تصفیه شیمیائی بجز روش گند زدائی کمتر در تصفیه خانه های فاضلاب شهری مورد استفاده قرار می گرفته است و بیشتر این روشها در تصفیه ی فاضلاب های صنعتی بکار رفته است. اما به علت استفاده ی روز افزون ازمواد شیمیائی در زندگی روزمره و ورود این مواد به فاضلابهای شهری مساله تصفیه ی شیمیائی در تصفیه خانه های فاضلاب شهری نیز کم کم مورد توجه قرار می گیرد.

2-3-1- استفاده از مواد شیمیائی برای تاثیر روی مواد خارجی محلول در فاضلاب

مهم ترین مواردی که از مواد شیمیائی برای تاثیر روی مواد خارجی محلول در فاضلاب استفاده می شود عبارتند از:

الف ــ خنثی سازی ــ همچنانکه در تصفیه زیستی ملاحظه شد. درجه ی اسیدی فاضلاب در میزان فعالیت باکتریها اثری چشم گیر دارد.در صورتی که فاضلاب در موقع ورود به تصفیه خانه ی درجه ی اسیدی کمتر از 6/5 و یا بیشتر 8/5 داشته باید نخست با افزودن اسید یا باز به فاضلاب حالت خنثی دهند. فاضلابهای شهری بر خلاف فاضلاب های صنعتی به علت اینکه حالتی تقریباً خنثی دارند نماز به عمل خنثی سازی ندارند.

ب ــ اکسیداسیون ــ گاهی از مواد شیمیائی اکسید کننده برای پایدار نمودن و جداسازی مواد خارجی محلول در فاضلاب استفاده می شود.در تصفیه خانه های فاضلاب شهری معمولاً این کار به عهده ی باکتریهای هوازی گذارده می شود. تنها در مورد کاربرد کلر چنان که بعدا خواهیم دید. از آن برای جداسازی ازت نیز استفاده می شود.

ج ــ احیا ــ برای تجزیه مواد خارجی محلول در فاضلاب مانند آنچه در قسمت نیترات زدائی گفته شد می توان از مواد شیمیائی و روش تعویض سن بجای باکتریها برای احیا و جدا سازی ازت و نظایر آن استفاده نمود.

د ــ تعویض سن ــ برای تبدیل مواد خارجی محلول به مواد خارجی نامحلول و آماده سازی آن مواد برای ته نشینی می توان از مواد شیمیائی کمک گرفت.

2-3-2 استفاده از مواد شیمیائی باری تاثیر مواد خارجی نامحلول در فاضلاب

مهم ترین روشهایی که با کمک مواد شیمیایی برای جداسازی مواد معلق موجود در فاضلاب استفاده می شئذ عبارتنداز:

الف ــ انعقاد یا لخته سازی ــ هدف از انعقاد یا لخته کردن عبارتست از اینکه با کمک مواد شیمیائی ،مواد معلق سبک و به ویژه مواد نیمه محلول و کلوئیدی شکل را به صورت لخته ها و قطعات بزرگی درآورده تا دز اثر وزن خود ته نشین شوند. به عبارت دیگر انعقاد عملی است تشدید کننده ی عمل ته نشینی در تصفیه مکانیکی، مهم ترین مواد منعقد کننده در فاضلاب عبارتند از پلی الکترولیتها، سولفات و هیدارت آلومینیوم، سولفات ، کلرور و هیدارت دو و سه ظرفیتی آهن ،خاک رس و آب آهک ، افزودن مواد منعقد کننده به فاضلاب مقدار لجن بدست آمده در استخرهای ته نشینی را دو تا سه برابر افزایش می دهد و در نتیجه حجم منبع های هضم لجم افزایش می یابند. به علاوه لجنی که با کمک مواد شیمیائی تهیه می شود گاز بیشتری تولید می کند. به عبارت دیگر افزودن مواد منعقد کننده درجه ی تصفیه ی فاضلاب را افزایش داده و مانند آنست که یک تصفیه زیستی ناقص نیز انجام گرفته باشد.

دستگاه های اضافه کننده ی مواد شیمیائی به فاضلاب ـــ نخست محلول رقیق شده از ماده ی مورد نظر را با آب تهیه کرده و سپس آن را طبق نتایج آزمایشگاهی با نسبت از پیش تعیین شده به فاضلاب می افزایند. چون مقدار مصرف مواد منعقد کننده با درجه ی اسیدی (ph) فاضلاب بستگی دارد،دستگاههای خود کاری ساخته شده که پس از تعیین مداوم درجه ی اسیدی فاضلاب مقدار ماده ی منعقد کننده ی مصرفی را تغییر می دهد.استفاده از مواد منعقد کننده بیشتر برای فاضلاب های صنعتی و یا فاضلاب شهرهایی که موسسات صنعتی فراوانی در خود دارند مناسب است و در این صورت گاهی از تصفیه زیستی نیز صرف نظر می گردد.

ب) ـــ شناور سازی ـــ برعکس عمل لخته سازی می توان برای تشدید عمل جداسازی مواد سبک موجود در فاضلاب از مواد شیمیایی استفاده نمود.این مواد شیمیایی موجب می شوند که ذرات هوا متعلق فاضلاب چسبنده، وزن مخصوص آنها را کاهش داده و موجب افزایش سرعت بالا روندگی آنها شود. در این روش معمولا مواد متعلق در فاضلاب به صورت کف در سطح استخر نمودار می گردند.

روش شناور سازی نیز در فاضلاب های صنعتی بکار می رود و استفاده از اینگونه مواد شیمیادی در فاضلاب شهری معمول نمی باشد. گاهی از این روش برای بازیابی دوباره ی مواد با ارزشی که همراه پساب کارخانه ها تلف می شوند نیز استفاده می شود.

ج ـــ جذب سطحی ـــ برخی از مواد شیمیایی مانند کربن فعال به علت خاصیت جذب سطحی زیاد می توانند ذرات معلق و کلوئیدی موجود در فاضلاب را جذب کنند. استفاده از اینگونه مواد در صافی های ماسه ای به ویژه باری رنگ زدائی پساب برخی از کارخانه ها مفید می باشد.

2-3-3- گند زدائـــــی

برای گند زائی تقریبا تنها روش اقتصادی استفاده از کلر است. کلر بلافاصله پس از ورد به آل تجزیه شده و آسید هیپوکلروس و بین اکسید کلر تولید می نماید

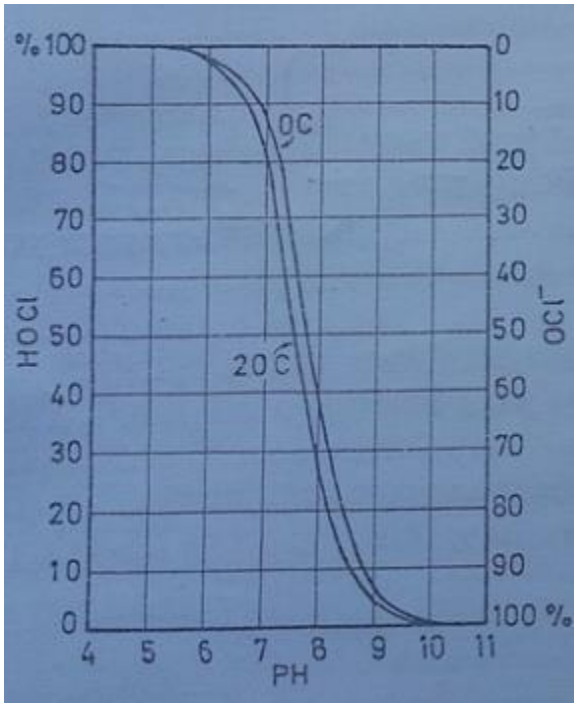
$$CL^{-}+HOCL+H^{+} \qquad (13-2)$$

$$\leftrightarrows CL_2+H_20$$

$OCL^{-}+H^{+}$ (14-2)

$\leftrightarrows HOCL$

خاصیت گند زدائی اسید هیپو کلروس بیشتر از این اکسید کلر می باشد.نسبت تبدیل کلر به اسید هیپوکلروس و ین اکسید کلر تابعی است از درجه ی اسیدی و درجه ی گرما فاضلاب این وابستگی در منحنی های شکل شماره ی (2-9) نمایش داده شده است پس از تجزیه ی



نامبرده و به علت وجود موادی اکسید پذیر مانند آهن ، منگنز ، اسید سولفوریک (H_2S) و مواد آلی در فاضلاب، نخست قسمتی از کلر صرف اکسیداسیون مواد نامبرده شده ، تولید کلرورهای گوناگونی را میکند که اثر کشنده ای بر باکتریها نداشته و به علت ثبات آنها کلر آنها آزاد نمی

باشد. سپس کلر روی ترکیبات ازتی به ویژه آمونیاک تاثیر گذاشته و به تدریج و بسته به درجه ی اسیدی فاضلاب کلرامینهای مختلفی را تولید می نماید.

(مونو کلرامین) $NH_3 + HOCl \leftrightarrows NH_2Cl + H_2O$

(دی کلرامین) $NH_2Cl + HOCl \leftrightarrows NHCl_2 + H_2O$

(تری کلرامین) $NHCl_2 + HOCl \leftrightarrows NCl_3 + H_2O$

برابر رابطه های تعادلی نامبرده کلرامین ها می توانند دوباره تبدیل به اسید هیپوکلروس شده و لذا قادرند به کندی بر باکتریها اثر کرده آنها را نابود سازند. پس از این اگر بازهم کلر به فاضلاب افزوده شود قسمتی از آن باقی مانده که بر آنزیم موجودات زنده اثر کرده، آنها را می کشد.

منحنی شکل شماره (2-10) مرحله های گوناگون تاثیر کلر را در فاضلاب نشان می دهد. قسمت OA مقدار کلری را نشان می دهد که صرف تولید کلرور ها شده و از حوزه ی عمل بیرون رفته است AB نمایشگر کلری است که به مصرف تولید کلرامینها می رسد.در فاصله B تا C کلر در اثر خاصیت اکسید کنندگی خود طبق رابطه هاس (2-15) و (2-16) بر قسمتی از کلرامین اثر

کرده آنرا اکسید می کند و لذا از مقدار کلر موثر در فاضلاب کاسته می شود و منحنی این کاهش را نشان می دهد.

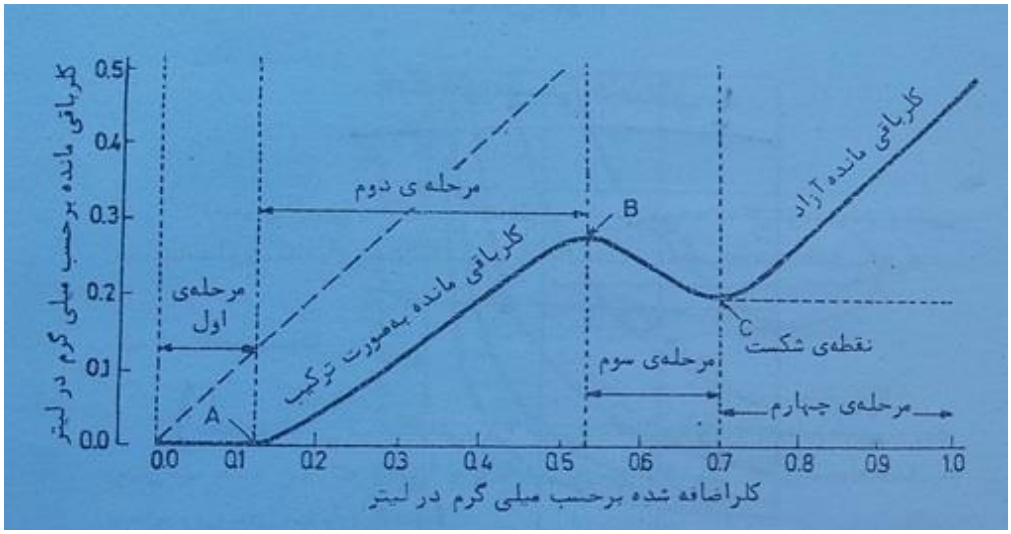
$$N_2O + 4HCl \rightarrow HOCl + NHCl_2 \quad (15\text{-}2)$$

$$+NH_2Cl$$

$$N_2\uparrow HOCl + + H_2O + 3HCl \quad (16\text{-}2)$$

$$2NH_2Cl \rightarrow$$

چنانکه در شکل نامبرده نشان داده شده است. سرانجام در مرحله ی چهارم یعنی پس از نقطه شکست C ، کلر اضافه شده موجب بوجود آمدن کلذ آراد و ترکیبات آلی کلردار می گردد. این کلر آزاد در فاضلاب باقی مانده و به مصرف گند زدائی آن می رسد. نقطه C که بنام نقطه ی شکست[1] معروف است بسته به مقدار اکسید پذیر و آمونیاک موجود در فاضلاب متغیر بوده و مشخصات فاضلاب بحساب می آید.



با توجه به آنچه گفته شد برای گند زدائی قطعی و اطمینان از تاثیر کامل کلر بر باکتریهای موجود در فاضلاب باید مدت زمان تماس کلر با فاضلاب 15 تا 30 دقیقه گردد. از نظر مصرف کلر نتیجه می شود که هرچه فاضلاب خاصیت قلیای بیشتری داشته و یا مواد اکسید پذیر آن بیشتر باشد، مقدار کلر لازم برای گند زدائی فاضلاب بیشتر می باشد.

کاربرد کلر علاوه بر گند زدائی، موجب کاهش بوی فاضلاب، سبب کاهش مواد روغنی و درجه ی کدری فاضلاب می شود.همچنین بوی کلر حشرات را از فاضلاب دور می سازد.

جدول شماره ی (4-19) مقدار کلر مورد نیاز را برای موارد گوناگون نشان می دهد. و در محاسبات تقریبی می توان مقدار کلر لازم برای گند زدائی فاضلاب خانگی خام را حدود 2 تا 5 گرم برای هر نفر در شبانه روز پیش بینی نمود.در موقع راهبری تصفیه خانه، کلر زنی باید به اندازه ای باشد که پس از 10 دقیقه هنوز حداقل 0/3 میلی گرم در لیتر کلر در فاضلاب باقی مانده باشد. [6]

بخش سوم

تصفیه طبیعی فاضلاب

تصفیه طبیعی به فرایندی گفته می شود که در طبیعت به طور خود به خودی و بدون دخالت انسان و استفاده از وسایل مکانیکی و یا مواد شیمیایی موجب تصفیه فاضلاب می شود.

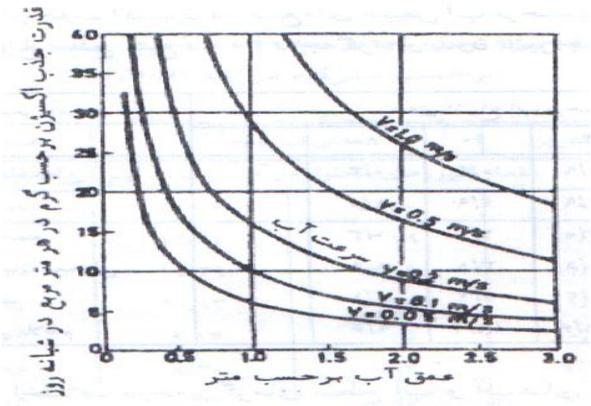
تصفیه فاضلاب در حالت هایی ممکن است رخ دهد که فاضلاب به منابع طبیعی آب در روی زمین مانند رودخانه و دریا و یا با نفوذ به زمین به منابع زیرزمینی آب وارد گردد.

در تصفیه طبیعی غالبا تمام انواع تصفیه به کار برده می شود.شامل تصفیه زیستی به صورت هوازی در رودخانه ها و دریاها و تصفیه بی هوازی در چاههای فاضلاب و تصفیه شیمیایی به صورت اکسیداسیون یا گند زدایی.

مهمترین نوع تصفیه طبیعی ، تصفیه زیستی با کمک باکتری های هوازی و بی هوازی است.علاوه بر این باکتری ها برخی از باکتری های کوچک تک سلولی و پر سلولی مانند جلبک و قارچ در تصفیه طبیعی کمک می کنند.

تصفیه فاضلاب با کمک باکتری های هوازی در دو مرحله،اول اکسیداسیون مواد کربن دارو سپس اکسیداسیون مواد آلی ازت دار صورت می گیرد.در هر دو مرحله اکسیژن محلول در فاضلاب کاهش می یابد.

هرچه مقدار اکسیژن محلول در آب کمتر باشد قدرت اکسیژن گیری آنها در تماس با هوا به منظور جبران کمبود اکسیژن برای رسیدن به حالت اشباع کمتر می شود.سرعت جذب اکسیژن و مدت زمانی که برای رفع کمبود اکسیژن لازم است بسته به نوع جریان آب و سطح تماس آن با هوا تغییر می کند.همچنین وجود گیاهان آبزی مانند جلبک ها و در نتیجه عمل فتوسنتز و تاثیر نور خورشید در بازیابی اکسیژن محلول در آب تاثیر می گذارد.



