نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد بیست و چهارم، شماره پنجم، ۱۳۹۶
http://jwsc.gau.ac.ir

بررسی غلظت فلوئور در خاک و گیاه در منطقه پشت‌کوه دشتستان، استان بوشهر

***صدیقه بطالبلوئی[۱]، فرید مُر[۲]، گونار جکس[۳]، بهمن خلد برین[۴] و سروش مدبری[۵]**

[۱]استادیار گروه محیط زیست، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر و دانش‌آموخته دکتری، دانشگاه شیراز، [۲]استاد گروه علوم زمین، دانشگاه شیراز، [۳]استاد بخش آب و خاک، دانشکده مهندسی عمران، مؤسسه سلطنتی KTH سوئد، [۴]استاد گروه زیست‌شناسی، دانشگاه شیراز، [۵]استادیار دانشکده زمین‌شناسی، دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۰/۱۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۰/۹

چکیده

سابقه و هدف: غلظت بالای یون فلوئور در منطقه پشت‌کوه دشتستان استان بوشهر، باعث بروز بیماری فلوروسیس دندانی در ساکنین این منطقه شده است. غلظت بالای این یون در گیاه می‌تواند یکی از مسیرهای ورود این عنصر را به بدن فراهم می‌کند که این امر در کنار جذب فلوئور از منابع آب نیز می‌تواند احتمال بیماری فلوروسیس دندانی شدید در ساکنین منطقه پشت‌کوه دشتستان، استان بوشهر افزایش دهد. هدف از این پژوهش، تعیین غلظت فلوئور در خاک و انباشت احتمالی آن در گیاه بود.

مواد و روش‌ها: پشت‌کوه دشتستان بخشی از شهرستان دشتستان است در شرق و جنوب‌شرق شهرستان برازجان در استان بوشهر قرار گرفته است. به‌منظور بررسی مقدار فلوئور در خاک، از خاک‌های نخلستان و مزارع گندم ۳٤ نمونه خاک برداشت شد. برای تعیین احتمالی ارتباط pH و مقدار فلوئور در نمونه‌های خاک، pH در خاک اندازه‌گیری شد. همچنین جهت بررسی و تعیین غلظت فلوئور در گیاه، ١٤ نمونه گندم به تفکیک اندام ریشه و برگ – ساقه به همراه ۱۰ نمونه خرما نمونه‌برداری و آنالیز شدند. اندازه‌گیری فلوئور در نمونه‌های خاک و گیاه به روش ذوب قلیایی و با استفاده از الکترود گزینشی فلوئور (متروم سویس مدل ۷۸ یون‌سنج) انجام شد.

یافته‌ها: غلظت فلوئور در ریشه گندم با میانگین ۳۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم بیش‌تر از غلظت فلوئور در برگ – ساقه با میانگین ۱۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم است. غلظت فلوئور در خرما با میانگین ۱۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم، بیانگر انباشت بالای این یون در خرما را دارد. pH خاک عامل مهمی در زمین شیمی خاک‌های فلوئوردار می‌باشد. pH نمونه‌های خاک منطقه پشت‌کوه دشتستان با میانگین ۸/۰۳ pH بالایی را نشان می‌دهد. در شرایط فوق، یون فلوئور در خاک از حالت غیرمتحرک خارج می‌شود و فلوئور موجود در خاک در این شرایط شسته شده و وارد آب و بافت گیاه می‌شود. همبستگی بالای pH و غلظت فلوئور در خاک، تأییدی بر این موضوع است. همچنین به‌دلیل نزدیک بودن شعاع یونی فلوئور به هیدروکسیل تبادل یونی بین این دو یون در شرایط pH بالا رخ می‌دهد.

* مسئول مکاتبه: sblooie@gmail.com

نتیجه‌گیری: غلظت بالای فلوئور در خرما باعث جذب بالای فلوئور توسط ساکنین منطقه پشت‌کوه دشتستان می‌شود که از این لحاظ در وضعیت نگران‌کننده‌ای قرار دارند. بر اساس نتایج به‌دست آمده از غلظت بالای فلوئور در خاک و گیاهان، امکان انتقال این عنصر به چرخه غذایی بسیار بالا می‌باشد. شناسایی منابع آب با غلظت بالای فلوئور در منطقه در روند شناخت مناطق با منابع آب کم‌فلوئور کمک بسیاری می‌کند.

واژه‌های کلیدی: فلوراید، گندم، تحرک‌پذیری، زیست‌دسترس‌پذیری

مقدمه

فلوئور سیزدهمین عنصر از نظر فراوانی است. میانگین فلوئور در خاک ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم است (۱ و ۲). اگرچه غلظت‌های بسیار بالاتر (بیش‌تر از ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) نیز در خاک‌های حاصل از سنگ‌های غنی از فلوئور و یا خاک‌های متأثر از دروندادهای زمین‌زاد (مانند کودهای فسفاتی، پساب و آلودگی صنعتی) رخ می‌دهد (۳ و ٤). بیش‌تر فلوئور موجود در خاک در کانی‌ها و یا به‌صورت جذب‌شده به رس‌ها و اکسی‌هیدروکسیدها فقط با درصد کم، یا انحلال کم‌تر در محلول خاک یافت می‌شوند (۳ و ۵) همه سبزیجات حاوی فلوئور هستند و این یون را از خاک و آب جذب کرده‌اند. غلظت بالای فلوئور در چای بیش از ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم و در برخی موارد به ٦۳۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم (٦ و ۷)، کلم (٤۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم)، کاهو، غلات و اسفناج گزارش شده است (۸). غلظت بالای فلوئور در چای ناشی از جذب این یون از خاک در شرایط مناسب pH و حضور رس در خاک است. همچنین در برخی موارد استفاده از مواد افزودنی در هنگام رشد و یا تخمیر باعث افزایش فلوئور در چای نیز می‌شود. مصرف روزانه فلوئور از راه محصولات کشاورزی در محیط‌های غنی از فلوئور به‌عنوان یکی از مهم‌ترین راه‌های ورود فلوئور به بدن اخیراً مورد توجه بسیاری از پژوهشگران قرار گرفته‌است (۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲ و ۱۳).

