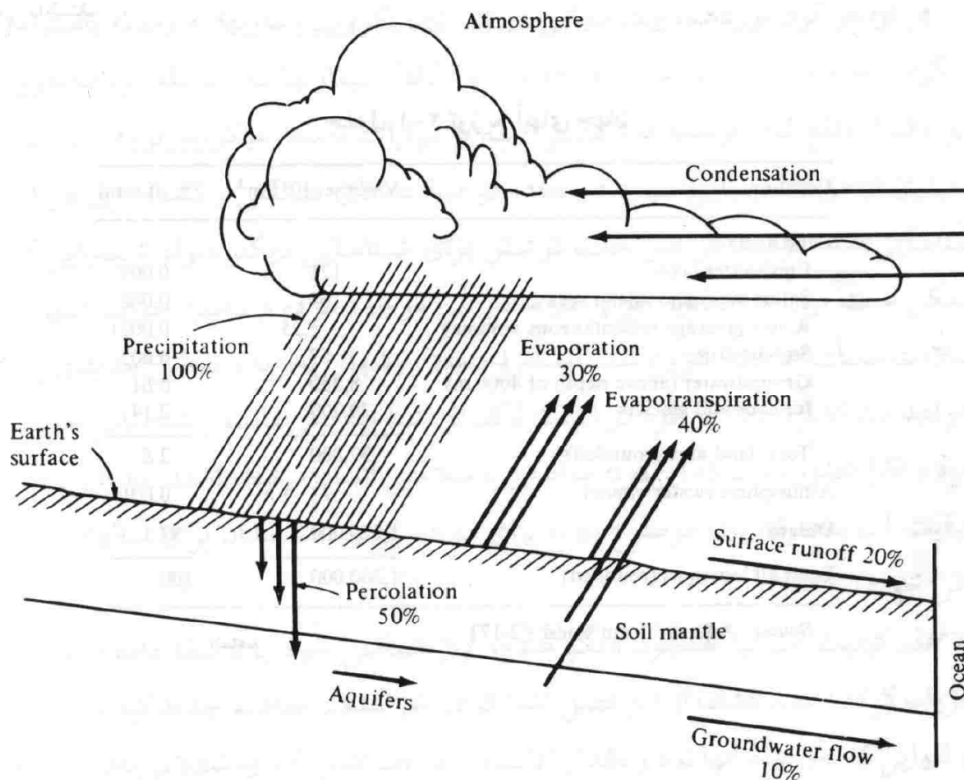


۱- محیط زیست، آلودگی‌ها و نقش مهندس محیط زیست

...

۲- کیفیت آب: تعاریف، خواص و دیدگاه‌ها

۱-۲- چرخه هیدرولوژیکی



۲-۲- رده‌بندی اندازه جامدات موجود در آب

- محلول: کمتر از $0/001$ میکرون (10^{-6} میلی‌متر)
- کلوئیدی: بین $0/001$ تا یک میکرون (10^{-6} تا 10^{-3} میلی‌متر)
- معلق یا فیلترنشده: بزرگتر از یک میکرون (10^{-3} میلی‌متر)

مثال ۳-۲: تعیین غلظت معادل - غلظت معادل کربنات کلسیم را در (الف) NaCl 117 mg/L و (ب) 2×10^{-3} مول NaCl تعیین کنید.

جواب:

(الف)

۱- یک اکی والان کربنات کلسیم

$$\frac{40+12+3(16)}{2} = 50 \text{ g/equiv} = 50000 \text{ mg/mequiv}$$

$$= 50 \text{ mg/mequiv}$$

۲- یک اکی والان کلرید سدیم

$$\frac{23+35.5}{1} = 58.5 \text{ g/equiv} = 58.5 \text{ mg/mequiv}$$

۳- با استفاده از معادله (۲-۲)

$$\frac{117 \text{ mg/L}}{58.5 \text{ mg/mequiv}} \times 50 \text{ mg/mequiv} = 100 \text{ mg/L NaCl as CaCO}_3$$

(ب)

۱- یک مول ماده تقسیم بر ظرفیت آن برابر یک اکی والان است.

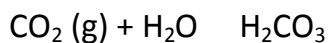
$$\frac{(\text{mol/L } A)}{(\text{mol/eq } A)} \times (\text{mg/eq } B) = \text{mg/L } A:B$$

$$\frac{2 \times 10^{-3} \text{ mol/L}}{1 \text{ mol/eq}} = 2 \times 10^{-3} \text{ equiv/L}$$

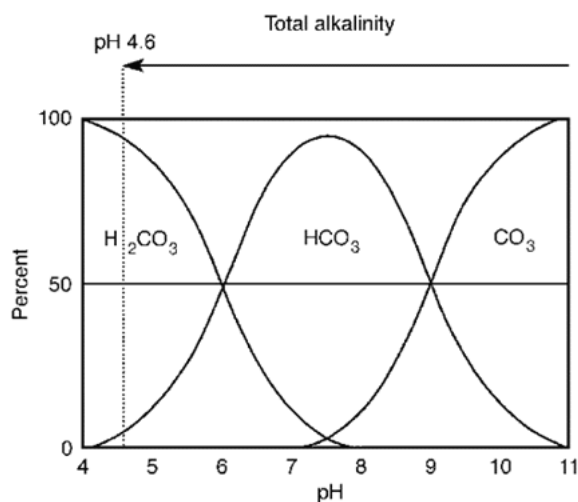
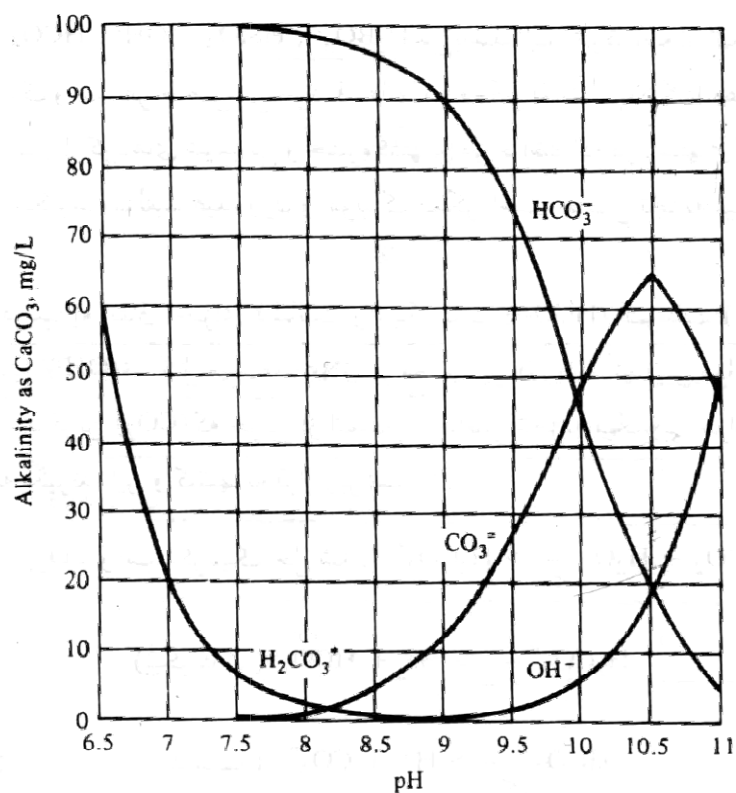
۲- بدین طریق:

$$2 \times 10^{-3} \text{ equiv/L} \times 50000 \text{ mg/equiv} = 100 \text{ mg/L}$$

۳- قلیائیت: مقدار یونهای خنثی کننده یون هیدروژن (آنیونها) و شاخصی است برای میزان توانایی آب برای خنثی کردن اسیدها. مهمترین‌ها: CO_3^{2-} ، HCO_3^- ، OH^- . بر حسب میلی گرم در لیتر CaCO_3 .



