

بررسی رخداد فلئوروزیس بالینی در جمعیت گوسفندان حومه کارخانه آلومینیوم اراک

عباس گنجی^۱، محسن قانع^{۲*}، مهرداد پورجعفر^۲

۱. دانش‌آموخته دکتری تخصصی بیماری‌های داخلی دام‌های بزرگ، دانشکده دامپزشکی دانشگاه شیراز، شیراز- ایران.
۲. گروه علوم درمانگاهی دانشکده دامپزشکی دانشگاه شیراز، شیراز- ایران.

دریافت: ۲۵ دی‌ماه ۹۸ پذیرش: ۲۱ بهمن‌ماه ۹۹

چکیده

برای بررسی رخداد مسمومیت مزمن با فلئور در گوسفندان حومه کارخانه آلومینیوم اراک از ۱۰۰ رأس گوسفند زیر ۲ سال و بالای ۲ سال از فواصل ۱ تا ۱۰ کیلومتری کارخانه و ۲ گروه کنترل در فواصل ۳۰ و ۳۰۰ کیلومتری کارخانه نمونه خون در چهار فصل سال اخذ شد. از مواد غذایی مصرفی شامل علوفه دستی و مرتعی دام‌ها و همچنین از منابع آب مصرفی آن‌ها در این محدوده، نمونه‌گیری صورت گرفت. میزان فلئور پلاسما و جیره‌های مصرفی با روش الکتروود یون‌گزین و نمونه‌های آب با روش یون کروماتوگرافی اندازه‌گیری شدند. میانگین میزان فلئور در پلاسما گوسفندان مبتلا به ضایعات دندان ۳/۱۵±۱/۹۸ قسمت در میلیون و به‌طور معنی‌داری بیشتر از هر دو گروه کنترل ($P=0/001$) بود ($0/39 \pm 0/13$ ppm). تفاوت معنی‌داری در میزان فلئور پلاسما بین دو گروه نابالغ و بالغ مشاهده نشد ($P=0/49$). میزان فلئور پلاسما گوسفندان در شعاع کمتر از ۱۰ کیلومتر از کارخانه، نسبت به گروه‌های کنترل بالاتر و اختلاف معنی‌داری داشت ($P=0/001$). در مقایسه چهار فصل سال، گوسفندان در پاییز ($6/39 \pm 0/35$ ppm) بیشترین میزان فلئور پلاسما را نسبت به فصول دیگر داشتند ($P=0/001$). در بررسی منابع مختلف آب مصرفی گوسفندان، نهرها ($0/89 \pm 0/31$ ppm) بیشترین میزان فلئور و اختلاف معنی‌داری با سایر منابع آبی داشتند ($P=0/001$). در بررسی مواد غذایی مصرفی گوسفندان، علوفه مرتعی ($121/3 \pm 34/5$ ppm) نسبت به علوفه دستی و خریداری شده از سوی دامداران ($13/03 \pm 2/6$ ppm)، میزان فلئور بسیار بیشتری داشت ($P=0/001$). بر اساس نتایج به‌دست آمده در این مطالعه، مسمومیت مزمن با فلئور تا شعاع ۱۰ کیلومتری کارخانه آلومینیوم اراک در گله‌های گوسفند مشاهده می‌شود و به نظر می‌رسد علوفه مرتعی آلوده در این منطقه مهم‌ترین نقش را در بروز مسمومیت در دام‌ها دارد.

واژه‌های کلیدی: مسمومیت فلئور، گوسفند، کارخانه آلومینیوم‌سازی، اراک، ایران.

