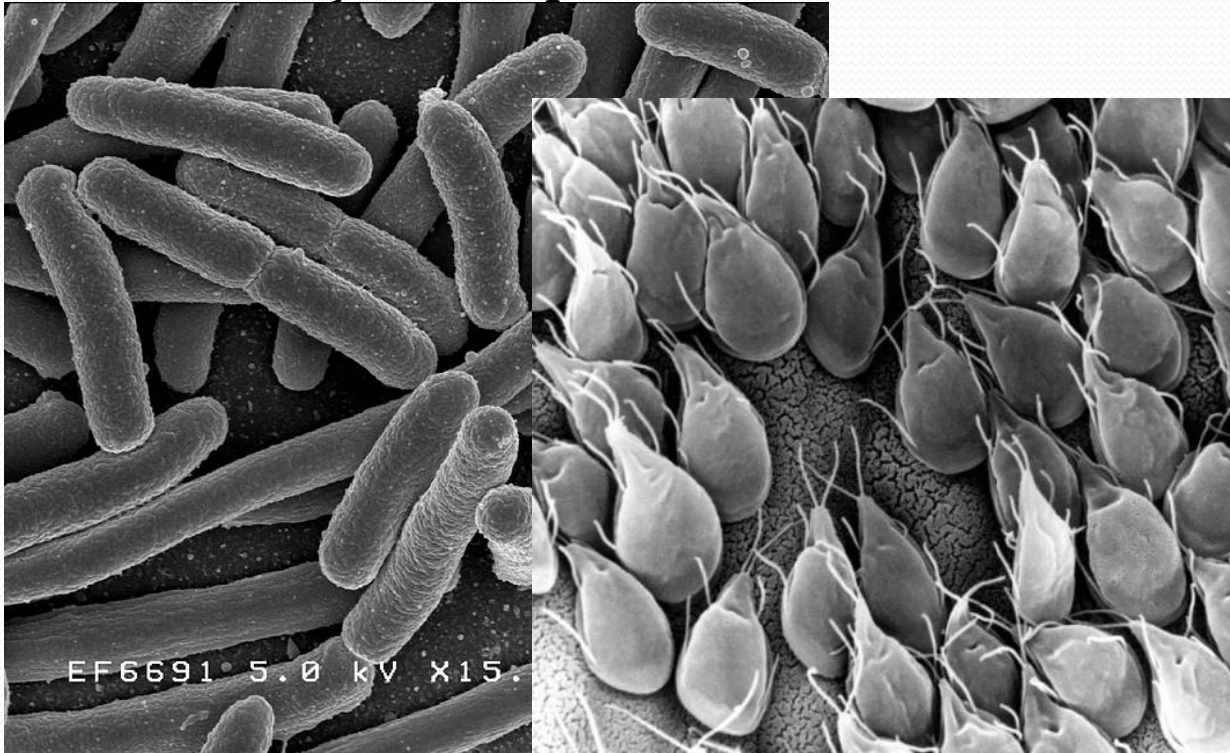


# Groundwater Microbiology

## مکروبی‌ولوژی آب‌های زیرزمینی

by: David Banks,  
translated by : Prof.Eqrar



NORAD supported project in MRRD:  
Capacity Building and Institutional Cooperation in the field of Hydrogeology for Faryab  
Province , Afghanistan

# بakteriya

- Total heterotrophic plate counts are not necessarily good indicators of microbiological water quality. It is a good indicator of disinfection efficiency.

- محروبیولوژی یک پلیت یا بشقاب یک شاخص خوب کیفیتی آب نبوده و لازم نمیباشد. بلکه این شاخص خوب برای ضد عفونی کردن سودمند و اثر گذار می باشد.

- Faecal bacteria are a better indicator of faecal contamination or pathogenic potential (faecal coliforms or streptococci)

- باوجودیت امراض)بakteriya فی کل کولی فورم وی استریپتوکوسی( در آب می باشد

- Total coliforms کولی فورم مجموعی

- Vegetative coliforms – 10-40%. In vegetation, soils, sediments, insects.

کولی فورم نباتی 10-40% در نباتات، خاک، ترسبات، حشرات

- Faecal / thermotolerant coliforms – 60-90%, cultivated on lactose for 24 hrs at 44°C, with fermentation

- فی کل / کولی فورم ترموتولرانت – در بالای لبلبو زرع شده . برای 24 ساعت در 44 درجه حرارت ، همراه با تخمر قرار می داشته باشد .

- 90% are typically Escherichia

•

- One species is E. coli (generally harmless, lives in gut)

ن

# E. Coli ای-کول ای

Gram negative, facultative anaerobic bacterium, around 2µm long.

