

جلسه ۸:

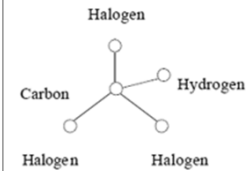
## گندزدایی (۲)

درس: مهندسی تصفیه آب و فاضلاب

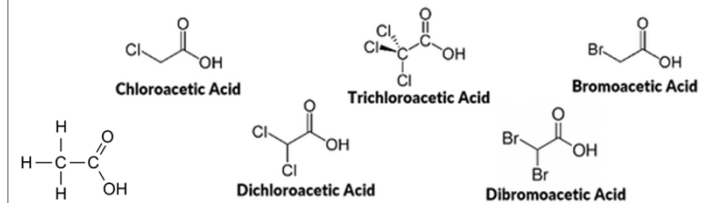
دکتر علی رضا بازارگان

[info@environ.ir](mailto:info@environ.ir)

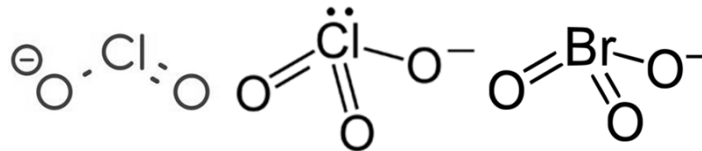
## محصولات جانبی گندزدایی



- ضد عفونی کردن محصولات فرعی دارد
- بعضی از آن ها سرطان زا و سمی هستند
- فن آوری UV محصولات جانبی ندارد



Disinfectant Treatment	Disinfection Byproducts	Health Effects
Chlorination	Trihalomethanes (THMs)	Increased risk of cancer; problems in kidney, liver and central nervous system.
	Haloacetic acids (HAAs)	Increased risk of cancer.
	Chlorate	Reduced ability for red blood cells to carry O <sub>2</sub> .
Chlorine dioxide	Chlorate	Reduced ability for red blood cells to carry O <sub>2</sub> .
	Chlorite	Anemia and nervous system effects (for infants and young children).
Chloramine	Chlorate	Reduced ability for red blood cells to carry O <sub>2</sub> .
Ozonation	Bromate	Increased risk of cancer.

Dr. Alireza Bazargan [info@environ.ir](mailto:info@environ.ir)

## مقایسه روش ها

Condition	Chlorine	Ozone	Chlorine dioxide	Chloramine	Ultraviolet
Produce THM with TOC	y	s	n	y	n
Produce oxidized organics	s	y	s	n	s
Produce halogenated organics	y	s	n	y	n
Produce inorganic byproducts	n	s	y	n	n
Produce BOM	s	y	s	n	n
MRDL applies	y	n	y	y	n
Lime softening impacts	y	n	n	y	y
Turbidity impacts	n	s	n	n	y
Meet <i>giardia</i> - <2.0 log	y	y	y	n	y
Meet <i>giardia</i> - >2.0 log	n	y	y	n	y
Meet <i>crypto</i> - <2.0 log	n	y	y	n	y
Meet <i>crypto</i> - >2.0 log	n	y	y <sup>d</sup>	n	y
Meet virus - <2.0 log	y	y	y	n	y
Meet virus - >2.0 log	y	y	y	n	y
Secondary disinfectant	y	n	s	y	n
Operator skill (1 = low; 5 = high)	1	5	5	2	3
Applicable to large utilities	y	y	y	y	n
Applicable to small utilities	y	y	y	y	y

## تجزیه گندزداها

• می توان فرض کرد که تجزیه از نوع درجه یک یا درجه دو است (بستگی به شرایط و نوع ماده ضدعفونی کننده دارد):

$$\frac{dC}{dt} = -k_d C$$

$C$  = disinfectant concentration, mg/L  
 $k_d$  = decay rate constant,  $\text{time}^{-1}$   
 $t$  = time, complementary units to  $k_d$

$$\frac{dC}{dt} = -k_{2d} C^2$$

Dr. Alireza Bazargan [info@environ.ir](mailto:info@environ.ir)