مقدمه

۸ و ۱۱). متأسفانه فاصله بین مقدار مفید این عنصر و مقدار سمی آن بسیار کم است به‌طوری‌که حدود یک قسمت در میلیون فلئور برای انسان و بیشتر حیوانات مفید است، اما در مقادیر ۲-۳ قسمت در میلیون و بالاتر، آثار مسمومیت‌زای آن بروز می‌کند (۲). به‌طور کلی موارد مسمومیت مزمن با فلئور در اثر دست‌کاری انسان در طبیعت و با منشأ صنایع ایجاد می‌شود. صنایعی که از مواد معدنی حاوی فلئور به‌عنوان ماده خام اولیه استفاده می‌کنند و سبب آلودگی محیط اطراف از طرق مختلف می‌شوند. یکی از این روش‌ها گرد و غبار و دود خارج‌شده از دودکش‌ها و هواکش‌هاست؛ زیرا فلئور در درجه بالا به-

فلئوروزیس (Fluorosis) یا مسمومیت با فلئور به دو شکل حاد و مزمن (شکل معمول‌تر) در انسان و دام رخ می‌دهد (۱، ۲ و ۸). شکل مزمن مسمومیت با فلئور از مشکلات پرورش دام در مجاورت مراکز صنعتی است که سبب بروز ضایعات دندان و استخوانی می‌شود و به‌علت مصرف درازمدت و مستمر فلئور ایجاد می‌گردد (۱ و ۲). این عنصر به‌میزان کم برای بدن نه تنها سمی نیست، بلکه جزء عناصر کمیاب و ضروری محسوب می‌شود. آثار مفید فلئور در جلوگیری از پوسیدگی دندان‌ها در هر سن و استئوپروزیس (پوکی استخوان) به اثبات رسیده است (۲).

بین رفتن کامل بعضی از آن‌ها تا سطح لثه و بالاخره دردناک شدن دندان‌ها که به تدریج سبب عدم توانایی دام در اخذ و جویدن غذا و کاهش مصرف آن می‌گردد. مشکلات عدیده‌ای را برای دام ایجاد می‌کند. شکل دندانی مسمومیت مزمن با فلوروز در بیشترین موارد با معاینه دندان‌های پیش تشخیص داده می‌شود (۸ و ۱۱).

از سال‌ها قبل در حومه کارخانه آلومینیوم‌سازی اراک مواردی از ضایعات دندانی در گوسفندان منطقه مشاهده شده است. هرچند با مدیریت پساب کارخانه آلومینیوم-سازی اراک، زمین‌های کشاورزی نزدیک کارخانه وضعیت بهتری یافته‌اند، ولی با توسعه کارخانه مذکور در دهه اخیر و افزایش تولید، مشکلات دامداران حومه کارخانه بیشتر شده است. در این مطالعه تلاش شد ضایعات دندانی مشاهده شده به فلوروزیوس مزمن نسبت داده شود و در مرحله بعد وضعیت منطقه را از جنبه‌هایی مثل میزان فلوروز در فصول مختلف، آب مصرفی و علوفه مرتعی و جیره دام‌ها بررسی و آنالیز شود تا به تشخیص دقیق‌تر و صحیح‌تری در مورد مشکلات دندانی مشاهده شده در منطقه برسیم.

مواد و روش کار

در این مطالعه میزان فلوروز پلاسمای گوسفندان در دو گروه سنی زیر ۲ سال (نابلغ) و ۲ سال و بالای ۲ سال (بالغ) و آب مصرفی دام‌ها و علوفه مرتعی و علوفه مصرفی دام‌های موجود در روستاهای واقع در شعاع ۱۰ کیلومتری کارخانه آلومینیوم‌سازی اراک (در این محدوده ۱۰ روستا قرار دارد و جمعیت گوسفند موجود در این واحدها حدود ۱۰۰۰۰ رأس است) در چهار فصل (بهار، تابستان، پاییز و زمستان) بررسی شد. لوله‌های ونوجکت از نوع پلاستیکی انتخاب شد تا از احتمال واکنش فلوروز با لوله‌های شیشه‌ای اجتناب گردد، در ضمن تعداد ۱۰ رأس گوسفند از منطقه‌ای که با کارخانه آلومینیوم حداقل سی کیلومتر فاصله دارد به‌عنوان گروه کنترل اول و ۱۰ رأس دیگر به‌عنوان گروه کنترل دیگر به فاصله ۳۰۰ کیلومتری کارخانه انتخاب شدند. آنالیز فلوروز در ترکیبات محیطی و یا بیولوژیک برای تشخیص قطعی فلوروزیوس و تعیین منبع فلوروز ضروری است. روش‌های متعددی برای آنالیز فلوروز وجود دارد. روش الکتروود یون‌گزین (Ion Selective

