جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

مهمترین روش‌های تعیین درجه‌ی آلودگی فاضلاب عبارتند از:

الف- تعیین مقدار بی- او – دی (BOD) [1] - چنانکه پیش از این اشاره شد از جمله‌ی موجودات زنده در فاضلاب دو گروه باکتری هستند که به تصفیه‌ی فاضلاب کمک می نمایند.

گروه نخست باکتری‌ها هوازی [2] می‌باشند که اکسیژن محلول در فاضلاب را جذب کرده، مواد آلی را یا بصورت تغذیه و یا بوسیله‌ی ترشح دیاستازهایی اکسید نموده و به ترکیبات پایدار معدنی تبدیل می نمایند. در این فعل و انفعال گاز اکسیژن مصرف شده، گاز Co_2 تولید و شمار باکتری‌ها افزیش می‌یابند.

گروه دوم باکتری های بی هوازی [3] هستند که اکسیژن مورد نیاز خود را از تجزیه‌ی نمک‌های موجود در فاضلاب بدست آورده، یعنی آنها را احیا می‌کنند. کار این باکتری‌ها توام با ایجاد گازهائی مانند اسید سولفیدریک (هیدروژن سولفوره)و متان بوده و از این رو این فرایند همراه با تعفن و بوئی ناخوشایند می‌باشئ.

تعیین (بی- او – دی) عبارتست از تعیین مقدار اکسیژن لازم که باید به فاضلاب داده شود تا باکتری‌های هوازی مواد آلی موجود در فاضلاب را اکسید نموده و به موادی پایدار نظیر نمک‌های معدنی تبدیل سازد. بنابراین مقدار BOD فاضلاب در زمانهای مختلف تغییر می

[1] Bviochemical oxygen demand
[2] Aerobic bacteria
[3] Anaerobic bacteria

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

کنند. این تغییرات نه تنها به غلظت مواد آلی فاضلاب بلکه به میزان لعایت باکتری‌ها ، درجه‌ی گرما و شدت درهمی (توربولانت) فاضلاب نیز بستگی دارد.

منحنی تغییرات BOD – از لحظه‌ای که فاضلاب در مجاورت اکسیژن قرار می‌یگرد، جذب اکسیژن توسط باکتری‌ها شروع شده و در دو مرحله‌ی مختلف زیربه انجام می‌رسد:

مرحله‌ی نخست- اکسیداسیون ترکیبات آلی کربن‌دار[1] - این مرحله از نخستین لحظات کار باکتری ها آغاز شده و در ۲۰ درجه‌ی گرما تا مدت زمانی در حدود ۲۰ شبانه روز ادامه می‌یابد. در این مرحله کربن موجود در ترکیبات ناپدیدار آلی تبدیل به ترکیباتی پایدار نظیر Co_2 شده و از حوزه‌ی عمل بیرون می رود.

مرحله‌ی دوم- اکسیداسیون ترکیبات آلی ازت داد[2]- این مرحله همزمان با اکسیداسیون ترکیبات آلی کربن‌دار شورع و از پیرامون دهمین روز پس از آغاز فعالیت باکتری‌ها شدت پیدا کرده و مدت‌های زیادی ادامه می‌یابد. در طی این مرحله، مواد آلی ازت دار تبدیل به نیتریت‌ها و نیترات‌ها می گردند. در شکل شماره‌ی (۱-۱) منحنی‌های تغییرات BOD از تاریخ آغاز فعالیت باکتری‌ها تا ۷۰ روز پس از آن برای سه درجه‌ی گرمای ۹، ۲۰ و ۳۰ درجه کشیده شده‌اند. چنانکه از منحنی‌های نامبرده نتیجه‌گیری می شود، ئر گرمای ۲۰ درجه قسمت بیشتر اکسیداسیون مربوط به مرحله‌ی یکم (حدود ۶۸ درصد) در پنج روز نخستین رخ می دهد و پس از ۲۰ روز تقریباً به پایان می‌رید. بدین جهت برای

---
[1] Carbonaceous material
[2] Nitrogenous material

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

نشان دادن درجه‌ی آلودگی فاضلاب، معمولاً بی- او – دی پنج روزه (BOD_5) را تعیین می کنند که بنا بر تعریف عبارتست از:

مقدار میل گرم اکسیژنی که لازم است تا در پنج روز نخست باکتری های هوازی مواد آلی موجود در یک لیتر فاضلاب را در گرمای ۲۰ درجه‌ی سانتیگراد اکسید نماید.