تحرک‌پذیری عنصر فلوئور در خاک به ظرفیت جذب خاک بستگی دارد که این خود نیز به pH خاک، نوع جاذب موجود، شوری خاک وابسته است (۱٤). به‌طور عادی خاک‌های ریزدانه که مقادیر بالای رس و اکسی‌هیدورکسیدها را دارند، نسبت به خاک‌های ماسه‌ای فلوئور بیش‌تری را در خود نگاه می‌دارند. پیکرینگ (۵) نشان داد که بیش از نیمی از فلوئور حل شده می‌تواند از طریق خاک درشت‌دانه‌ای که درصد کمی رس، آهن و یا آلومینیم را دارد عبور کند. در خاک ریزدانه با pH ٦ تا ٦/۵ تحرک فلوئور در کم‌ترین حد است (۱۵، ۱٦، ۱۷ و ۱۸). با افزایش pH سطوح کلوئیدی یون‌های جذب‌شده فلوئور نیز آزاد می‌شوند و این یون‌ها جانشین یون هیدروکسید می‌شوند. در pH کم‌تر از ٦ تشکیل کاتیون‌های فلوئور آلومینیم با ظرفیت‌های ۲ و ۱ مانع جذب سطحی می‌شوند (۱۷، ۱۹، ۲۰ و ۲۱). شوری بالا یا مقاومت یونی بر روی تحرک فلوئور تأثیر می‌گذارد. این عمل توسط افزایش پتانسیل برای تشکیل کمپلکس‌های فلوئور و افزایش تعداد یون‌هایی که در رقابت با سایت‌های جذب خاک هستند صورت می‌گیرد. ادموندوس و سمدلی (۲۰۰۵) دریافتند که افزایش شوری محلول خاک می‌تواند مقدار فلوئور در آب زیرزمینی را افزایش دهد (٦). به‌طورکلی عوامل مؤثر در تحرک‌پذیری و آزاد شدن فلورید از کانی‌های فلوئوردار را pH آب، زمان ماند آب در آبخوان و مدت زمان تماس بین آب و کانی، ترکیب شیمیایی

آب، دسترسی آب به کانی‌های فلوئوردار می‌باشد (۲۲ و ۲۳).

مطالعات بسیاری بر روی فلوئور انجام شده است. غلظت فلورید در خرما در جنوب الجزایر بررسی شد (۲٤). مطالعات نشان داد خرما مقدار فلوئورید قابل‌توجهی را وارد بدن کنند. (۲۵) بر روی خاک‌های رسی در ایالت زیجین، چین مطالعه کردند و دریافتند که این رس‌ها مقادیر بسیار بالایی از فلوراید را نشان می‌دهند، همچنین با مطالعه بر روی گیاهان فلفل و ذرت که مصرف غذایی دارند، غلظت بالایی از فلوئور را در این نمونه‌ها اندازه‌گیری کردند.

در ایران پژوهش‌هایی درباره وجود فلوئور به انجام رسیده است (۲٦ و ۲۷). پوراسلامی و همکاران (۲۰۰۸) غلظت فلوئور در نمونه‌های گیاهی، میوه، فراورده‌های پروتئینی و سبزیجات و همچنین در آب های آشامیدنی و کشاورزی منطقه کوه بنان، کرمان مطالعه کردند. غلظت فلوئور از ۰/۰۲ تا ۸/۸۵ میلی‌گرم بر لیتر متغیر است.