هرچه عمق منبع طبیعی آب بیشتر باشد امکان جذب اکسیژن کاهش می یابد.منحنی های شکل شماره (3-1)وابستگی نامبرده را در گرمای 20 درجه و برای حالت صد در صد کمبود اکسیژن نسبت به حالت اشباع نشان می دهد.

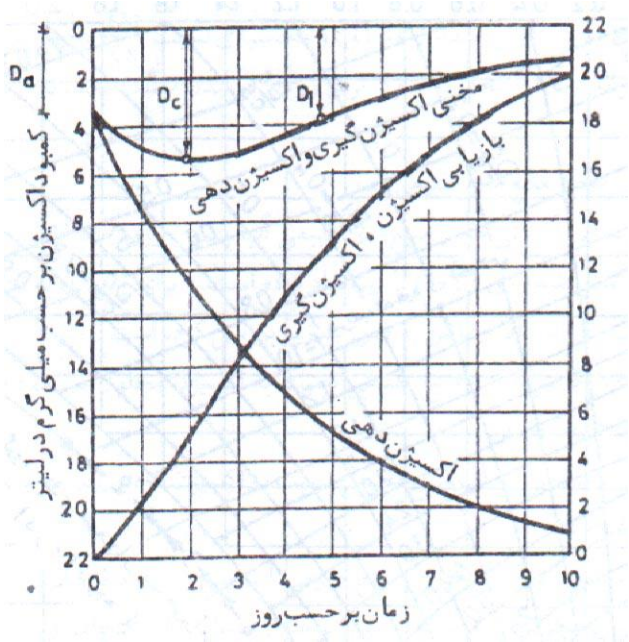
کمترین مقدار اکسیژن محلول لازم در آب برای ادامه زندگی حیوان های آبزی به ویژه ماهی ها برابر 3 تا 4 میلی گرم در لیتر است.

با توجه به اینکه منبع های آبی روی زمینی معمولا مقدار اکسیژن محلولی که دارند بیش از مقداریست که برای زندگی حیوان های آبزی و ماهی ها لازم است،این منبع ها می توانند با کمک این اکسیژن اضافی و بدون وارد آمدن زیانی به زندگی ماهی ها موجب تکثیر مثل باکتری های هوازی موجود در فاضلاب وارد شده به منبع طبیعی گردیده،فاضلاب توسط باکتری های نامبرده تصفیه شود.

البته با توجه به نکات نامبرده و برای سالم نگهداری محیط زیست ماهی ها و پاک نگهداری محیط زیست انسان اسنفاده از این تصفیه طبیعی و خود به خودی باید با احتیاط و به صورت محدود انجام گیرد.

تصفیه طبیعی نامبرده شامل اکسیداسیون مواد ناپایدار آلی تا حد نیترات سازی و ته نشینی مواد معلق در بستر طبیعی می باشد.بجز آن وجود اکسیژن محلول در آب و اشعه ماوراء بنفش ناشی از نور خورشید سبب گند زدایی فاضلاب می گردد.

تصفیه طبیعی موجب کاهش اکسیژن محلول در آب می شود.این کمبود اکسیژن در اثر تماس با هوا دوباره بازیابی می گردد.مدت زمانی که لازم است تا اکسیژن کاسته شده دوباره بازیابی شود بسته به عوامل طبیعی ممکن است تا چند روز ادامه یابد.جریان باد که در سطح آب ها تولید موج می کند،شیب زمینی که سبب جریان آب رودخانه می شود،ناهمواری های بستر رودخانه که موجب تلاطم آب می گردند و سرانجام درجه گرما و عمق آب در منبع طبیعی همگی بر سرعت بازیابی اکسیژن تاثیر می گذارند.وجود مواد روغنی و نفتی در سطح آب و یا یخ بندان سطح آن جذب اکسیژن را به شدت می کاهد.



منحنی شکل شماره (3-2)نمایش روند اکسیژن گیری و اکسیژن دهی آب رودخانه ها را پس از نقطه ورود فاضلاب در روزهای گوناگون نشان می دهد.چنانچه ملاحظه می شود منحنی مذبور دارای یک نقطه آغاز (زمان ورود فاضلاب)و یک نقطه می نیمم یعنی زمانی که اکسیژن محلول در آب به کمترین مقدار خود می رسد و سرانجام نقطه عطفی که از آن به بعد از سرعت بازیابی اکسیژن کاسته می شود،می باشد.

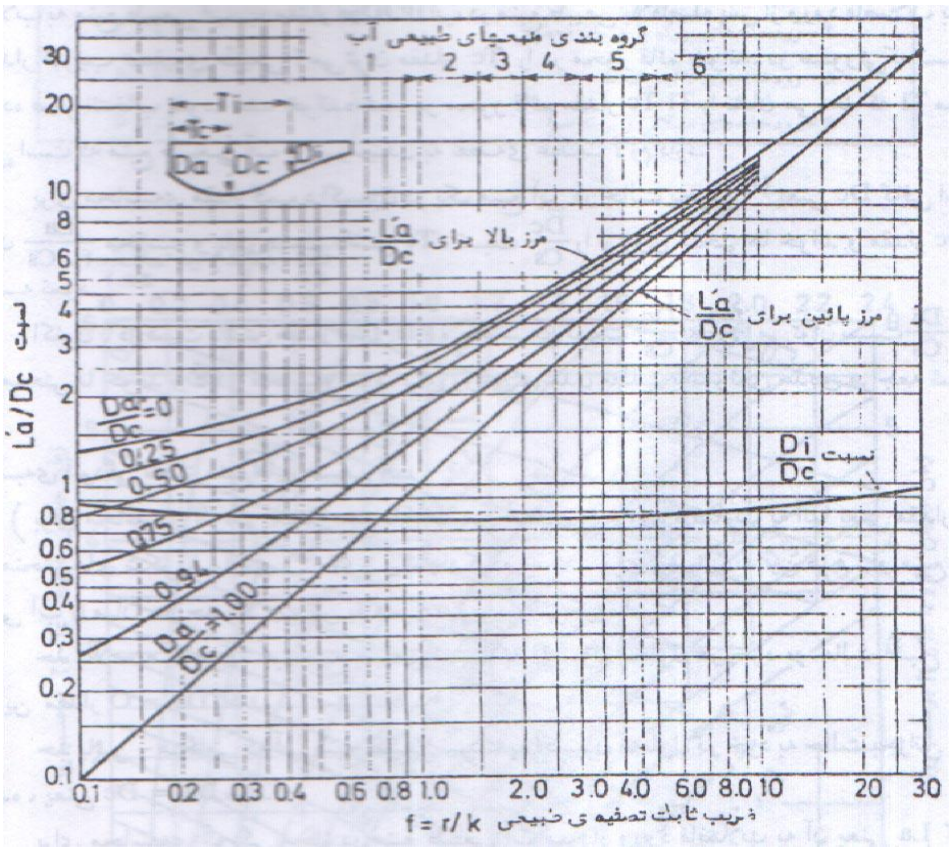
شناخت این دو نقطه می نیمم و عطف برای انتخاب نقطه ورود فاضلاب به رودخانه و نیز برای تعیین کیفیت و درجه تصفیه فاضلابی که می تواند وارد منبع آبی گردد،بسیار مهم است.

منبع آبی طبق رابطه ی fیعنی حالت بحرانی رودخانه نسبت به ضریب ثابت تصفیه طبیعی T_Cوضع نقطه می نیمم و مدت زمان
شماره ی (3-1)تغییر می کند.

$$f = \frac{\mathbb{r}}{\mathbb{k}} = \frac{\text{ضریب اکسیژن گیری منبع آبی}}{\text{ضریب اکسیژن دهی منبع آبی}}$$

هرچه عدد f بزرگتر باشد، مدت زمان T_C کوتاهتر می گردد.میزان تلاطم در سطح آب ، وجود جریان هوا ، شیب زیاد و ناهمواری های بستر رودخانه و درجه گرمای محیط در مدت زمان T_C تاثیر دارند.

محاسبه آلودگی مجاز منبع های طبیعی آب:



برای محاسبه آلودگی مجاز منبع های طبیعی آب پس از ورود فاضلاب به آنها یعنی مقدار L_a فایر منحنی های شکل شماره (3-4) را پیشنهاد کرده است.

برای رسیدن به این هدف او منبع های طبیعی آب را میان دو حد بالا و پایین به صورت زیر بررسی کرده است:

حد بالا-هنگامی که آب منبع طبیعی نسبت به اکسیژن محلول در خود به حالت اشباع بوده بنابراین مقدار $D_a = 0$ باشد.

حد پایین- هنگامی که آب منبع طبیعی نسبت به اکسییژن محلول در خود به حالت بحرانی رسیده ، یعنی $D_a = D_c$ باشد.

برای محاسبه آلودگی مجاز در منبع طبیعی آب پس از ورود فاضلاب به آن یعنی L_a کافی است با توجه به نیاز حیوان های آبزی به اکسیژن محلول مقدارD_c را انتخاب و سپس با انتخاب ضریب تصفیه ی طبیعی یعنی f و استفاده از منحنی های شکل (3-4)نسبت $\frac{L'_a}{D_c}$ را خوانده و مقدار L'_a را بر حسب BOD_{20} محاسبه نمود.

برای تبدیل BOD_{20} به BOD_5 میتوان از جدول شماره (3-1)استفاده نمود.

به جز آن می توان با کمک منحنی شکل شماره (3-4)مقدار کمبود اکسیژن در نقطه عطف را نیز محاسبه نمود.

برای تمام منبع های طبیعی آب ، کمبود اکسیژن در نقطه عطف تقریبا برابر 0.75 کمبود اکسیژن در حالت بحرانی است.

وارد نمودن فاضلاب به رودخانه:

رودخانه ها بسته به دبی و سرعت جریان آب در آنها،میزان تلاطم و درجه گرمای آب آنها ، قدرت تصفیه ی محدودی را دارا می باشند.

در صورتی که بدون توجه و محاسبه ی ظرفیت تصفیه ی رودخانه ، فاضلابی را وارد نمایند ممکن است موجب آلودگی محیط زیست،کاهش بی رویه اکسیژن محلول در آب رودخانه و در نتیجه به خطر افتادن زندگی ماهی ها در آن گردند.

به جز روش نامبرده ، روش های تقریبی دیگری نیز پیشنهاد گردیده است که با کمک آنها می توان مقدار دبی آب رودخانه را برای اینکه بتواند فاضلاب مورد نظری را تصفیه کند محاسبه نمود.فایر دانشمند آمریکائی رابطه شماره (3-2)را برای این منظور پیشنهاد کرده است .

$$Q = 11.57 \frac{L'_o}{L'_a}$$

مقدار Qبرابر است با دبی لازم در رودخانه بر حسب لیتر در ثانیه.

L'_o مقدار BOD_{20} تولید شده از هر نفر از ساکنان شهر است بر حسب گرم در شبانه روز و L'_a مقدار BOD_{20} مجاز آب رودخانه پس از ورود فاضلاب بر حسب میلی گرم در لیتر می باشد.

وارد نمودن فاضلاب به دریا:

در دیدگاه نخستین چنین به نظر می رسد که دریاها و اقیانوس ها به علت بزرگی خود قادرند هر نوع و هر مقدار فاضلابی را جذب و با استفاده از روش تصفیه طبیعی ، تصفیه نمایند .ولی با وجود درستی دیدگاه نامبرده،در صورتی که در چگونگی استفاده از این قدرت تصفیه بررسی کامل نشده، پیش بینی های لازم انجام نگیرد ،وارد نمودن فاضلاب شهر به دریا موجب آلوده شدن کرانه ها ،شهرهای ساحلی،جاهای شنا و ماهیگیری می گردد.همچنین این کار سبب کاهش اکسیژن محلول در منطقه ای از دریا و در نتیجه موجب مردن و از میان رفتن حیوانات آبزی به ویژه ماهی های آن منطقه گردیده،تولید بوهای ناخوشایند نموده حتی احتمال گسترش بیماری های گوناگون گشته است.

برای وارد نمودن فاضلاب به دریاچه ها و دریاها باید به تفاوت های موجود میان شرایط حاکم در دریا نسبت به رودخانه و به ویژه به نکات زیر توجه نمود:

الف-غلظت آب دریا و دریاچه ها نسبت به مقدار کلرورهای محلول در آن خیلی بیشتر است.افزایش شوری آب موجب کم شدن اکسیژن محلول در آن و در نتیجه کاهش قدرت تصفیه طبیعی آن می شود.

ب-وزن مخصوص آب دریاهای آزاد نزدیک به 1.03 و فاضلاب پیرامون 0.99 گرم بر سانتیمتر مکعب است،این تفاوت موجب می شود که فاضلاب در سطح دریا قرار گرفته،به راحتی با آب آن

آمیخته نشود.از این رو تزریق فاضلاب در دریا باید در اعماق آن انجام گیرد.این عمق دست کم باید 3 تا 4 متر انتخاب گردد.

ج-جهت جریان باد و شدت آن درروزهای مختلف سال و در نتیجه جهت حرکت امواج و حرکت آب دریا نسبت به کرانه های مجاور باید دقیقا بر مبنای آمار های چندین ساله مد نظر قرار گیرد.

د-شدت و جهت حرکت جریان های دریایی ، که از ویژگی های هر دریایی می باشد و موجب جابه جا شدن فاضلاب وارد شده به آن می گردد،باید دقیقا بررسی و مشخص شود.

ه-در مورد دریاچه ها بجز نکات نامبرده باید بیلان آبی و تغییرات احتمالی در کیفیت آب دریاچه ها بررسی شود.

برای محاسبه سطحی از دریا که با فاضلاب آلوده می شود می توان آنگونه که در مورد رودخانه ها به عمل آمد ، با استفاده از مقدار اکسیژن محلول در آب دریا ،کمترین میزان اکسیژن محلول لازم بر ادامه زندگی ماهی ها و با انتخاب ضریب تصفیه طبیعی از جدول شماره (3-3)و بالاخره با کمک منحنی های شکل (3-4)مقدار آلودگی مجاز آب دریا را پس از ورود فاضلاب محاسبه نمود.

سپس با اندازه گیری مقدار آلودگی آب دریا پیش از ورود فاضلاب نخست حجم آلوده شده و سپس با انتخاب عمقی که فاضلاب وارد دریا می شود مقدار سطح آلوده شده را در دریا محاسبه نمود.

می توان سطح آلوده شده توسط فاضلاب یک شهر را محاسبه نمود.

$$A = 0.405 \times P \times (11.5 - 3.50 \log P)$$

در این رابطه مقدار P برابر جمعیت شهر برحسب هزار نفر و A سطح آلوده شده ی دریا برحسب هکتار می باشد.

فاضلاب باید به صورت نامتمرکز و در چندین نقطه از دریا وارد گردد.هنگام ورود فاضلاب به دریا باید جریان آن همراه با سرعت زیادی باشد که آمیختگی با آب دریا به خوبی انجام گرفته و برای رسیدن به سطح آب دریا فاصله ی بیشتری را طی نماید.

وارد نمودن فاضلاب به مرداب های طبیعی:

مرداب های طبیعی معمولا به دریاچه های کم عمقی گفته می شود که گیاهان آبزی در آنها رشد می کنند.

در ایران می توان به عنوان نمونه از مرداب انزلی در گیلان نام برد.رشد گیاهانی مانند سنبل آبی و عدسی آبی و انواع نی و خزه موجب می شود که باکتری های هوازی در روی ساق و بدنه ی آنها جمع شده و مواد آلی فاضلاب را تجزیه نمایند.با توجه به اینکه غالبا از مرداب های طبیعی برای حفظ محیط زیست پرندگان و حیوان های آبزی استفاده می شود،قدرت تصفیه ی طبیعی آنها بسیار محدود می باشد.

پخش فاضلاب در زمین:

پخش فاضلاب در زمین با دو دیدگاه گوناگون ممکن است انجام گیرد.نخست آنکه هدف اصلی از این کار تصفیه فاضلاب باشد .دوم حالتی است که هدف اصلی در آن استفاده از فاضلاب جهت آبیاری کشاورزی در نظر گرفته شده باشد.در این بخش تنها حالت اول مورد بررسی قرار می گیرد.