تغییرات BOD در مرحله‌ی یکم اکسیداسیون برای درجه‌ی گرماهای گوناگون و نسبت آنها به (BOD_5) در گرمای ۲۰ درجه‌ی سانتیگراد در منحنی‌های شکل شماره‌ی (۱-۲) نمایش داده شده است.

نمایش ریاضی تغییرات BOD – آزمایش نشان می دهد که تغییرات BOD در مرحله‌ی یکم اکسیداسیون مواد آلی یعنی اکسیداسیون مواد آلی کربن‌دار تقریباً طبق رابطه‌ی شماره (۱-۱) انجام می گیرد.

در رابطه‌ی (۱-۱) مقدار L_0 برابر تمام BOD فاضلاب در مرحله‌ی یکم اکسیداسیون و K و K' ضرایب قابتی هستند که بستگی به درجه‌ی گرمای فاضلاب (t) د اشته و از رابطه‌هیا (۱-۲) و (۱-۳) بدست می‌آیند.

مقدار K در ۲۰ درجه‌ی گرما (K_{20}) با کمک آزمایش بدست می آید. مقدار (K_{20}) برای فاضلاب‌های مختلف میان ۰/۱۶ تا ۰/۷ متغیر است که میانگین آن عدد ۰/۳۹ می‌باشد.

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

در محاسبات اولیه مقدار (K_{20}) را معمولاً ۰/۲۳ فرض می کنند. واحد K بر حسب معکوس زمان (روز/۱) داده می‌شود [30,25,23,6,4,2] .

درجه‌ی آلودگی فاضلاب‌های شهری- درجه ی آلودگی فاضلاب‌های شهری بتسه به غلظت آنها و مقدار مصرف سرنه‌ی‌اب میان ۲۰۰ تا ۴۰۰ میلی گرم در لیتر BOD_5 تغییر می کند. چنانکه در جدول شماره‌ی (۱-۱) ملاحظه می‌شود، غلظت BOD_5 در فاضلاب شهری که مصرف سرانه‌ی آب در آن ۲۰۰ لیتر در شبانه روز است نزدیک به ۳۰۰ میلی گرم در لیتر می رسد. در صورتی که مصرف سرانه‌ی آب ساکنان شهر کمتر از ۲۰۰ لیتر در شبانه روز باشد، معمولاً غلظت فاضلاب بر حسب BOD_5 افزوده می‌شود ولی تولید سرانه‌ی آن بر حسب گرم در شبانه روز کاهش می یابد.

جدول شماره‌ی (۱-۳) تغییرات BOD_5 را در گرماهای گوناگون پس از ۲۵ روز از آغاز کار باکتری‌ها نسبت به BOD به صورت عددی نشان می دهد.

فاضلاب‌هی سطحی ناشی از بارندگی بسته به طول و نوع مسری که در روی زمین طی می کنند می توانند کاملاً تمیز، نسبتاً تمیز و یا خیلی کثیف و حتی در برخی موارد مانند آنچه در جدول شماره‌ی (۱-۲) ملاحظه می‌شود کثیف‌تر از فاضلاب‌های خانگی باشد.

برای آشنائی به آلودگی آب‌های مختلف جدول شماره‌ی (۱-۴) آنها را بسته به مقدار BOD_5 مورد نیازشان بطور تقریبی رده‌بندی می کند.

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

برای محاسبه‌ی غلظت فاضلاب نسبت به BOD_5 کافیست وزن بی- او- دی- پنج ی را که یک نفر در شبانه روز دفع می کند بر مقدار حجم فاضلابی که تولید می کند تقسیم نمائیم . منحنی شکل شماره‌ی (۱-۳) تغییرات غلظت فاضلاب‌های شهری را نسبت به BOD_5 برای مصرف سرانه‌ی آب بطور تقریبی نشان می دهد.