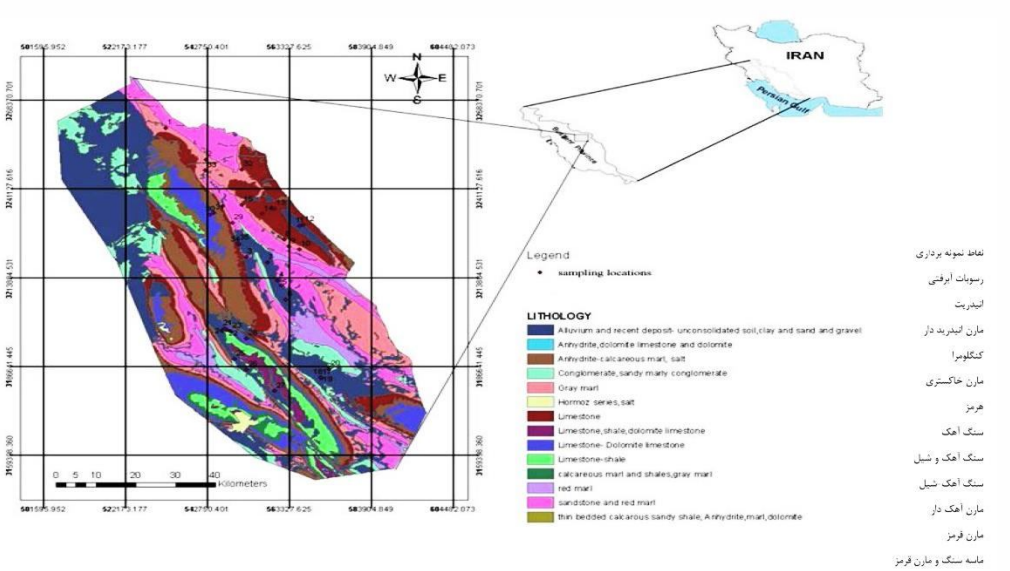
وجود بیماری فلوروسیس دندانی در ساکنین منطقه پشت‌کوه دشتستان بیانگر وجود فلوئور در آن منطقه است. پژوهش‌های انجام شده توسط (۱۲ و ۱۳) نشان داد که منشاء فلوئوراید در منطقه طبیعی و زمین‌زاد است. این بدان معنی است که فلوئور می تواند در خاک‌های منطقه وجود داشته باشد. بنابراین تعیین غلظت فلوئور در خاک امری ضروری به‌نظر می‌رسد. از آن‌جا که فلوئور موجود در خاک می‌تواند از طریق جذب وارد اندام‌های گیاهی ریشه، ساقه، برگ و میوه شود و این امر خود باعث ورود این یون به شبکه غذایی می‌شود و اثرات زیادی را بر جای می‌گذارد. از این‌رو نمونه‌برداری از گیاهان منطقه برای تعیین غلظت فلوئور ضرورت داشت. خرما و گندم که بیش‌ترین سطح زیرکشت منطقه را به خود اختصاص داده بودند، برای تعیین میزان انباشت فلوئور آنالیز شد تا زیست‌انباشتگری این عنصر تعیین شود. بنابراین هدف از این پژوهش تعیین غلظت فلوئور در خاک و انباشت احتمالی آن در گیاه بود.

مواد و روش‌ها

زمین‌شناسی و پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه: منطقه پشت‌کوه دشتستان دارای مختصات جغرافیایی ۵۱ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۵۱ درجه و ٤۵ دقیقه طول شرقی و ۲۸ درجه و ٤۰ دقیقه تا ۲۹ درجه و ۳۰ دقیقه عرض شمالی با وسعت تقریبی ۳۰۰۰ کیلومترمربع می‌باشد. پشت‌کوه دشتستان در ارتفاعات رشته‌کوه زاگرس قرار دارد که از نظر زمین‌شناسی در کمربند چین‌خورده زاگرس قرار دارد. قدیمی‌ترین سازندهایی که در این منطقه رخنمون دارند متعلق به گروه خامی و جدیدترین آن آبرفت‌های عهد حاضر می‌باشد (۲۸ و ۲۹) (شکل ۱). نخلستان، مزارع گندم، کنجد و ذرت بیش‌ترین سطح زیرکشت منطقه را به خود اختصاص داده‌اند.

نمونه‌برداری و آماده‌سازی نمونه خاک: به‌منظور بررسی غلظت فلوئور در خاک، از ۳٤ نمونه خاک (دست‌نخورده و همچنین خاک کشاورزی در مزارع گندم و نخلستان‌ها) نمونه‌برداری انجام شد. با برداشت هر نمونه از سطح، مکان آن توسط GPS ثبت گردید (شکل ۱). در هر نقطه نمونه‌برداری، ابتدا قشر سطحی و نرم خاک که حاوی خار و خاشاک بود برداشته شد سپس به کمک بیلچه گودالی به عمق حدود ۱۵ سانتی‌متر حفر گردید و نمونه‌برداری از عمق ۱۵ سانتی‌متری خاک انجام شد (۱۱). سپس نمونه‌های خاک به‌مدت ۳ روز در دمای اتاق (دمای تقریبی ۲۵ درجه سانتی‌گراد) خشک شدند. با استفاده از هاون دستی از جنس عقیق، کلوخه‌های احتمالی خرد شد. سپس، نمونه‌های خشک شده از الک ۲ میلی‌متر گذرانده شده و بخشی از آن برای تعیین pH

استفاده شد و نیمی از هر نمونه (حدود ۵۰۰ گرم) به‌منظور همگن‌سازی، آسیاب شد. این بخش از نمونه‌های آسیاب‌شده برای اندازه‌گیری مقدار فلوئور و آنالیز پراش پرتو ایکس استفاده شدند. تشخیص کانی‌های موجود در آزمایشگاه سازمان انرژی اتمی ایران انجام شد. به‌منظور جلوگیری از تغییر شرایط خاک، نمونه‌ها در پاکت‌های پلاستیکی نگهداری شدند.



شکل ۱- نقشه زمین‌شناسی منطقه پشت‌کوه دشتستان و نقاط نمونه‌برداری.

Figure 1. Geology map of study area and sampling sites.