سرعت به بخار تبدیل و به‌صورت ذرات ریز و بخار به محیط اطراف پراکنده می‌شود و در صورتی که بادهای شدید بوزد فلوروز تا مسافت‌های طولانی (حتی ۱۰ کیلومتر) در محیط اطراف در جهت وزش باد پخش خواهد شد (۲ و ۱۱). اعتقاد بر این است که آلودگی گیاهان مناطق اطراف بیشتر ناشی از نشستن گرد و غبار و دود حاوی فلوروز روی برگ آن‌هاست. فلوروز بعد از ورود به دستگاه گوارش به‌طور فعال و غیر فعال جذب خواهد شد و ۵۰ درصد آن به سرعت با ادرار دفع و بقیه آن در بدن پخش می‌شود. از این مقدار ۹۶ درصد فلوروزاید در بافت‌های سخت شامل دندان‌ها و استخوان‌ها انباشته می‌شود (۸ و ۱۱).

آسیب سلولی ناشی از فلوروز را به توانایی آن در مهار چندین آنزیم داخل سلولی به‌خصوص آنزیم‌هایی که در متابولیسم انرژی سلول نقش دارند، می‌دانند (۵)، اما Tokunaga و همکاران در سال ۲۰۰۳ نقش فلوروز را در مهار برداشت گلوکز به‌وسیله سلول‌ها را بیشتر از مهار آنزیم‌ها دانستند (۲۱). فلوروز موجب اختلال در سنتز کلاژن و درهم شکستن کلاژن در بافت‌های مختلف مانند استخوان، تاندون، ماهیچه، پوست، غضروف، ریه، کلیه و نای می‌شود (۷ و ۱۱). عده‌ای بر این باورند که شکل بالینی مسمومیت مزمن با فلوروز به دو شکل دندانی و استخوانی توصیف می‌شود. اولین و خفیف‌ترین نشانه در دندان‌های پیش، خال‌دار شدن و لکه‌دار شدن مینا و عاج دندان همراه با لکه‌ها یا خطوطی به رنگ کرم، زرد، خاکستری، قهوه‌ای یا سیاه است. این خطوط ممکن است به‌طور افقی در سراسر دندان کشیده شوند. تغییر رنگ دندان، عمقی و غیر قابل برگشت است. گچی شدن دندان به دلیل از بین رفتن شفافیت و درخشش مینا نیز مشاهده می‌شود. سایش و تخریب در این دندان‌ها به دلیل نرمی غیر طبیعی مینا در اثر نقص در روند معدنی شدن شایع است. به‌وجود آمدن حفره یا شیارهایی به‌شکل خطوط طولی در مینای دندان و حتی عاج در اثر هیپوپلازی یا نارسایی در ساخته شدن مینا که در نهایت به شکننده شدن و سایش ناهموار و سریع دندان می‌انجامد. عفونت و نکروز آلوئل‌های استخوان که به دنبال آن افتادن و جدایی استخوان و گاهی لثه رخ می‌دهد. حضور دندان‌های ناهم‌انگ و خراش‌یافته، برخی کوچک و برخی بزرگ و از