نکته: واکنش آخر در حضور جلبک بعلت مصرف بیکربنات به سمت راست جابجا می شود و سبب افزایش pH تا حدود ۹ و ۱۰ می گردد.



۳-۳-۲ پارامترهای بیولوژیکی

- باکتری‌ها: تک سلولی با اشکال میله‌ای (باسیل)، کروی (کوکسی)، و مارپیچی (اسپیریلا). بیماری‌های مهم: وبا، حصبه (تیفوس)، سل.
 - ویروس‌ها: انگل اجباری، عامل آبله، فلج اطفال و هپاتیت.
 - پروتوزا: تک سلولی؛ انگل ژیا ردیا و برخی کیست‌ها.
 - کرم‌ها.
- اغلب آنها با تصفیه کامل فاضلاب (شامل فیلتراسیون) و ضد عفونی کردن از بین می‌روند ولی ویروس‌ها ممکن است باقی بمانند.

- شاخص‌های بیماری‌زایی: خواص مهم شاخص بیماری‌زایی

۱. کاربرد برای همه نوع آب
۲. در هنگام حضور پاتوژنها موجود باشد
۳. در هنگام غیاب پاتوژنها غایب باشد
۴. آزمایش کمی آن ساده باشد
۵. برای آزمایش کننده بیماری‌زا نباشد.

نوع	منبع	تفسیر
گوارشی (مدفوعی)	منحصراً در دستگاه گوارش حیوانات خونگرم یافت می‌شوند شامل اشرشیاکلی (E.Coli) و گروه‌های دیگر باکتری	تعداد میکروارگانیسم زنده می‌تواند شاخص زمان گذشته از آلودگی باشد پاتوژنها به خودی خود در این آزمایش شناسایی نمی‌شوند با مثبت بودن آن احتمال می‌رود که پاتوژنها نیز وجود داشته باشند
غیرگوارشی	در خاک و سبزیجات فاسد وجود دارند	غالباً در آبی که جدیداً با این مواد در تماس بوده‌اند یافت می‌شوند. پاتوژنها به خودی خود در این آزمایش شناسایی نمی‌شوند با مثبت بودن آن احتمال می‌رود که پاتوژنها نیز وجود داشته باشند
روشی آزمایش	فیلتر غشایی (کمتر از ۰/۴۵ میکرون) + محیط کشت	۲۴ ساعت و در دمای مناسب
تخمیر چندلوله‌ای (رقت‌های مختلف)	مرحله اول - آزمایش احتمالی مرحله دوم - آزمایش تاییدی مرحله سوم - آزمایش تکمیلی (MPN/۱۰۰cc)	(دمای آزمایش ۳۵ درجه و زمان بین ۲۴ تا ۴۸ ساعت در مراحل مختلف)

۴-۳-۲ استانداردها و الزامات کیفی

- آب آشامیدنی ایران: موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی (۱۳۸۸) - گزیده استانداردها:

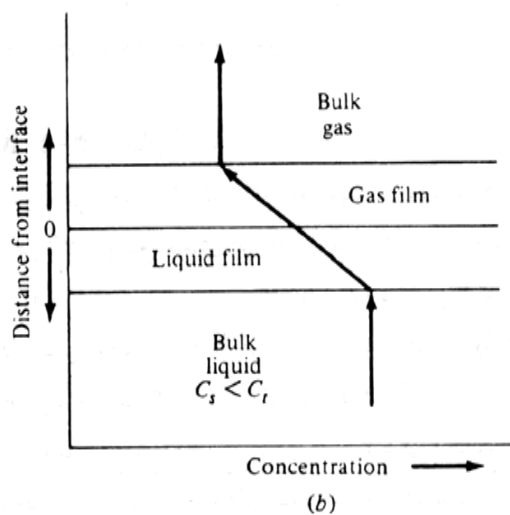
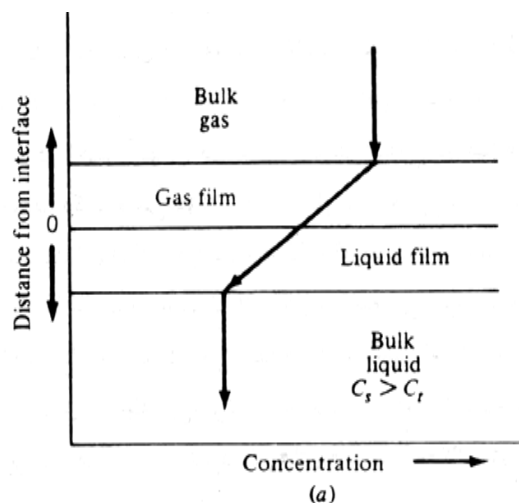
ردیف	مواد آلوده کننده (mg/l)		تخلیه به آبهای سطحی	تخلیه به چاه جاذب	مصارف کشاورزی و آبیاری
۱	نقره	Ag	۱	۰.۱	۰.۱
۲	آلومینیوم	AL	۵	۵	۵
۳	آرسنیک	As	۰.۱	۰.۱	۰.۱
۴	بر	B	۲	۱	۱
۵	باریم	Ba	۵	۱	۱
۶	بریلیوم	Be	۰.۱	۱	۰.۰۵
۷	کلسیم	Ca	۷۵	—	—
۸	کادمیوم	Cd	۰.۱	۰.۱	۰.۰۵
۹	کلر آزاد	Cl	۱	۱	۰.۲
۱۰	کلراید	Cl-	۶۰۰ (تبصره ۱)	۶۰۰ (تبصره ۲)	۶۰۰
۱۱	فرمانید	CH ₂ O	۱	۱	۱
۱۲	فنل	C ₆ H ₅ OH	۱	ناچیز	۱
۱۳	سیانور	CN	۰.۵	۰.۱	۰.۱
۱۴	کیالت	Co	۱	۱	۰.۰۵
۱۵	کرم	Cr+6	۰.۵	۱	۱
۱۶	کرم	Cr+3	۲	۲	۲
۱۷	مس	Cu	۱	۱	۰/۲
۱۸	فتوراید	F	۲.۵	۲	۲
۱۹	آهن	Fe	۳	۳	۳
۲۰	جیوه	Hg	ناچیز	ناچیز	ناچیز
۲۱	لیتیم	Li	۲.۵	۲.۵	۲.۵
۲۲	منیزیم	Mg	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
۲۳	منگنز	Mn	۱	۱	۱
۲۴	مولیبدن	Mo	۰.۰۱	۰.۰۱	۰.۰۱
۲۵	نیکل	Ni	۲	۲	۲
۲۶	آمونیم بر حسب NH ₄	NH ₄	۲.۵	۱	—
۲۷	نیتريت بر حسب NO ₂	NO ₂	۱۰	۱۰	—
۲۸	نیترات بر حسب NO ₃	NO ₃	۵۰	۱۰	—
۲۹	فسفات بر حسب فسفر	P	۶	۶	—
۳۰	سرب	Pb	۱	۱	۱
۳۱	سلنیم	Se	۱	۰.۱	۰.۱
۳۲	سولفید	SHr	۳	۳	۳
۳۳	سولفیت	SO ₃	۱	۱	۱
۳۴	سولفات	SO ₄	۴۰۰ (تبصره ۱)	۴۰۰ (تبصره ۲)	۵۰۰
۳۵	وانادیم	V	۰.۱	۰.۱	۰.۱
۳۶	روی	Zn	۲	۲	۲
۳۷	چربی روغن		۱۰	۱۰	۱۰
۳۸	دتر جنت	ABS	۱.۵	۰.۵	۰.۵
۳۹	بی. او. دی (تبصره ۳)	BOD ₅	۳۰ (لحظه ای ۵۰)	۳۰ (لحظه ای ۵۰)	۱۰۰
۴۰	سی. او. دی (تبصره ۳)	COD	۶۰ (لحظه ای ۱۰۰)	۶۰ (لحظه ای ۱۰۰)	۲۰۰
۴۱	اکسیژن محلول	DO	۲	—	۲
۴۲	مجموع مواد جامد محلول	TDS	(تبصره ۱)	(تبصره ۲)	—
۴۳	مجموع مواد جامد معلق	TSS	۴۰ (لحظه ای ۶۰)	—	۱۰۰
۴۴	مواد قابل ته نشینی	SS	۰	—	—
۴۵	پ - هاش (حدود)	PH	۸.۵-۶.۵	۵-۹	۸.۵-۶.۵
۴۶	مواد رادیواکتیو		۰	۰	۰
۴۷	کدورت (واحد تیرگی)	NTU	۵۰	—	۵۰
۴۸	رنگ (واحد رنگ)	TCU	۷۵	۷۵	۷۵
۴۹	درجه حرارت	T	(تبصره ۴)	—	—
۵۰	کلیفرم گوارشی (تعداد در ۱۰۰ میلی لیتر)	MPN	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰
۵۱	کلیفرم (تعداد در ۱۰۰ میلی لیتر)	MPN	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰
۵۲	تخم انگل		—	—	(تبصره ۵)