نمونه‌برداری و آماده‌سازی نمونه گیاه: در محل برداشت هر نمونه خاک کشاورزی با در نظر گرفتن روش‌های استاندارد، از گیاه گندم در اواسط فصل رشد به تفکیک ریشه و ساقه- برگ و همچنین از میوه خرما (قصب یا زاهدی و کبکاب که بیش‌ترین مقدار مصرف را در بین ساکنین دارند) در تعداد ۱۰ عدد از هر نوع نمونه‌برداری انجام شد. برای از بین رفتن خاک احتمالی در نمونه‌های برداشته شده، نمونه های گندم به تفکیک اندام‌های مختلف در آزمایشگاه چندین بار با آب مقطر شسته شدند و سپس در دمای اتاق خشک شدند و با استفاده از آسیاب پودر شدند. نمونه خرما نیز بعد از جدا کردن هسته از گوشته در آون خشک شدند و برای تعیین فلوئور به آزمایشگاه ارسال شدند.

روش‌های آنالیز

تعیین pH: برای اندازه‌گیری pH خاک، از روش ۹۰۴۵D سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (۳۰) استفاده شد.

اندازه‌گیری فلوئور در خاک و گیاه: اندازه‌گیری فلوئور در نمونه‌های خاک و گیاه نیز به روش ذوب قلیایی و با استفاده از الکترود گزینشی فلوئور (ISE; Ion Selective Electrode) یون‌سنج مدل ۷۸۱ متروم سویس انجام شد (Metrohm Swiss model 781.ion meter) (۳۱ و ۳۲). اندازه‌گیری فلوئور موجود در نمونه‌های خاک و گیاه در آزمایشگاه اکمه (ACME) کانادا انجام شد.

نتایج

نتایج اندازه‌گیری pH و غلظت فلوئور در خاک در جدول ۱ نشان داده شده است. میانگین فلوئور موجود در نمونه‌های خاک منطقه مورد مطالعه ۵۳۲ میلی‌گرم می‌باشد. میانگین pH نمونه‌های خاک منطقه پشت‌کوه دشتستان، ۸/۰۳ است. جداول ۲ و ۳ غلظت فلوئور را در نمونه‌های خرما و نمونه گندم به تفکیک ریشه و ساقه برای گندم نشان می‌دهد. غلظت فلوئور در بافت ریشه گیاه گندم از ۳٤ میلی‌گرم بر کیلوگرم تا ۳۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم فلوئور متغیر است، در حالی‌که در ساقه گیاه گندم از ۱۳ تا ۲۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم متغیر است. غلظت فلوئور برای خرما با میانگین ۱۰ و در گستره ٦ تا ۱۹ میلی‌گرم در کیلوگرم متغیر است.

جدول ۱- pH و غلظت فلوئور (میلی‌گرم بر کیلوگرم) اندازه‌گیری در نمونه‌های خاک.

Table 1. pH and fluoride content (mg kg^{-1}) in soil samples.

خاک (Soil)	غلظت فلوئور (fluoride content)	اسیدیته (pH)
13SKH	735	8.26
12SPP	595	8.13
31STF	555	8.03
24STZN	675	8.15
SL-11	465	7.09
SL-13	705	8.58
SL-14	435	7.30
SL-15	645	8.32
SL-17	700	8.87
SL-18	590	8.29
SL-08	585	8.22
SL-09	655	8.33
SL-10	575	8.14
SL-19	700	8.96
SL-12	565	8.06
SL-16	500	8.01
SL-6	429	7.25
S51/3	421	NM
S 22/3	671	NM
S 30/3 A	499	8.04
S35-3	385	7.25
57STD	418	NM

ادامه جدول ۱-

Continue Table 1.

خاک (Soil)	غلظت فلوئور (fluoride content)	اسیدیته (pH)
39SGKH	385	7.64
SG 5	407	NM
12S2D	605	8.65
17SGW	506	NM
36SG	440	NM
28SG	374	7.45
31SG	495	NM
SG 32	451	NM
SKHW 39	352	7.64
6SG	429	NM
42SG	396	7.54
26SGW	572	8.43
SG 26	715	8.83
S-30-3	499	7.74

اندازه‌گیری نشده است.

NM: Not Measured.

جدول ۲- غلظت فلوئور در ١٤ نمونه گندم (میلی‌گرم بر کیلوگرم) به تفکیک اندام.

Table 2. Fluoride content (mg kg-1) in 14 wheat samples in different organs.

اندام (Organs)	سایت نمونه‌برداری (Sampling sites)	غلظت فلوئور (Fluoride content)
Root ریشه	43	35
Shoot ساقه		23
Root ریشه	30	34
Shoot ساقه		13
Root ریشه	42	34
Shoot ساقه		16
Root ریشه	29	38
Shoot ساقه		25
Root ریشه	28	20
Shoot ساقه		20
Root ریشه	38	23
Shoot ساقه		14
Root ریشه	36	28
Shoot ساقه		12

جدول ۳- غلظت فلوئور (میلی‌گرم بر کیلوگرم) در ۱۰ نمونه خرما.

Table 3. Fluoride content(mg kg^{-1}) in 10 date samples.

