اثر فلوئور در زندگی انسان

نوشتهٔ :

مرتضی حسینیان

مهندس شرکت سهامی سازمان‌آب منطقه‌ای تهران

ازمدتها پیش اندازه‌گیری فلوئور درآبهای آشامیدنی مورد توجه بوده واهمیت این اندازه‌گیری در آبهای آشامیدنی بیش‌از آبهای‌معدنیست. مقدار فلوئور درآبهای زیرزمینی بیشتراز آبهای سطحی‌است‌بطوریکه درآبهای سطحی تاحدود چنددهم میلی‌گرم درلیتر وجود دارد درحالیکه درآبهای زیرزمینی میزان‌آن تاحدود ۱۰ میلی‌گرم درلیتر میرسد.

حضور فلوئور درآبهای طبیعی نتیجه فراوانی‌آن درپوسته‌زمین است. ازمهمترین معدنیهای فلوئوردار میتوان به‌فلوئورین CaF_2 و کیرولیت $6NaF\ ,\ Al^2F^6$ فلوئور وآپاتیت $CaF_2,3Ca_3(PO_3)_2$ اشاره نمود. دربعضی‌از سنگهای معدنی درشمال آفریقا حتی تاحدود ۳٪ همراه فسفاتهای طبیعی فلوئور دیده شده است.

ضمناً چون درسنگهائی که منشأ آتش‌فشانی دارند فلوئور بیشتری دیده‌اند لذا قبول کرده‌اند که فلوئور درآبهای عمقی باید به میزان بیشتری موجود باشد. درسنگهای رسوبی و آبهای مجاور با آنها مقادیر کمتری ازاین جسم وجود دارد. آبهای دوران اول که ازمحیطهای قلیائی عبور مینماید اغلب ازکلسیم‌غنی وازفلوئور فقیراست. علت‌اصلی این‌موضوع راکم‌حل‌شوندگی فلوئور ورکلسیم میدانند. درچنین آبهائی وقتی افزایش سدیم مشهود باشد بالارفتن فلوئور نیزحتمی است ودراین آبها فلوئور بصورت فلوئور ورسدیم‌موجود خواهد بود.

فلوئور ازنظر صنعتی اهمیت چندانی نداردولی ازنظر بهداشت آبهای آشامیدنی فوق‌العاده‌مهم‌است.

بعداز مطالعات مفصل Churchill در ۱۹۳۱ و Velu در ۱۹۳۵ ومطالعات دانشمندان آمریکائی درمنطقه بخصوصی از کلرادو روی علت کرم خوردگی و خط افتادن روی دندانها بالاخره ثابت شد ارتباط

مستقیمی بین مقدار فلوئور آب وامراض دندان وجود دارد. بخصوص تأئید گردید درنقاطی که ازآب آشامیدنی غنی ازفلوئور تغذیه مینمایند خطوط زرد وقهوه‌ای در دندانهای آنها بیشتراست وبالعکس درنقاطی که مقدار فلوئور آب آشامیدنی کم‌است کرم خوردگی بیشتری ملاحظه گردید. بعدها باادامه مطالعات‌بالا نه‌تنهاارتباط بین فلوئور ودندان بثبوت رسید بلکه بین اسکلت وفلوئور نیزرابطه‌ای بدست‌آمد.

باید توجه داشت مخطط شدن دندان درمصرف فلور زیاد ممکنست درحیوانات نیزاتفاق افتد. ضمناً یادآوری این نکته ضروریست که مصرف گیاهان غنی از فلوئور نیز اشکال فوق را باعث میگردد (مطالعات Charnot) اثر فلوئور روی دندانها از شیرخوارگی تاسنین جوانی است زیرا دراین مراحل دندانها شروع به تکوین وتشکیل مینماید واصولاً درمراحل بالاتراز ۱۶ سالگی اثر فلوئور روی دندان ناچیز است.