اساس کار در این روش تصفیه طبیعی آن است که فاضلاب در لایه های نازکی در سطح زمین های بایر پخش گردد و در نتیجه ی تماس با هوا و نور خورشید، باکتری های هوازی تصفیه

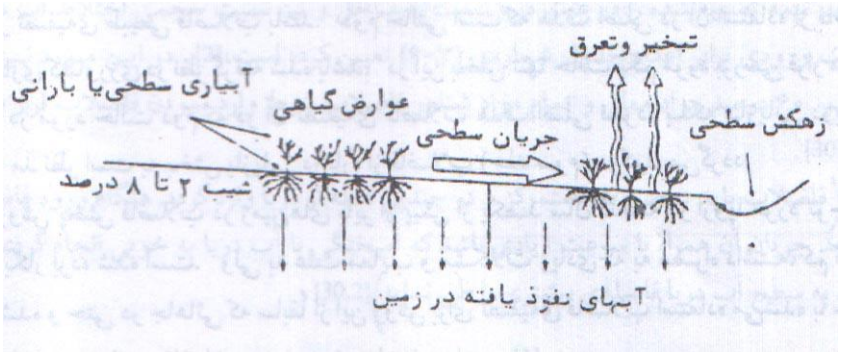
زیستی لازم را انجام داده و آب باقی مانده از تبخیر پس از این تصفیه به زمین فرو رفته و به سفره های آب زیر زمینی بپیوندد.

شرط لازم برای عملی بودن این روش همانا سست و نفوذپذیر بودن زمین ، پایین بودن سفره آب زیرزمینی(دست کم3متر)،کم بودن میزان بارندگی در منطقه و فراوان بودن زمین بایر در نزدیکی شهر می باشد.دور بودن زمین موجب افزایش هزینه ی انتقال فاضلاب میگردد.

مهمترین عیب این روش تصفیه طبیعی ، آلودگی محیط زیست ،آلودگی احتمالی آب های زیر زمینی و خطر گسترش بیماری های گوناگون می باشد.خطرهای نامبرده وقتی افزایش می یابند که جهت کاهش هزینه ی انتقال فاضلاب ، زمین ها در نزدیکی شهر پیش بینی شود.

روش های متداول در پخش فاضلاب در زمین بایر عبارتند از:

1-پخش فاضلاب در سطح زمین :در این روش مانند شکل شماره(3-5)فاضلاب به صورت لایه ای نازک (دست بالا 10تا15 سانتیمتر)روی سطح گسترده ای از زمین شیبداری جریان می یابد و در انتهای شیب ، باقی مانده ی فاضلاب وارد کانال گرد آوری کننده ای می گردد.شیب زمین 2 تا 8



درصد انتخاب می گردد.

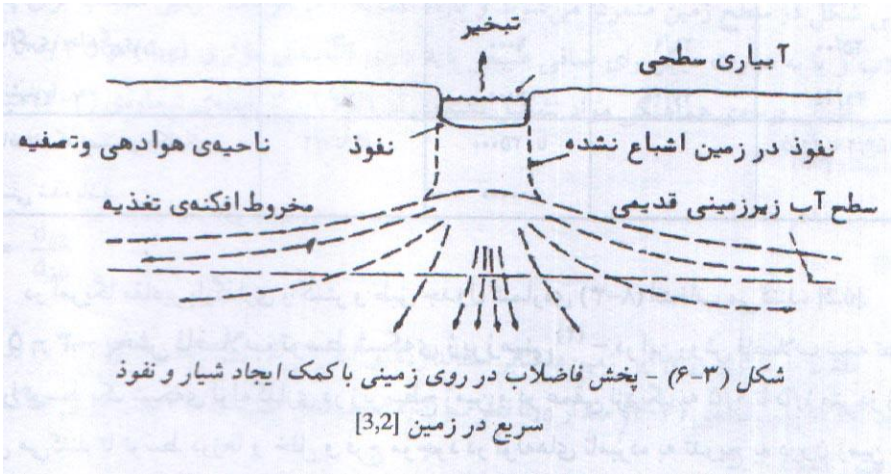
در این روش باید کوشش شود که هوای کافی به فاضلاب برسد تا از کار باکتری های بی هوازی و در نتیجه ایجاد بوی ناخوشایند جلوگیری شود.برای رسیدن به این هدف پخش فاضلاب را در

سطح زمین به صورت متناوب انجام می دهند.یعنی پس از پخش فاضلاب تا ارتفاع گفته شده جریان آنرا قطع کرده و بسته به نفوذپذیری زمین و درجه رطوبت محیط پس از 8 تا 24 ساعت دوباره پخش فاضلاب را انجام می دهند.فاضلاب باید در مدتی کمتر از 4 ساعت در زمین فرو رود.در صورتی که پس از این مدت فاضلاب کاملا در زمین نفوذ نکرده باشد،نشان دهنده ی آن است که خلل و فرج زمین گرفته شده و باید قشری نازک از روی آنرا برداشت و پس از شست و شو دوباره روی زمین پخش نمود.

چند هفته پس از شروع پخش فاضلاب در روی زمین بایر ، باکتری های هوازی در لایه ای ژلاتینی شکل در سطح زمین متمرکز می شوند و بازده تصفیه را می افزایند.زمین مناسب برای پخش فاضلاب و یا به عبارت دیگر برای صافی طبیعی باید دارای دانه بندی موثری (d_{10})میان 0.2 تا 0.5 میلیمتر باشد.

مقدارd_{10} قطر سوراخ های سرندی است که 10 درصد وزنی خاک را از خود عبور دهد.

2-پخش فاضلاب در شیارها:



شکل (۳-۶) - پخش فاضلاب در روی زمینی با کمک ایجاد شیار و نفوذ سریع در زمین [3,2]

با کندن جوی هایی در زمین مانند شکل (3-6)فاضلاب در این جوی ها جاری شده و به تدریج در زمین نفوذ می کند.این روش خود بسته به درجه نفوذپذیری زمین به دو صورت نفوذ سریع و نفوذ آرام ممکن است انجام گیرد.شیب نامبرده کمتر از 5 درصد انتخاب می گردد.در صورتی که نفوذپذیری کم و یا نیاز به فاضلاب تصفیه شده باشد می توان با قرار دادن لوله های زهکش فاضلاب تصفیه شده را دوباره جهت آبیاری کشاورزی بدست آورد.

شکل(3-6)این روش را در حالت نفوذ سریع نشان می دهد.

3-پخش فاضلاب توسط شبکه زیرزمینی:

در این روش فاضلاب نیمه تصفیه شده را توسط یک شبکه لوله گذاری در زیر سطح زمین و در عمقی نزدیک به 0.5 تا 1.5 متر در زمین پخش می کنند تا توسط درز ها و خلل و فرج موجود در لوله های نامبرده به تدریج به درون زمین نفوذ کند.این روش برای مقادیر بسیار کمی از فاضلاب مناسب است و معمولا پس از استفاده از سپتیک تانک در زمین هایی که نفوذپذیری کم و یا عمق سطح آب زیرزمینی کم باشد بکار می رود.امتیاز این روش در این است که از تولید بوی ناخوشایند جلوگیری می شود.

وارد نمودن فاضلاب در چاه:

این روش تصفیه طبیعی ، روش سنتی است که تا کنون در بیشتر نقاط کشور ایران و برخی از کشورهای دیگر جهان مورد استفاده قرار می گرفته است.اساس کار چاه های جذب کننده ی فاضلاب بر این پایه نهاده شده که فاضلاب خانگی و در برخی موارد همراه با فاضلاب ناشی از بارندگی توسط شبکه ی لوله کشی فاضلاب درون ساختمان گردآوری و بدون تصفیه ای به یک یا چند چاه نسبتا گودی هدایت می گردد.

فاضلاب پس از ورود به چاه ،زیر تصفیه ی باکتری های بی هوازی هضم شده و حجم مواد معلق آن به مقدار چشم گیری کاهش می یابد.آب اضافی فاضلاب به درون زمین نفوذ کرده ،به سفره های آب زیرزمینی می پیوندد.نتیجه ی کار باکتری های نامبرده ایجاد گازهای بدبو از یکسو و ته نشین شدن مواد معدنی در کف چاه از سوی دیگر می باشد.

محاسن و معایب:

در صورتی که مقدار فاضلاب کم و محدود به چند خانواده باشد ، زمین در عمق های نسبتا کمی یعنی دست بالا تا 20 متری به لایه های آبرفتی نفوذپذیری برسد و بالاخره سفره ی آب زیرزمینی دست کم 3متر تا 4متر پایین تر از لایه نامبرده قرار گرفته باشد و یا اینکه اصولا از سفره ی آب زیرزمینی هیچگونه برداشتی برای مصرف های روزانه نشود،روش استفاده از چاه جذب کننده ی فاضلاب ساده ترین،ارزان ترین و بی ضررترین روش تصفیه طبیعی است.

استفاده از این روش با توجه به شرط های نامبرده برای روستاها و شهرهای کوچک و حتی شهرهای متوسط نیز ممکن است قابل قبول باشد.از این رو این روش سنتی تقریبا تا پیش از سال 1300شمسی کم و بیش جوابگوی نیاز شهرهای ایران بوده است.اما در 60 سال گذشته به علت افزایش شهرنشینی و گسترش شهرها و فزونی جمعیت آنها ،مشکلات ناشی از کاربرد این روش روز به روز نمایان تر شده و دامنگیر شهرهای بزرگ ایران شده است.به عنوان نمونه می توان در این مورد مشکلاتی از قبیل آلوده شدن شدید سفره های آب زیرزمینی و بالا آمدن سطح این سفره ها را نام برد

محاسبه ی چاه های جذب کننده ی فاضلاب :

هدف از محاسبه ی چاه فاضلاب تعیین سطح لازم از چاه در لایه ی نفوذ پذیر برای فاضلاب هر نفر می باشد.این سطح تابعی است از درجه ی نفوذپذیری زمین که باید با کمک آزمایش در محل تعیین گردد.طبق استاندارد انگلستان تعیین نفوذ پذیری زمین برای این منظور به صورت زیر انجام می گیرد:

1-در لایه نفوذپذیر موردنظر چاله ای به قطر 100 میلیمتر و عمق 600 میلیمتر کنده و درآن برای مدت 24 ساعت آب می ریزند.

2-پس از 24 ساعت دوباره تا ارتفاع 225 میلیمتر در آن آب میریزند و مدت زمانی که تمام آب در زمین فرو رود را بر حسب دقیقه تعیین می کنند.

3-میانگین مدت زمانی که لازم است تا از 225 میلیمتر ارتفاع آب در چاه 25 میلیمتر کاسته شود را تعیین می کنند.

4-با استفاده از جدول تنظیم شده سطح لازم در چاه برای هر نفر را مشخص می کنند.

جدول (۳-۹) - تعیین سطح لازم در چاه جذب‌کننده‌ی فاضلاب، [21]

زمان لازم برای افت ۲۵ میلیمتر	سطح مؤثر لازم در قسمت نفوذپذیر زمین برای هر نفر	
از سطح آب در چاله‌ی آزمایشی	ساکنان دائمی (خانه)	ساکنان غیردائمی (مدرسه یا اداره)
۲ دقیقه و کمتر از آن	۱/۸ متر مربع	۰/۵ متر مربع
۲ تا ۳ دقیقه	۲/۲ متر مربع	۰/۶ متر مربع
۳ تا ۴ دقیقه	۲/۴ متر مربع	۰/۷ متر مربع
۴ تا ۵ دقیقه	۲/۸ متر مربع	۰/۸ متر مربع
۵ تا ۱۰ دقیقه	۳/۷ متر مربع	۰/۹ متر مربع
۱۰ تا ۱۵ دقیقه	۴/۶ متر مربع	۱/۲ متر مربع
۱۵ تا ۳۰ دقیقه	۶/۳ متر مربع	۱/۷ متر مربع
۳۰ تا ۶۰ دقیقه	۸/۴ متر مربع	۲/۲ متر مربع

دریاچه های تصفیه ی فاضلاب :

شناسایی:

دریاچه های تصفیه فاضلاب تشکیل شده اند از گودال های طبیعی یا مصنوعی که فاضلاب در آنها فرستاده می شود تا در مدت زمانی نسبتا طولانی در مجاورت هوا و نور خورشید به صورت طبیعی تصفیه گردد.

اکسیژن مورد نیاز باکتری ها در این دریاچه ها از چهار منبع تامین می گردد:

1-اکسیژن محلول در فاضلاب

2-اکسیژن موجود در هوای آزاد

3-اکسیژن موجود در ترکیبات آلی

4-اکسیژن به دست آمده از عمل فتوسنتز گیاهان آبزی در اثر تابش نور خورشید.

محاسن و معایب استفاده از دریاچه ی تصفیه فاضلاب:

برتری های این روش نسبت به روش های دیگر:

1-بی نیاز بودن از کاربرد وسایل مکانیکی و بی نیاز بودن به افراد متخصص

2-مصرف نکردن انرژی برق و مواد سوختی و استفاده بیشتر از انرژی تابشی از نور خورشید

3-ارزانتر بودن هزینه ی ایجاد تاسیسات دریاچه های تصفیه فاضلاب

عیب های این روش در مقایسه با روشهای دیگر:

1-خطر آلودگی محیط زیست مانند پخش بیماری مالاریا

2-استفاده از این روش نیاز به زمین فراوان دارد.

3-لزوم انتقال فاضلاب به فاصله ای دست کم یک و نیم تا 4 کیلومتر از شهرکه هزینه زیادی به همراه دارد.

انواع دریاچه های تصفیه فاضلاب و محاسبه آن ها:

الف- دریاچه های تصفیه هوازی

ب- دریاچه های تصفیه هوازی - بی هوازی یا دوزیستی

ج- دریاچه های تصفیه بی هوازی

د- دریاچه های تصفیه تکمیلی

ه- دریاچه تصفیه مقدماتی

و- دریاچه های هوا دهی

الف- دریاچه های تصفیه هوازی:

این دریاچه ها با گودی کم 0.3 تا 1.5 متر ساخته میشوند.باکتری های هوازی امکان فعالیت داشته و نور خورشید به اندازه کافی به کف دریاچه رسیده و موجب رشد گیاهان آبزی می گردد که نتیجه آن تولید اکسیژن و کمک به باکتری های هوازی می باشد.

تنها در لایه نازکی از لجن که در کف دریاچه جمع می شود ممکن است باکتری های بی هوازی فعالیت نمایند.

برای تماس کافی هوا با سطح دریاچه و رسیدن نور خورشید به کف آن باید این گیاهان مرتبا چیده شوند.نچیدن گیاهان نامبرده موجب می شود که در اثر مرگ و نابودی آنها محیط دریاچه دوباره با مواد آلی گیاهی ناپایدار آلوده شود.مقدار اکسیژن محلول در فاضلاب بهتر است به اندازه ای باشد که حیوان های آبزی بتوانند در آن زندگی کنند.

این دریاچه ها را بسته به مقدار بارگذاری بر هر هکتار از سطح آنها به سه گروه پربار،معمولی،کم بار تقسیم می کنند.

گرمای مناسب 20 درجه و تولیدات آن گاز کربنیک،گیاهان آبزی و باکتری می باشد.در نوع کم بار عمل نیترات سازی انجام می گیرد و نیترات ها هم به تولیدات دریاچه افزوده می شود.

جدول (۳-۱۰)- پارامترهای مبنای طراحی دریاچه‌های تصفیه‌ی هوازی فاضلاب [2].

پارامترهای طراحی	حالت پربار (۲)	حالت معمولی (۳)	حالت کم‌بار (۴)
وسعت هر دریاچه برحسب هکتار	۰/۲۵ تا ۴	کوچکتر از ۴	۱ تا ۴
مدت زمان توقف فاضلاب برحسب روز	۴ تا ۶	۱۰ تا ۴۰	۲۰ تا ۵
گودی دریاچه برحسب متر	۰/۳۰ تا ۰/۴۵	۱ تا ۱/۵	۱ تا ۱/۵
درجه‌ی اسیدی محیط دریاچه (pH)	۶/۵ تا ۱۰/۵	۶/۵ تا ۱۰/۵	۶/۵ تا ۱۰/۵
تغییرات گرمای دریاچه برحسب درجه‌ی سانتیگراد	۵ تا ۳۰	۰ تا ۳۰	۰ تا ۳۰
مقدار بارگذاری برحسب کیلوگرم BOD_5 بر هکتار در شبانه‌روز	۸۰ تا ۱۶۰	۴۰ تا ۱۲۰	کوچکتراز ۱۵
درصد تبدیل BOD_5	۸۰ تا ۹۵	۸۰ تا ۹۵	۶۰ تا ۸۰
تراکم مواد گیاهی تولید شده (آلگ‌ها) برحسب میلی‌گرم درلیتر	۱۰۰ تا ۲۶۰	۴۰ تا ۱۰۰	۵ تا ۱۰
غلظت مواد معلق در فاضلاب خروجی برحسب میلی‌گرم در لیتر	۱۵۰ تا ۳۰۰	۸۰ تا ۱۴۰	۱۰ تا ۳۰

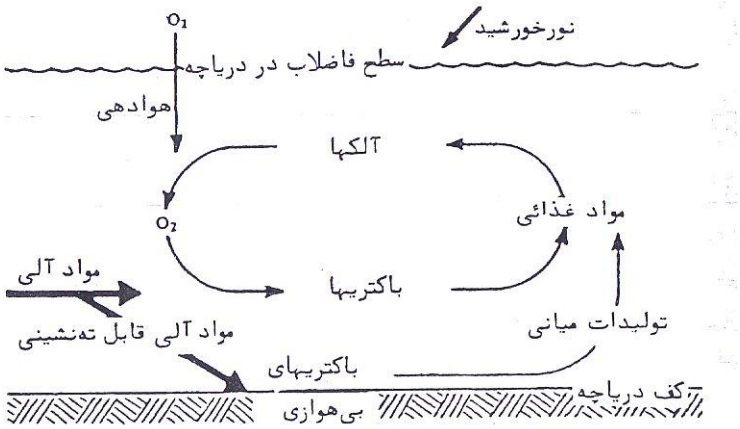
ب- دریاچه های تصفیه هوازی - بی هوازی یا دوزیستی:

گودی این دریاچه ها یک تا 2.5 متر می باشد.در قسمت رویین باکتری های هوازی فعالیت می کنند که اکسیژن مورد نیاز خود را از اکسیژنی که توسط هوای روی دریاچه و عمل فتوسنتز گیاهان آبزی در دریاچه حل می شود به دست می آورند.