سایت نمونه‌برداری (Sampling sites)	غلظت فلوئور (Fluoride content)
16	8
4	9
17	12
9	13
3	6
21	19
10	6
14	7
32	14
28	6

بحث و نتیجه‌گیری

میانگین فلوئور در خاک منطقه پشت‌کوه دشتستان ۵۳۲ میلی‌گرم بر لیتر و به بیش از ۱/۵ برابر میانگین جهانی (۳۲۰ میلی‌گرم بر لیتر) افزایش یافته است. بیش‌تر خاک‌های منطقه از مارن‌های هوازده تشکیل شده‌اند. در مواردی نیز سازندهای اطراف دشت‌ها ماسه‌سنگی، آهکی با میان لایه‌های مارنی است که فرایند هوازدگی این سنگ‌ها را به خاک تبدیل کرده است. مقادیر بالای فلوئور در نمونه خاک (جدول ۲) ناشی از حضور کانی‌های فلوئوردار در منطقه می‌باشد. pH خاک عامل مهمی در زمین شیمی خاک‌های فلوئوردار می‌باشد. در خاک‌های با pH پایین، یون فلوئور به ذرات خاک متصل می‌شود و خاصیت غیرمتحرک پیدا می‌کند در صورتی‌که در شرایط pH بالای خاک‌های منطقه (۸/۰۳)، حالت متحرک است همچنین به‌دلیل نزدیک بودن شعاع یونی فلوئور (۱۳۳) به شعاع یونی هیدروکسیل (۱٤۰) تبادل یونی بین آنیون فلوئوراید و هیدورکسیل رخ می‌دهد (۳۳). فلوئور موجود در خاک به راحتی شسته می‌شود و به شکل محلول در می‌آید. شکل ۲ رابطه pH و غلظت فلوئور در خاک، را نشان می‌دهد (شکل ۲).

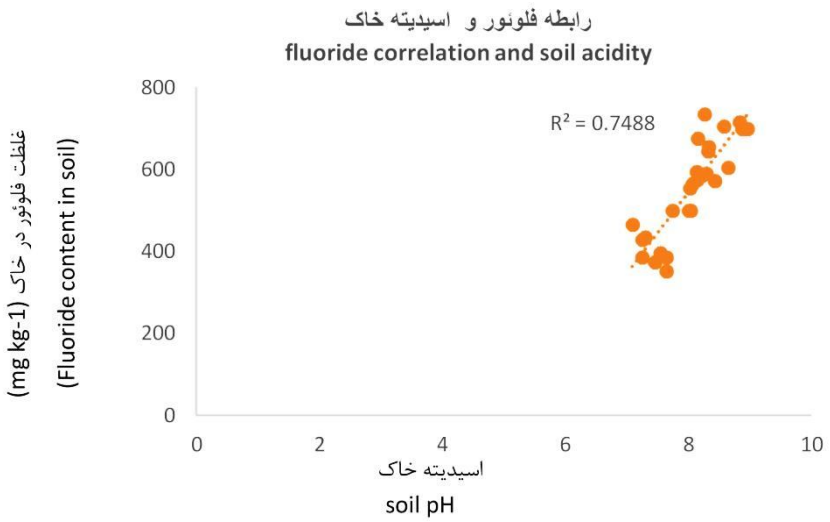
غلظت بالای فلوئور در گیاه می‌تواند یکی از مسیر ورود این عنصر را به بدن فراهم می‌کند که این امر در کنار جذب فلوئور از منابع آب نیز می‌تواند احتمال بیماری فلوروسیس دندانی شدید در ساکنین منطقه پشت‌کوه دشتستان افزایش دهد.

غلظت فلوئور در نمونه‌های گیاهی گندم که به‌طور وسیعی در منطقه پشت‌کوه دشتستان کشت می‌شوند، ۳۰ میلی‌گرم بر لیتر است. غلظت فلوئور در ریشه گندم نسبت به ساقه و برگ آن بیش‌تر است. فلوئور از طریق خاک و توسط ریشه به ساقه و برگ‌ها منتقل می‌شود. دلیل بالاتر بودن غلظت فلوئور در ریشه نسبت به بقیه اندام‌های گیاه بیش از هر چیز ناشی از رقیق شدن فلوئور در ساقه به‌دلیل بالا بودن

زیست‌توده ساقه و پس از آن انتقال محدود فلوئور از ریشه به ساقه است؛ چرا که نفوذپذیری ریشه‌چه نسبتاً پایین است. همچنین به‌دلیل تماس مستقیم ریشه با خاک و آب است که می‌تواند عناصر بیش‌تری را به شکل حل شده در خود جمع کند و بخشی را نیز وارد دیگر اندام‌های گیاه کند (۳٤). همچنین انباشت بیش‌تر فلوئور در ریشه‌ها می‌تواند به‌علت عدم عبور آن از لایه آندودرم ریشه باشد. غشای سلول‌های این لایه برای عبور عناصر داری ناقلین پروتئینی هستند که برای انتقال عناصر ضروری به‌طور تخصصی عمل می‌کنند عدم وجود ناقل‌های فلوئور در غشا سلول‌های این لایه می‌تواند منجر به تراکم فلوئور در ریشه شود (۳۵). در شرایط تعرق زیاد توسط برگ‌ها، مقداری فلوئور در جریان آب به اندام‌های هوائی انتقال می‌یابد (٤۳). pH بالای خاک منطقه پشت‌کوه دشتستان (۸/۰۳) باعث افزایش جذب فلوئور توسط گیاهان می‌شود. میانگین pH خاک ۸/۰۳ است که شرایط را برای جذب فلوئور توسط گیاه مناسب می‌کند. فلوئور از راه تارهای کشنده به ساقه و سپس به برگ منتقل می‌شود (۳۵). جابجایی محدود فلوئور از ریشه به ساقه (۱۱) نیز می‌تواند به‌علت نفوذپذیری پایین بافت داخلی باشد (۳٦ و ۳۷).