درآبیکه مقدار فلوئورآن زیاد است ونسبت سدیم به کلسیم قابل ملاحظه میباشد فلور بیشتربصورت ملح سدیم بوده واثرات سمی‌آن ازفلوئورور کلسیم بیشتراست.

برای مطالعه‌بیشتر درزمینه اثر فلوئور روی‌دندان به‌دوتجربه‌ایکه‌درآمریکاانجام شده‌اشاره‌مینمائیم.

آزمایش اول روی ۷۲۵۷ کودك بعمل آمده است ومشاهده گردیده وقتی به‌آنها آبی با مقدار فلوئور تا ۱/٤ میلی گرم درلیتر میدهند درحدود ۲۹ دندان درصد کودك حالت فساد و کرم‌خوردگی بخود گرفته‌است و وقتی ازآبی بافلوئور ۰/. تا ۹/. میلی گرم درلیتر کودکان فوق تغذیه مینمایند ۴۲ دندان فاسد درهر صد طفل دیده میشود و بالاخره وقتی میزان فلوئور آب آشامیدنی تا ۵ر. میلی گرم درلیتر پائین می‌آید تعداد دندانهای خراب به ۷٤ درصد طفل میرسد.

آزمایش دوم درسال ۱۹٤۵ درشهرهای Newburg برروی ۸۹۱ طفل ودرشهر Kingston برروی ۷۱۱ کودك انجام گرفت بدین ترتیب که درشهراولی بمیزان ۲ر۱ میلی گرم درلیتر فلوئور به آب آشامیدنی عمومی اضافه نمودند ودرشهر دوم اصلاً درآب آشامیدنی فلوئور موجود نبود. آزمایش فوق درحدود ده سال ادامه یافت و بابررسیهای دقیق دندان پزشکی وپزشکی‌نتایج زیربدست آمد.

۱- گزارش دندانپزشکی حاکیست که مرتباً ازمیزان کرم‌خوردگی دندان درشهراول کاسته شده و درشهردوم تغییری دیده نشده است.

۲- ازنظر وزن وقد هیچگونه تفاوتی دربچه‌های دوشهرمشاهده نشده است.

۳- تغییرات جسمانی ویاآثار مسمومیت در هیچ یک از اطفال دوشهر دیده نشده است. بدنبال این تجربه چون درهرصورت اثرفلوئور روی دندانها مثبت بود درچندین شهرآمریکا باجمعیتی معادل‌بیست میلیون باب آشامیدنی آنها فلوئور اضافه نمودند.

بعلاوه مطالعات بعدی ثابت کرد که جذب فلوئور ازطریق آب‌آشامیدنی بهترازمواد غذائی امکان-

پذیر است.

درمورد چگونگی اثر فلوئور روی دندانها اطلاع زیادی در دست نیست فقط مسلم شده که فلوئور از راه خون به‌دندانها میرسد ودرکیفیت جلوگیری ازکرم‌خوردگی دونظریه مهم زیربیان گردیده است:

۱- فلوئور ازفعالیت آنزیمهائی که مینای دندان‌را فاسد میکند جلوگیری مینماید.

۲- فلوئور دندانهارا سخت می کند تا درمقابل اسیدها کمتر وحل شود وبتواند در مقابل اسیدهای موجود در دهان مقاومت نماید.

بادرنظرگرفتن کلیه مطالبی که تا بحال بیان گردید بخصوص نتیجه‌ای که از اولین تجربه روی ۷۲۵۷ کودك بدست‌آمد مقدار فلوئور لازم برای آبهای آشامیدنی‌را بین ۰٫۵ تا ۱٫۶ میلی گرم درلیترنوشته‌اند.

درمقدار فلوئور موجود درآب آشامیدنی یک‌نقطه درنظرگرفتن درجه حرارت محیط نهایت اهمیت را دارد. درجدول زیرحداقل وحداکثر ومقدار متوسط فلوئور را در درجات مختلف داده است.