در قسمت زیرین و در مجاورت کف آن و بویژه در قسمت لجن ، باکتری های بی هوازی فعالیت می کنند.

در قسمت میانی باکتری های دو زیستی کار تصفیه را انجام می دهند.آنها می توانند با کمک اکسیژن محلول در ۀب به زندگی خود ادامه دهندو در صورت نبودن اکسیژن محلول قادرند

باکتری های بی هوازی اکسیژن موجود در ترکیبات آلی را جذب کرده ، موجب تجزیه و احیای آن شوند.



شکل (۳-۸) - نمایش روند تصفیه‌ی فاضلاب در دریاچه‌های هوازی + بی‌هوازی (دوزیستی) فاضلاب

رابطه ای برای طراحی و محاسبه ابعاد دریاچه های هوازی – بی هوازی:

$$\frac{L_e}{L_i} = \frac{1}{K_t \times R_t + 1}$$

L_e: آلودگی خروجی دریاچه بر حسب میلی گرم در لیتر

L_i: آلودگی ورودی دریاچه بر حسب میلی گرم در لیتر

t: میانگین درجه گرمای فاضلاب در دریاچه در زمستان

R_t: مدت زمان توقف فاضلاب در دریاچه

K_t : ضریب کار دریاچه

جدول (۳-۱۱) - ضرایب کار دریاچه‌ها در ارتباط با گرمای حاکم در آنها، [22,14].

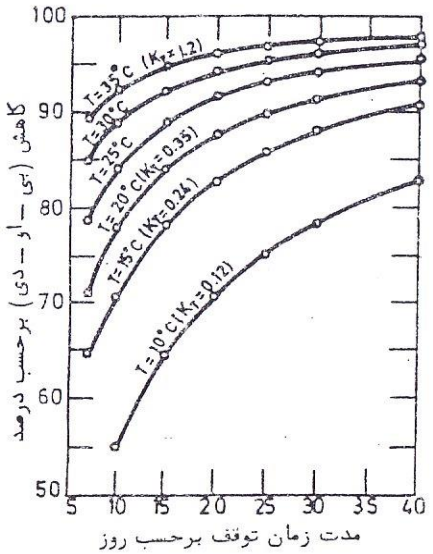
گرمای دریاچه برحسب درجه‌ی سانتیگراد	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵
ضریب کار Kt برحسب معکوس روز	۰/۱۰۳	۰/۱۲	۰/۲۴	۰/۳۵	۰/۵۳	۰/۸۰	۱/۲

ج- دریاچه های تصفیه بی هوازی:

به علت گودی زیاد که بین 2.5 تا 5 می باشد، فعالیت باکتری های بی هوازی شدید است.انتخاب عمق زیاد به این دلیل است که از ورود اکسیژن به فاضلاب از راه هوا و یا رشد گیاهان جلوگیری شود تا باکتری های بی هوازی بتوانند کار خود را خوب انجام دهند.

عیب اصلی تولید بوی شدید آنهاست.زیرا تنها در صورتی که محیط دریاچه قلیایی بوده و تخمیر به صورت متانی صورت گیرد،بوی تولیدشده کم خواهد بود.

تغییر ناگهانی در درجه گرما و یا مقدار نمک های موجود در فاضلاب و سرانجام وجود مواد سمی در فاضلاب می تواند موجب برگشت حالت قلیایی به حالت اسیدی شده و در نتیجه بوی شدید و ناخوشایند تولید گردد.این دریاچه ها بیشتر برای تصفیه لجن استفاده می شود.اگر برای استفاده فاضلاب استفاده شود بهتر است پس از این دریاچه ها فاضلاب وارد دریاچه های دوزیستی شود و سرانجام فاضلاب با کمک دریاچه های هوازی کم بار تصفیه نهایی شود.بیشتر مواد معلق موجود در فاضلاب دریاچه های بی هوازی ته نشین شده و لجن بدست آمده پس از گذشت چندین ماه تصفیه و تثبیت می گردد.



شکل (۴-۹) - درصد کاهش اکسیژن در دریاچه‌های تصفیه‌ی هوازی + بی‌هوازی (دوزیستی)، [14]

رابطه محاسبه ابعاد دریاچه های بی هوازی:

$$\frac{L_e}{L_i} = \frac{1}{K_n \times R_t(\frac{L_e}{L_i})^{4.8} + 1}$$

R_t: مدت زمان توقف فاضلاب در دریاچه برحسب روز.در عمل مقدار آن برابر یک تا 5 روز انتخاب می کنند.

L_e: آلودگی خروجی دریاچه بر حسب میلی گرم در لیتر

L_i: آلودگی ورودی دریاچه بر حسب میلی گرم در لیتر

K_n : در 22 درجه گرما برابر 6 می باشد.

تولیدات این دریاچه گاز کربنیک ، گاز متان و باکتری می باشد.مناسبترین درجه گرما 30 می باشد.بهترین مدت زمان توقف 5 روز می باشد

د- دریاچه های تصفیه تکمیلی:

اینگونه دریاچه ها را برای تصفیه تکمیلی و زلال سازی فاضلاب هائی بکار می برند که پیشتر تصفیه مقدماتی و ثانوی درباره آنها انجام گرفته است.عمق آنها 1.5 متر و مدت زمان توقف فاضلاب 5 تا 20 روز انتخاب می کنند.

ه- دریاچه تصفیه مقدماتی:

هدف فقط یک تصفیه مقدماتی می باشد و غالبا تصفیه در این دریاچه ها با یک عمل ته نشینی ساده خاتمه می یابد.بنابراین فاضلاب بیرون آمده از آنها باید در دریاچه های بعدی دوباره موردتصفیه قرار بگیرد.

جدول (۳-۱۲)- بارگذاری دریاچه‌های دوزیستی در مناطق گوناگون . [4] .

وضعیت اقلیمی	مدت زمان توقف بر حسب روز	فاضلاب جمعیت‌بر یک‌هکتارازدریاچه برحسب نفر	بارگذاری سطحی برحسب‌کیلوگرم BOD_5 در روزبریک هکتار
۱- مناطق بسیار سردسیر با زمستان‌های طولانی وروزهای یخبندان زیاد(برای نمرنه سقز)	بیش از ۲۰۰	کمتراز ۲۰۰	کمتراز ۱۰
۲- مناطق سردسیر با زمستان‌های متوسط دارای‌روزهای یخبندان(مانند برخی از شهرهای کردستان و آذربایجان)	۱۰۰ تا ۲۰۰	۲۰۰ تا ۱۰۰۰	۱۰ تا ۵
۳- مناطق معتدل که روزهای یخبندان آن کم است مانند بیشتر شهرهای ایران	۳۳ تا ۱۰۰	۱۰۰۰ تا ۳۰۰۰	۵۰ تا ۱۵۰
۴- مناطق‌گرمسیرکه روزهای‌یخبندان نداشته‌ونابستان‌های آن گرم و آفتابی‌است (مانند شهرهای جنوبی ایران و برخی از شهرهای بلوچستان)	۱۷ تا ۳۳	۳۰۰۰ تا ۷۰۰۰	۱۵۰ تا ۳۵۰

و- دریاچه های هوا دهی :

با استفاده از هواده های مکانیکی و یا دمیدن هوا در فاضلاب ، عمل تصفیه فاضلاب را تشدید می نمایند.

مدت زمان توقف از رابطه زیر بدست می آید:

$$\frac{L_e}{L_i} = \frac{1}{K_t \times R_t + 1}$$

برابر 0.25 تا یک انتخاب می شود .K_t

عمق دریاچه را می توان 2 تا 4 متر انتخاب نمود.

جهت اختلاط کامل فاضلاب در این دریاچه ها مانند استخرهای هوادهی نزدیک به 15 تا 30 وات قدرت برای هر مترمکعب از حجم آنها لازم است.قسمت بیشتر این توان صرف در هم آمیختن کامل فاضلاب می شود و تنها جزء کوچکی از آن صرف اعمال بیولوژیکی می شود.

جزئیات ساختمانی دریاچه های تصفیه فاضلاب :

الف- شمار دریاچه ها

ب- نوع دریاچه ها

ج- ابعاد هندسی دریاچه ها

د – ورودی و خروجی دریاچه ها

الف- شمار دریاچه ها :

چند دریاچه کوچک و پشت سر هم تصفیه بیشتری از یک دریاچه بزرگ و معادل آن چند دریاچه انجام می دهند.بهره برداری از چند دریاچه موازی آسانتر از یک دریاچه معادل آنها می باشد.شمار مناسب برای دریاچه ها بسته به مقدار دبی فاضلاب ، وضعیت زمین، امکانات نیروی انسانی نگهدارنده ی تاسیسات متفاوت می باشد.

ب- نوع دریاچه ها :

استفاده از دریاچه های هوازی به تنهایی به علت جمع شدن لجن در کف آن که عملا تعفن به همراه دارد امکان پذیر نیست.در مناطق گرمسیر هم استفاده از دریاچه های دوزیستی به تنهایی بازده خوبی ندارد.

(مارا) روش استخر بی هوازی برای گردآوری و تصفیه لجن ، استخر بی هوازی + هوازی و چند استخر هوازی کم بار را مناسبرین روش می داند.

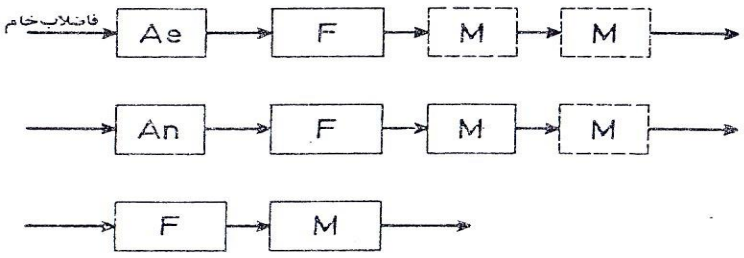
وجود دریاچه های هوازی کم بار به ویژه برای کشتن ویروس ها و میکروب های بیماری زا بسیار موثر است .

ج- ابعاد هندسی دریاچه ها:

گودی مفید دریاچه بسته به نوع آنها انتخاب می شود.در انتخاب ارتفاع کف دریاچه نسبت به زمین طبیعی مجاور باید به گونه ای عمل شود که خاکبرداری و خاکریزی مینیمم گردد. کف دریاچه باید متراکم و نفوذناپذیر باشد.در صورتی که مقدار نفوذ فاضلاب در زمین از 10 درصد

دبی ورودی بیشتر باید نسبت به آب بندی کف دریاچه و پوشش آن اقدام نمود.شیب دیواره دریاچه ،1 در ارتفاع و 3 در افق انتخاب می شود.این شیب نباید از 1 به 6 کمتر گردد.

خاکریزی های میان دو دریاچه باید با لایه های کاملا متراکم شده ای ایجاد گردند تا نفوذ آب به درون آن به کمترین مقدار خود برسد.قسمت بالای خاکریزی باید حداقل 2.5 متر پهنا داشته باشد تا در راهبری تاسیسات وسایل نقلیه بتوانند از روی آن بگذرند.ارتفاع خاکریزها بهتر است 1 متر بیشتر از سطح آزاد فاضلاب در دریاچه پیش بینی شود.این اختلاف ارتفاع هیچگاه نباید از 0.6 متر کمتر گردد.

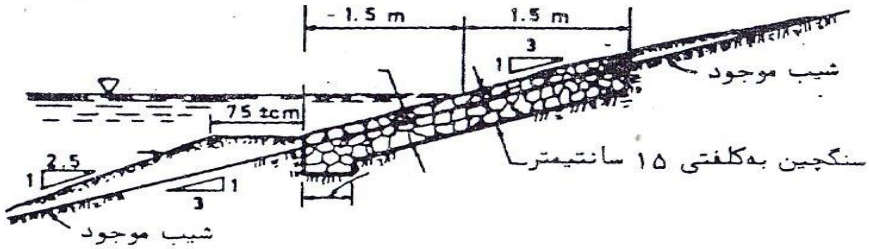


شکل (۳-۱۰) - مناسبترین ترکیب دریاچه‌های تصفیه‌ی فاضلاب

د – ورودی و خروجی دریاچه ها :

پیش از ورود فاضلاب به دریاچه ها باید تاسیسات اندازه گیری دبی از قبیل کانال وانتوری و یا پارشال فلوم را پیش بینی کرده و پس از خروج فاضلاب از آخرین از سرریزهای مثلثی برای اندازه گیری دبی استفاده نمود.برای جلوگیری از ایجاد کف در سطح دریاچه های هوازی و دوزیستی باید ورود فاضلاب در زیر سطح فاضلاب در دریاچه انجام گیرد.

انتقال فاضلاب از یک دریاچه به دریاچه ای دیگر توسط لوله هایی انجام می گیرد. شیرهای قطع و وصل دریاچه ها به همدیگر درون حوضچه هایی در خاکریزها جاسازی می شوند.به جز آن دریاچه ها باید مجهز به سرریزهای اضطراری نیز باشند.



شکل (۳-۱۱) - حفاظت خاکریز اطراف دریاچه‌های تصفیه‌ی فاضلاب

نگهداری دریاچه های تصفیه فاضلاب :

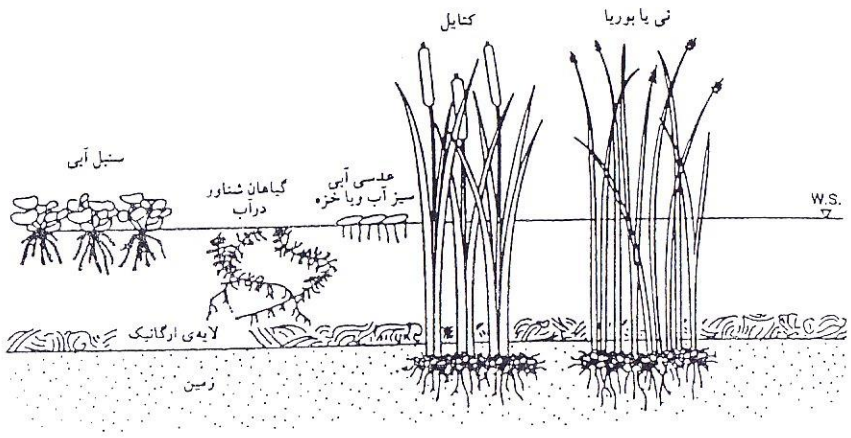
دریاچه های تصفیه فاضلاب نیاز به نگهداری دارند.گیاهان آبزی در این دریاچه ها باید مرتبا چیده شده و از محیط آن دور شوند ، زیرا به جز آلوده نمودن دوباره دریاچه موجب کمک به رشد و تخم گذاری پشه مالاریا می شوند.استفاده از مواد حشره کش مانند DDT در اطراف دریاچه ها غالبا در کاهش حشرات موثر است.

طرح دریاچه های تصفیه فاضلاب با توجه به شرایط اقلیمی گوناگون در کشور ایران :

مرداب های مصنوعی :

به دریاچه هایی با عمق کم یعنی پیرامون 10 تا 60 سانتیمتر گفته می شوند که می توانند جهت تصفیه تکمیلی فاضلاب مورد استفاده قرار می گیرند.هدف از ساختن یک مرداب مصنوعی بهبود محیط زیست و ایجاد تعادل در شرایط زیست جانوران و آدمیان می باشد.

مرداب مصنوعی دارای همان خواص تصفیه ای می باشد که پیش از این در مورد مرداب های طبیعی گفته شد با این تفاوت که کنترل کیفیت پساب خروجی آسانتر می باشد.فاضلابی که دست کم تصفیه ثانوی کاملی شده باشد را به صورت دائمی وارد شماری دریاچه و یا کانال های موازی کم عمق (مرداب های مصنوعی) می کنند.کف مرداب ها باید از زمین های نفوذ ناپذیر و یا با نفوذ پذیری بسیار کم تشکیل شده باشد.معمولا بر روی کف نفوذ ناپذیر قشری از ماسه قرار می دهند تا ریشه گیاهان آبزی را در خود نگهداری نموده و به پایداری آنها کمک نماید.