این نوع باکتری را کمتر از یک گرام بوده و وابسته به باکتری‌ری ای غیر وابسته به هوا در حدود 2 میکروگرام طول دارد

**Lives in mammalian gut.**

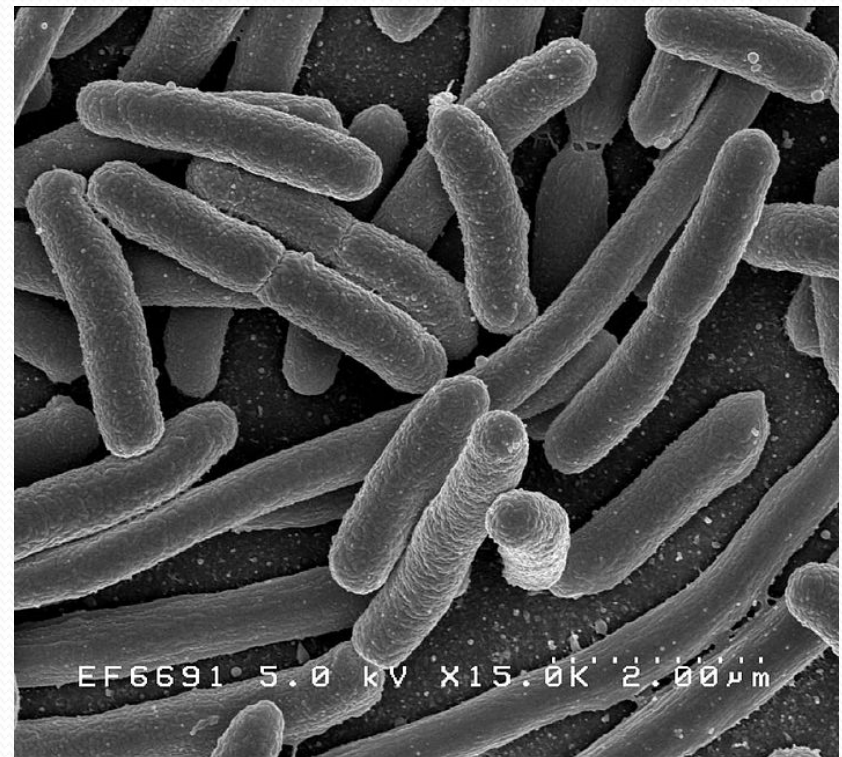
حیوانات زندگی می‌نماید در روده

*E.coli* and similar bacteria comprise only 0.1% of gut flora.

ای-کول ای و باکتری‌ری ای مشابه صرفاً 0.1 درصد روده را تشکیل می‌دهد

**Are mostly harmless or even beneficial. A few strains cause disease.** اکثری این باکتری‌ها مضر بوده ولی بعضاً مفید می‌باشد. یک تعداد کمی این‌ها باعث امراض می‌شود.

**Can survive for short time out of body. Transmitted by faecal-oral route.** باکتری‌ری ای می‌تواند برای مدت کوتاه در خارج از جسم حی‌ه زندگی نماید. که از طریق مس‌یر دهان بخارج انتقال داده می‌شود



E. coli. Public domain image



# سازمان صحت جهانی World Health Organisation

The WHO Drinking Water Guidelines (4th Edition) are non-binding...but form the background and scientific consensus for most national drinking water legislation.

رهنمای ابهای نوشیدنی سازمان صحت جهانی (مجموعه چهارم) یک قانون نبوده.... اما متکی  
وبه اتفاق آرا میجامع تحقیقی حیثیت یک رهنمای قابل قبول برای همه در  
ارتباط به ابهای نوشیدنی به سطح ملی را دارا می باشد .

In recent editions, the WHO Guidelines have moved away from highly prescriptive norms...

در مجموعه فعلی ، رهنمای سازمان صحت جهانی قدم فراتر به جلو نهاده شده و تجویزی بلند  
اتخاذ گردیده است

...and towards risk assessment health-based targets and water safety plans

در ارزیابی خطر صحت – که به اساس هدف و پلان مصونیت اب تهیه گردیده است

- “It is not practical, and there are insufficient data, to set performance targets for all potentially waterborne pathogens, including bacteria, viruses, protozoa and helminths.” برای این عملی نیست، در جای که دیتای کافی وجود نداشته باشد ، برای رسیدن به این هدف موجودیت تمام باکتری ها، ویروس، پروتوزوا و هیلمینیتس که باعث ایجاد ابهای مرض زا گردد را باید من حیث یک هدف اجرایی قرار داد .

# Many parameters are indicators of pollution

پارامیترهای زیادی وجود دارد که نشان دهنده

- For example: coliform bacteria, faecal coliforms and faecal streptococci and even E. coli do not necessarily cause disease.

ط

وفی کل ستریپتوکوکوسی وحتی ای کولای  
باکتریای که نمیتوند باعث امراض شود

- But their presence may indicate contamination by faeces...
- ...and therefore a risk from other, more dangerous microorganisms

ا

غایطه.... بنابر این باعث خطر ایجاد اورگانیزیوم های  
دیگر شده، وبسیار خطرناک میباشند

- Therefore we often analyse for faecal (thermotolerant)

# Indicator organisms ص

Selection criteria for indicator organisms include

انتخاب معیار برای ارگان‌های شامل شاخص

WHO Guidelines رهنمای سازمان ص‌ح‌ی

Table 7.9 Use of indicator organisms in monitoring

Microorganism(s)	Type of monitoring		
	Validation of process	Operational	Verification and surveillance
<i>E. coli</i> (or thermotolerant coliforms)	Not applicable	Not applicable	Faecal indicator
Total coliforms	Not applicable	Indicator for cleanliness and integrity of distribution systems	Not applicable
Heterotrophic plate counts	Indicator for effectiveness of disinfection of bacteria	Indicator for effectiveness of disinfection processes and cleanliness and integrity of distribution systems	Not applicable
<i>Clostridium perfringens</i> <sup>a</sup>	Indicator for effectiveness of disinfection and physical removal processes for viruses and protozoa	Not applicable	Not applicable <sup>b</sup>
Coliphages <i>Bacteroides fragilis</i> phages Enteric viruses	Indicator for effectiveness of disinfection and physical removal processes for viruses	Not applicable	Not applicable <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Use of *Clostridium perfringens* for validation will depend on the treatment process being assessed.