مطالعه Suska و Janiak در دو نژاد مختلف گوسفند ۰/۱۱۹ و ۰/۱۰۵ قسمت در میلیون گزارش شده است (۱۴ و ۱۷). این در حالی است که در مطالعه حاضر میزان فلئور پلاسمای تمامی بیماران حتی بالاتر از حد استاندارد (۲ ppm) برای گاو بودند و میزان فلئور در گروه کنترل اول که حدود ۳۰ کیلومتر از کارخانه آلومینیوم اراک فاصله داشتند، حدود ۰/۵ ppm و گروه کنترل دیگر که حدود ۳۰۰ کیلومتر فاصله داشتند (واقع در شهرکرد) حدود ۰/۲ ppm بود که به میزان طبیعی سایر نقاط جهان نزدیک هستند. میزان اندازه گیری شده در هر گروه در جدول شماره ۱ آورده شده است و بین میزان پلاسمایی فلئور در گروه کنترل و بیمار اختلاف معنی داری مشاهده می شود (P=۰/۰۰۱). میزان فلئور در دام های بیمار در دو گروه سنی نابالغ (زیر ۲ سال) و بالغ (۲ و بالای ۲ سال) بررسی شد و در جدول شماره ۱ آورده شده است. بر اساس آنالیز آماری انجام شده تفاوت معنی داری بین دو گروه سنی در این مطالعه مشاهده نشد (P=۰/۴۹). میزان فلئور در دو نوع علوفه دستی (محصول کشاورزی) و مرتعی در فاصله کمتر از ۱۰ کیلومتری از کارخانه آلومینیوم اراک نشان داد که غلظت فلئور در علوفه دستی به صورت معنی داری کمتر از نوع مرتعی آن است (جدول ۱) (P=۰/۰۰۱).

ISE: Electrode که بر اساس روش potentiometric است به عنوان روشی سریع و استاندارد با مقبولیت جهانی استفاده می شود (۱۱). در این مطالعه تعیین میزان فلئور در پلاسمای و علوفه به روش الکتروود یون گزین و در آب مصرفی دامها به روش یون کروماتوگرافی صورت پذیرفت. برای محاسبه دقیق غلظت یون فلئور لگاریتم خطی غلظت یون فلئور در مقابل پتانسیل الکتروود (میلی ولت) رسم شده تا منحنی کالیبراسیون به دست آید و با قرار دادن میلی ولت خوانده شده در مورد نمونه ها در معادله فوق، غلظت نمونه به دست آمده است. در این مطالعه فاصله اطمینان ۹۵ درصد و سطح معنی داری $P < 0/05$ در نظر گرفته شد. برای تجزیه و تحلیل از نرم افزار IBM-SPSS-22 ویراست ۲۰۱۶ استفاده شده است.

نتایج

در این مطالعه ابتدا وضعیت بالینی بیماری بررسی شد و مشخص شد دامها تا شعاع ۱۰ کیلومتری کارخانه دارای علائم بالینی مشخص مسمومیت مثل ضایعات دندانی هستند و دامهای واقع در شعاع بیش از ۱۰ کیلومتری کارخانه فاقد این ضایعات هستند. میزان فلئور طبیعی سرم گوسفندان در مطالعات مختلفی گزارش شده است. در مطالعه Samal و Naik در گوسفندان گرمسیری هندوستان میزان سرمی فلئور ppm ۰/۱۸-۰/۰۴ و در

جدول ۱- میانگین میزان فلئور \pm انحراف معیار (ppm) در وضعیت های بالینی متفاوت، در گروه های سنی مختلف و در علوفه های مصرفی دامها

پارامتر	تعداد (ppm) (میانگین \pm انحراف معیار)	مقدار P
وضعیت بالینی		
با علائم بالینی	۸۰ (۳/۱۵ \pm ۱/۹۸)	۰/۰۰۱
بدون علائم بالینی	۲۰ (۰/۳۹ \pm ۰/۱۳)	
گروه سنی		
نابالغ	۴۰ (۳/۰۱ \pm ۱/۹۰)	۰/۴۹
بالغ	۴۰ (۳/۲۸ \pm ۲/۰۸)	
نوع علوفه		
علوفه دستی	۱۰ (۱۲۱/۳ \pm ۳۴/۵)	۰/۰۰۱
علوفه مرتعی	۱۰ (۱۳/۰۳ \pm ۲/۶)	

آلومینیوم اراک در ۴ فصل مختلف سال، نشان داد، اختلاف معنی‌داری بین غلظت این عنصر در فصول مختلف سال (جدول ۲) وجود دارد و بیشترین میزان آن در پاییز و کمترین میزان آن در بهار مشاهده می‌شود ($P=0/001$). نتایج اندازه‌گیری شده غلظت فلئور در چهار منبع آب (قنات، لوله‌کشی، نهر، چشمه) مصرفی دام‌ها، نشان داد میزان فلئور موجود در نهرهای آب به‌صورت معنی‌داری بیشتر از سایر منابع آبی است (جدول ۲) ($P=0/001$).