## مثال

با توجه به جدول زیر، با فرض درجه دو بودن تجزیه، ضریب تجزیه ازن را محاسبه کنید

Ozone concentration, mg/L	Time, min
14.0	0
12.9	20
11.3	60
9.96	100
9.38	120

pH=2.2

Dr. Alireza Bazargan [info@environ.ir](mailto:info@environ.ir)

## جواب

از معادله تجزیه درجه دوم انتگرال می گیریم

$$C_t = \frac{C_0}{1 + (k_{2d})(t)(C_0)}$$

اگر نمودار  $\left(\frac{1}{C_t} - \frac{1}{C_0}\right)$  علیه زمان را رسم کنیم، حاصل یک خط

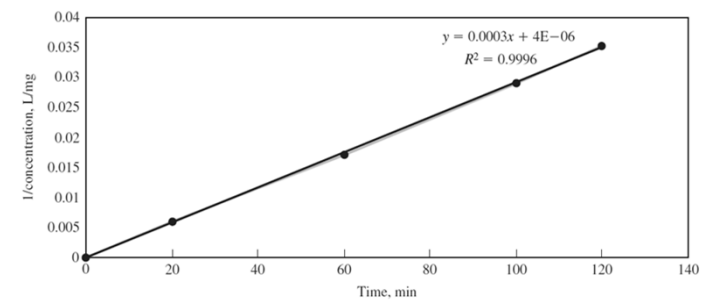
مستقیم با شیب  $k$  خواهد بود

Dr. Alireza Bazargan [info@environ.ir](mailto:info@environ.ir)

## جواب (ادامه)

$\left(\frac{1}{C_t} - \frac{1}{C_0}\right)$ , L/mg	Time, min
0	0
0.00609	20
0.01707	60
0.02897	100
0.03518	120

$$k_{2d} = 0.0003 \text{ L/mg} \cdot \text{min}$$



## شاخص Ct

- برای از بین بردن میکرو ارگانیسم ها دو پارامتر خیلی مهم هستند: یکی غلظت ماده ضدعفونی کننده، و دیگری زمانی که ضدعفونی کننده با میکروارگانیسم در تماس است (زمان ماند)
- حاصل ضرب این دو پارامتر می تواند تعیین کننده کارایی فرایند گندزدایی باشد
- به عنوان مثال تماس 5mg/L ماده ضدعفونی کننده با آب به مدت ۱ دقیقه، تقریبا تاثیری معادل تماس 1mg/L ماده ضدعفونی کننده با آب به مدت ۵ دقیقه خواهد داشت.

Dr. Alireza Bazargan [info@environ.ir](mailto:info@environ.ir)

## چگونه Ct مورد نیاز را تعیین کنیم؟

- Ct مورد نیاز افزایش می یابد وقتی:
  - بخواهیم درصد بیشتری از عوامل بیماری زا حذف شوند
  - ماده گندزدا ضعیف تر باشد
  - عامل بیماری زا مقاوم تر باشد
  - pH بالا برود و بالطبع درصد HOCl کاهش یابد
  - کدورت افزایش یابد
  - دما کاهش یابد

Dr. Alireza Bazargan [info@environ.ir](mailto:info@environ.ir)