غلظت فلوئور در نمونه‌های گندم بیش از غلظت گزارش شده نمونه‌های گیاهی از ایران است (۲٦ و ۳۸). در پژوهش انجام‌شده توسط پوراسلامی و همکاران، غلظت فلوئور در نمونه های میوه، غلات و سبزیجات خوراکی اندازه‌گیری شد که دارای گستره ۰/۰۲ تا ۸ میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد. دلیل این افزایش ناشی از تجزیه گونه‌های متفاوت، مناطق متفاوت پرورش گیاه و یا روش متفاوت تجزیه فلوئور در گیاه است (۳۹). تجزیه فلوئور در نمونه‌های گیاهی از چالش بزرگی برخوردار است و بنابراین اختلاف در غلظت می‌تواند ناشی از روش تجزیه باشد (۳۹ و ٤۰). روش به‌کار رفته در این پژوهش بر اساس سوزاندن است که نسبت به روش هضم اسیدی از دقت بالاتری برخوردار است علاوه بر این نمونه‌های مرجع تأیید شده صحت این تجزیه‌ها را نشان می‌دهد (پودر ماهی، کد ۰۲٦۸، مؤسسه نیفس، نروژ).

نتایج نمونه‌های خرما نشانگر انباشت بالای فلوئور در آن‌هاست. در مقایسه با داده‌های گزارش شده از جنوب الجزایر (۲٤) که مقدار فلوئور ۲/۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم گزارش شده بود به‌نظر می‌رسد غلظت فلوئور با مقدار موجود در خاک و آب تغییر می‌کند، که گزارش مربوط به غلظت فلوئور در خاک در مطالعه جنوب الجزایر انجام نشده است. عواملی مانند نوع خاک، pH و مقدار رس نقش کنترل‌کننده‌ای در جذب فلوئور توسط گیاه دارند (۲ و ٤۱). برخی گیاهان مانند چای، کاهو، اسفناج می‌توانند غلظت بالای فلوئور (620-3600 mg kg^{-1} d.w.) را در خود انباشته کنند (٤۲، ٤۳، ٤٤ و ٤۵). پژوهش انجام‌شده توسط پلومسکی و همکاران (۱۹۸۲) نشان می‌دهد که انباشت طولانی‌مدت فلوئور در خاک می‌تواند با فرایندهای زیست‌شناختی در ریشه و ریزاندامگان‌ها برهم‌کنش کند (٤٦).



شکل ۲- همبستگی فلوئور و pH خاک.

Figure 2. Fluoride correlation and soil acidity.

پیشنهادات

با توجه به بیماری فلوروسیس دندانی در منطقه دشتستان بوشهر و مقادیر بالای فلوئور در خاک و آب منطقه، توصیه می‌شود که گیاهان خوراکی مختلف (ذرت، کنجد) که به‌طور عمده در منطقه مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند مورد بررسی قرار گیرند تا آگاهی‌های لازم برای جلوگیری از مصرف بیش از حد آن‌ها و ابتلای شدیدتر به این بیماری از طریق جلوگیری از ورود دوزهای بالای فلوئور به بدن انجام گیرد. همچنین با استفاده از حفر چاه‌های پیزومتری غلظت فلوئور اندازه‌گیری شود که این امر در شناخت مناطق و حفر چاه‌ها با فلوئور کم‌تر در منطقه مؤثر خواهد بود.

منابع

1.Hem, J. 1989. Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water. U.S. Geological survey water-supply.
2.Kabata-Pendias, A., and Pendias, H. 2001. Trace elements in soil and plants. Boca Raton, FL: CRC Press.
3.Cronin, S.J., Manoharan, V., Hedley, M.J., and Loganathan, P. 2000. Fluoride: A review of its fate, bioavailability and risks of fluorosis in grazed-pasture systems in New Zealand. N Zeal. J. Agric. Res. 43: 295-32.
4.Edmunds, M., and Smedley, P. 2005. Fluoride in natural waters. Selinus, O. (ed) Essentials of medical geology: the impacts of natural environment on public health. Springer, Pp: 311-336.
5.Pickering, W.F. 1985. The mobility of fluorine in soils. Environmental Pollution. 9: 281-308.
6.Malde, M.K., Greiner-Simonsen, R., Julshamn, K., and Bjorvatn, K. 2006. Tea leaves may release or absorb fluoride, depending on the fluoride content of water. Science of the Total Environment. 366: 2-3. 915-917.
7.Deshmukh, A.N., Wadaskar, P.M., and Malpe, D.B. 1995. Fluorine in environment: A review. Gondwana Geol. Mag. 9: 1-20.
8.Cao, J., Zhao, Y., Jianwei, L., Ruodeng, X., and Sangbu, D. 2000. Environmental Fluoride Content in Tibet. Environmental Research Section A. 83: 333-337.