<sup>b</sup> Could be used for verification where source waters are known to be contaminated with enteric viruses and protozoa or where such contamination is suspected as a result of impacts of human faecal waste.

- waterborne transmission established as a route of infection;
- اب ملوث مرض زا یک مسیر آلوده گی را ایجاد می‌نماید:
- occurrence in source waters;
- موقعیت آن در منبع آبها
- persistence in the environment;
- پایداری آن در محیط
- sensitivity to removal or inactivation by treatment processes;
- بخاطر حساسیت دورکردن آن وی‌ا غیرفعال نمودن آن توسط پروسه‌های تصفیه

Table 7.10 Guideline values for verification of microbial quality<sup>a</sup> (see also Table 5.2)

Organisms	Guideline value
<b>All water directly intended for drinking</b>	
<i>E. coli</i> or thermotolerant coliform bacteria <sup>b,c</sup>	Must not be detectable in any 100 ml sample
<b>Treated water entering the distribution system</b>	
<i>E. coli</i> or thermotolerant coliform bacteria <sup>b</sup>	Must not be detectable in any 100 ml sample
<b>Treated water in the distribution system</b>	
<i>E. coli</i> or thermotolerant coliform bacteria <sup>b</sup>	Must not be detectable in any 100 ml sample

<sup>a</sup> Immediate investigative action must be taken if *E. coli* are detected.

<sup>b</sup> Although *E. coli* is the more precise indicator of faecal pollution, the count of thermotolerant coliform bacteria is an acceptable alternative. If necessary, proper confirmatory tests must be carried out. Total coliform bacteria are not acceptable as an indicator of the sanitary quality of water supplies, particularly in tropical areas, where many bacteria of no sanitary significance occur in almost all untreated supplies.

<sup>c</sup> It is recognized that in the great majority of rural water supplies, especially in developing countries, faecal contamination is widespread. Especially under these conditions, medium-term targets for the progressive improvement of water supplies should be set.



# س لوی در سال 1999-2005 در ناروی کار می کرد

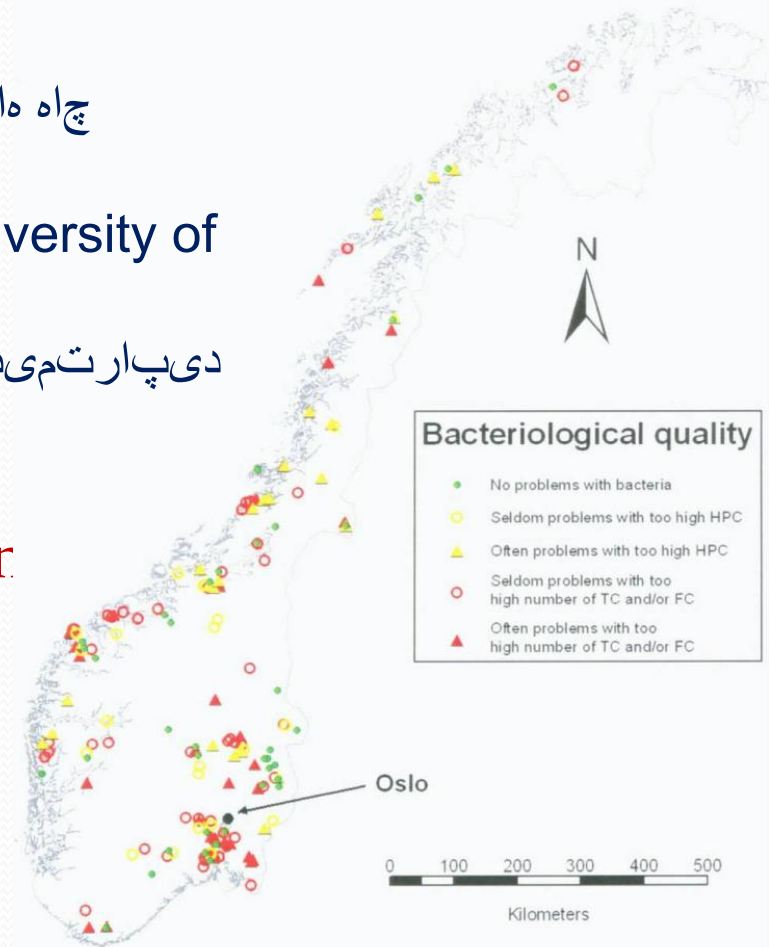
“Drinking water wells in bedrock: Factors influencing microbiological quality”.