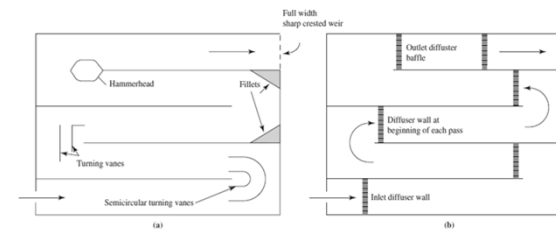
CT VALUES FOR 3-LOG INACTIVATION OF GIARDIA CYSTS BY FREE CHLORINE

Chlorine Concentration (mg/L)	Temperature = 5°C										Temperature = 10°C										Temperature = 15°C									
	pH					pH					pH					pH					pH									
	<=6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	<=6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	<=6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	<=6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0		
<=0.4	137	163	195	237	277	329	390	97	117	139	166	198	236	279	73	88	104	125	149	177	209									
0.6	141	168	200	239	286	342	407	100	120	143	171	204	244	291	75	90	107	128	153	183	218									
0.8	145	172	205	246	295	354	422	103	122	146	175	210	252	301	78	92	110	131	156	189	226									
1.0	148	176	210	253	304	365	437	105	125	149	179	216	260	312	79	94	112	134	162	195	234									
1.2	152	180	215	259	313	376	451	107	127	152	183	221	267	320	80	95	114	137	166	200	240									
1.4	155	184	221	266	321	387	464	109	130	155	187	227	274	329	82	98	116	140	170	206	247									
1.6	157	188	228	273	329	397	477	111	132	158	192	232	281	337	83	99	119	144	174	211	253									
1.8	162	193	231	279	338	407	489	114	135	162	196	238	287	345	86	101	122	147	179	215	259									
2.0	165	197	238	286	346	417	500	116	138	165	200	243	294	353	87	104	124	150	182	221	265									
2.2	169	201	242	297	353	426	511	118	140	169	204	248	300	361	89	105	127	153	186	225	271									
2.4	172	205	247	298	361	435	522	120	143	172	209	253	306	368	90	107	129	157	190	230	276									
2.6	175	209	252	304	368	444	533	122	146	175	213	258	312	375	92	110	131	160	194	234	281									
2.8	178	213	257	310	375	452	543	124	148	178	217	263	318	382	93	111	134	163	197	239	287									
3.0	181	217	261	316	382	460	552	126	151	182	221	268	324	389	95	113	137	166	201	243	292									
Chlorine Concentration (mg/L)	Temperature = 20°C										Temperature = 25°C																			
	pH					pH					pH					pH														
	<=6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	<=6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	<=6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0									
<=0.4	49	59	70	83	99	118	140	36	44	52	62	74	89	105	24	29	35	42	50	59	70									
0.6	50	60	72	86	102	122	146	38	45	54	64	77	92	109	25	30	38	43	51	61	73									
0.8	52	61	73	88	105	126	151	39	46	55	66	79	95	113	26	31	37	44	53	63	75									
1.0	53	63	75	90	108	130	156	39	47	56	67	81	98	117	26	31	37	45	54	65	78									
1.2	54	64	76	92	111	134	160	40	48	57	69	83	100	120	27	32	38	46	55	67	80									
1.4	55	65	78	94	114	137	165	41	49	58	70	85	103	123	27	33	39	47	57	69	82									
1.6	56	66	79	96	116	141	169	42	50	59	72	87	105	126	28	33	40	48	58	70	84									
1.8	57	68	81	98	119	144	173	43	51	61	74	89	108	129	29	34	41	49	60	72	86									
2.0	58	69	83	100	122	147	177	44	52	62	75	91	110	132	29	35	41	50	61	74	88									
2.2	59	70	85	102	124	150	181	44	53	63	77	93	113	135	30	36	42	51	62	75	90									
2.4	60	72	88	105	127	153	184	45	54	64	78	95	115	138	30	36	43	52	63	77	92									
2.6	61	73	89	107	129	156	188	46	55	65	80	97	117	141	31	37	44	53	64	78	94									
2.8	62	74	89	109	132	159	191	47	56	67	81	99	119	143	31	37	45	54	66	80	96									
3.0	63	76	91	111	134	162	195	47	57	68	83	101	122	146	32	38	46	55	67	81	97									

Dr. Alireza Bazargan [info@environ.ir](mailto:info@environ.ir)

## تماس کافی

- اگر سیستم به میزان کافی هم نخورد، راندمان گندزدایی کاهش یافته و Ct که توسط ماده گندزدا به وجود می آید با ضریب f که عددی مابین 0 و 1 است تعدیل می یابد Ctf



Controlling flow separation in serpentine basins using various devices.  
Note: Do not put in diffuser wall before a turn or halfway through a turn.