9.Shu, W.S., Zhang, Z.Q., Lan, C.Y., and Wong, M.H. 2003. Fluoride and aluminium concentrations of tea plants and tea products from Sichuan Province, PR China. Chemosphere. 52: 1475-1482.
10.Franzaring, J., Hrenn, H., Schumm, C., Klumpp, A., and Fangmeier, A. 2006. Environmental monitoring of fluoride emissions using precipitation, dust, plant and soil samples. Environmental Pollution. 144: 158-165.
11.Cao, J., Zhao, Y., Li, Y., Deng, H.J., Yi, J., and Liu, J.W. 2006. Fluoride levels in various black tea commodities: measurement and safety evaluation. Food and Chemical Toxicology. 44: 1131-1137.
12.Battaleb-Looie, S., Moore, F., Jafari, H., Jacks, G., and Ozsvath, D. 2012. Hydrogeochemical evolution of groundwaters with excess fluoride concentrations from Dashtestan, South of Iran. Environmental Earth Sciences, 4: 1173-1182.
13.Battaleb-Looie S., Moore F., Malde M., and Jacks G. 2013. Fluoride in groundwater, dates and wheat: Estimated exposure dose in the population of Bushehr, Iran. J. Food Comp. Anal. 29: 94-9.
14.Liu, X., Wang, B., and Zheng B. 2014. Geochemical process of fluorine in soil. Chin. J. Geochem. 33: 277-279.
15.Larsen, S., and Widdowson, A.E. 1971. Soil fluorine. J. Soil Sci. 22: 2. 210-222.
16.Gilpin, L., and Johnson, A. 1980. Fluorine in Agric. soils of southeastern Pennsylvania. Soil Sci. Soc. Am. J. 44: 255-258.
17.Wenzel, W.W., and Blum, W.E.H. 1992. Fluorine speciation and mobility in F-contaminated soils. Soil Science. 153: 5. 357-364.
18.Neal, C. 1995. Aluminium speciation variations in an acidic upland stream draining the Hafren spruce forest, plynlimon, Mid-Wales. J. Hydrol. 164: 1/4. 39-51.
19.Barrow, N.J., and Ellis, A.S. 1986. Testing a mechanistic model. The points of zero salt effect of phosphate retention, for zinc retention and for acid/alkali titration of a soil. Europ. J. Soil Sci. 37: 303-310.
20.Anderson, M.A., Zelazny, L.W., and Bertsch, P.M. 1991. Fluoro-aluminum complexes on model and soil exchangers. Soil. Sci. Soc. Am. J. 55: 71-75.
21.Haidouti, C. 1995. Effects of fluoride pollution on the mobilization and leaching of aluminum in soils. The Science of the Total Environment. 166: 157-160.
22.Parkhurst, D.L. 1997. Geochemical mole-balance modeling with uncertain data. Water Resources Research. 33: 1957-1970.
23.Gupta, S., Banerjee, S., Saha, R., Datta, J.K., and Mondal, N. 2006. Fluoride geochemistry of groundwater in Birbhum, West Bengal, India. Fluoride. 39: 318-320.
24.Messatifa, A. 2008. Fluoride contents in ground waters and the main consumed foods (dates and tea) in Southern Algeria region. Environmental Geology. 55: 377-383.
25.Dai, S., Li, W., Tang, Y., Zhang, Y., and Feng, P. 2007. The sources, pathway and preventative measures for fluorosis in Zhijin County, Guizhou, China. Applied Geochemistry. 22: 1017-1124.
26.Poureslami, H.R., Khazaeli, P., and Noori, G.R. 2008. Fluoride in food and water consumed in Koohbanan (Kuh-e Banan), Iran. Fluoride. 41: 216-219.
27.Agha Nabati, A. 2005. Iran Geology. Geology Survey of Iran Press, 586p. (In Farsi)
28.Jha, S.K., Nayak, A.K., and Sharma, Y.K. 2008. Fluoride toxicity effects in onion (*Allium cepa* L.) grown in contaminated soils. Chemosphere. 76: 353-356.
29.Alavi, M. 2004. Regional Stratigraphy of the Zagros fold-thrust belt of Iran and its proforeland evolution. Amer. J. Sci. 304: 1-20.
30.EPA. 1998. National environmental methods index. EPA methods 340.1, 340.2 and 340.3. U.S. Environmental Protection Agency.
31.McQuaker, N.R., and Gurney, M. 1977. Determination of total fluoride in soil and vegetation using an alkali fusion selective ion electrode technique. Analytical Chemistr. 49: 1. 53-56.