چاه های آب نوشیدنی در احجار مادری :عامل موثر در کیفیت می کروب ی و لوجی آب می شود

Department of Geology, Norwegian University of Technology and Science

دیپارتمنت جی و لوجی ،پوهنتون ساینس و تکنالوجی ن غروی

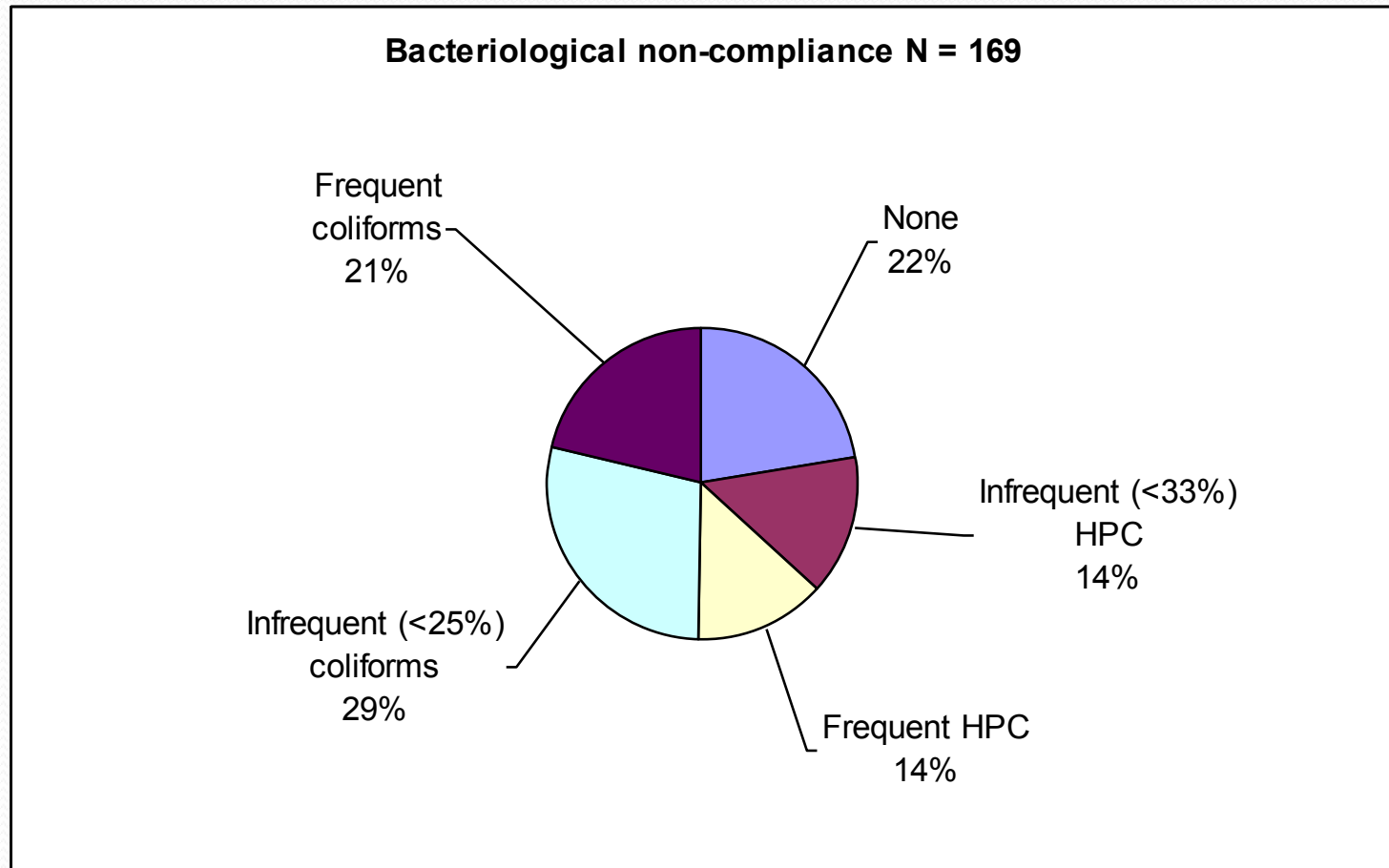
● **Bacteriological non-compliance studied at 169 waterworks based on bedrock groundwater (largely untreated)** مطالعات قبول ناشده در 169 مجتمع آب به اس اس اب های زیرزمینی از احجار مادری (قسمت اعظم ان نا تصفیه شده است).





Of 169 waterworks, around half were non-compliant re. coliforms.

در 169 مجتمع آب انفرادی، تقریباً نصف آنها تایید موجودیت  
د.