تبصره ۱: تخلیه یا غلظت بیش از میزان مشخص شده در جدول ها در صورتی مجاز خواهد بود ه پساب خروجی ، غلظت کلراید ، سولفات و مواد محلول منبع پذیرنده را در شعاع ۲۰۰ متری بیش از ده درصد افزایش ندهد.

- میزان انتقال: در هوادهی بسیار مهم است.

$$dC/dt = (C_s - C) k_a$$

مقدار k_a بستگی به دما، مساحت سطح مشترک، مقاومت حرکت بین دو فاز دارد.



برای آمونیاک که انحلال آن در آب زیاد است بیشترین مقاومت در لایه گاز است (کنترل شونده بوسیله لایه گاز) و برای اکسیژن و نیتروژن لایه مایع. و برای H_2S هر دو لایه.

۳-۱-۵- انتقال گاز

لایه‌بندی حرارتی مخازن در فصول مختلف بعلت تغییر دانسیته.

- رو لایه : Epilimnion

- میان لایه: Metalimnion یا Thermocline

- زیر لایه: Hypolimnion

$$D_{75} = 5.2 \text{ mg/L}$$

$$D_{100} = 4.1 \text{ mg/L}$$

۶- غلظت اکسیژن حل شده در هر نقطه عبارت است از:

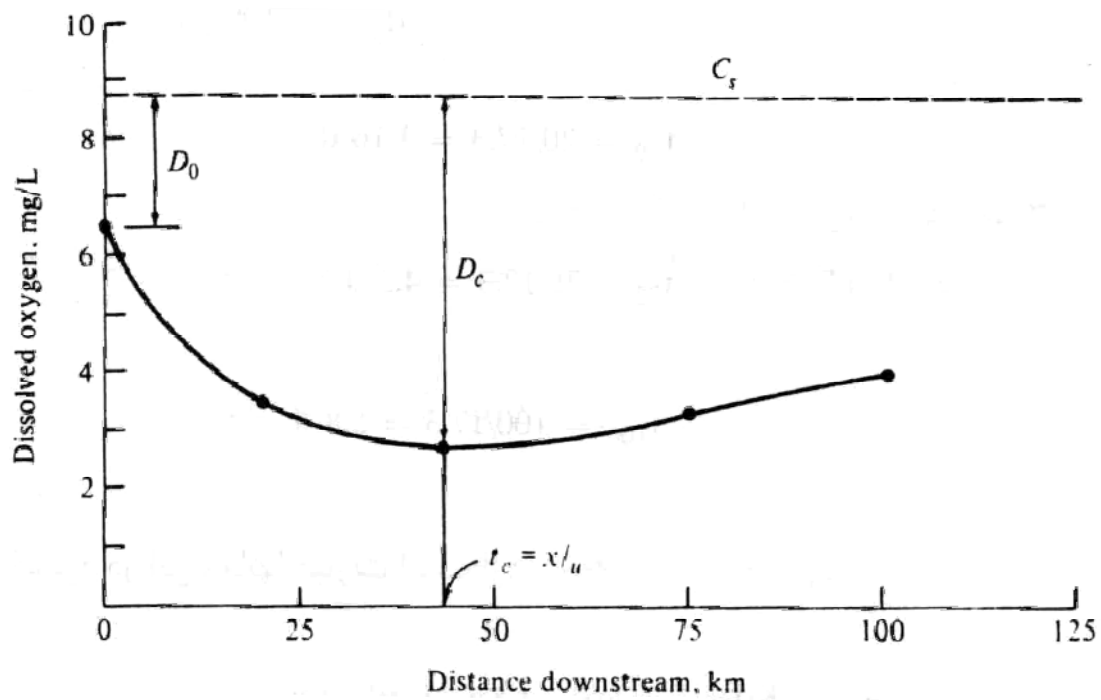
$$D = C_s - C$$

$$C_{20} = 8.8 - 5.1 = 3.6 \text{ mg/L}$$

$$C_{43.2} = 2.8 \text{ mg/L}$$

$$C_{75} = 3.5 \text{ mg/L}$$

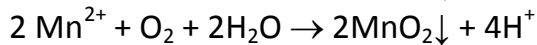
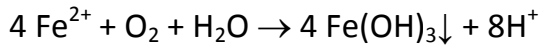
$$C_{100} = 4.6 \text{ mg/L}$$



۴-۱- هوا دهی

عمدتاً برای آبهای زیرزمینی:

- برای حذف گازهای نامطلوب حاصل از تجزیه مواد آلی (H_2S , CO_2)
- همچنین برای حذف آهن (Fe^{2+}) و منگنز (Mn^{2+}) که با این ظرفیت حلالین بالایی دارند و با اکسیداسیون به ظرفیت‌های بالاتر نامحلول می‌گردند.

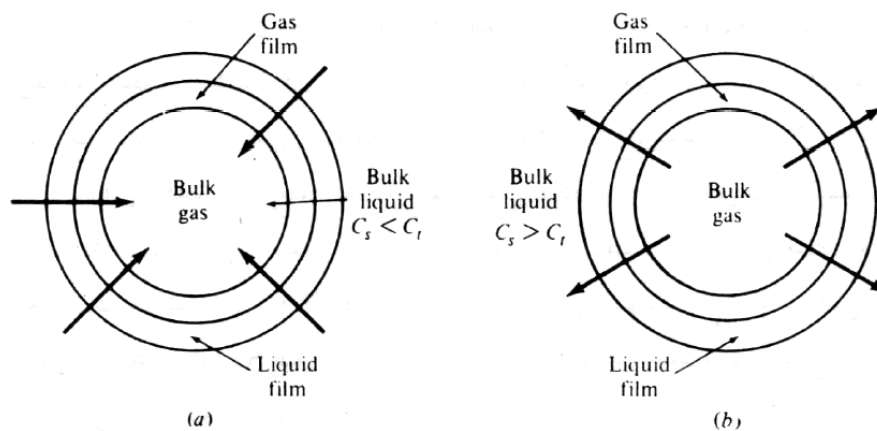


در اثر واکنش‌های فوق pH پائین می‌آید و همچنین برای حذف رسوبات ایجاد شده ته‌نشینی لازم است.