ضمناً یادآور میشود که مقدار فلور درآبهای طبیعی نباید از دوبرابر مقدار حداکثر درحرارت متوسط محیط بیشترباشد واگر قرارباشد بآب آشامیدنی فلور دستی اضافه گردد بهتراست مقدارآن از متوسط مقادیر داده شده درجدول تجاوز ننماید.

افزایش فلوئور به آب آشامیدنی در حال حاضر درکشورهای فرانسه انگلستان ، کانادا ، یونان ، آرژانتین ، هندوستان ، آمریکای‌شمالی، روسیه ، سویس، ژاپن، برزیل وبسیاری کشورهای دیگرمعمول‌است.

تحول استخوانی یک پدیده پیچیده‌ایست که‌درجریان‌آن عملیات فیزیولوژیکی متعددی اتفاق‌میافتد مواد معدنی استخوان عبارتند از فسفات‌تری کالسیک $3Ca_3(PO_4)_2,H_2O$ وکربنات کلسیم CO_3Ca قبول کرده‌اند که فسفات دراستخوان یک حالت دی‌هیدراته داشته وبصورت هیدروکسی آپاتیت یا $3Ca_3(PO_4)_2,Ca(OH)_2$ میباشد.

Chaudron ثابت کرد فسفات‌تری کالیسیک هیدراته درحقیقت یک نیمه هیدرات‌است که‌درتماس بافلوئورور کلسیم به‌فلوئور و آپاتیت $Ca F_2$, $3Ca^3(PO^4)^2$ تبدیل میگردد و دربرخورد با فلوئورور سدیم جسمی بنام هیدروکسی فلوئورآپاتیت بوجود میآورد.

استخوانها ودندانهاعلاوه برسایر املاح موجود درخود همیشه مقداری فلوئور دارند (درحدود ۱٪) واین فلوئور دراستخوان‌بصورت CaF_2 $Ca F_2$ میباشدتجربیاتCharnotثابت‌نمود که باحضورفلوئوردر سطح دندان واستخوان متابولیسمی انجام میگیرد که حاصل‌آن پیدایش فلوئور وآپاتیت ویا کربناتو فلوئوروآپاتیت درحضور فسفات‌تری کالسیک‌است وپیدایش این اجسام بعمل Calcification منجرمیشود. بالعکس‌زیادی فلوئور درمحیط این متابولیسم‌را برهم خواهد زد و این بهم خوردگی بعلت‌کندی عمل آنزیمها و یا سایر

RELATION BETWEEN FLUORINE CONCENTRATION AND MEAN ANNULAL TEMPERATURE

Mean annual temperature (°F)	Optimal fluorine concentration[a] (ppm)	Maximum permissible fiuorine concentration (ppm)	Limit fiuoriue concentration (ppm)
50	1.000	1.074	1.640
51	0.956	1.024	1.548
52	0.916	0.979	1.465
53	0.880	0.940	1.393
54	0.849	0.905	1.329
55	0.821	0.873	1.270
56	0.796	0.844	1.218
57	0.773	0.819	1.170
58	0.752	0.795	1.127
59	0.733	0.774	1.088
60	0.714	0.752	1.048
61	0.698	0.734	1.015
62	0.682	0.716	0.983
63	0.667	0.700	0.953
64	0.654	0.685	0.925
65	0.640	0.670	0.897
66	0.629	0.657	0.874
67	0.618	0.644	0.850
68	0.600	0.632	0.828
69	0.597	0.621	0.807
70	0.587	0.610	0.786

عملیات میباشد.

تحول استخوانی علاوه برفلوئور به‌عناصری مثل Sr واناديم ومولبيدن احتیاج دارد . این عناصردر کالسیفیکاسیون وبالابردن مقاومت دندان‌ها واستخوانها دخالت زیادی دارد (مطالعات Adler Rygh) .