ب- تعیین مقدار سی -او- دی - (COD) در این روش برای اکسید اسیون مواد آلی و مواد اکسید پذیر دیگر که در فاضلاب یافت می شوند از اکسید کننده های قوی مانند پرمنگنات پتاسیم [۱] و یا کرمات پتاسیم [۲] استفاده می شود . در صورتی که از پرمنگنات پتاسیم استفاده شود وزن اکسیژن در نزدیک به ۰/۲۵ وزن پرمنگنات پتاسیم (PV) [۳] می باشد عمل اکسید اسیون در صورت استفاده از دی کرمات پتاسیم (DV) به علت قوی تر بودن آن بیشتر انجام می گیرد. برای استفاده از مواد نامبرده نخست آنها را در محلول اسیدی حل کرده سپس به فاضلاب می افزایند و ده دقیقه گرما می دهند .[6].

کاربرد مواد اکسید کننده برای تعیین درجه آلودگی فاضلاب خیلی آسانتر از روش تعیین مقدار بی- او - دی می باشد ولی باید توجه نمود که بسته به نوع ماده دی اکسید کننده مصرفی ممکن است تمام مواد آلی فاضلاب و به ویژه مواد پاک کننده صابون ها با این روش کاملاً اکسیده نشوند بنابراین دقت این روش کم است و تنها برای مقایسه یک

---

[1]- $KMno_4$
[2]- $K_2C_{r2}O_7$
[3]- permanganate value (PV)

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

فاضلاب در مرحله های گوناگون تصفیه بکار می رود . محلولی از دی کرمات پتاسیم و اسید سولفوریک نتایج دقیقتری را داده و خیلی نزدیکتر به مقادیر تئوریکی اکسیژن مورد لزوم (ThOD)[1] می باشد [6] بجز مواد اکسید کننده نامبرده از کلر نیز می توان برای تعیین درجه آلودگی فاضلاب استفاده نمود. برای اکسیداسیون کامل فاضلاب های خانگی تازه مقدار کلر لازم پیرامون ۲ تا ۵ گرم برای هر نفر در شبانه روز می باشد.

ج- تعیین تی -او - سی (TOC)[2] - در این روش ترکیب های کربن دار آلی موجود در فاضلاب اندازه گیری می شود. برای این کار فاضلاب را باید تا سر حد سرخ شدن سوزانید و گاز کربنیک تولید شده را اندازه گیری نمود. نتایج بدست آمده از این روش که معمولاً در دستگاه های ویژه انجام می گیرد بسته به شکل و شرایط آزمایش کم دقت و متفاوت است.

د- تعیین مقدار مواد معلق در فاضلاب (SS) [3] - مواد معلق در فاضلاب قسمتی از کل مواد خارجی (TS) [4] موجود در آن می باشد که تعیین آن برای پیش بینی مقدار لجن از تصفیه فاضلاب اهمیت ویژه ای دارد. تفاوت بین TSوSS مقدار مواد محلول (DS) [5] در فاضلاب را نشان می دهد. همانگونه که پیش از این گفته شد و در جدول شماره (۱-۱) دیده می شود، مواد معلق به دو صورت ته نشینی پذیر[6] و ته نشینی ناپذیر [1] در فاضلاب

---

[1]- Theoretical oxygen demand
[2]- Total organic corbon (TOC)
[3]- Suspended solids (SS)
[4]- Total solids (TS)
[5]- Dissolved solids (DS)
[6]- Settleable solids

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

یافت می شوند. از نظر جنس نیز، مواد معلق یا دارای منشاء آلی[۲] هستند، بنابراین ناپایدار[۳]می باشند و یا منشاء معدنی [۴]داشته و پایدارند[۵] چنانکه از جدول شماره (۱-۱) نیز نتیجه می شود نزدیک به ۴۰ درصد مواد محلول در فاضلاب شهری و ۷۲ تا ۷۵ درصد مواد معلق در آن دارای منشاء آلی بوده و بقیه مواد خارجی را مواد معدنی تشکیل می دهند. مقدار کل مواد معلق (TSS)[۶] با کمک صافی تعیین می شود و در صورت سرخ کردن آنچه در صافی باقی مانده تا گرمای ۶۰۰ درجه سانتیگراد مواد آلی آن تبدیل به گاز شده و تنها مواد معدنی بجای می ماند.