شکل شماره‌ی (۳-۱۴) - شمایی از یک مرداب مصنوعی

در برخی از مرداب های مصنوعی موجود قشر ماسه نگهدارنده ریشه ها را کلفت تر انتخاب کرده اند تا جریان فاضلاب در این قشر و در سطح زمین انجام گیرد.

عمل تصفیه هنگام حرکت آرام فاضلاب و تماس با ساقه و ریشه های گیاهان آبزی و فعل و انفعال باکتری های هوازی انجام می گیرد.در ظاهر سطح مرداب های مصنوعی پس از مدتی به صورت پوشیده از گیاهان آبزی ، سطح های آزاد آب و بالاخره جزیره های سرسبز دیده می شود.

در صورتی که فاضلاب ، تصفیه ثانوی شده باشد بسته به شرایط محیط و میزان آلودگی فاضلاب ورودی به مرداب ، در تاسیسات موجود در کشورهای گوناگون جهان میزان بارگذاری بر یک مترمربع از سطح مرداب مصنوعی میان 6 تا 40 لیتر در شبانه روز انتخاب شده است.در مورد کاهش مقدار BOD_s ، مواد معلق (TTS) و نیترات ، عددهایی میان 75٪ تا 90٪ گزارش شده است.مدت زمان توقف فاضلاب در یک مرداب مصنوعی دست کم 7 روز در نظر گرفته شده ولی این مدت زمان در برخی از تاسیسات حتی تا 365 روز نیز افزایش داده شده است.

محاسن و معایب مرداب های مصنوعی :

محاسن مرداب :

- کمی هزینه نگهداری

- بازده خوب در کاهش آلودگی های آلی و مواد معلق
- ایجاد و بهبود محیط طبیعی برای زندگی پرندگان و حیوان های آبزی

معایب :

- نیاز به زمین فراوان که مقدار آن تقریبا 4 هکتار برای هر لیتر در ثانیه فاضلاب ورودی به مرداب می باشد.

بخش چهارم

مهمترین یگان هایی که در یک تصفیه خانه بزرگ و کلاسیک ممکن است ساخته شوند عبارتند از :

ایستگاه پمپاژ ورودی فاضلاب به تصفیه خانه ، آشغالگیر و آشغال خرد کن ، حوض دانه گیر یا ماسه گیر ، تأسیسات اندازه گیری دبی مانند کانال و انتوری یا پارشال فلوم ، استخر ته نشینی نخستین ، یگانهای تصفیه زیستی مانند استخر هوادهی یا صافی چکنده و یا صافی ماسه ای ، استخر ته نشینی نهایی ، ایستگاه پمپاژ لجن ، مخزن هضم هوازی یا بی هوازی لجن ، تأسیسات خشک کردن لجن مانند بستر های لجن خشک کن و یا وسایل مکانیکی خشک کردن لجن ، تأسیسات کلر زنی فاضلاب و نیز یکانهای جنبی تصفیه خانه از قبیل نیروگاه برق اضطراری ، آزمایشگاه فاضلاب ، انبار های مواد شیمیایی و وسایل یدکی ، ساختمان اداری ، ساختمان نگهبانی ، ساختمانهای مسکونی کارکنان مقیم در محوطه ی تصفیه خانه و بالاخره تأسیسات آبرسانی ، گرمایش و دفع فاضلاب ویژه تصفیه خانه .

اینک به بیان هریک از یکانهای نامبرده به صورت زیر مبادرت می گردد :

4-1-ایستگاه پمپاژ ورودی فاضلاب

به علت جریان ثقلی در لوله ی انتقال فاضلاب از شهر به تصفیه خانه غالباً لوله در نقطه ی ورود به تصفیه خانه نسبت به سطح زمین در گودی قرار می گیرد . لذا تأسیسات بالا آورنده ی فاضلاب برای اینکه به یکانهای تصفیه خانه سوار شود ، اولین واحدی است که در یک پالایشگاه فاضلاب ساخته می شود .

چون فاضلاب وارد شده به این تلمبه خانه به صورت خام و احتمالاً دارای مواد معلق کم و بیش درشت می باشد ، لازم است در انتخاب نوع پمپها دقت به عمل آید که نسبت به مواد معلق حساسیت کمتری داشته باشد .

در گذشته کوشش می شد در این تلمبه خانه ها از بالابر های پیچوار و یا تلمبه های ارشمیدسی استفاده شود ولی امروزه با پیشرفت و تکاملی که در ساختمان پمپهای زیرآبی (شناور) به عمل آمده از این گونه پمپها نیز در این مورد استفاده فراوان می شود .

چون توضیحات بیشتری در زمینه ی ویژگی های پمپهای فاضلاب و انواع و مزایا و معایب هریک از آنها ، منحنی های مشخصه و بازده آنها در جلد اول کتاب فاضلاب شهری داده شده است از خواننده تقاضا می شود برای آگاهی بیشتر جهت انتخاب بالابرهای فاضلاب به بخش تلمبه خانه های فاضلاب در جلد اول این کتاب مراجعه نماید .

4-2-آشغالگیر

آشغالگیر هایی که برای فاضلاب شهری به کار می روند معمولاً از میله هایی با سطح مقطع دایره به قطر های 16 تا 30 میلیمتر و یا از تسمه های فولادی با سطح مقطع مستطیل و به پهنای 30 تا 80 میلیمتر و کلفتی 10 تا 20 میلیمتر ساخته می شوند . آشغالگیرها را بسته به شکل کاربردشان به آشغالگیرهای دستی و آشغالگیرهای مکانیکی تقسیم می کنند .

آشغالگیر های دستی برای تصفیه خانه های کوچک قابل استفاده می باشند . شیب میله های آنها برای دبی های کم حداکثر 1:1 و برای دبی های زیاد و به علت بزرگتر شدن کانال فاضلاب برای 1:2 تا 1:3 انتخاب می گردد . طول میله های آشغالگیر های دستی نباید از 2 متر بیشتر گردد .

برای پالایشگاه های فاضلاب شهر های بزرگ (بزرگتر از 30000 نفر) به علت زیاد بودن حجم آشغال و مشکلات نبروی انسانی از یک سو و احتمال آلودگی محیط زیست تصفیه خانه و حفظ بهداشت کارکنان آن از سوی دیگر بهتر است آشغالگیر های مکانیکی به کار گرفته شود .

آشغالگیر مکانیکی معمولاً به صورت متناوب و خودکار عمل می کند . همانگونه که در اصول تصفیه گفته شد ، وجود آشغالگیر موجب کاهش سطح مقطع جریان و ایجاد افت فشار و در نتیجه اختلاف ارتفاع در دو طرف آن می گردد . هرچه مقدار آشغال در آشغالگیر بیشتر گردد . سطح

مقطع جریان کمتر و در نتیجه ارتفاع سطح فاضلاب پیش از آشغالگیر افزایش می یابد . افزایش ارتفاع نامبرده موجب می شود که شناوری به موتور آشغالگیر فرمان کار داده ، چنگک آشغالگیر شروع به حرکت نموده و پس از تمیز کردن میله های آشغالگیر موتور دوباره از کار می افتد .
آشغالها به مجرای ویژه ای که کف آن سوراخ دارد ریخته شده و پس از گرفته شدن آب آن یا با کمک بیلچه و به صورت دستی و یا با کمک تسمه گردانی به صورت مکانیکی از کانال فاضلاب دور می شود .

آشغالگیر های مکانیکی را می توان با کمک تسمه گردانیکه تیغه هایی روی آن کار گذارده شده ساخت و یا به صورت دایره ای به کار برد .

در نوع دایره ای چنگک از میله ی فلزی شانه مانند تشکیل می شود که توسط اهرم گردانی به محور موتور حرکت دهنده ی آن پیوسته می باشد .

آشغالگیر ها را از نظر فاصله ی بین میله هایشان نیز به صورت زیر دسته بندی می کنند .

آشغالگیر دهانه فراخ– در آشغالگیر دهانه فراخ فاصله میله ها از یکدیگر e ، در صورتی که تمیز کردن آن دستی باشد 60 تا 80 میلیمتر و گاهی تا 150 میلیمتر و اگر تمیز کردن آن به وسیله ی ماشین انجام گیرد ، 40 تا 75 میلیمتر انتخاب می شود . آشغالگیر دهانه فراخ را در اول تصفیه خانه و پیش از آشغالگیر دهانه تنگ می سازند تا مانع از ورود قطعات بزرگ شناور از قبیل تخته ، بطری ، کاغذ ، پارچه و قطعات پلاستیکی و نظایر آن به تصفیه خانه شوند . همچنین از این گونه آشغالگیرها در کانالهای انحرافی و سر ریز های اضطراری دهانه تنگ استفاده می شود .

آشغالگیرهای دهانه تنگ– در این آشغالگیر فاصله میله ها یعنی e برابر 10 تا 40 میلیمتر می باشد (مناسبترین فاصله 20 تا 25 میلیمتر است) . در آشغالگیر دهانه تنگ علاوه بر مواد درشت نامبرده مقدار بیشتری از مواد آلی مانند برگهای درختان ، قطعات میوه و پوسته آنها و نظایر آن از فاضلاب گرفته می شوند .

افت انرژی در آشغالگیر– به علت تغییر سطح مقطع جریان فاضلاب در حین گذشتن از آشغالگیر افت انرژی موضعی رخ می دهد که مقدار آن طبق رابطه ی کیرشمر یعنی رابطه شماره 4-1 بدست می آید . این تلف شدن انرژی به صورت اختلاف سطح فاضلاب در دو طرف آشغالگیر he و یا به عبارتی دقیقتر به صورت بالاتر آمدن سطح فاضلاب پیش از آشغالگیر نمودار می شود . محاسبه ی این افزایش ارتفاع برای تعیین بلندی دیوار کانال هدایت فاضلاب لازم است .

$$H_e = \beta * \left(\frac{d}{e}\right)^{4/3} * \frac{v^2}{2g} \quad [m] \quad (4\text{-}1)$$

در رابطه (4-1) مقدار β ضریبی است که بستگی به شکل میله های آشغالگیر داشته و از جدول شماره (4-1) بدست می آید . α زاویه ی میله ها نسبت به افق است . d نمایشگر قطر میله گرد و یا کلفتی تسمه بر حسب میلیمتر ، e فاصله ی بین میله ها بر حسب میلیمتر ، g شتاب ثقل زمین بر حسب متر بر مجذور ثانیه و بالاخره v سرعت جریان فاضلاب در کانال بلافاصله پیش از آشغالگیر بر حسب متر در ثانیه است . {3،2،1}

در اینجا لازم به ذکر است که برای محاسبه افت انرژی در آشغالگیری که کار می کند و لذا قسمتی از فاصله ی بین میله ها توسط آشغال گرفته شده است باید این موضوع در مقدار های مربوط به e و d دخالت داده شود . مقدار افت انرژی مجازی را پس از آن آشغالگیر باید تمیز گردد برای نوع ماشینی حدود 15 سانتی متر و برای آشغالگیر های دستی تا 30 سانتی متر انتخاب می کنند .

بازده آشغالگیر– به علت اینکه مقداری از مواد معلق موجود در فاضلاب توسط آشغالگیر گرفته می شود ، غلظت فاضلاب نسبت به آن مواد و نیز درجه آلودگی BOD_5 ، فاضلاب کاهش می یابد . مقدار این کاهش که نشان دهنده ی بازده آشغالگیر است ، بسته به نوع و بزرگی دهانه های آن تفاوت می کند . مقدار عددی بازده به طور تجربی بدست آمده و در کتابهای گوناگون متفاوت می باشد . {3،6،9،10،17،20،21،30،31} .

آشغال خرد کن– در کشور های صنعتی که انرژی برق ارزان است ، آشغالگیر ها را مجهز به ماشینی ویژه ی خرد کردن آشغال می کنند . این ماشینها به کمک چنگک و تیغه هایی آشغالها را خرد و ریز ریز کرده و همراه فاضلاب وارد یکانهای بعدی تصفیه خانه می کنند تا مانند مواد آلی موجود در فاضلاب مراحل تصفیه را گذرانده و تبدیل به مواد کودی پایدار گردند . در ایران به علت گرانی بهای انرژی برق لازم جهت هوا دهی و تجزیه ی مواد خرد شده در تصفیه خانه ، کابرد آشغال خرد کن فعلاً اقتصادی نمی باشد .

4-3-حوض دانه گیر (ماسه گیر)

حوض دانه گیر اولین واحدی است در تصفیه خانه که عمل ته نشینی در آن انجام می گیرد . هدف از ته نشی سازی در این حوضها جدا سازی مواد دانه ای و تجزیه ناپذیر معدنی مانند ذرات ماسه به قطر های بزرگتر و یا مساوی 0.1 تا 0.2 میلیمتر می باشد . علاوه بر جداسازی مواد دانه ای باید ساختمان این حوضها و سرعت جریان در آنها به گونه ای باشد که مواد سبک آلی تجزیه پذیر ته نشین نشده و وارد تصفیه خانه گردند .

مشکل موجود در راه رسیدن به هدف نامبرده ، تغییر سرعتی است که در نتیجه ی نوسانهای مقدار فاضلاب در جریان نمودار می شود . برای تثبیت سرعت جریان فاضلاب در این حوضها روشهای مختلفی متداول هستند که بر مبنای آن انواع حوضهای دانه گیر پایه گذاری شده اند .

ب-حوضهای دانه گیر کم عمق و دایره ای شکل– معروفترین نوع این دسته از حوضهای دانه گیر حوض پیشنهادی شرکت دور – الیور می باشد . این حوض از چهار قسمت ورودی ، ته نشینی ، خروجی فاضلاب و کانال شستشوی دانه ها تشکیل شده است .

دانه ها پس از ته نشین شدن در قسمت دایره ای به وسیله ی لایروب مکانیکی گردانی به سمت کانال شستشوی دانه های هدایت می شوند . دانه های ماسه در کانال نامبرده و در روی سطح شیب داری حرکت کرده و به حوضچه ی جمع آوری ماسه هدایت و در آنجا به بیرون پمپ می شوند . در ضمن حرکت ماسه ها روی سطح شیب دار ، عمل شستشوی آنها نیز انجام می گیرد .

4-3-2-حوضهای دانه گیر گود

در این حوضها به صورت مماس یا دایره ای حوض وارد آن شده و ذارت دانه ها تحت تاثیر دو نیروی گریز از مرکز و ثقل خود قرار می گیرند و به سمت قسمت مرکزی و گود مخروطی شکل حوض هدایت می شوند . و در آنجا با کمک پمپ و یا به صورت ثقلی بیرون آورده می شوند . تعداد و انواع این گونه حوضها بسیار زیاد است و در این جا تنها یک نوع آن مورد گفتگو قرار داده می شود .

در حوض دانه گیر پیستا علاوه بر خاصیت نامبرده از پره هایی برای ثابت نگهداری سرعت کمک گرفته می شود . با تنظیم سرعت دورانی این پره ها می توان سرعت حرکت فاضلاب را به صورتی خودکار تثبیت نمود .

4-3-3-حوضهای دانه گیر با کمک مکیدن هوا

در تصفیه خانه های بزرگ و نیمه بزرگ و به ویژه تصفیه خانه های شهر هایی که در آنها شبکه ی جمع آوری فاضلاب به صورت در هم ساخته شده و در نتیجه ، ثابت نگهداری سرعت جریان فاضلاب در حوضهای دانه گیر به صورت نسبتاً دقیقی امکان پذیر نمی باشد از حوضهای دانه گیر با کمک دمیدن هوا استفاده می شود . دمیدن هوا در حوض موجب می شود که به فاضلاب یک حرکت چرخشی داده شود . این پدیده ذرات دانه ای مانند ماسه را از مواد آلی جدا کرده و در کف حوض دانه گیر ته نشین می کند . ذرات دانه ای مانند انواع دیگر حوضهای دانه گیر با کمک پمپهای ثابت و یا متحرک ماسه به بیرون فرستاده می شود .

4-5-استخر های ته نشینی

4-5-1-کلیات

استخر های ته نشینی بیشترین قسمت تصفیه ی مکانیکی را در یک تصفیه خانه ی فاضلاب به عهده داشته و در بازده تمام تصفیه خانه نیز تأثیر چشم گیری دارند . محل استخرهای ته نشینی

نخستین در تصفیه خانه پیش از یکانهای تصفیه ی زیستی است ، در حالی که استخر های ته نشینی نهایی پس از یکانهای نامبرده قرار می گیرند . در برخی از روشهای تصفیه مانند روش هوا دهی گسترده (ممتد) از ساختت استخرهای ته نشینی نخستین خودداری می شود و فاضلاب مستقیماً وارد استخرهای هوادهی می گردد .