برخلاف عناصر یادشده فلزاتی مثل روی، باریم و تالیم ازثبوت فلوئور روی استخوانها ممانعت بعمل میاورند (تجربیات Pourchet—Campos) .

باید توجه داشت افزایش فلوئور بآب آشامیدنی هیچگاه جنبه درمانی ندارد بلکه عامل پیشگیری ازکرم خوردگی دندانهای سالم است.

فوائدی که دربالا برای فلوئور یادشدمهندسین بهداشت آمریکارا برآن داشته که درنقاطی که میزان فلوئور آب آشامیدنی کم است بطورمصنوعی فلوئور به آنها اضافه نمایند بطوریکه میزان فلوئور همیشه بین ۱ تا ۱٫۵ میلی گرم در لیتر باشد. در فرانسه مقدار ماکزیمم فلوئور درآبهای آشامیدنی ۱ میلی گرم در لیتر است. ضمناً دربسیاری ازشهرهای آمریکا مجبورشده‌اند ازتأسیساتی برای کاستن فلوئور تاحدود ۱ میلی گرم در لیتر استفاده نمایند.

مخالفان افزایش فلوئور دستی به آب آشامیدنی عقیده دارند که این عمل هنوز برای مدت طولانی نتایج مثبت نداده است بخصوص که دراین عمل شرایط جوی دخالت داشته ومیزان فلوئوریکه ازطریق مواد غذائی مردم مصرف مینمایند باید درنظرگرفته شود. ازطرفی مطالعاتی درجریان است تاشاید بتوان کمبود فلوئور آبهای آشامیدنی را ازطریق افزایش آن بدهان شورها وخمیردندانها جبران نمایند واین مطالعات تابحال نتایج رضایت‌بخش داده است.

درجدول زیر میزان فلوئور لازم برای هرکیلو ازوزن بدن تاسن ۱۲ سالگی داده شده است. بعلاوه مقادیری ازفلوئور راکه ازراه آب آشامیدنی وغذا تأمین میگردد نوشته شده است.

SUMMARY OF ESTIMATED DAILY INTAKE OF FLUORINE FROM FOOD AND DRINKING WLTER

Age (xears)	Body-weight (mg)	Gaily fluorine intake			
		From driuking wter[b] (mg)	From food (mg)	Total (mg)	Total (mg per kg of body-weight)
1-3	8-16	0.890-0.560	0.027-0.265	0.417-0.825	0.026-0.103
4-6	13-24	0.520-0.745	0.036-0.360	0.556-1.105	0.023-0.085
7-9	16-35	0.650-0.930	0.045-0.450	0.695-1.380	0.020-0.068
10-12	25-54	0.810-0.165	0.056-0.560	0.866-1.725	0.016-0.069

[a] Affer McClure (1949)

[b] Containing 1 ppm fiuorine.

[c] Dry substance containing 0.1-1ppm fiuorine.

Food	Fluorine content (ppm)
Animal tissue :	
Cow's liver, dry weight	5.20-5.80
Chicken liver, fresh weidht	0.7-1.29
Calf liver, fresh weight	0.2
Cow's kidney, dry weight	6.9-10.1
Cow's heart muscle, dry weight	2.3-2.7
Meats :	
Chicken	1.40
Beet	2.00
Round steak	1.3
Pork	< 0.2
Pork chops	1.0
Pork shoulder	1.2
Frankfurters	1.7
Lamb	1.2
Veal	0.9
Mutton	< 0.2
Fish	
Fish fillets	1.5
Mâckerel	
boned	< 0.9
with bones	29.89
fresh	84.47
canned	12.10
Salmon	
canned	4.5
fresh	5.8
dried	19.3
Sarbines	
canned	7.3
in olive oli	16.1