نتایج آزمون آماری (جدول ۲) نشان داد میزان فلئور پلاسمای گوسفندان در فواصل مختلف از کارخانه آلومینیوم اختلافات معنی‌داری وجود دارد و میزان فلئور در فاصله کمتر از ۱۰ کیلومتر تا کارخانه آلومینیوم بالاتر از حد استاندارد است و اختلاف معنی‌داری در مقایسه با فاصله بیشتر از سی و سیصد کیلومتر از کارخانه وجود دارد ($P=0/001$). اندازه‌گیری میزان فلئور پلاسمای گوسفندان در فاصله کمتر از ۱۰ کیلومتر از کارخانه

جدول ۲- میانگین میزان فلئور \pm انحراف معیار (ppm) در فواصل مختلف از کارخانه آلومینیوم‌سازی اراک، در فصول مختلف نمونه‌گیری و در منابع مختلف آب مصرفی دام‌ها

تعداد (ppm) (میانگین \pm انحراف معیار)	پارامتر مورد بررسی
	فاصله از کارخانه
۸۰ (۳/۱۵ \pm ۱/۹۸) ^a	کمتر از ۱۰ کیلومتر
۲۰ (۰/۵۲ \pm ۰/۰۱) ^b	بیشتر از ۱۰ کیلومتر
۲۰ (۰/۲۶ \pm ۰/۰۱) ^b	بیشتر از ۳۰۰ کیلومتر
	فصل
۲۰ (۱/۲۰ \pm ۰/۱۲) ^a	بهار
۲۰ (۲/۶۶ \pm ۰/۵۰) ^b	تابستان
۲۰ (۶/۳۹ \pm ۰/۳۵) ^c	پاییز
۲۰ (۲/۳۵ \pm ۰/۲۲) ^d	زمستان
	منابع آبی
۵ (۰/۳۴ \pm ۰/۱۱) ^a	قنات
۵ (۰/۳۲ \pm ۰/۰۵) ^a	لوله‌کشی
۵ (۰/۸۹ \pm ۰/۳۱) ^b	نهر
۵ (۰/۱۷ \pm ۰/۰۳) ^a	چشمه

^{a,b,c,d} حروف نامشابه نشان‌دهنده سطح معنی‌داری ($P \leq 0/05$) در هر شاخصه است.

تأثیر فلئور نیستند، اما به‌شکل غیر مستقیم و در اثر کاهش دریافت غذا رخ می‌دهند. ضعف و لاغری همراه با کاهش وزن و اشتها از سوی بسیاری از پژوهشگران مطرح شده است (۱، ۲، ۸، ۱۱). مطالعات متعددی در خصوص فلوروزیس در جهان و به‌ویژه کشور هندوستان انجام شده است (۷، ۸، ۱۲، ۱۶، ۱۸، ۱۹). بر این اساس گفته شده است یک کارخانه آلومینیوم بسته به ظرفیت تولید، میلیون‌ها متر مکعب فلئور وارد هوا می‌کند و موجب بروز مشکلاتی در جوامع بشری و موجودات اطراف کارخانه از قبیل گیاهان و حیوانات می‌گردد (۷ و ۸).

بحث

در سال‌های گذشته (۲۰۰۵-۱۹۷۳) سازمان‌های بهداشتی بر ضروری بودن عنصر فلئور برای سلامتی بدن تأکید می‌کردند، ولی در سال‌های اخیر وضعیت کمی تغییر یافته و تردیدهایی مبنی بر ضروری بودن این عنصر وجود دارد و بنابراین کلمه ضروری (essential) به کلمه «به نظر می‌رسد مفید است» (apparent beneficial intake) تغییر یافته است (۱۱). نشانه‌های عمومی مسمومیت مزمن با فلئور کاهش تولید شیر، کاهش تولید مثل و کاهش رشد پشم است که به‌طور مستقیم تحت