ه- تعیین اکسیژن محلول (DO)[۷] - مقدار اکسیژن محلول موجود در فاضلاب شهری نمایشگر قدرت تصفیه طبیعی و خود بخودی آن می باشد. وجود اکسیژن محلول در فاضلاب موجب فعالیت باکتری های هوازی و جلوگیری از فعالیت باکتری های بی هوازی و در نتیجه مانع از تولید بوهای ناخوشایند می گردد. از این رو کوشش می شود که مقدار اکسیژن محلول از ۱/۵ میلی گرم در لیتر کمتر نگردد. این موضوع در استخرهای هوادهی فاضلاب بسیار حائز اهمیت می باشد.

1- Non- setteable solids
2- Organic
3- Putrescible
4- Inorganic (Mineral)
5- Fixed
6- Total suspended solids
7- Dissolved oxygen

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

اندازه گیری مقدار اکسیژن محلول با کمک وارد نمودن برخی از ترکیبات منگنز که قدرت جذب اکسیژن آنها سریع و زیاد است در نمونه فاضلاب مورد آزمایش و اندازه گیری وزن اکسیژن جذب شده توسط آن انجام می گیرد. در استخرهای تصفیه زیستی مقدار اکسیژن محلول در فاضلاب را به صورت پیوسته و با کمک یک اندازه گیر[1] ویژه الکترونیکی که در فاضلاب قرار می دهند، اندازه گیری می کنند.

مقایسه روش های تعیین درجه آلودگی فاضلاب- همچنانکه در بیان هر یک از روش های تعیین درجه آلودگی فاضلاب اشاره شد مقادیر عددی بدست آمده از این روش ها نمی توانند هیچگونه ارتباط دقیقی با هم داشته باشند. هر یک از سه آزمایش TOC,COD,BOD نمی تواند به تنهائی تمام اکسیژن مورد نیاز فاضلاب (TOC)[2] را تعیین نماید. بسته به نوع مواد خارجی موجود در فاضلاب نسبت اعداد بدست آمده از سه آزمایش نامبرده متفاوت خواهد بود. به ویژه در مورد تعیین روش COD نوع ماده اکسید کننده مصرفی نیز در نتیجه بدست آمده بسیار مؤثر است. برای نمونه عددهای حاصله از مصرف دی کرمات پتاسیم برای تعیین COD به مراتب بیشتر از عددهای حاصله از مصرف پرمنگنات پتاسیم می باشد. به طوری که مقدار عددی COD می تواند بزرگتر و یا کوچکتر از BOD_5 باشد[1] در مورد فاضلاب های شهری به ویژه وقتی از دی کرمات پتاسیم استفاده شود، مقدار موادی که می توانند توسط آن اکسیده شوند بیشتر از موادی

---
[1]- Dissolved oxygen (DO) probe
[2]- Total oxygen demand

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

است که قابلیت اکسیده شدن توسط باکتری ها را دارند بنابراین غالباً مقدار COD بزرگتر از BOD_5 می باشد.

در عمل می توان بطور تقریبی نسبت COD : BOD_5 برای فاضلاب های خام برابر ۰/۴ تا ۰/۸ در نظر گرفت و نسبت TOC : BOD_5 را برابر ۱/۰ تا ۱/۶ فرض نمود،[2] نسبت : $\frac{COD}{BOD_5}$ مؤثر بودن روش تصفیه زیستی را نسبت به روش های دیگر نشان داده و در انتخاب نوع تصفیه به مهندس طراح یاری می دهد.

-آلودگی فاضلاب های شهری در ایران

همانگونه که در پیشگفتار بدان اشاره شد، منظور از فاضلابهای شهری در این کتاب فاضلاب های خانگی ناخالص (که بطور اختصار فاضلاب های خانگی نامیده می شوند) و فاضلابهای ناشی از بارندگی می باشد. بنابراین بررسی آلودگی فاضلاب های صنعتی جزو برنامه این کتاب نمی باشد.