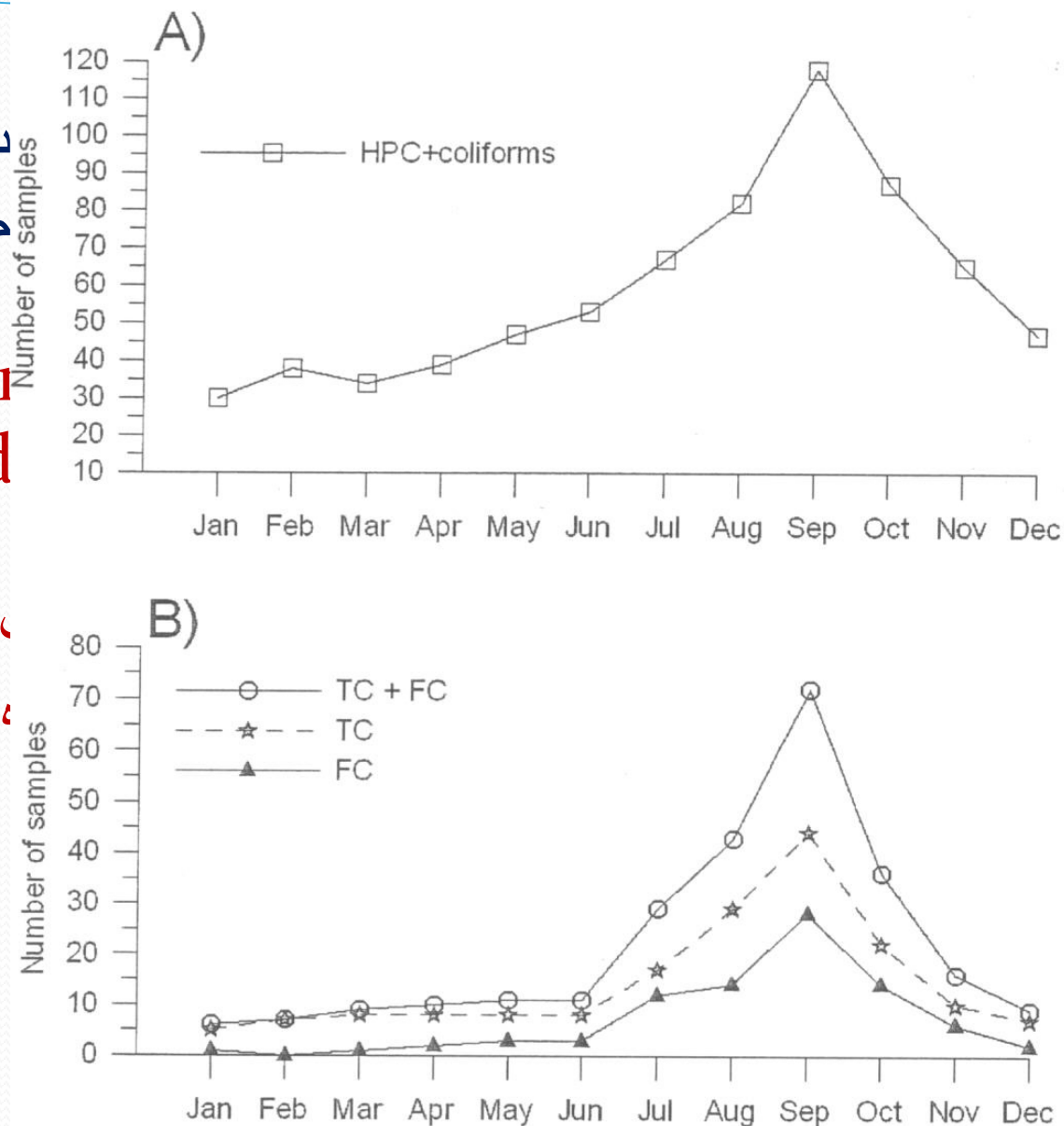


# Seasonality

تغییرات فصلی وی  
موسمی

Typically contamination  
was highest at the end  
summer

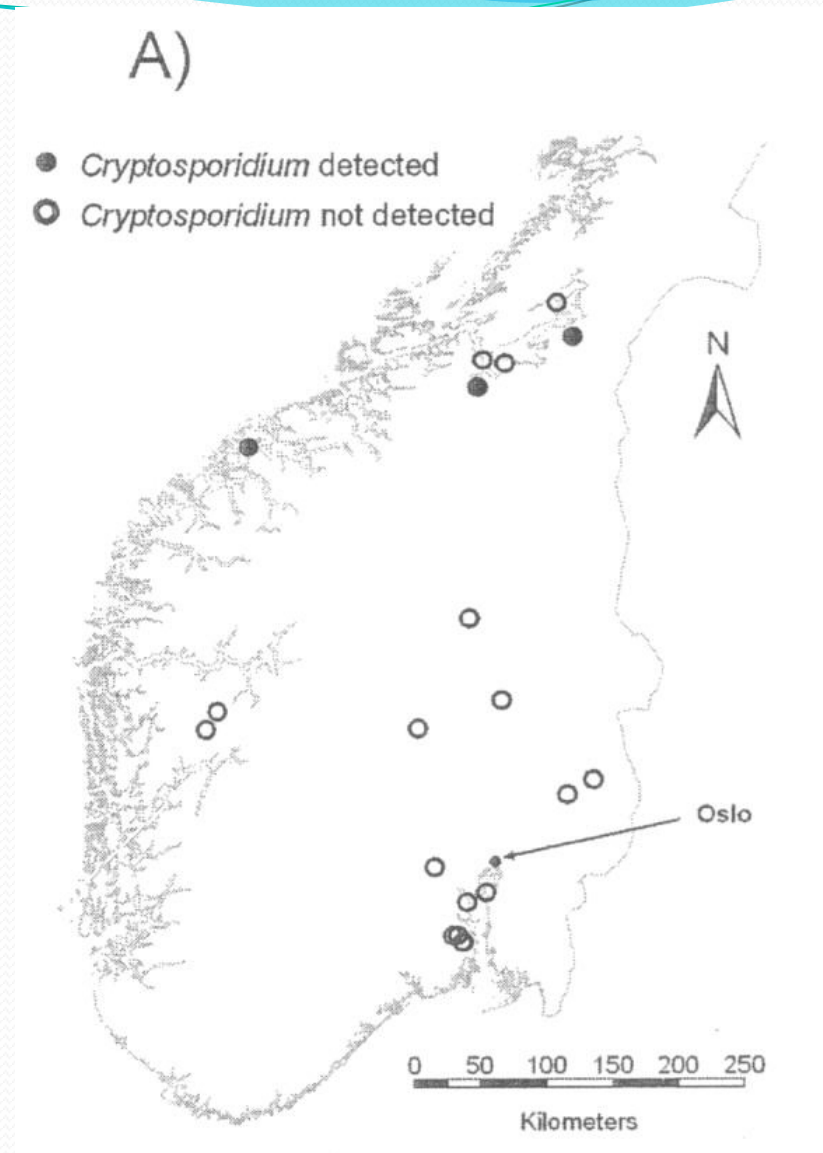
صورت مشخص ملوثی  
ها در آخر تابستان به حد  
اعظمی آن می رسد.



# 20 waterworks tested for *Cryptosporidium*

در بیست بخش آب تجزیه  
کریپتوسپوریديوم صورت گرفت

از 3 از 20، *Cryptosporidium* was detected. از  
جمله 20 آن در سه بخش آن کریپتوسپوریديوم ظاهر



# Main factors in bacteriological quality

فکتور های عمده در کیفیّت باکتریولوجی

1. Surrounding land use (especially agriculture and latrines)
2. صورت استفاده از زمین اطراف ساحه (مخصوصاً زراعت و بدرفت ها)
3. Distance to surface water فاصله ان از اب های سطحی
4. Well head completion تکمیل کردن سر چاه
5. Thickness of superficial deposits (casing)
6. ضخامت ترسبات سطحی (کیسنگ)



# پروتوزوا Protozoa

## جاردیا *Giardia lamblia* & *Cryptosporidium parvum*

### لامبلیا و نوع کریپتوسپوریديوم

- Ability to encyst. Periodically shed in faeces from domestic and wild and animals  