مطالعه افزایش بسیار قابل توجهی داشتند و منشأ فلئور پلاسمایی چیزی جز جیره حاوی فلئور بالا نبود. در این مطالعه تفاوت معنی داری در میزان فلئور پلاسمای گوسفند و بز مشاهده نشده است (۳). محمدی بریمانلو در سال ۱۳۹۵ با توجه به وجود کوره‌های آجرپزی متعدد در اطراف شهر گرمسار و مشاهده مشکلات دندانی در دام‌های منطقه مطالعه‌ای در خصوص میزان فلئور در آب مصرفی و گیاه مرتعی و میزان فلئور پلاسمای انجام داد و مشاهده کرد مقدار میانگین پلاسمای گوسفندان منطقه ppm ۰/۲۵ و با میزان طبیعی فلئور سرم تفاوت چندانی ندارد. در این بررسی تفاوتی در میزان فلئور بین انواع علوفه و جیره‌های مصرفی مشاهده نشد. در مطالعه حاضر گوسفندان در دو گروه سنی زیر ۲ سال (نابالغ) و ۲ و بالای ۲ سال (بالغ) دسته‌بندی شدند که بر اساس نتایج (جدول ۱)، تفاوت معنی داری بین آن‌ها از لحاظ میزان فلئور مشاهده نگردید، اما در مطالعه گرجی دوز و همکاران در منطقه ورامین به‌غیر از گروه سنی زیر یک سال بین سایر گروه‌های سنی تفاوت معنی داری مشاهده نشده است (۳). بیش از ۲۸ کارخانه صنعتی پساب یا دود حاوی فلئور در محیط اطراف خود رها می‌کنند. مهم‌ترین آن‌ها کارخانجات آلومینیوم‌سازی، استیل‌سازی، کودهای سوپرفسفات، کارخانجات سرامیک، شیشه، کوره‌های آجرپزی، کارخانجات سوزاننده زغال‌سنگ و پالایشگاهی نفت هستند (۱۱ و ۱۵). میزان فلئور موجود در هوای مناطق غیر صنعتی و غیر آلوده کمتر از ۰/۱ میکروگرم در متر مکعب هواست، اما در اطراف کارخانجات آلومینیوم می‌تواند به کمتر از ۲-۳ میکروگرم در هر متر مکعب هوا برسد. با توجه به مطالب یاد شده میزان فلئور پلاسمای گوسفندان در فواصل مختلفی از کارخانه اندازه‌گیری شد و اختلاف معنی داری در شعاع کمتر از ۱۰ کیلومتری از کارخانه با دو گروه شاهد در فواصل ۳۰ و ۳۰۰ کیلومتری از کارخانه مشاهده شد (جدول ۲). گرد و غبار، دود یا مه خارج شده از دودکش‌ها یا هواکش‌های کارخانجات از عوامل مهم آلودگی به فلئور مراتع و زمین‌های اطراف مد نظر قرار می‌گیرد. فلئور در درجه حرارت‌های بالا به سرعت بخار می‌شود و ذرات ریز و بخارات به محیط اطراف پراکنده می‌گردد و در صورتی که بادهای شدیدی بوزند، فلئور می‌تواند در جهت وزش باد تا مسافت‌های طولانی