## طراحی سیستم گندزدایی

1. میزان گندزدایی مورد نیاز را مشخص نمایید
2. میزان کمک عملیات فیزیکی (مانند سیستم های فیلتراسیون که پیش از گندزدایی هستند) را تعیین کنید
3. ماده ضدعفونی کننده را انتخاب کنید
4. با توجه به pH و درجه حرارت، Ct مورد نیاز را در بدترین حالت محاسبه کنید
5. سیستم را به گونه ای طراحی کنید که f تا حد ممکن نزدیک به 1 باشد

Dr. Alireza Bazargan [info@enviroon.ir](mailto:info@enviroon.ir)

## مثال

- با توجه به جدول Ct موجود در اسلاید بعد و هدف حذف 4Log، آیا داشتن 0.4mg/L کلر در مخزنی به حجم 300m<sup>3</sup> با دبی ورودی و خروجی 6m<sup>3</sup>/min کافی است؟
- pH سیستم بین 7 و 8 متغیر است، درجه حرارت ثابت می ماند و کدورت بین 0.2 NTU و 2 تغییر می یابد

Dr. Alireza Bazargan [info@enviroon.ir](mailto:info@enviroon.ir)

## مثال (ادامه)

Free chlorine C.t values for 1 and 4 log reduction of CB5 virus at various turbidity and pH levels

pH	Log reduction	Concentration.time (mg-min/L)		
		0.2 NTU	2 NTU	20 NTU
7	1	2.05	2.13	2.55
	4	5.44	5.46	25.81
8	1	5.72	6.67	7.99
	4	15.49	15.68	34.52
9	1	8.25	8.94	13.7
	4	23.97	26	51.89

Baffling Factor	Baffling Description
0.1	None, agitated basin, very low length to width ratio, high inlet and outlet flow velocities
0.3	Single or multiple unbaffled inlets and outlets, no intra-basin baffles.
0.5	Baffled inlet or outlet with some intra-basin baffles.
0.7	Perforated inlet baffle, serpentine or perforated intrabasin baffles, outlet weir or perforated launders.
1.0	Very high length to width ratio, perforated inlet, outlet, and intra-basin baffles or flow within a pipe.

Dr. Alireza Bazargan [info@enviroon.ir](mailto:info@enviroon.ir)

## جواب

Step	Worked Example
1. Determine log reduction requirements	4 log virus removal requirement
2. From literature, determine corresponding required C.t	With a pH of 8 and NTU of 2 Required C.t=15.68 mg-min/L (refer Table)
3. Determine baffle factor (refer Table 3)	Unbaffled Baffle factor (f) = 0.1
4. Measure or determine average chlorine residual, flow rate and tank volume	Tank volume (V) = 300m <sup>3</sup> Flow rate (Q) = 6 m <sup>3</sup> /min Chlorine residual = 0.4 mg/L
5. Calculate actual C.t	$C.t = 0.4\text{mg/L} \times \frac{300\text{m}^3}{6\text{m}^3/\text{min}} \times 0.1$ C.t = 2 mg-min/L
6. Compare actual C.t to required C.t	With an actual C.t lower than the required C.t, effective disinfection is not provided. Need to respond with additional treatment, better baffle and/or a higher chlorine residual.

## گندزدایی اضطراری

- در شرایط اضطراری مانند خرابی کارخانه آب و یا بروز سیل و طوفان، گندزدایی اضطراری به کار می رود
- استفاده از پارچه تمیز برای فیلتر کردن آب ممکن است
- یک روش گندزدایی اضطراری جوشاندن آب به مدت ۵ دقیقه است
- استفاده از آب ژاول خانگی هم برای گندزدایی ممکن است. اگر 5 درصد NaOCl داشته باشد (50000mg/L)، حدود 3 قطره از آب ژاول خانگی برای گندزدایی 1 لیتر آب مناسب است

Dr. Alireza Bazargan [info@environ.ir](mailto:info@environ.ir)

## فن آوری های جدید: wadis

Video clip inserted

Dr. Alireza Bazargan [info@environ.ir](mailto:info@environ.ir)

## فن آوری های جدید: pulsar

Video clip inserted

Dr. Alireza Bazargan [info@environ.ir](mailto:info@environ.ir)

## اکسیداسیون پیشرفته

- اکسیداسیون پیشرفته به فرایندهایی گفته می شود که در آن ها رادیکال هیدروکسیل تولید می شود که شدیداً اکسید کننده است



- ولی به دلیل واکنش پذیری فوق العاده بالای هیدروکسیل همواره غلظت و زمان ماند آن کم است (سریع مصرف می شود) پس برای ضدعفونی کردن مناسب نیست

Dr. Alireza Bazargan [info@environ.ir](mailto:info@environ.ir)