قدرت داخل شدن باکتری در کیسه. بصورت دورانی در مواد غایطه از محلات ره‌ای‌شی فامیل‌ها و حیوانات اهلی و وحشی
- Cysts or oocysts survive for prolonged periods (weeks or months)  
( در کیسه‌ها برای مدت طولانی زندگی ن‌موده ) هفته و یا ماه‌ها
- Cause gastrointestinal disorders. Pose a severe risk to immuno-compromised individuals such as AIDS sufferers.
- باعث بی‌نظمی در معده و روده شده. با چندین خطر بصورت انفرادی مانند مواجه می‌شود.
- Person-to-person contact is the most important transmission route, fewer than ten cysts or oocysts are required to infect humans  
AIDS
- خورد باعث مصاب شدن انسان‌ها می‌شود
- Contaminated water is also a significant infection pathway. Raw sewage can contain tens of thousands of cysts per litre.
- ده‌ها هزار کیسه در یک لیتر است.

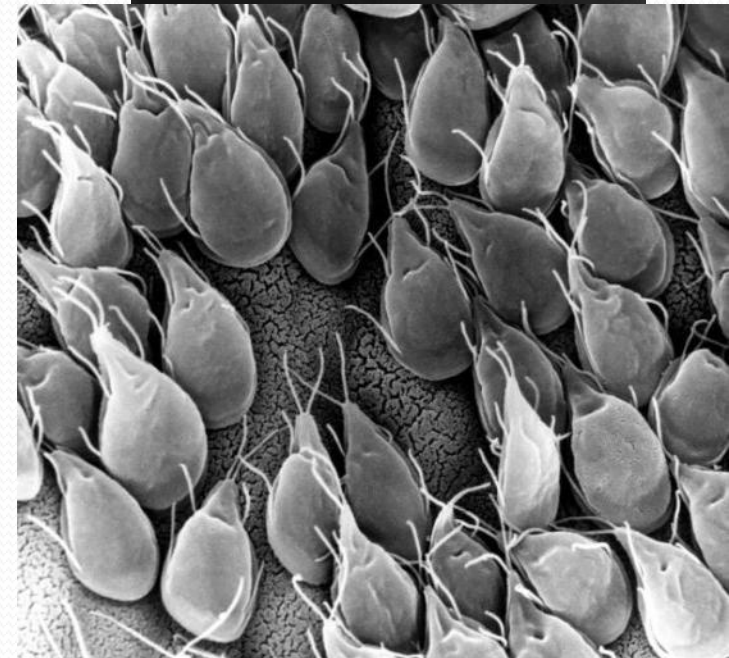
# پروتوزوا Protozoa

Public domain image:  
CDC / Janice Carr



- **جاردیا لامبلا** *Giardia lamblia*: cyst diameter 8-12  $\mu\text{m}$ . Giardia is the most common cause of waterborne infection in the USA.