۴-۱-۱- سیستم‌های هوا دهی

- ۱- پخش هوا در آب: دمیدن حباب‌های هوا در آب (مرسوم‌تر) در تانک‌هایی به عمق ۲ تا ۵ متر. بیشتر در تصفیه فاضلاب مرسوم اند.

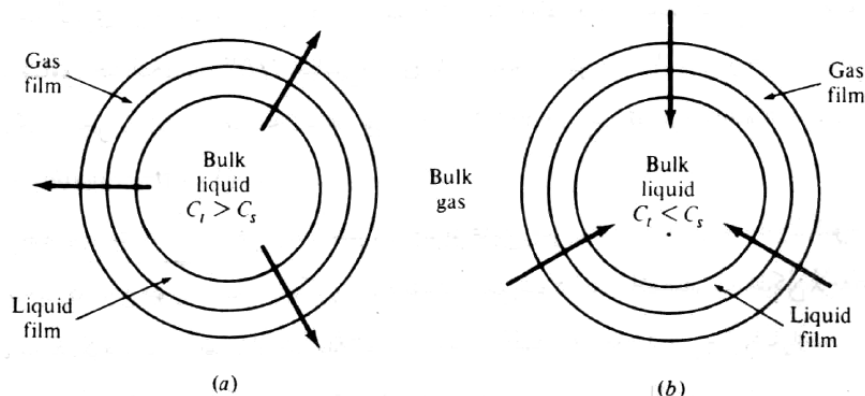
شکل ۴-۴: هوای پخش شده در آب: (الف) واجذبی (ب) جذب



۲- پخش آب در هوا:

بطور کلی این روش‌ها برای واجذبی گازها (فوق اشباع) بیشتر کاربرد دارد تا جذب اکسیژن (مادون اشباع).

شکل ۴-۳: آب پخش شده در هوا: (الف) واجذبی (ب) جذب



الف- فواره‌ها: پارامترهای طراحی هوادهی فورانی به شرح زیر می‌باشند:

- قطر افشانه‌ها: ۲ تا ۴ سانتی‌متر (نمونه ۱ اینچ = ۲/۵۴ سانتی‌متر)
- فشار سیستم: ۷۰ کیلوپاسکال (۱۰ psi)
- فاصله‌گذاری افشانه‌ها: ۳/۵-۰/۶ متر (نمونه ۱/۲۵ متر)
- میزان دبی هر افشانه: ۵ تا ۱۰ لیتر بر ثانیه
- مساحت نمونه: ۱۰ m² / (50lit/s)

ب- برج‌های آبشاری (Cascade):

- ارتفاع هر پله: ۰/۳ متر
- تعداد پله‌ها: تا ۱۰ عدد در هر برج
- شکل: طولی / دایره‌ای
- مساحت لازم: ۴-۹ m² / (50lit/s) (بستگی به تعداد پله‌ها دارد)

ج- برج‌های بشقابی (سینی‌دار - tray):

بیشتر برای اکسیداسیون آهن و منگنز بکار می‌روند. (در سینی‌هایی پوشیده از پرمنگنات پتاسیم)

۴-۲- جداسازی جامدات

ته نشینی (Sedimentation) // زلال‌سازی (Clarification). در صورتی انجام پذیر است که دانسیته ماده جامد از آب بیشتر باشد در غیر اینصورت فرآیند شناورسازی مطرح است.

انواع ذرات:

- ذرات مجزا: اندازه و شکل و سنگینی آنها با زمان تغییر نمی‌کند.
- ذرات لخته‌ای: در آن ذرات منعقد یا متراکم شده و اندازه و شکل و سنگینی آنها با زمان تغییر می‌کند.

انواع سوسپانسیون:

- رقیق: ذرات آنها به اندازه کافی نزدیک نیستند که ته‌نشین گردند.
- غلیظ: ذرات آنها به اندازه کافی نزدیک هستند که ته‌نشین گردند.

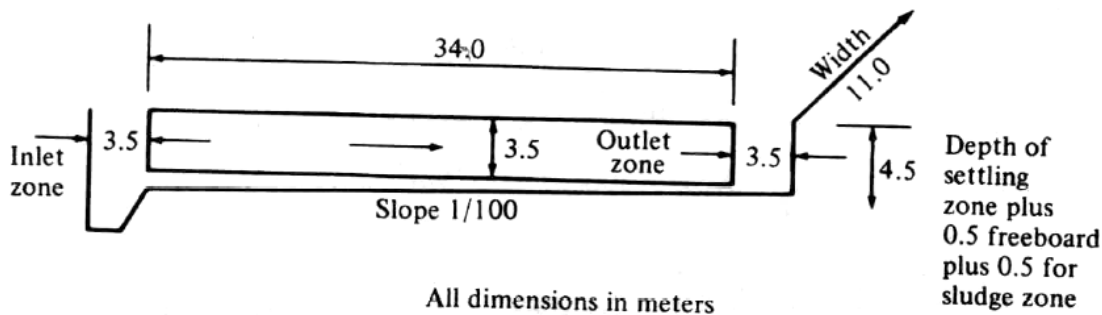
۴- سرعت افقی را چک کنید.

$$v_h = \frac{Q}{A_s} = \frac{7500 \text{ m}^3/\text{d} \times \text{d}/24\text{h}}{11\text{m} \times 3.5\text{m}} = 8.1 \text{ m/h}$$

۵- میزان بار سطحی را چک کنید. اگر سرریز ساده در مقطع پایانی تانک گذاشته شود طول بار سطحی ۱۱ متر شده و میزان بار سطحی به قرار زیر خواهد بود:

$$7500 \text{ m}^3/\text{d} \times 1\text{d}/24\text{h} \times 1/11\text{m} = 28.4 \text{ m}^3/\text{h.m}$$

پنج برابر این طول لازم است. سرریزهایی همچون شکل ۱۰-۴ طراحی کنید.
۶- مناطق ورود و خروج مساوی عمق تانک و منطقه لجن را همان طور که در شکل زیر نشان داده شده تعیین کنید.



۴-۲-۲- مخازن ته‌نشینی دایره‌ای

- جریان از وسط وارد می‌شود
- قطر ۳۰ متر یا کمتر
- کنترل جریان سخت‌تر
- مکانیسم حذف لجن آسانتر
- بر خلاف مستطیلی، بار سطحی زیاد مشکلی نیست چون کل محیط برای بار سطحی استفاده می‌شود.
- لازم است ورقه‌های سرریز دقیقاً تراز باشند.