Food	Fuorine content (ppm)
Shrimes	
canned	4.4
edible portion	0.9
Codfish	
fresh	7.0
salted	5.0
Oysters	
tresh	0.7
Crab meat, canned	2.0
Herring, canned	3,5
Tuna fish flakes, canned	0.1
Eggs	
Whōle	1.2
White	1.5
Yolk	0.6
Whole milk	0.07-0.22
Tea	3.2-178.8
Average of ten samples	97.0
Citrus fruits	
Grapefruit	0.36
edible portion	0.36
fresh	0.12
Lemon, fresh	0.028.0.051, 0.174
Orange, edible portion	0.34
Oranges, fruit, fresh	0.17-0.07
Pomelo, fuit, fresh	0.10-0.16
Non-citrus fruits:	*Fresh weight* *Dry weight*
Apples	0.221.32 0.13-0.43
Apricot	0.06 0.24

Food	Fluorine content (ppm)	
Banana	0.23	0.65
Cherry	0.25	
Cherries, black	0.18	0.61
Currants	0.12	0.69
Fig	0.21	
Grapes	0.16	
Grape juice	0.093	
Gooseberries	0.11	0.72
Mango	0.18	
Pawpaw	0.15	
Pear	0.19	
Plum	0.22	0.10
Pineapple	0.14	
Pineapple, tinned	0.00	
Quince	0.06	0.37
Sweet melon	0.20	
Strawberry	0.18	
Watermelon	0.11	
Cereals and cereal products:	*Fresh weight*	*Dry weight*
Corn		
unspecified	0.62	0.70
canned	< 0.20	
yellow	< 0.10	
germ		8.0-11.0
meal, as purchased	0.22	
flakes		1.33
Ralston	0.58	
Wheat		
whole		0.53
unspecified	0.7	
bran	0.29	0.33

Food	Fluorine content (ppm)	
germ A, commercial	1.7	
germ B. eommercial	4.0	
germ, pure	0.88	1.00
Cream ot wheat		0.55
Flour		
wheat. white	0.35	
self-rising	0.45	
whole wheat		1.32
white	0.27	0.31
biscuit		0.0
baking	0.31	0.35
Bread. white		0.54
Rice		
unspecified	0.67	0.76
whole	< 0.10	
middle	0.19	
Soybeans		4.00
Buckwheat		
unspecified		2.00
whole		1.70
bran		1.60
Oats		
unspeaiffed		3.0
crushed	0.20	
mother's		0.92
tresh	0.25	0.29
Rye		
unspeciffed	0.61	0.69
black-eyed peas	0.23	
	Fresh weight	*Dry weight*
Parsnlp, roots		5.5
unspeeiffed	0.6	

Food	Fluorine content (ppm)	
green		6.69
fresh		0.60
Potatoes		
white		0.96
unspecified	0.20	
whole	6.4	22.0
peelings	0.07	0.35
lrish, tuber		1.4
sweet. unpeeled	0.13	
sweet	< 0.20	
Pumpkin	0.10	
Radish	0.8	
Rhubarb	0.4	
Rutabaga (swede)		
tops		7.0
roots		2.9
Spinach		
tresh		1.11
unspecified	1.8	
winter	0.44	3.80
Squash, fresh		0.63
Tomatoes		
unspecifieb	0.24	4.40
fresh		0.53
Turnips		
greens	0.10	
tops		1.7
roots		2.6
Watercress	1.0	

Food	Fluorine content (ppm)	
Miscellaneous substancrs:	*Fresh weight*	*Dry weight*
Peanuts		
unspecified		1.36
tops		1.7
kernel		1.5
Almonds	0.90	0.90
Hazelnut	0.30	0.30
Chestnut		1.45
shell		0.24
Coconut, ftesh	0.00	
Cocoa	0.5, 1.0	
Plain chocolate	0.50	
Mllk chocolate	0.5 1.0	
Molasses	0.00	
Sugar	0.32	
Honey	1.00	
Gelatin	0.00	
Glucose	0.50	
Malt	1.0, 1.5	
Powder3d gin3er	1.00	
A	220.0	
B	19.0	
C	< 0.1	
Cofiee	0.2,1.6	
Butter	1.50	
Cheese	1.62	
Pork and beans, canned	1.40	
Wine and beer :		
Chinese, Shao - sing		
best grade	0.07	