در استخرهای ته نشینی نخستین معمولاً ذرات نسبتاً معلق درشت ته نشین می شوند . این مواد غالباً منشأ آلی دارند برخلاف آنچه در حوضهای دانه گیر از فاضلاب جدا می شوند ، سبک وزن و دارای سطحی نسبتاً زیاد بوده و دارای سرعت ته نشینی کمی هستند .

لجنی که از استخرهای ته نشینی نخستین به دست می آید بر خلاف استخرهای ته نشینی نهایی از موادی درشت تر و هضم نشده و کاملاً ناپایدار و فساد پذیر تشکیل می شود . بدین جهت تفاوت اصلی در طراحی استخرهای ته نشینی نخستین و نهایی در مقدار بار سطحی و مدت زمان توقف فاضلاب در آنها نمودار می گردد .

بسته به مدت زمان توقف فاضلاب در استخرهای ته نشینی نخستین که غالباً بین 20 دقیقه تا 2 ساعت انتخاب می شود مقدار 40 تا37 درصد مواد معلق فاضلاب از آن گرفته می شود .

تقسیم بندی فضای درونی استخر ته نشینی – با توجه به هدف از ایجاد استخر ته نشینی و برای رسیدن هرچه بهتر به آن لازم است در ساختمان قسمتهای محتلف استخر به نکاتی توجه شود . بدین جهت فضای یک استخر ته نشینی به نوع کاری که در آن انجام می گیرد ، به قسمتهای زیر تقسیم می کنند :

الف : منطقه ی ورودی فاصلاب به استخر که در آن کوشش می شود با پیش بینی اجزایی از قبیل دیوار آرام کننده ، سرعت و تلاطم فاضلاب کاسته شده و پخش آن در قسمت گسترده ای از سطح استخر به صورت یکنواخت انجام پذیرد .

ب : منطقه ی ته نشینی فاضلاب در استخر که در آن باید سرعت فاضلاب به حداقل خود رسیده و با انتخاب درازا ، پهنا و عمق مناسبی برای این منطقه حتی الامکان عمل ته نشینی را بهبود بخشید .

ج : منطقه ی جمع شدن و متراکم شدن لجن – در این قسمت که مجاور کف استخر است باید با انتخاب حجم مناسبی موجب شد که لجن از یک سو تراکم لازم را به دست آورد ، و از سوی دیگر مانع از متعفن شدن و برگشت دوباره ی آن به سطح استخر گردید .

د : منطقه ی خروجی فاضلاب از استخر که عملاً آخرین قسمت از استخر را تشکیل می دهد و باید به گونه ای طراحی شود که بیرون رفتن فاضلاب از استخر در طولی نسبتاً کافی و به طور یکنواخت انجام گیرد . مثلاً استفاده از سر ریزهای مثلثی در این قسمت می تواند کمکی برای رسیدن به این هدف نماید .

استخرهای ته نشینی نخستین را بنابر شکل ساختمانی و کار آنها به استخرهای مستطیل ، استخرهای دایره ای و هریک نیز با لجنروب مکانیکی و یا بدون لجنروب و بالاخره استخرهای ته نشینی به کمک مواد منعقد کننده دسته بندی می کنند .

4-5-2-استخرهای ته نشینی مستطیل

استخرهای مشتطیل در مقایسه با استخرهای دایره ای شکل دارای برتری های زیر می باشند :

الف – زمین کمتری نیاز دارند .

ب – با پیش بینی دیوار های مشترک بین دو استخر مجاور هم می توان از هزینه ی ساختمانی آن کاست .

ج – خالی کردن لجن و لوله کشی مربوط به آن آسانتر است .

د – راه تغذیه ی استخر کوتاه تر است .

ه – ایمنی استخر در برابر مشکلات ناشی از گرفتگی مجرا های ورودی و خروجی کمتر است .

روش لجنروبی استخرها به صورت دائمی و با کمک تسمه یا با کمک پاروی متحرک و به صورت متناوب انجام می گیرد .

در هر دو حالت لجنها روی کف شیبدار استخر به سمت حوضچه ی جمع آوری لجن ، هدایت شده و در آنجا بر اثر فشار آب روی آن به بیرون فرستاده می شود .

منطقه ی ورودی استخر ته نشینی– این منطقه توسط دیوار آرام کننده ای به فاصله ی 60 تا 90 سانتیمتری به دیوار اصلی استخر از بقیه ی آن جدا می شود . خروج فاضلاب از منطقه ی آرام کننده (منطقه ی ورودی) و ورود آن به منطفقه ی ته نشینی به روشهای گوناگونی انجام می گیرد . ممکن است دیوار آرام کننده را تا کف استخر ادامه داد و فاضلاب را از سوراخهای متعددی به قسمت ته نشینی وارد نمود و یا اینکه دیوار آرام کننده بدون سوراخ و تا نزدیکی کف از زیر دیوار وارد منطقه ی ته نشینی می گردد . روش اخیر به علت برتری هایی که دارد بیشتر متداول است . سرعت ورود فاضلاب به منطقه ی آرام کننده (منطقه ی ورودی) نباید از 0.5 متر در ثانیه بیشتر باشد .

منطقه ی ته نشینی– با توجه به آنچه در اصول تصفیه و اثر عدد های فرود و رینلدز در فرایند ته نشینی و بازده استخرها بیان شد ، استخرهایی که دراز و باریک باشند مناسبترند . ولی از نظر هزینه ی ساختمانی اقتصادی نمی باشند . لذا نسبت درازا به پهنای استخر را بین 3 تا 10 و حتی گاهی تا 20 پیشنهاد نموده اند . به طور متوسط نسبت نامبرده را می توان برابر 4 انتخاب نمود .

استاندارد آلمان غربی حداقل پهنای استخر را 5 متر و حداقل درازای آن را ، 3 متر پیشنهاد می کند.

گودی موثر استخر را در مجاورت دیوار انتهایی آن 3 تا 5 و به طور متوسط 3.6 متر انتخاب می کنند. حداقل عمق 2 متر تعیین شده است .

شیب کف استخرهای مستطیل را بسته به نوع لجنروب بین 1:50 تا 1:300 انتخاب می کنند که عدد $\frac{1}{100}$ بیشتر متداول است .

سرعت لجنروبهای پارویی در موقع لجنروبی حراکثر 5 سانتی متر در ثانیه و در موع برگشت آن که پارو در بیرون آب حرکت می کند 10 سانتی متر بر ثانیه می باشد . در لجنروبهای تسمه ای لجنروب با کمک دو ردیف زنجیر در دو طرف استخر حرکت می کند . فاصله تیغه های لجنروبی از همدیگر روی زنجیر برابر 3 متر انتخاب می گردد .

منطقه ی جمع شدن لجن– حجم این قسمت بسته به مقدار مواد معلق در فاضلاب ، غلظت لجن و سرانجام مدت زمان خالی کردن حوضچه لجن گیر فاضلاب انتخاب می شود .

غلظت لجن به دست آمده از استخرهای ته نشینی نخستین با توجه به غلظت مواد معلق در فاضلاب و بار سطحی انتخاب شده برای استخر و سرانجام با کمک منحنی به دست می آید . معمولاً غلظت ماده ی خشک در لجن تولید شده در استخرهای ته نشینی نخستین 2 تا 7 درصد و به طور متوسط 5 درصد می باشد . وزن مخصوص لجن به دست آمده در این استخرها برای شبکه ی جمع آوری مجرا 1.03 و برای شبکه های درهم ۱.۰۵ تن بر متر مکعب می باشد .

حجم منطقه ی جمع شدن لجن باید برای 8 تا 24 ساعت لجن تولید شده در استخر طراحی گردد .

خالی کردن لجن به صورت متناوب و بر اثر فشار فاضلاب روی آن انجام می گیرد . فشار لازم برای بیرون آمدن لجن با غلظت کمتر از 10 درصد در استخرهای نخستین 1.5 تا 2 متر می باشد . خالی کردن لجن از استخرهای ته نشینی نخستین حداقل سه بار در شبانه روز انجام می گکیرد . در مناطق گرمسیر برای جلوگیری از تعفن و تولید گاز باید فاصله ی زمانی نامبرده کمتر انتخاب گردد .

تعداد حوضچه های لجن گیر در یک استخر با توجه به پهنای آن تعیین می شود که غالباً دو عدد انتخاب می شوند .

منطقه ی خروجی– بیرون آمدن فاضلاب ته نشین شده از استخر باید کاملاً یکنواخت و آرام انجام گیرد . لذا باید بار وارد بر متر طولی سرریز یعنی مقدار دبی ای که از یک متر طولی سرریز می گذرد مورد توجه قرار گیرد . بار سرریز ها در ایتخرهای ته نشینی بین 125 تا 500 (مناسب 250) متر مکعب برای هر متر طولی در شبانه روز در نظر گرفته شود . در استاندارد های آلمان غربی برای استخرهای ته نشینی نخستین این مقدار تا 840 متر مکعب برای هر متر طولی در شبانه روز نیز اجازه داده شده است . برای استخرهای ته نشینی نهایی اعداد نامبرده کمتر است . در صورتی که بار سرریز به علت کمی پهنای استخر مقدار های نامبرده بیشتر باشد ، باید از سرریزهای دوطرفه استفاه نمود . کابرد سرریزهای مثلثی و یا سوراخهای متعدد زیرآبی متداول است . برای جلوگیری از بیرون رفتن مواد شناور و کفهای تولید شده در سطح استخر قرار دادن کفابگیر لازم است . عمق دیواره ی کفابگیر در استخر باید 0.15 تا 0.30 متر زیر سطح فاضلاب و فاصله ی آن از سرریز مثلثی 0.3 متر باشد .

4-5-3-استخرهای دایره ای شکل

در استخرهای دایره ای فاضلاب نخست وارد استوانه ی میانی استخر شده و از راه سوراخهای جانبی به قطر 15 تا 25 سانتی متر به قسمت ته نشینی وارد می گردد . سرعت جریان در موقع ورود به استوانه نباید از 0.5 متر در ثانیه بیشتر گردد . قطر استوانه 10 تا 20 درصد قطر درونیی استخر ته نشینی انتخاب می گردد . سطح این استوانه که حدود 5 درصد سطح استخر ته نشینی است در محاسبه ی بار سطحی نادیده گرفته می شود . لبه ی استوانه باید مانند دیواره ی آرام کننده در استخرهای ته نشینی مستطیل حداقل 15 سانتی متر بالاتر از سطح فاضلاب در استخر ادامه داشته و در عمق نیز به اندازه ی 40 تا 95 درصد عمق دیواره ی استخر در فاضلاب پایین رود . کف استوانه می تواند باز یا بسته انتخاب شود . نوع باز آن دارای این برتری است که مواد

معلق سنگین بلافاصله در حوضچه مخروطی شکل لجن گیر ته نشین می شود . فاضلاب پس از بیرون آمدن از استوانه ی پخشان به صورت شعاعی به سمت کناره ی استخر جریان می یابد . فاضلاب حین جریان به علت بزرگ شدن سطح مقطع جریان مرتباً از سرعتش کاسته شده و لذا دائماً ذرات ریزتری شروع به ته نشین شدن می کنند .

قطر استخرهای دایره ای 12 تا 60 متر انتخاب می شود . مناسب ترین قطر ها 30 تا 40 متر می باشد . قطر های کمتر از 20 متر به ندرت به کار می رود .

عمق استخر در پای دیوار آن که مبنای محاسبه مدت زمان توقف قرار می گیرد 1.2 تا 4 متر است . شیب کف استخرهای دایره ای 4 تا 8 درصد اختیار ولی برای بهتر حرکت کردن لجن شیبهای 7 تا 8 درصد مناسبتر است .

نسبت عمق استخر در پای دیوار آن به قطر استخر 1:10 تا 1:20 انتخاب می گردد . سرریز های خروجی در استخر های دایره ای در محیط آن کار گذاشته می شود . دیواره ی کفابگیر باید 20 تا 30 سانتی متر درون فاضلاب و در سمت بالا نیز حداقل 10 سانتی متر روی سطح فاضلاب ادامه داشته باشد . حداکثر سرعت خطی لجنروب مکانیکی 2.5 تا 4 سانتی متر در ثانیه می باشد .

4-5-4-استخرهای ته نشینی بدون لجنروب مکانیکی

هدف از ساختن چنین استخرهایی این است که مواد ته نشین شده در کف استخر با کمک شیب زیاد آن خود به خود با نیروی ثقل به حوضچه ی جمع آوری لجن هدایت گردد . لذا شیب کف این استخر ها در نوع دایره ای 254 درجه و در نوع چهار گوش 60 درجه انتخاب می گردد . عیب اصلی این گونه استخرها نیاز به عمق زیاد است و به ویژه در محلهایی که سطح آب زیر زمینی بالا است استفاده از آنها یا مشکلات اجرایی فراوانی روبرو می گردد . استخر از دو قسمت تشکیل می شود . قسمت استوانه ای و یا منشوری با دیوار قائم و قسمت مخروطی یا هرمی که در زیر آن قرار می گیرد . جریان فاضلاب در این استخرها مانند استخرهای ته نشینی دایره ای شکل نخست به درون استوانه مرکزی پخش کننده وارد و به سمت پایین متوجه شده و پس از گذشتن از زیر

استوانه وارد قسمت ته نشینی می شود . سپس فاضلاب به سمت بالا حرکت کرده و به طرف کناره های استخر و سرریز های خروجی متوجه می گردد . در حین بالا رفتن فاضلاب مواد معلق روی سطح شیب دار کف ته نشین شده و به سمت حوضچه ی جمع آوری لجن سر می خورد . استوانه ی پخش کننده فاضلاب تا ارتفاع 15 سانتی متر بالاتر از سطح فاضلاب در استخر امتداد می یابد . سطح این استوانه یک تا 1.2 متر مربع می باشد.

بار سطحی در این استخرها 28.8 متر مکعب در ساعت بر هر متر مربع از سطح استخر و مدت زمان توقف فاضلاب در این استخرها 2 تا 3 ساعت در نظر گرفته می شود .

در حالتی که استخر چهار گوش اختیار شود هر ضلع آن 5 تا 9 متر انتخاب می گردد . انتخاب ضلعهای بلندتر موجب عمق بیشتری برای استخر می شود . حجم قسمت هرمی شکل این استخرها از رابطه ی زیر به دست می آید . که در آن J در ازای یک ضلع مربع می باشد .

$$V = 0.29 * L^3$$

حجم قسمت جمع آوری لجن در این استخر ها در قسمت هرمی شکل بوده و حدود 30 درصد کل حجم استخر را در بر می گیرد . غلظت لجن به دست آمده از این استخرها حدود 3 تا 4 درصد می باشد . قطر لوله ی خروجی لجن باید حداقل 150 میلیمتر باشد . ابعاد کف حوضچه ی لجن گیر باید کوچکتر از 1.2*1.2 متر باشد و یا قطر آن از 1.2 متر بیشتر نباشد . انتخاب ابعاد 0.75 تا یک متر برای این حوضچه ها مناسبتر است .

4-5-5-استخرهای ته نشینی با کمک مواد منعقد کننده

در این استخرها از مواد شیمیایی منعقد کننده برای تشدید و تکمیل فرایند ته نشینی استفاده می شود . مواد شیمیایی که برای این منظور استفاده می شود عبارتند از کلر و فریک به مقدار 20 تا 30 گرم برای هر متر مکعب فاضلاب و سولفات فریک به مقدار 40 تا 50 گرم برای هر متر مکعب فاضلاب و انواع پلی الکترولیتها که مقدار مصرف آنها بسته به نوعشان متفاوت است .

بیش از ورود فاضلاب به این گونه استخرهای ته نشینی بهتر است نخست ماده ی شیمیایی با فاضلاب در حوضهایی آمیخته گردد . مدت زمان توقف فاضلاب در این حوضها کمتر و یا برابر 20 دقیقه است . در این صورت زمان توقف فاضلاب در استخر ته نشینی 1.5 تا 2 برابر استخرهای ته نشینی ساده انتخاب می گردد .

حجم لجن به دست آمده با کمک مواد منعقد کننده در تصفیه ی فاضلاب شهری به علت گرانی مواد شیمیایی و زیادی لجن تولید شده کمتر مورد استفاده قرار می گیرد . از این روش بیشتر در تصفیه ی فاضلاب های صنعتی استفاده می گردد .

6-4-یگانهای تصفیه ی زیستی

در تصفیه خانه های فاضلاب شهری یگانهای مربوط به تصفیه ی زیستی فاضلاب مهمترین قسمت تصفیه خانه را تشکیل می دهند که بیشترین قسمت از کاهش آلودگی فاضلاب در آنها انجام می گیرد .

در تصفیه خانه هایی که تنها تصفیه ی مکانیکی ، جوابگوی ضوابط خواسته شده برای آلودگی فاضلاب خروجی نباشد ، لازم می گردد که علاوه بر تصفیه ی نامبرده از تصفیه ی زیستی نیز برای رسیدن به هدف استفاده نمود . لذا تصفیه ی زیستی را برخی تصفیه ی ثانوی نیز می نامند .