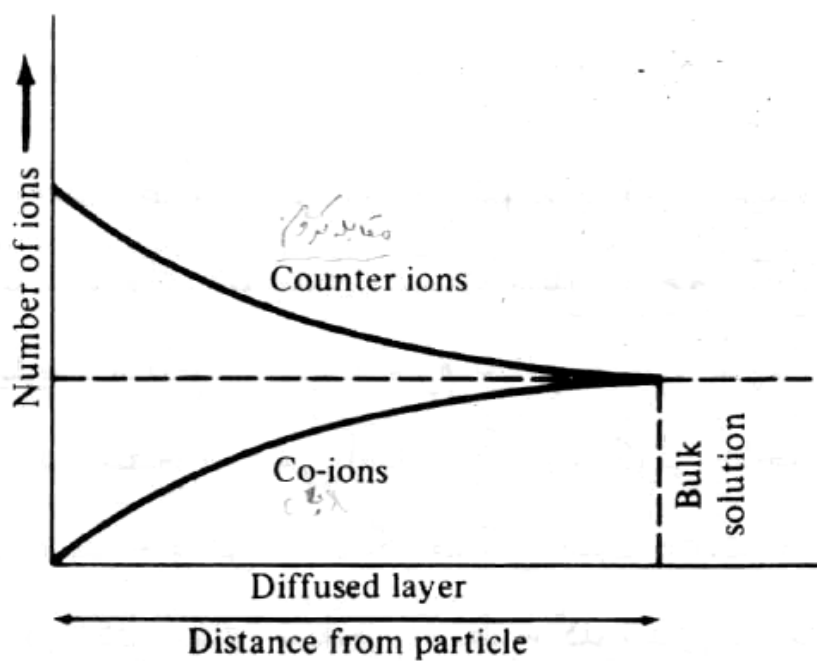
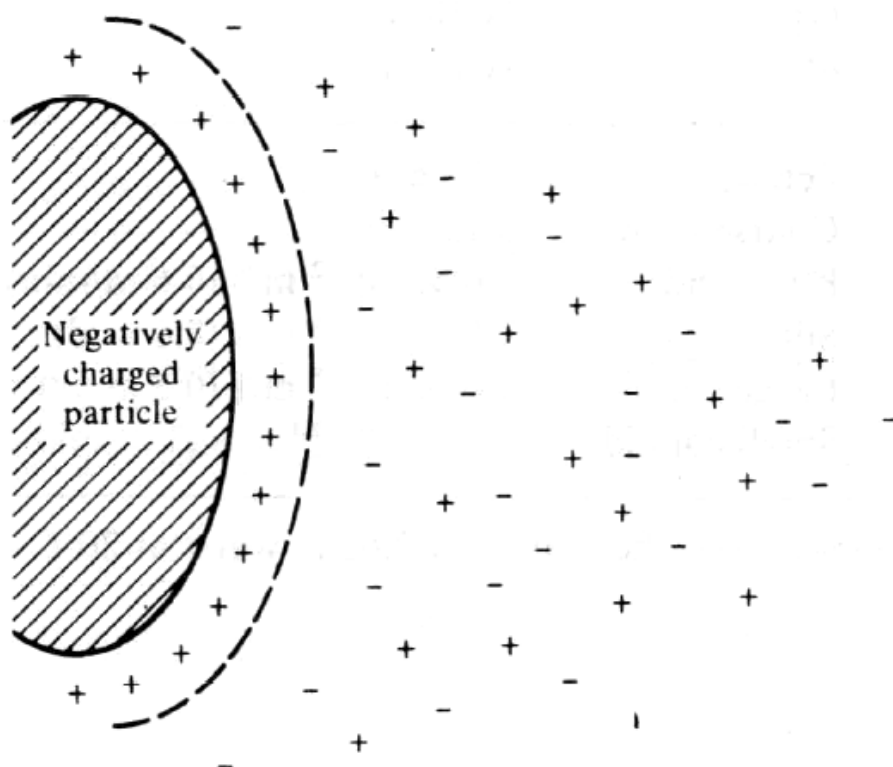
محدودیت‌های طراحی مشابه مستطیلی است. ولی در این مورد بار سطحی و سرعت پارامترهای قابل توجهی نیستند.

جدول ۴-۱- سرعت ته‌نشینی ذرات با اندازه‌های متفاوت

Particle diameter mm	Size typical of	Settling velocity
10	Pebble	0.73 m/s
1	Coarse sand	0.23 m/s
0.1	Fine sand	1.0×10^{-2} m/s (0.6 m/min)
0.01	Silt	1.0×10^{-4} m/s (8.6 m/d)
0.0001	Large colloid	1.0×10^{-8} m/s (0.3 m/yr)
0.000001	Small colloid	1.0×10^{-13} m/s (3 m/million yr)

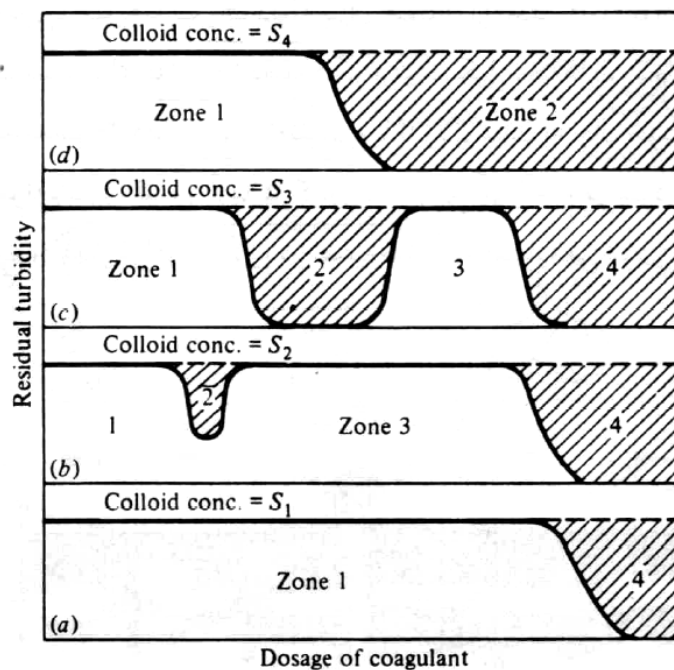
* Spheres with specific gravity of 2.65 in water at 20°C.

شکل ۱۲-۴ سیستم بار الکتریکی در سوسپانسیون کلوئیدی



Charge system in a colloidal suspension.

شکل ۱۷-۴ نتایج آزمایشهای جار در کدورت‌های مختلف

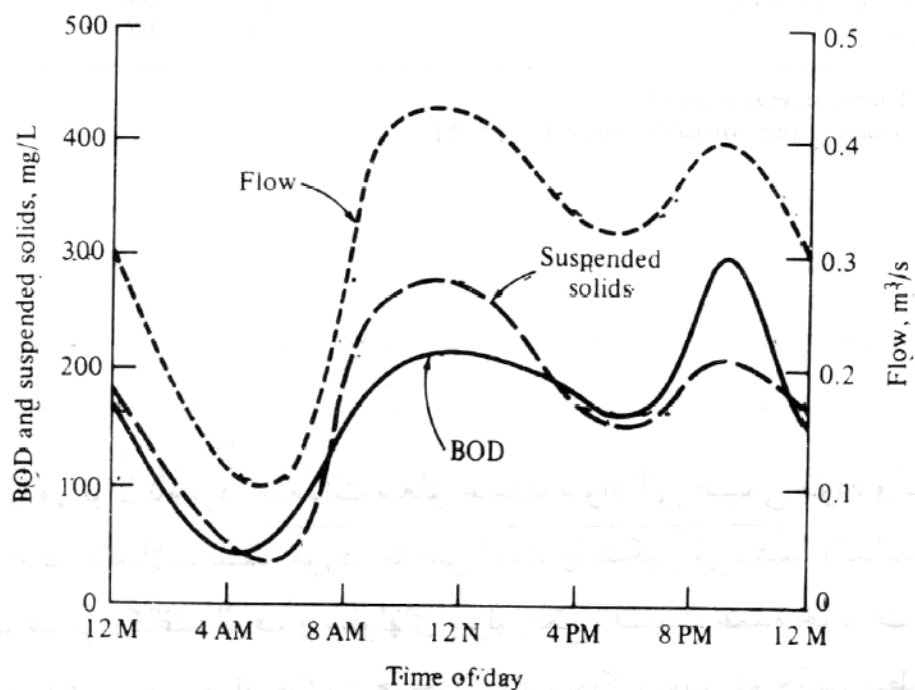


(۲) خنثایی (کم‌جا روی و پیری)