الف- درجه آلودگی فاضلاب های خانگی در شهرهای ایران- برای تعیین درجه آلودگی فاضلابهای شهری لازم است که شبکه گرد آوری فاضلاب وجود داشته باشد. متأسفانه بیشتر شهرهای ایران فاقد شبکه گرد آوری می باشند و برخی از آنها نیز که شبکه های موضعی در برخی از قسمت های خود دارند فاقد آمارگیری از آزمایش روی فاضلاب هایشان می باشند. تنها نتایج نسبتاً دقیقی که در دست است مربوط به شهرهای اصفهان و تهران می باشند. پیش ازاینکه به نتایج آزمایش ها در این دو شهر بپردازیم، لازم است از

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

دید مقایسه، نگاهی به درجه آلودگی فاضلاب خانگی (شهری) در برخی از کشورهای جهان بیافکنیم. آزمایش های انجام گرفته نشان می دهند که فاضلاب های خانگی در آمریکا (ایالات متحده)، سوئد و در قسمت هائی از کانادا دارای نزدیک به ۷۵ تا ۱۲۵ گرم BOD_5 برای هر نفر در شبانه روز می باشند، [31,8] در صورتی که این عدد در کشورهای اروپائی از قبیل آلمان، اتریش، فرانسه و انگلستان نزدیک به ۶۰ گرم می رسد ،[36,31,9] مقدار BOD_5 در کشورهای درحال رشد غالباً از ۵۰ گرم برای هر نفر در شبانه روز کمتر است. برای نمونه مقدار آن در زامبیا ۳۶، درکنیا (شهر نایروبی) ۲۳ گرم برای هر نفر در شبانه روز است. در اسرائیل مقدار آن حدود ۵۰ تا ۶۰ [36] ، در هندوستان ۳۵ تا ۵۰ [31,9] در زلاندنو ۶۹ و در برزیل ۵۰ تا ۶۰ گرم برای هر نفر در شبانه روز بر آورد شده است،[9]

میانگین مقدار مواد معلقی که هر نفر در شبانه روز دفع می کند در اتریش ۵۵، انگلستان۶۲، برزیل ۵۶، زلاندنو۵۴، هندوستان ۶۷ گرم [9] و در ایالات متحده آمریکه ۲۶۰ تا ۳۸۰ گرم [31,9,2] می باشد.

بطور متوسط در فاضلاب های شهری نسبت مقدار تولید سرانه مواد معلق (SS) به مقدار BOD_5 پیرامون ۱/۱تا ۱/۲ می باشد .[20,1]

برای تعیین مشخصات فاضلاب در شهر تهران از سال ۱۳۴۹ به مدت ۲/۵ سال از شبکه های گرد آوری فاضلاب در شهرک های موجود در آن نمونه های فاضلاب برداشت

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

شده و در آزمایشگاه سازمان آب تهران مورد آزمایش قرار گرفته است [46,45,39]

برخی از نتایج آزمایش های نامبرده در جدول شماره (۱-۵) نشان داده شده است.

بر اساس آزمایش های نامبرده مقدار تولید سرانه BOD_5 و مواد معلق (SS) در تهران برابر ۴۰ و ۵۰ گرم تعیین گردید که مبنای طرح مقدماتی فاضلاب تهران قرارگرفت. در اصفهان نیز در سالهای ۱۳۵۰ تا ۱۳۵۳ آزمایش هائی برای تعیین BOD_5 فاضلاب شهری انجام گرفت که برای مقدار BOD_5 عدد ۴۰ گرم برای دو نفر در شبانه روز را نشان داده است. در سال ۱۳۷۴ مدیریت طرح های فاضلاب وزارت نیرو میانگین آلودگی فاضلاب های شهری را در ایران نزدیک به ۲۵۰ میلیگرمBOD_5 در لیتر تخمین زده است.[۱]

[۱] - گزارش آقاي مهندس محموديان از سوي وزارت نيرو به سمينار مشترك آب و محيط زيست ايران و آلمان در سال ۱۳۷٤.