- ج  
می‌تواند جاردیا یکی از نوع عام  
باکتری ها بوده سبب آلودگی  
آب ناشی از امراض آن در امریکا  
می‌شود



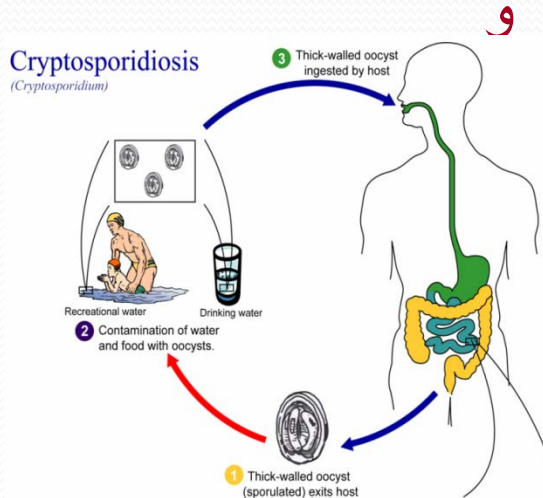
# پروتوزوا Protozoa

## خړك نوع *Cryptosporidium parvum*

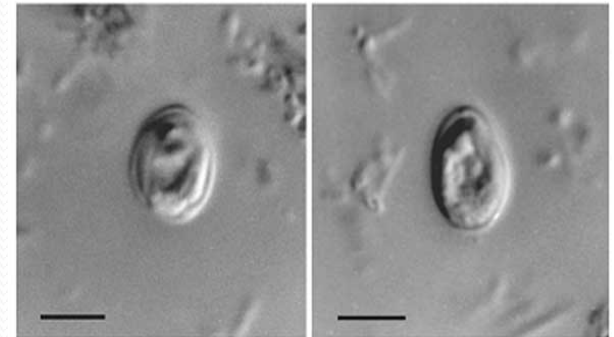
### كړيپټوسپوريډيوم

- ***Cryptosporidium***. Oocyst diameter 4-6  $\mu\text{m}$ . 1993 outbreak in Milwaukee affected c. 400,000 people and cost over 96 million USD (WHO 2004). UV disinfection or membrane filtration can remove / inactivate oocysts.

- كىسه با قطر 4-6 مكرمى تر څو  
در 1993 ميلواكى 4000000 نفر اسيب ډيده كه اضافتر از 96 مليون ډالر  
هزینه برداشت) سازمان صحتى جهان 2004  
توسط اشعه ماوراي ب

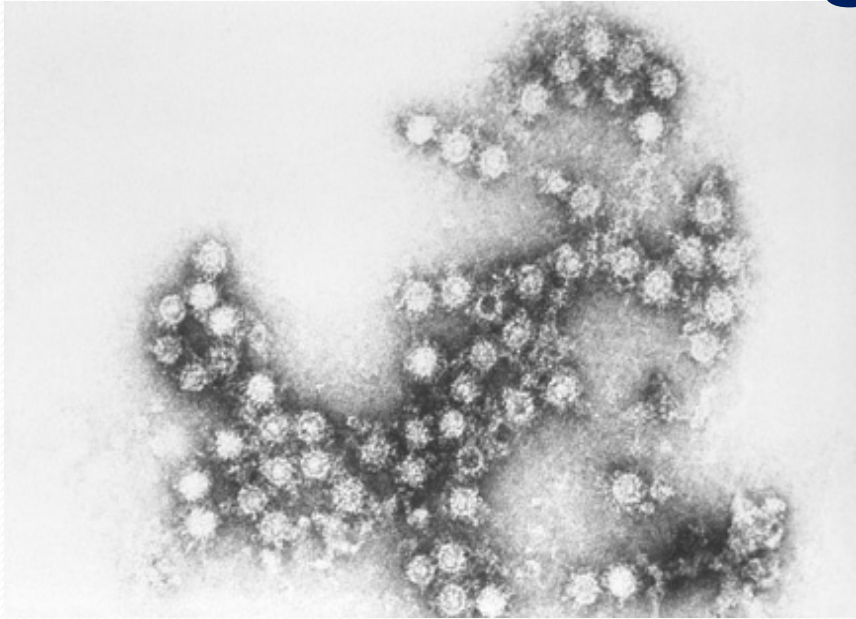


Public domain image:  
CDC / Scale bar = 5  $\mu\text{m}$



# Viruses وایروس Helminths

# ہیلمینتس



# Enetrovirus: Stanford Health Laboratory



Public domain image: CDC

# ویروس Viruses

- tiny. Several tens of nanometres
- بسیار کوچک. چند ده نانومتر
- e.g. polio, hepatitis
- فلج و زردی می شود