Food	Fluorine content (ppm)	
seconu grade	0.05	
Port	0.24	
Beer	0.20	
Rye (continued)	*Fresh weight*	*Dry weight*
cottonseed, meal	12.0	
hulls	12.0-14.0	
Spaghetti		
canned		1.15
dry		0.80
Macaroni, dry		0.82
Vegetables and tubers:	*Fresh weight*	*Dry weight*
Asparagus, canned		0.48
Beans		
string		0.46
string, canned		0.67
green	01.5	1.01
light green	0.11	0.73
lima, dry		4.51
lima, seeds		2.2
dry		1.04
drled		< 0.20
nayy, dry		1.70
Beets		
unspecified	0.2	
fresh		0.60
root		2.9
leaves, dry		3.30
tops		3.4
string	0.32	6.09
Caulifiower		
fresh		0.45

Food	Fluorine content (ppm)	
fiower	0.12	0.86
leaves	0.08	0.83
unspecified	1.0	
Cabbage		
large		9.34
foreign		15.38
fresh		0.70
unspecified	0.13	
edible head		3.4
without leaves	0.8	9.5
Carrots		
unspecified	0.4	6.92
tresh		1.30
root		8.4
Celery		
unspecified	0.14	
edible stalks		8.5
Cress		4.38
Cucumber	0.20	
Endive	0.2	
Garlic		
green		17.72
Kale	0.16	
Lettuce		
loosse, head		11.3
cabbage	0.30	4.45
prickly		5.18
tresh		0.42
Mustard		
greens	0.15	
leaves, salted, dried		3.0-4.8
Onions		
green		10.11
unspecified	0.60	
Parsley		
tops		11.3
unspecified	0.8	

برای اینکه ازمقدار فلوئور غذاها اطلاع کافی داشته باشیم بجداول صفحات ۲۰۷ تا ۲۱۵ توجه مینمائیم.

درمورد تأمین فلوئور ازطریق مواد غذائی بدنیست به‌مقدار فلوئوریکه ازطریق مواد غذائی درچند کشور بشرح زیر تأمین میشود اشاره نمائیم:

نروژ	۰٫۲۲ تا ۱٫۳ میلی گرم
روسیه	۰٫۶ تا ۱٫۲ «
کانادا	۰٫۳ تا ۰٫۱۸ «
سویس	۰٫۵ «
انگلستان	۱٫۸ تا ۰٫۶ «

درجدول فوق مقدار فلوئور مصرف شده در روز ازطریق غذا توسط افراد مشخص گردیده است.

باتوجه باینکه آب آشامیدنی فقط قسمت کمی ازغذای روزانه را تشکیل میدهد نباید کلیه فلوئور مورد نیاز بدن را ازآن انتظار داشت.

درشهرتهران وآب آشامیدنی توزیع شده ازطرف سازمان‌آب تهران با تجربیات آزمایشگاهی و درنظر گرفتن میانگین درجه حرارت محیط بایددرحدود ۰٫۷ تا ۱٫۲ میلی گرم درلیتر فلوئور موجود باشد. خوشبختانه مقدارفوق درحد متوسطی به میزان ۰٫۹ همیشه بدست مصرف کننده رسیده ودرحال حاضر احتیاج به افزایش فلوئور دستی احساس نمیشود.

فهرست منابع

1- Hydrolo-gy S.N.D. Roger 1964

1- Alimentation en eau des ayglomeration P. KOGH 1969.

3- les Pollutions et leurs ebbets J. A. TERNISIEN 1968.

4- L'analyse chimipue et Physico-chimipue de l'eau J. RODIER 1960

5- memento-Techmipue de l'eau Degremont 1966.