↑
↑
(۲) جذب سطحی و خنثایی و (۱) جارویی

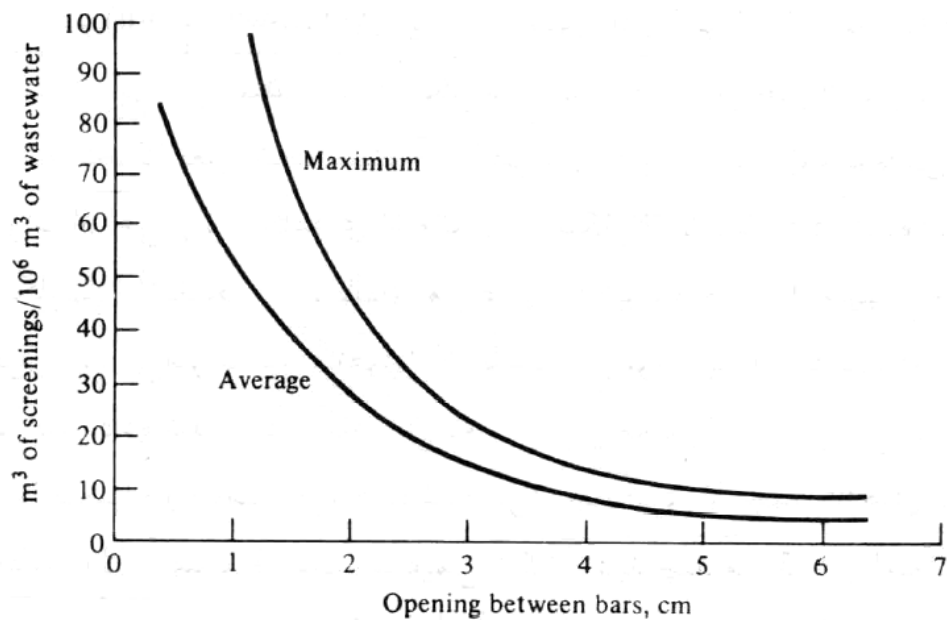
(۱) جارویی

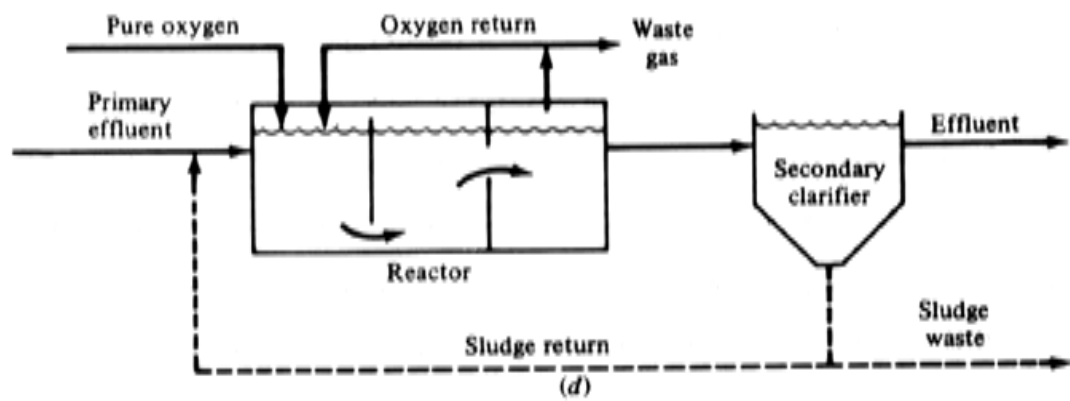
شکل ۵-۱: تغییرات دبی، جامدات معلق و BOD_5 در فاضلاب شهری



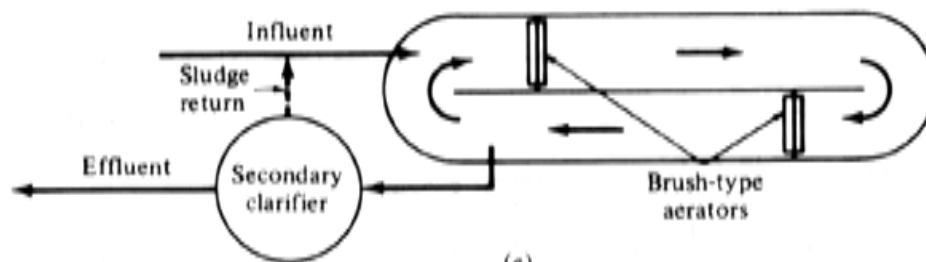
شکل ۵-۷: مقدار آشغالگیری فاضلاب شهری به عنوان تابعی از

فاصله بین میله در آشغالگیرهای مکانیکی

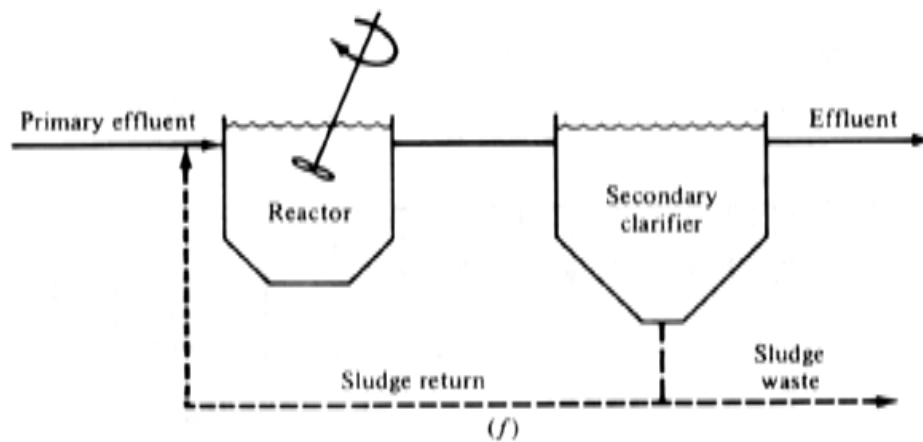




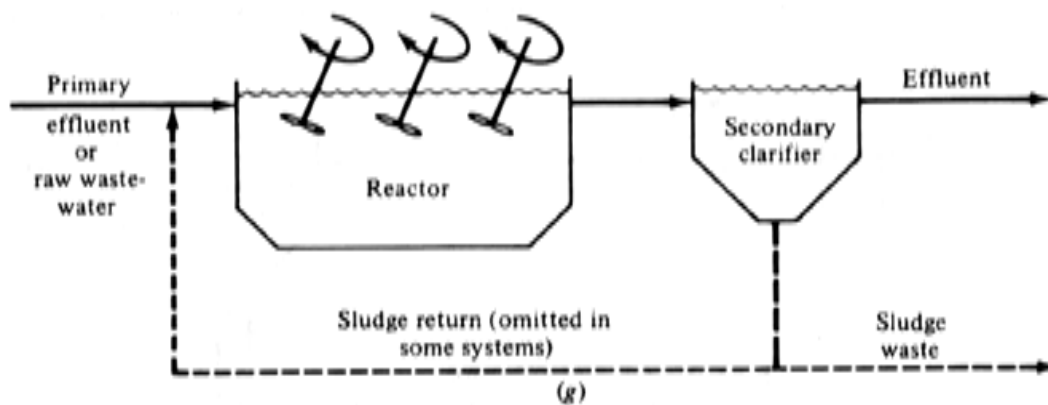
(d)



(e)



(f)



(g)

جدول ۲-۴ درصد وزنی اجزاء تشکیل دهنده مواد زائد جامد شهری ، براساس اندازه گیری هایی که در یک دوره ۵ ساله (۱۹۷۶-۱۹۷۱) انجام گرفت .