همانگونه که در اصول تصفیه بیان شد ، تصفیه ی زیستی به دو صورت هوازی و بی هوازی انجام می گیرد . در این قسمت تنها یگانهایی که در آنها تصفیه ی زیستی با روش هوازی انجام می گیرد توضیح داده خواهد شد . بیان روش بی هوازی که در تصفیه خانه ها بیشتر برای تصفیه ی تکمیلی مورد استفاده قرار می گیرد به قسمت بعد موکول می شود .

هدف از تصفیه ی زیستی با روش هوازی در تصفیه خانه های فاضلاب شهری اجرای همان فرایندی است که در طبیعت به صورت خود به خودی نیز انجام می گیرد . تنها تفاوت موجود در این است که در این یگانها کوشش می شود با بهبود دادن محیط زیست باکتری های هوازی

فعالیت آنها را تشدید نمایند تا مدت زمان تصفیه را کوتاه و محل لازم برای تأسیسات را کوچک سازند .

بهبود دادن محیط زندگی باکتری ها بدین صورت انجام می گیرد که اکسیژن کافی مواد غذایی مورد نیاز و سرانجام درجه ی گرمای مناسب برای آنها فراهم می گردد .

مهمترین یگانهایی که در تصفیه خانه های فاضلاب شهری برای تصفیه ی زیستی یا روش هوازی بکار می روند عبارتند از صافی های چکنده ، استخرهای هوا دهی و صافی های ماسه ای . در دو روش صافی چکنده و ماسه ای باکتری های هوازی روی قطعات قلوه سنگ و یا روی دانه های ماسه و به طور کلی روی بسترهایی ثابت نشسته ، مواد آلی فاضلاب را تجربه می کنند و در روش استخرهای هوادهی این باکتر ها روی لخته های متحرک و شناور فاضلابی در استخرها قرار می گیرند .

4-6-1-صافی های چکنده

برای تصفیه ی زیستی در شهر های کوچک و متوسط یعنی تا جمعیتهای در حدود پنجاه هزار نفر می توان از صافی چکنده استفاده نمود . برای شهر های بزرگ تر معمولاً سطح مورد نیاز زیاد شده و هزینه ی تأسیسات افزایش می یابد و طرح جنبه ی اقتصادی خود را از دست می دهد .

صافی های چکنده از استوانه های بتنی یا فلزی تشکیل شده اند که درون آنها را با قلوه سنگ هایی پر کرده و فاضلاب را روی آنها پخش می کنند .

در اثر وجود خلل و فرج بین قلوه سنگها و نیز اختلاف درجه ی گرما ، جریان هوا درون سنگها برقرار شده و موجب رسیدن اکسیژن به باکتری های موجود در فاضلاب می شود . باکتری های هوازی به صورت لایه ای ژلاتینی شکل بر روی قلوه سنگها جمع شده ، تکثیر مثل پیدا کرده و مواد آلی موجود در فاضلاب را برای ادامه ی زندگی خود تغذیه و موجب اکسیداسیون و پایدار شدن آنها می شوند .

قطعات قلوه سنگ هایی که در صافی چکنده مصرف می شوند به سه صورت و در سه لایه ی متفاوت روی همدیگر ریخته می شوند . نخستین لایه ی زیرین که لایه ای است نگهدارنده و به کلفتی 30 سانتی متر از قلوه سنگهایی درشت و به قطر های 8 تا 18 سانتی متر تشکیل می شود . روی این لایه یک لایه ی محافظ به کلفتی 50 سانتی متر با قطعاتی به قطرهای 6.3 تا 8 سانتی متر ریخته می شود . سپس روی این دو لایه ، لایه ی اصلی و موثر به قطرهای 4 تا 8 سانتی متر و به کلفتی پیش بینی شده در طرح قرار می گیرد .

ارتفاع صافی ها چکنده بسته به نوع و ابعاد لایه ی موثر چکننده ی فاضلاب و در نتیجه خلل و فرج و امکان جریان هوا از میان آنها نیز میزان بارگذاری در صافی متفاوت و بین 1.5 تا 12 متر انتخاب می گردد .

صافی های چکنده را از دو نظر دسته بندی می کنند . اول از نظر میزان بارگذاری روی صافی که به صافی های کم بار و پربار دسته بندی می شوند . دوم با توجه به شکل ساختمانی آنها که به صافی های ایستاده و ثابت و صافی های استوانه ای و گردان (خوابیده) تقسیم بندی می شوند .

معایب و برتری های صافی های چکنده – معایب صافی های چکنده در مقابل استخرهای هوادهی عبارتند از :

1.افت فشار زیاد که بسته با ارتفاع صافی تا چندین متر بالغ گردد .

2.امکان رشد و نمو و تکثیر مگس ، پشه و حشرات دیگر .

3.وجود بوی تعفن در نزدیکی صافی که در نتیجه نمی توان آنها را در نزدیکی مناطق مسکونی ساخت .

4.نیاز به سطح زمین بیشتر به ویژه برای شهر های بزرگ .

5.فزونی هزینه های اولیه ی ساختمانی در مقایسه با استخرهای هوادهی .

6.امکان یخ بندان سطح صافی در روزهای زمستان و کاهش بازده آن .

7.اجبار در تصفیه کردن مقدماتی فاضلاب پیش از وارد نمودن آن به صافی چکنده .

صاف چکنده ی پربار– بار حجمی آلودگی (BV) بر این صافی ها زیاد و بین 400 تا 800 گرم BOD_5 بر هر متر مکعب از حجم صافی در شبانه روز انتخاب می گردد . در برخی از کشور ها مانند آمریکا از صافی های خیلی پرباری استفاده می شود که بارپذاری آنها تا 1700 و حتی 6000 گرم BOD_5 بر هر متر مکعب از حجم صافی در شبانه روز می رسد . لذا عملاً تصفیه ی فاضلاب در این گونه صافی ها به ویژه وقتی بارگذاری از 600 گرم BOD_5 بر هر متر مکعب در شبانه روز تجاوز کند ناقص بوده و عمل نیترات سازی در آنها کامل انجام نمی گیرد .

به عبارت دیگر زیادی بار سطحی موجب خود شویی صافی گردیده و حجم فاضلاب تصفیه شده را افزایش می دهد . این اثر خود شویی طبق رابطه ی زیر علاوه بر بار سطحی به تعداد بازوهای پخش کننده ی فاضلاب یعنی m و سرعت دوران آنها بر حسب دور در ساعت یعنی n بستگی دارد .

$$S = \frac{B_a}{n * m}$$

در رابطه ی بالا B_a نشان دهنده ی بار سطحی بر حسب میلیمتر در ساعت ، S که قدرت شویندگی صافی نامیده می شود بر حسب میلیمتر در ساعت می باشد . مقدار مناسب S برابر 2 تا 6 میلیمتر در هر بار به کار افتادن بازوهای پخش کننده ی فاضلاب می باشد .

صافی چکنده ی کم بار – مقدار بار حجمی آلودگی یعنی B_V در این صافی ها کم و بین 200 تا 400 گرم BOD_5 بر هر متر مکعب از حجم صافی در شبانه روز و بار سطحی B_a آنها بین 0.4 تا 1.5 متر در ساعت انتخاب می گردد . در برخی از منابع بار حجمی آلودگی را تا 175 گرم BOD_5 بر هر متر مکعب در شبانه روز نیز کاهش می دهند . با چنین بارگذاری ، فاضلاب فرصت می یابد تا به طور کامل تصفیه شده و فرایند نیترات سازی در آن انجام گیرد و لذا لجنی که از

این گونه صافی ها در استخر ته نشینی جمع می گردد لجنی است نسبتاً تثبیت شده . بازده این گونه صافی ها در تثبیت مواد آلی فاضلاب برای بارگذاری 200 گرم BOD_5 در هر متر مکعب از صافی در شبانه روز 85 تا 95 درصد می باشد .

صافی چکنده ی گردان– این گونه صافی ها از استوانه های مشبکی تشکیل شده اند که درون آنها از قطعات پلاستیکی متخلخل پر شده است . استوانه حول محور افقی خود دوران کرده و همیشه قسمت زیرین آن در فاضلاب غوطه ور می باشد . فاضلاب در حوضچه ای در زیر صافی جریان آرامی را طی می کند . به عبارت دیگر بر خلاف صافی های استوانه ای ثابت ، صافی های گردان نتحرک بوده و به طور متناوب و همیشه قسمتی از آن در فاضلاب و قسمتی در هوا قرار می گیرد . این گونه صافی ها را امروزه تنها با مواد پلاستیکی می سازند .

صافی چکننده با مواد پلاستیکی– امروزه به جای قلوه سنگهای طبیعی و مصنوعی از قطعات پلاستیکی متخلخل استفاده می شود . مواد پلاستیکی دارای این برتری هستند که می توان با تغییر درجه ی تخلخل و یا به عبارت دیگر با افزایش سطح ویژه مواد یعنی مقدار سطح بر حسب متر مربع برای هر متر مکعب از حجم مواد ، مقدار بارگذاری بر صافی را افزایش داد . هم چنین به علت سبکی وزن مواد پلاستیکی می توان صافی های چکنده را بلندتر ساخت و با کمک آنها صافی های چکنده ی گردانی با قطر های بزرگتر ایجاد نمود .

دراین روش فاضلاب را وارداستخرهایی نموده وبه طور مصنوعی هوارادرمجاورت آن قرار میدهند تا اکسیژن آن به صورت محلول درفاضلاب درآمده موجب زندگی وتولیدمثل باکتری ها شود.تماس هوا بافاضلاب دراستخرهای هوادهی به دوصورت زیرممکن است انجام گیرد:

1.دمیدن هوابه درون فاضلاب باکمک لوله هایی باهوای فشرده
2.بهم زدن فاضلاب وافزایش سطح تماس ان باهوا

فاضلاب پس ازدریافت اکسیژن دراستخرهای هوادهی وکاهش BOD_5 آن وارد استخرهای ته نشینی شده ذرات معلق که روی آنها باکتری های هوازی قرارگرفته اند با هم لخته هایی راتشکیل

داده وبه نام لجن فعال دراستخرته نشینی نهایی ته نشین میشوند.برای افزایش بازده استخرهای هوادهی قسمتی ازاین لجن فعال وته نشین شده را دوباره همراه فاضلاب خام وارد استخر هوادهی میسازند و از این رو این روش به نام روش لجن فعال نیزنامیده میشود

1.سطح لازم برای ساختمان آن از روش های دیگر کمتراست

2.هزینه ساختمانی ان کمتر است

3.بازده استخرهای هوادهی بیشتر است

4.حساسیت آن نسبت به تغییرات دما کم است ودرتابستان ها وزمستان ها بازدهی نزدیک به هم دارد

5.کاراستخرهای هوادهی بدون بو انجام میپذیرد وفاضلاب بدست امده پس از ته نشینی نهایی بی بووزلال است

6.دراطراف این استخرها تولید مثل حشرات خیلی کمتر از روش های دیگراست

7.هزینه راهبری ان به علت نیاز به مصرف برق زیاد بیشترازصافی چکنده است

8.لجن به دست امده دراین روش پراب تر از روش صافی چکنده است ونیازبه استخرهای تغلیظ لجن دارد.

محاسبه ی حجم استخر هوادهی:

$$V=L_o/B_v$$

L_o=مقدارکل الودگی فاضلاب هنگام ورود به استخرهوادهی برحسب کیلوگرم BOD_5درشبانه روز

B_v=مقداربارحجمی استخربرحسب کیلوگرم BOD_5برهرمترمکعب ازحجم استخردرشبانه روز

$$B_v=MLSS\times MLVSS$$

MLSS=وزن مواد خشک موجود دریک مترمکعب ازاستخربرحسب کیلوگرم

MLVSS=آلودگی هر کیلوگرم ازموادخشک برحسب کیلوگرم BOD_5درشبانه روز

بامحاسبه حجم استخرودبی فاضلاب مدت زمان هوادهی از رابطه زیربدست می اید:

$$T=V/Q$$

2.ضریب F/M:

این ضریب نشان دهنده ی مقدارموادغذایی است که دراختیار باکتری ها قرارداده میشود

3.لجن برگشتیRS:

کمترین نسبت لجن برگشتی به کل فاضلاب ورودی ازرابطه زیربه دست می اید:

$$RS/Q=(MLSS)/(SMLSS-MLSS)$$

SMLL=غلضت لجن برگشتی

MLSS=غلضت فاضلاب دراستخرهوادهی نسبت به موادجامدموجوددرانها

RS=دبی لجن برگشتی

Q=ماکزیمم دبی ورودی به تصفیه خانه درحالت بدون بارندگی

$$SMLSS=1200/SVI$$

.اندیس حجمی لجن SVI:

چون درعمل همیشه لجن به صورت آبدار است.بنابراین حجم یک گرم لجن خشک راوقتی که آبدار باشد برحسب سانتیمترمکعب به نام اندیس حجمی لجن ویادرجه ی غلیظ شدن لجن مینامند.گاهی به جای اندیس حجمی اندیس جرمی لجن (SDI)رامبنای محاسبات قرار می دهند

5.لجن اضافی:

مقدارلجن اضافی که باید مرتباازاستخرته نشینی نهایی برداشته شده وازمدارخارج شود

6.عمرلجن:

$$SRT=(MLSS\times V)/(SS_e\times Q+SLs\ )$$

MLSS=غلظت مواد خشک فاضلاب دراستخرهوادهی برحسب کیلوگرم درمترمکعب

V=حجم استخرهوادهی برحسب متر مکعب

SS_e=غلظت مواد خشک فاضلاب خروجی ازاخرین استخرته نشینی(kg/m^3)

Q=دبی فاضلاب

SLs=مقدارماده خشک(kg/m^3)که به صورت لجن اضافی ازمدار بیرون می رود

7.محاسبه مقداراکسیژن لازم:

$$O_v=\alpha\times\eta\times B_v+b\times MLSS+3.4\times ON$$

$$0.35<\alpha<0.55$$

$$0.07<\beta<0.15$$

η=بازده استخرهوادهی

B_v=بارالودگی وارد برحجم استخر$(kg(BOD_5)/m^3)$

ON=مقداراکسیژنی که صرف نیترات سازی می شود

MLSS=غلظت فاضلاب دراستخرهوادهی نسبت به مواد خشک موجود در آن $(kg/\ m^3)$

O_v=کیلوگرم اکسیژن لازم در شبانه روز برای هر متر مکعب از استخر هوادهی

مقدار اکسیپژنی که لازم است دستگاه های هوا ده در استخر هوادهی وارد کنند:

$$Oc= (Cs/ \alpha \times f\times(Cs-Cx))(0.5\times \eta \times B_v+0.1\times MLSS+3.4\times ON$$

8. محاسبه قدرت هواده ها:

برای محاسبه ی مقدار برق مصرفی در شبانه روز باید قدرت هواده ها تعیین شود. قدرت هواده ها بستگی به

روش هوادهی دارد و به صورت زیر متفاوت است:

الف: روش دمیدن هوا:

$$N=W\times R\ (t_1+273)/8.41\times[(P_2/P_1)^{0.283}-1]$$

ب: روش به هم زدن فاضلاب:

در این روش بسته به نوع هوا ده انتخاب شده قدرت لازم برای آن از سوی سازنده آن دستگاه اعلام می شود.

انواع بارگذاری براستخرهای هوادهی:

بسته به مقدار بارگذاری آلودگی بر واحدحجم استخرهای هوادهی و مقدار لجن برگشتی و بارآلودگی آن پارامترهای سیستم هوادهی من جمله بازده آن,مقدار لجن اضافی ,مقداراکسیژن مورد نیاز,مدت زمان هوادهی ,و سرانجام مقدار آلودگی فاضلاب هنگام بیرون آمدن ازتصفیه خانه تغییر میکند

الف.روش هوادهی گسترده:

این روش مبتنی بر بارگذاری کم در استخرهای هوادهی است.این میزان بارگذاری موجب میشود که باکتری ها با اکسیژن فراوان و موادغذایی نسبتا کمتری مواجه شوند و از این رو مواد آ لی موجود در فاضلاب را به صورت کاملتری مورد استفاده قرار دهند

ب.روش متعارفی هوادهی:

فاضلاب پس ازگذشتن ازیگان های اشغال گیر و دانه گیر وارد استخر ته نشینی نخستین شده وسپس به استخرهوادهی وپس از آن به استخر ته نشینی نهایی هدایت میشود.لجن فعال از استخر ته نشینی نهایی برداشت وبه دو قسمت تقسیم میشود

ج.روش هوادهی تدریجی:

دراین روش شدت هوادهی به فاضلاب را در طول استخر به تدریج کاهش میدهند.زیرا فاضلاب نخست احتیاج به اکسیژن بیشتری داشته وبا کاهش آلودگی آن نیاز به اکسیژن کمتری دارد.