32.Kherad Pisheh, Z., Ehrampoush, M.H., Montazeri, A.M., Mirzaei, M., Mokhtari, A., and Mahvi, H. 2016. Fluoride in Drinking Water in 31 Provinces of Iran. Exp. Health. 8: 465-474.
33.Loganathan, P., Hedley, M.J., Wallace, G.C., and Roberts, A.H.C. 2001. Fluoride accumulation in pasture forages and soils following long-term applications of phosphorus fertilizers. Environmental Pollution. 115: 275-282.
34.Fekri, M., and Kasmaei, L. 2013. Fluoride pollution in soils and waters of Koohbanan region, southeastern Iran. Arab J. Geosci. 6: 157.
35.Waldbott, G.L., Burgstahler, A., and McKinney, H.L. 1978. Fluoridation: The Great Dilemma, Lawrence, XS, Coronado Press.
36.Keller, T. 1980. The simultaneous effect of soil borne NaF and air pollutant SO_2 on CO_2-uptake and pollutant accumulation. Oecologial. 44: 283-285.
37.Takmaz-Nisaneiouglu, S., and Davison, A.W. 1988. Effects of aluminium on fluoride uptake by plants. New Phytologist. 109: 149-155.
38.Mahvi, A.H., Zazoli, M.A., Younecian, M., and Esfandiari, Y. 2006. Fluoride content of Iranian black tea and tea liquor. Fluoride. 39: 266-268.
39.Malde, M.K., Bjorvatn, K., and Julshamn, K. 2001. Determination of fluoride in food by the use of alkali fusion and fluoride ion-selective electrode. Food Chemistry. 73: 373-379.
40.Malde, M.K., Bjorvatn, K., and Julshamn, K. 2007. Analytical problems in assessment of fluoride in food. In Proceedings of the 2nd International Workshop on Fluorosis Prevention and Defluoridation of Water. Int. Soc. Fluoride Res: Bergen, Norway.
41.Preddy, R.V. 2013. Fluorine: Chemistry Analysis, Function and Effect. Royal society of chemistry. 360p.
42.Robinson, W.O., and Edgington, G. 1946. Fluorine in soils. Soil Science. 61: 341-353.
43.Hodge, H.C., and Smith, F.A. 1972. Fluorides in metallic contaminants and human health. In Fogarty International Center Proceeding. New York and London: Academic Press.
44.Fleischer, M., Forbes, R.M., Harris, R.C., Krook, L., and Kubota, J. 1974. The relation of selected trace elements to health and disease. Fluorine geochemistry and the environment journal. Vol. 1. Washington, D.C.: National Academy of Science.
45.Sheldrake, R., George, E.D., Leigh, E., John, J.R., and Donald, J.L. 1978. Lime and charcoal amendments reduced fluoride absorption by plants cultured in perlite peat medium. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 103: 2. 268-270.
46.Polomski, J., Flühler, H., and Blaser, P. 1982. Accumulation of airborne fluoride in soils. J. Environ. Qual. 11: 3. 457-461.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 24(5), 2018
http://jwsc.gau.ac.ir

Study of fluoride in soil and plants in posht-e-kooh-e-dashtestan, Bushehr province

***S. Battaleb-Looie[1], F. Moore[2], G. Jacks[3], B. Khold-e-Barin[4] and S. Modabberi[5]**

[1]Assistant Prof., Dept. of Environmental Science, Khoramshahr University of Marine Science and Technology and Ph.D. Graduate, Shiraz University, [2]Professor, Dept. of Earth Sciences, Shiraz University, [3]Professor, Dept. of Land and Water Resources Engineering, Royal Institute of Technology KTH, Sweden, [4]Professor, Dept. of Biology, Shiraz University, [5]Assistant Prof., Faculty of Geology, University of Tehran

Received: 01/07/2017; Accepted: 12/30/2017

Abstract

Background and Objectives: High concentrations of fluorine ion in the Dashtestan area of the Bushehr province, has given rise to the prevalence of dental fluorosis among the local population. The high concentration of this ion in plants provides one possible mechanism for it to enter the body. This, along with the absorption of fluoride from water, can lead to a higher probability of acute fluorosis for the local population. The main objective of this research is to study the fluoride concentration in soil and its probable bioaccumulation in plants.

Materials and Methods: Dasthestan's Posht-e-kooh is part of the Dashtestan's district, situated to the east and souteast of the Burazjan district in the Bushehr province. In order to measure the concentration of fluorine in the soil, thirty-four in-situ soil samples were collected from the date orchards and wheat farms. To find the correlation between soil pH and fluoride concentration, soil pH was also measured. In addition, 14 wheat samples and 10 date samples were collected and analyzed for fluoride. Separate samples were taken from the root, stem and leaf. The F^- concentrations in plant and soil samples were determined using the alkaline fusion method with a fluoride ion-selective electrode (Metrohm Swiss model 781 ion meter).

Results: The average fluoride concentration found in dates is 10.0 mg/kg; whereas wheat roots and shoots contain on average 30.0 and 19.0 mg of fluoride per kg, respectively. In the present study, we have found relatively high F- concentrations in dates and wheat, which are staple foods for the population of Bushehr. The average F- content in dates of 10 mg/kg is much higher than the mean value of 2.9 mg/kg reported for Southern Algeria. The uptake of the fluorine ion by plants is controlled by many factors, such as soil type, pH and the clay content of the soil due to direct contact between soil and water. There is no available report regarding the soil of the Algerian region mentioned above. The F^- content of wheat is also high and approximately 10 mg/kg higher in the roots compared to the shoots. The soil in the study area has a pH of 8.03, which means that F^- can be absorbed by the plants. F^- can be absorbed (transported) from the soil into the stem through fine hair rootlets and some can reach the leaves. Acidity is the most important factor in the geochemistry of fluoride-bearing soil. An average soil pH of 8.03, shows high alkalinity. High pH value promotes the exchange of OH^- anion in the groundwater and F- in some of the minerals present in the soil, which facilitates the leaching of fluoride from the soil into the plant. X-ray diffraction analysis has confirmed the presence of fluoride-bearing minerals in the study area.

Conclusion: Considering the importance of fluoride for the health of teeth and bones, the high concentration of fluoride in dates resulting in a high intake of fluoride by the people living in posht-e-kooh of Dashtestan is cause for great concern. The high concentration of fluoride in the soil and local plants, implies a high probability of fluorine entering the food cycle. Identifying sources of water with high concentrations of fluoride, is an important step in tackling the health problems facing the local population.

Keywords: Fluoride, Wheat, Mobility, Bioavailability

* Corresponding Author; Email: sblooie@gmail.com