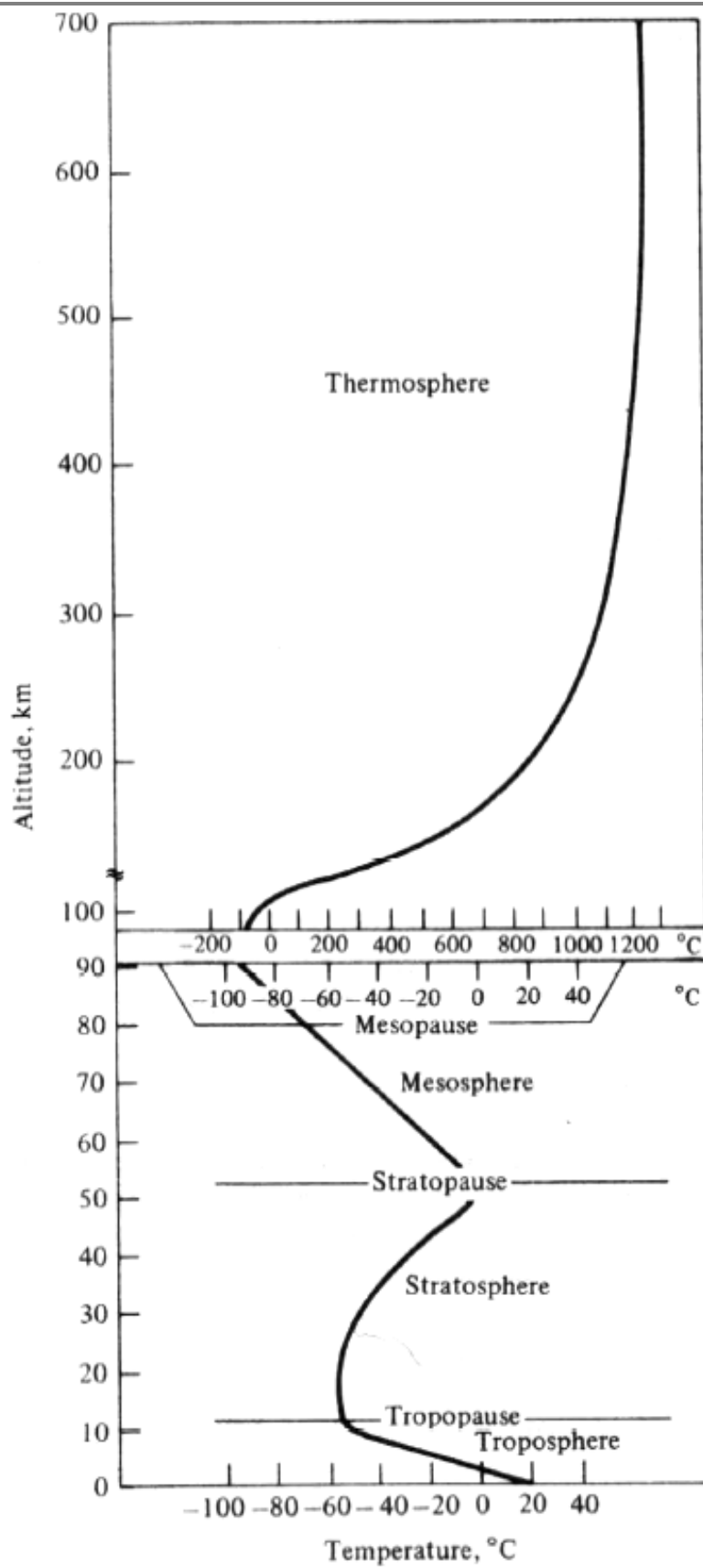
درصدوزنی				
اجزاء	حدود	به طور معمولی	مواد بسته بندی	دیویس کالیفرنیا
مواد زائد غذایی	۶-۲۶	۱۵	—	۹/۵
کاغذ	۲۵-۴۵	۴۰	۵۵/۸	۴۳/۱
مقوا	۳-۱۵	۴	—	۶/۵
پلاستیک	۲-۸	۳	۳/۶	۱/۸
منسوجات	۰-۴	۲	۰/۴	۰/۲
لاستیک	۰-۲	۰/۵	—	۰/۸
چرم	۰-۲	۰/۵	—	۰/۷
مواد باغبانی	۰-۲۰	۱۲	—	۱۴/۳
چوب	۱-۴	۲	۷/۸	۳/۵
شیشه	۴-۱۶	۸	۱۸/۱	۷/۵
قوطی های فلزی	۲-۸	۶	۱۴/۳	۵/۲
فلزات غیر آهنی	۰-۱	۱	—	۱/۵
فلزات آهنی	۱-۴	۲	—	۴/۳
خاک کربوه، خاکستر، آجر و غیره	۰-۱۰	۴	—	۱/۱

جدول ۳-۴ نمونه درصد رطوبت موجود در اجزاء ترکیبی زباله شهری متداول

درصد رطوبت		اجزاء
متداول	حدود	
۷۰	۵۰-۸۰	مواد غذایی زائد
۶	۴-۱۰	کاغذ
۵	۴-۸	مقوا
۲	۱-۴	پلاستیک
۱۰	۶-۱۵	منسوجات (پارچه)
۲	۱-۴	لاستیک
۱۰	۸-۱۲	چرم
۶۰	۳۰-۸۰	مواد زائد باغبانی
۲۰	۱۵-۴۰	چوب
۲	۱-۴	شیشه
۳	۲-۴	قوطی های قلع (کنسرو قوطی)
۲	۲-۴	فلزات غیر آهنی
۳	۲-۶	فلزات آهنی
۸	۶-۱۲	خاک روبره، خاکستر، آجر و غیره
۲۰	۱۵-۴۰	مواد زائد و جامد شهری

Table 7-3 Concentration of atmospheric gases in clean, dry air at ground level

Gas	Concentration, ppm by volume	Concentration, % by volume
Nitrogen (N ₂)	280,000	78.09
Oxygen (O ₂)	209,500	20.95
Argon (Ar)	9,300	0.93
Carbon dioxide (CO ₂)	320	0.032
Neon	18	0.0018
Helium (He)	5.2	0.00052
Methane (CH ₄)	1.5	0.00015
Krypton (Kr)	1.0	0.0001
Hydrogen (H ₂)	0.5	0.00005
Dinitrogen oxide (N ₂ O)	0.2	0.00002
Carbon monoxide (CO)	0.1	0.00001
Zenon (Xe)	0.08	0.000008
Ozone (O ₃)	0.02	0.000002
Ammonia (NH ₃)	0.006	0.0000006
Nitrogen dioxide (NO ₂)	0.001	0.0000001
Nitric oxide (NO)	0.0006	0.00000006
Sulfur dioxide (SO ₂)	0.0002	0.00000002
Hydrogen sulfide (H ₂ S)	0.0002	0.00000002