هوادهی چندمرحله ای:

در این روش مقدار هوادهی در طول استخر ثابت ولی فاضلاب به تدریج وارد استخر میشود

هوادهی مکرر:

دراین روش پس از هوادهی و ته نشینی فاضلاب را به استخر هوادهی بعدی هدایت و هوادهی را تکرار میکنند و مجددا وارد استخر ته نشینی دیگری میکنند

روش هوادهی به لجن برگشتی:

در این روش پس از برداشت لجن از استخر ته نشینی نهایی نخست آن را هوادهی کرده و سپس با فاضلاب خام درمی آمیزند

روش هوادهی پر بار:

این روش زمانی قابل استفاده است که منبع طبیعی دریافت کننده فاضلاب قادر باشد به طور طبیعی عمل تصفیه را تکمیل کند

سیستم های چند مرحله ای:

از این روش در صورتی که هدف نیترات سازی ونیترات زدایی پیشرفته باشد استفاده میشود

انواع روش های هوادهی

الف.هوادهی با کمک هوای فشرده:

در این روش هوای فشرده توسط کمپرسری تولید وتوسط لوله های سوراخ داری از کف استخر در فاضلاب دمیده میشود

گروه اول .هوادم های ریز دهانه:

در اینگونه هوادهی دمیدن هوا با کمک لوله هایی با سوراخ ریز به قطرهای 0.1تا0.3 میلیمتر انجام میشود.

گروه دوم.هوادم با دهانه نیمه فراخ:

دمیدن هوا با کمک لوله هایی به قطر 1تا 5 میلیمتر انجام میگیرد

گروه سوم.هوادم های دهانه فراخ:

هوا با کمک لوله هایی با سوراخ های 10 تا 30 میلیمتر به درون فاضلاب دمیده میشود

ب.روش های بهم زدن فاضلاب:

باکمک پره هایی فاضلاب را به شدت بهم می زنند تا با کمک تلاطم در سطح آن ورود هوا به فاضلاب امکان پذیر تر شود.دستگاه های بهم زن فاضلاب به دو گروه تقسیم میشوند:

گروه اول.هواده های قائم

گروه دوم.هواده های افقی:

طراحی هواده:

پس ازمحاسبه مقدار اکسیژن مورد نیاز در ساعت و حجم استخر وانتخاب پهنای آن طول کل مورد نیاز از هواده محاسبه وبر اساس این طول و پهنای استخر شمار هواده ها مشخص می شود

کاربرد اکسیژن خالص:

میتوان به جای استفاده از هوا برای حل کردن اکسیژن در فاضلاب از اکسیژن خالص نیز استفاده کرد.دراین صورت می باید استخر اکسِیژن دهی سرپوشیده باشد تا تلفات اکسیژن کاهش یابد

استخرهای ته نشینی نهایی:

استخر ته نشینی نهایی پس از یگان ها تصفیه زیستی ساخته می شوند .هدف از ساختمان آن ته نشین کردن مواد بسیار ریزی است که در فاضلاب به صورت معلق وجود دارد.بنابراین بر خلاف استخر ته نشینی نخستین وجود استخر ته نشینی نهایی همیشه ضروری است

حوض کلر زنی:

پس از ته نشین شدن فاضلاب در استخر ته نشینی نهایی و پیش از وارد کردن آن به منبع های طبیی آب باید فاضلاب گندزدایی شود متداول ترین روش گند زدایی فاضلاب کاربرد کلر است کلر لازم است نخست با آب آمیخته شده و سپس آب کلر به نسبت کافی به فاضلاب افزوده شود.

استخر غلیظ کننده لجن:

لجن اضافی که از استخر ته نشینی نهایی واز استخر ته نشینی نخستین گرفته می شود دارای غلظتی نسبتا کم و حجم زیاد است.برای صرفه جویی در هزینه های اولیه باید حجم لجن را

کاهش داد.برای رسیدن به این هدف از استخرهای ویژه ای جهت غلیظ کردن لجن استفاده می شود.که به دو روش زیرانجام می شود:

1.روش ثقلی:

در روش ثقلی که بیشتر متداول است لجن را به صورت دائمی ویا متناوب وارد استخری که غالبا استوانه ای است می ریزند تا ته نشین شده وغلیظ شود.

2.روش شناورسازی :

هوا را نخست زیر فشار در لجن می دمند و سپس مخلوط هوا و لجن را به کمک لوله های سوراخ دار در کف استخر تغلیظ لجن وارد می کنند

در هر دو روش برای تشدید وسرعت بخشیدن فرایند ته نشینی وغلیظ شدن از مواد شیمیایی مانند پلیمرها استفاده می شود

یگان های هضم لجن:

لجنی که در روش های مختلف تصفیه فاضلاب به دست می آید معمولا به طور کامل تصفیه نشده مواد جامد ومعلق آلی فساد پذیر و ناپایدار در آن وجود دارد.تصفیه نهایی لجن را اصطلاحا هضم لجن می نامند

هضم هوازی لجن:

هرنوع لجنی می تواند با این روش هضم و تثبیت شود.

برتری های این روش نسبت به روش بی هوازی:

1.لجن اب باقیمانده در این روش دارای الودگی BOD_5کمتری است

2.فرایند تصفیه بدون بو است

3.لجن تصفیه شده بهتر اب خود را از دست می دهد

4.لجن بدست امده خاصیت کودی بیشتری دارد

5.ساده تر بودن راهبری و نگهداری سیستم

6.کمتر بودن هزینه سرمایه گذاری نخستین

عیب این روش:

مصرف زیاد برق ودر نتیجه فزونی هزینه راهبری سیستم

هضم بی هوازی لجن:

نتیجه کار باکتری های بی هوازی در هضم بی هوازی تولید گازهای H_2SوCO_2وN_2و سرانجام متان است

تقسیم بندی انبارهای هضم بی هوازی لجن:

گروه اول:

انبارهای پربار که در ان لجن با وسایل مکانیکی مرتبا و کاملا بهم می خورد

گروه دوم:

انبارهای کم بار که در آنها لجن بهم زده نمی شود

سیستم گرمایش لجن

گرم کردن لجن در انبارهای بزرگ بدین صورت انجام میگیرد که قسمتی از لجن را از انبار برداشت کرده و با گرم کردن لوله ی برداشت لجن انرا گرم کرده و با فشار تلمبه دوباره به وسیله لوله هایی در قسمت بالایی انبار وارد میسازند

سامانه های خشک کردن لجن

بسترهای لجن خشک کن: بجزشهرهای استان مازندران و گیلان روش استفاده از بسترهای لجن

روند کار در بسترهای لجن خشک .خشک کن مناسبترین و ارزانترین روش خشک کردن لجن است

بدینصورت است که لجن را درلایه هایی به کلفتی20 تا40 سانتیمتر وارد بستر میکنند

$$T = T1 + T2 = T1 + \frac{30 \times H \times SS0}{(a \times E) - (b \times R)}\left(\frac{1}{SS1} - \frac{1}{SS2}\right)$$

2.دریاچه ها یا گودالهای خشک کننده ی لجن

این گودالها میتوانند کار بسترهای لجن خشک کن وحتی قسمتی از فرایند هضم لجن را

یک جا انجام دهند بلندی لجن در این گودالها میتواند میان یک تا سه متر انتخاب شود ولی باید توجه کرد که لجن را درلایه های بیست سانتیمتری درگودال وارد کرد و پس از خشک شدن انلایهی بعدی را بر آن افزود

3 روشهای مکانیکی خشک کردن لجن

استفاده از روشهای مکانیکی برای ابگیری از لجن درکشورهای صنعتی بسیار متداول است.

ولی کاربرد اینگونه روشها در ایران به دلایل زیر با احتیاط انجام میشود

1 وسایل مکانیکی باید از خارج وارد کشور شوند

2 این وسایل حساس هستند و امکان از کارافتادن آنها زیاد است

3. راهبری این وسایل نیاز به نیروی انسانی دارد

4.کمبود نیروی انسانی ماهر درنتیجه استهلاک ماشینها

5.مصرف زیاد برق در نتیجه هزینه راهبری زیاد.

مهمترین روشهای مکانیکی ابگیر ی از لجن

1.ماشین های سانتریفوژ: از نیروی گریز از مرکز برای جداسازی مواد جامد لجن از اب لجن استفاده میشود

فیلترهای فشاری: دراینگونه ماشینها لجن را نخست میان توریهای پلاستیکی دهانه ریز

قرار داده سپس آنها را به مدت یک تا دو ساعت در دستگاهی زیر فشار شش تا هشت اتمسفر میفشارند تا آب لجن از راه سوراخهای توری بیرون آید

3.فیلترهای مکشی

این ماشینها از استوانه های گردان و توخالی تشکیل شده اندکه حول محور افقی خود میچرخند

روش های خشک کردن لجن با گرما:

گرم کردن لجن تاپیرامون80تا90درجه:

لجن در فشار متعارف یا بخود را به صورت تبخیر از دست میدهد

گرم کردن لجن تانزدیک به 200درجه:

گرم کردن لجن باید در زیر فشار بیست اتمسفر به مدت نیم ساعت تا یک ساعت انجام گیرد

3.سوزانیدن لجن:

لجنی که از انبار هضم بی هوازی لجن بدست میاید نزدیک به پنجاه درصد قدرت سوزندگی خود را به صورت گاز متان از دست میدهد

انواع لجن ویژگی و اهمیت آن در تصفیه خانه:

لجن در تصفیه خانه فاضلاب شهری به صورت های زیر ممکن است دیده شود

لجن تازه یا خام: دارای رنگی خاکستری مایل به زرد است که ذرات نسبتا درشتی

از قبیل گچ و کاغذ پارچه وقطعات مواد غذایی در آن دیده میشود

لجن فعال :لجن فعال لجنی است ژلاتینی شکل که مقدار بسیار زیادی باکتریهای هوازی را باخود حمل میکند

لجن متعفن شده:

دارای رنگی سیاه و بوی بسیار زننده و ناخوشایند.

لجن هضم شده: لجنی است که مواد آلی فسادپذیر ان به کمترین مقدار ممکن رسیدهاست

لجن ابگیری شده: غلظت این لجن در صورتی که از وسایل مکانیکی استفاده شود 15تا40 درصد است

محاسبه مقدار لجن اضافی در استخر ته نشینی نهایی و لجن برابر استخر ته نشینی نخستین باید جداگانه وبه صورت زیر انجام گیرد

$$SL=SLp+SLs$$

لجن استخر ته نشینی نخستین:

$$SLp=a\times Q\times Ssi$$

لجن استخر ته نشینی نهایی:

$$SLs=(a\times \eta\times Bv-b\times MLSS)\times V$$

محاسبه لوله های انتقال لجن:

1.برای انتقال لجن با غلظت کم و سرعت کم افت فشار در لوله را متناسب با جریان لجن از شکل بدست میاید

2.جا به جایی لجن با غلظت کم ولی سرعت بیشتر از 1.2 متر بر ثانیه

3.جا به جایی لجن های غلیظتر از شکل (4-59) استفاده میشود

4.لجن با غلظت بیش از10 درصد نمیتوان برای جا به جایی از لوله های زیر فشار استفاده کرد

5. لجن با غلظت بیش از 15 درصد قابل پمپ کردن نیست

سامانه های جنبی تصفیه خانه های فاضلاب:

- **1.ساختمان های اداری :این ساختمان ها که برای راهبری تصفیه خانه مورد نیاز هستند عبارتند از**
- **الف)ساختمان نگهبانی ب)ساختمان اداره مرکزی**
- **2.ساختمان های مسکونی:**
- **3.گرمایش مرکزی**
- **4.نیروگاه برق**
- **5.انبارها کارگاه و ازمایشگاه فاضلاب:در تصفیه خانه دست کم 3انبار داریم**
- **الف)انبار وسایل مکانیکی و وسایل یدکی**
- **ب)انبار وسایل دارویی**
- **ج)انبار کلر برای ذخیره ی کپسول های کلر**
- **پیش بینی ساختمان یک کارگاه برای تعمیر های ضروری در تصفیه خانه**

6.محوطه تصفیه خانه:

جای تصفیه خانه: در انتخاب جای تصفیه خانه باید به این نکات توجه کرد

زمین تصفیه خانه در پست ترین نقطه نسبت به شهر باشد

زمین تصفیه خانه حتی الامکان دور از شهر باشد

از نظر جهت وزش باد باید پس از شهر قرار گیرد

حتی الامکان نزدیک رودخانه یا دریا.....باشد

در برابر سیلاب و جذر ومد دریا در امان باشد

مساحت تصفیه: مساحت زمین بسته به نوع روش انتخابی برای تصفیه مساحت متفاوت دارد

راههای ارتباطی: باید راههای دسترسی به یکانهای گوناگون توسط وسایل نقلیه پیش بینی شود

د.لوله کشی فاضلاب و لجن: حدالامکان درلوله های رو باز انجام میشود.در مواردی که مجبوریم از لوله استفاده کنیم باید توجه کردکه:

تعمیر و تمیز کردن لوله به سادگی امکانپذیر باشد.

2.سرعت جریان فاضلاب در لوله هایی که پیش از حوض دانه گیر قرار دارند از ۰.۴ تا 0.6 متر بر ثانیه کمتر نشود

3.قطر لوله ها ی الی دست کم میلیمتر انتخاب شود

جنس لوله های ارتباطی بهتر است چدنی باشد.

- **ز)سامانه های بو زدایی:ساده ترین روش کاهش بو انست که تا انجایی که ممکن است مانع از ایجاد گاز هیدروزن سولفوره شد که به دو روش عملی است**
- **اول:از ایستادن در نتیجه متعفن شدن فاضلاب در محیط تصفیه خانه جلوگیری شود**
- **دوم:با افزودن کلرورفریک و کلرورفرور به فاضلاب ورودی به تصفیه خانه مانع از تولید گاز هیدروزن سولفوره شد**
- **سوم:بسته به موقعیت تصفیه خانه نسبت به خانه های مسکونی نزدیک به ان ممکن است این گونه روش ها برای کاهش بو کافی نباشد**

- **ح)فضای سبز و گل کاری:در تصفیه خانه های فاضلاب باید توجهی ویزه به فضای سبز و گل کاری محوطه های موجود میان دکان های مختلف تصفیه خانه کرد**
- **ک)دیوار حفاظتی:با توجه به امکان الودگی ها و از نظر بهداشتی باید محوطه تصفیه خانه نسبت به ورود افراد نا مسئول و غریبه بسته باشد**

7.سامانه های تولید کود طبیعی کمپوست

فرایند کمپوست شدن در 3مرحله انجام میگیرد

درجه گرمای کمپوست با کمک یک گروه از باکتریها از درجه گرمای محیط بالاتر رفته

40درجه سانتیگراد میرسد به پیرامون

گرما را به 55 تا70 سانتیگراد افزایش میدهندکه باکتریهای گرما دوست فغالیت خود را افزایش میدهند

عمل تثبیت مواد آلی تقریبا پایان یافته و مخلوط نامبرده مجددا خنک میشود

اطلاعات لازم برای تصفیه خانه ی فاضلاب:

گروه اول:اطلاعات کمی از فاضلاب این اطلاعات شاملند برشمار جمعیت زیر پوشش تصفیه خانه در زمان حال و پیش بینی آن برای مراحل مختلف ساختمانی در آینده

-گروه دوم :اطلاعات کیفی از فاضلاب این اطلاعات شاملند برنوع فاضلاب و درصد فاضلابهای خانگی وتجارتی و صنعتی برای انتخاب مقدار آلودگی ورودی به تصفیه خانه

گروه سوم:اطلاعات در مورد جای تصفیه خانه این اطلاعات شامل اطلاعات جغرافیایی اقلیمی وحقوقی است

نمودار هیدرولیکی تصفیه خانه های فاضلاب:

- **به سه دلیل زیر کشیدن نمودار هیدرولیکی لازم است**

- **1.برای نشان دادن امکان جریان ثقلی فاضلاب در مسیر بین یکان ها تصفیه خانه غالبا به علت اینکه لوله های اورنده فاضلاب به تصفیه خانه ها در گودی زیادی نسبت به سطح زمین قرار دارند**
- **2.رای تعیین ارتفاع هیدرولیکی پمپ های لازم برای برقراری جریان در بین دکان های تصفیه خانه در بیشتذر حالت ها و به علت کافی نبودن شیب زمین تصفیه خانه ایجاد ایستگاه های پمپاز بین برخی از یکان ها لازم است**
- **3.برای اطمینان از اینکه فاضلاب در حالت جریان ماکزیمم خود در یکان های گوناگون بر زمین تصفیه خانه سرریز نکند با کشیدن خط نمودار فشار هیدرولیکی برای حالت ماکزیمم جریان در روی نیمرخ هیدرولیکی این موضوع قابل کنترل است**

این فایل از وب سایت مهندسی بهداشت محیط ایران دانلود شده است.
جهت دانلود جزوات و فایل های بهداشتی به وب سایت مراجعه نمایید

WWW.IEHE.IR