## Worms کرم

- including tapeworms, schistosomiasis, elephantiasis, hookworm
- بشمول کرم‌های کرم کدو دانه.....چنگگی و غیره



Table 7.1 Pathogens transmitted through drinking-water<sup>a</sup>

Pathogen	Health significance <sup>b</sup>	Persistence in water supplies <sup>c</sup>	Resistance to chlorine <sup>d</sup>	Relative infectivity <sup>e</sup>	Important animal source
<b>Bacteria</b>					
<i>Burkholderia pseudomallei</i>	High	May multiply	Low	Low	No
<i>Campylobacter jejuni</i> , <i>C. coli</i>	High	Moderate	Low	Moderate	Yes
<i>Escherichia coli</i> – Pathogenic <sup>f</sup>	High	Moderate	Low	Low	Yes
<i>E. coli</i> – Enterohaemorrhagic	High	Moderate	Low	High	Yes
<i>Francisella tularensis</i>	High	Long	Moderate	High	Yes
<i>Legionella</i> spp.	High	May multiply	Low	Moderate	No
<i>Leptospira</i>	High	Long	Low	High	Yes
Mycobacteria (non-tuberculous)	Low	May multiply	High	Low	No
<i>Salmonella</i> Typhi	High	Moderate	Low	Low	No
Other salmonellae	High	May multiply	Low	Low	Yes
<i>Shigella</i> spp.	High	Short	Low	High	No
<i>Vibrio cholerae</i>	High	Short to long <sup>g</sup>	Low	Low	No
<b>Viruses</b>					
Adenoviruses	Moderate	Long	Moderate	High	No
Astroviruses	Moderate	Long	Moderate	High	No
Enteroviruses	High	Long	Moderate	High	No
Hepatitis A virus	High	Long	Moderate	High	No
Hepatitis E virus	High	Long	Moderate	High	Potentially
Noroviruses	High	Long	Moderate	High	Potentially
Rotaviruses	High	Long	Moderate	High	No
Sapoviruses	High	Long	Moderate	High	Potentially
<b>Protozoa</b>					
<i>Acanthamoeba</i> spp.	High	May multiply	High	High	No
<i>Cryptosporidium hominis</i> / <i>parvum</i>	High	Long	High	High	Yes
<i>Cyclospora cayentanensis</i>	High	Long	High	High	No
<i>Entamoeba histolytica</i>	High	Moderate	High	High	No
<i>Giardia intestinalis</i>	High	Moderate	High	High	Yes
<i>Naegleria fowleri</i>	High	May multiply <sup>h</sup>	Low	Moderate	No
<b>Helminths</b>					
<i>Dracunculus medinensis</i>	High	Moderate	Moderate	High	No
<i>Schistosoma</i> spp.	High	Short	Moderate	High	Yes

# WHO drinking water guidelines

## 4<sup>th</sup> edition

### رهنمای ابهای نوشیدنی سازمان صحتی جهان مجموعه چهارم

# Sampling and analysis for bacteria requires

ضروریات برای نمونه گیری و تجزیه باکتری ها

(a) Sterile techniques تخنیک خنثی سازی

(b) Sterile filtration of water samples فیلتر نمودن خنثی نمودن نمونه های آب

(c) Incubation under specific conditions تولید مثل تحت شرایط مشخص

(d) Counting

## Sampling and filtration

نمونه گیری و فیلتر  
نمودن







لوازم ساحوی دیلاگو / Delagua / Oxfam kit  
 اکسفام  
 تهیه مواد  
 غذای مایع بی حاصل ویانازا برای  
 باکتری



Coliform bacteria like  
 this special "soup"  
 باکتری کولی فورم مانند  
 این (سوپ مخصوص)

# تولید Incubation

## مثال

1. Put filter paper in Petri dish
2. کاغذ فلتر را در ظرف پیتری بگذاری
3. Put petri dishes in incubator
4. ظرف پیتری را در انکوبیتر بگذاری
5. Wait 60 minutes to 4 hours before **switching** on incubator
6. بعد از چهار ساعت روشن کردن انکوبیتر به مدت 60 دقیقه منتظر بمانید
7. Incubate for c. 16-18 hours at 44°C (for faecal coliforms)
8. گذاشتن انکوبیتر در داش مربوطه برای 16-18 ساعت در 44 درجه سانتیگراد (برای باکتری های فیکل کولی فورم)





Water from roadside ditch, Zahle, Bekaa Valley  
اب از جوی کنار سرک دره زاهل بی‌کا

Water from apartment in  
Beirut

اب شش‌بکه آپارتمان در بیروت

Faecal coliform bacteria  
grow as yellow colonies  
شکل کولونی زرد نم  
می‌کند

# حساب کردن colonies

## کولونی ها

1. Count all **yellow colonies** of diameter 1-3 mm. These are **thermotolerant coliforms**. تمام کولونی زرد با قطر 1-3 میلی میتر را حساب کنید. اینها کولی فورم ترموتولیری هستند.
2. **Ignore red/pink/blue/grey colonies /** و کولونی ن صواری صرف نظر کنید
3. Result= No. of colonies observed / divided by sample volume کولونی های مشاهده شده / حجم نمونه