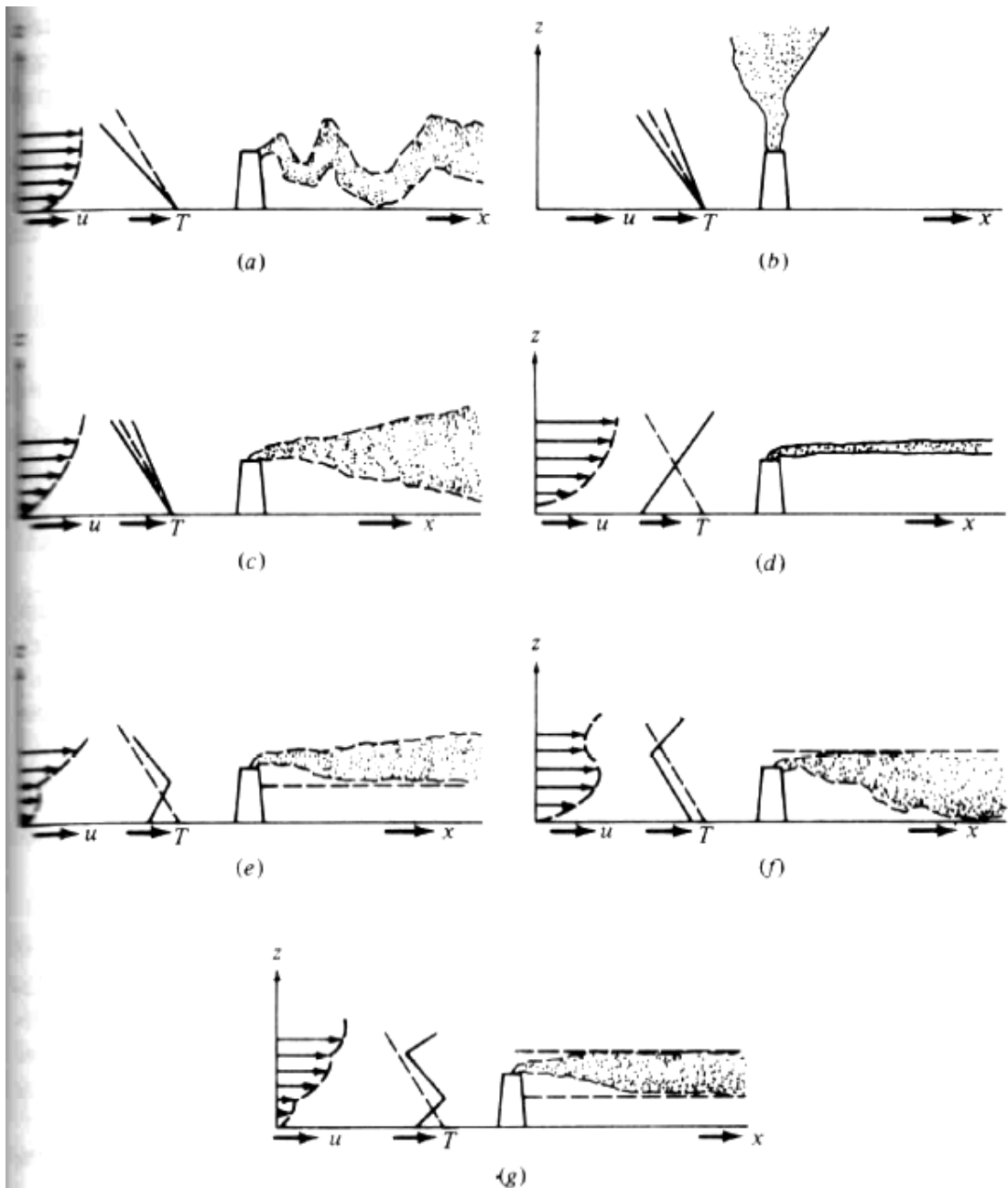


Figure 8-7 Effect of lapse rate on plume behavior (a) looping, (b) neutral, (c) coning, (d) fanning, (e) lofting, (f) fumigating, and (g) trapping.

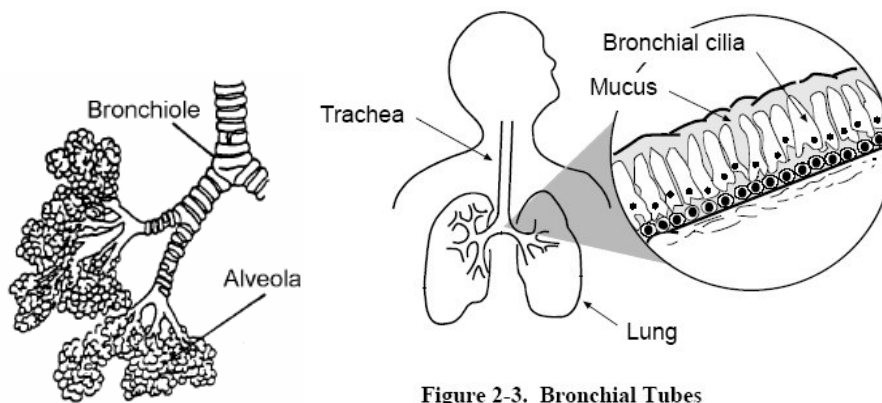


Figure 2-3. Bronchial Tubes

۲-۱- اثر گلخانه‌ای (Greenhouse Effect)

در ادبیات امروزی آلودگی هوا اثر گلخانه‌ای مترادف با تغییر اقلیم جهانی (Global Climate Change) است. گازهایی که سبب به دام افتادن اشعه‌های مادون قرمز طول موج بلند در اتمسفر زمین و در نتیجه افزایش دمای آن گردند، گازهای گلخانه‌ای و پدیده ایجاد شده را گرمایش سراسری کره زمین می‌نامند. مهمترین گازهای گلخانه‌ای عبارتند از: CO_2 (حاصل از سوخت‌های فسیلی (عمدتا در نیروگاه‌های برق))، CH_4 (حاصل از فعالیتهای کشاورزی، محل‌های دفن پسماند و ...)، N_2O (حاصل از زمین‌های کشاورزی)، CFCها (Chlorofluorocarbons) (حاصل از صنایع یخچال‌سازی، تولید مواد شیمیایی، تولید فوم، ...) می‌باشند.

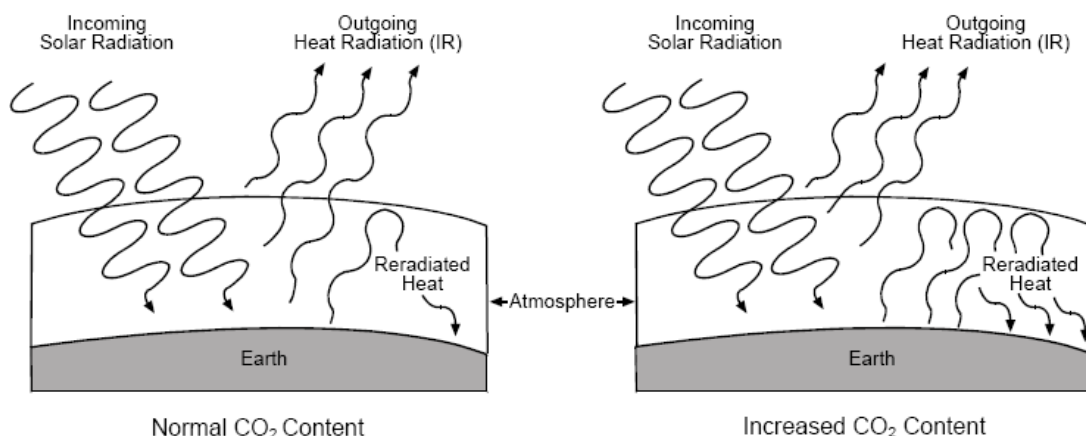


Figure 2-5. The Greenhouse Effect

Table 11.7 Relevant properties of main GHGs

Gas	Lifetime in years	Relative radiative forcing per molecule	Relative radiative forcing per kg of gas	Global warming potential (relative to CO_2) over 100 years after 1 kg release
CO_2	120	1	1	1
CH_4	10	30	58	11
N_2O	150	160	206	290
CFC-11,12	100	21-25 000	4-5 000	5 000