در خصوص تأثیرات فلئور بر حیوانات اهلی مختلف (گاو، گوسفند و بز، اسب و گاو میش) در مناطق آندمیک فلئوروزیس در ایالت راجستان هندوستان پژوهش‌های متعددی صورت پذیرفته و در این مطالعات در دندان‌های فک بالا و پایین به‌صورت دوطرفه، علائمی مبنی بر تغییر رنگ تا پوسیدگی و حتی شکستگی مشاهده شده است (۶، ۷، ۱۸ و ۱۹). در بررسی میزان شیوع بیماری در مناطق آندمیک فلئوروزیس، دام‌های مختلف مشخص شده میزان شیوع فلئوروزیس به فرم دندانی در گوساله‌ها ۴۱ درصد، در بره‌ها ۲۸/۵ درصد و در بزگاله‌ها ۲۰ درصد بوده است (۱۰، ۱۹ و ۲۱). در مطالعه حاضر تا شعاع ۱۰ کیلومتری کارخانه آلومینیوم اراک شواهد دندانی فلئوروز شامل فقدان دندان، تغییرات رنگ مینا در دندان‌ها مثل عدم شفافیت و مات شدن تا کدر شدن و خال‌دار شدن، متخلل شدن دندان‌ها و تغییرات سطح سایش مشاهده شده است. بررسی نتایج مطالعه حاضر (جدول ۱) نشان می‌دهد که میزان فلئور در گروه بیمار ($3/15 \pm 1/98 ppm$) بیشتر از حد استاندارد است. در کل می‌توان بر اساس این نتایج و علائم بالینی، مشکلات دندانی گوسفندان در محدوده ۱۰ کیلومتری کارخانه آلومینیوم اراک را به فلئوروزیس مزمن نسبت داد. بدون شک با توجه به حضور کارخانه آلومینیوم اراک در حاشیه شهر اراک و فاصله کم از شهر اراک نگرانی برای بروز این مسمومیت در جمعیت انسانی ساکن در این شهر وجود دارد. به‌طور کلی مطالعات در مورد فلئوروزیس در دام‌های ایران بسیار محدود انجام گرفته است. گرجی دوز و همکاران در سال ۱۳۷۷ وضعیت بیماری فلئوروزیس در دامداری‌های اطراف ورامین را در دام‌های مبتلا به ضایعات دندانی خفیف تا شدید پژوهش کردند و در بررسی به‌عمل آمده مشابه مطالعه حاضر، سطح فلئور در پلاسمای بالاتر از حد استاندارد بود (۳). در این بررسی مشکلات دندانی از حدود یک‌ونیم سالگی با خروج دندان‌های پیش دائمی آغاز می‌شد و مبتلایان هرگز بهبود نمی‌یافتند. نتایج آزمایشگاهی حاکی از آن بود که آب مناطق در ایجاد مسمومیت نقش دارد، ولی این نقش بسیار کمتر از گیاهان بود و با آن قابل مقایسه نبود. در تمامی مناطق این مطالعه مقدار فلئور گیاهان بسیار بالا بوده است و بیشترین مقدار فلئور، حاصل آلودگی سطحی آن‌هاست. عیار پلاسمایی فلئور در هر دو نوع گوسفند و بز در تمامی گله‌های تحت

خروجی کارخانه قرار نمی‌گیرند. آب نهرها میزان فلوتور بالاتر از استاندارد را نشان داد که می‌تواند به واسطه آلودگی محیطی و گرد و غبار خروجی از کارخانه آلومینیوم باشد؛ چرا که نهر آب‌های نزدیک به کارخانه فلوتور بالاتری داشتند. دومین منبعی که می‌تواند به طریق خوراکی فلوتور را به بدن دام‌ها برساند، آب است. حداکثر غلظت مجاز حضور فلوتور در آب ۲ قسمت در میلیون اعلام شده است. این مقدار برای انسان کمتر از $1/3-0/8$ قسمت در میلیون است. بسیاری از گزارش‌ها حاکی از ظهور علائم مسمومیت در گاو، گوسفند و دیگر دام‌های پرورشی در مناطقی است که میانگین غلظت فلوتور آب آن‌ها برابر با $1/5$ قسمت در میلیون و یا کمی بیشتر از آن است (۱۱) و (۱۶). نتایج حاصل از مطالعه محمدی بریمانلو در گرمسار نشان داد میزان فلوتور موجود در آب منطقه پایین‌تر از حد مسمومیت‌زا بود و بنابراین نمی‌تواند به‌عنوان منبع آلودگی در منطقه مطرح باشد (۴). درباره مکانیسم عمل فلوتور و مدل‌های آن بررسی‌هایی در ایالت‌های مختلف هندوستان که آب آن‌ها دارای فلوتور بالایی است، انجام گرفته است. نکته جالب توجه این بررسی‌ها، شیوع بیماری فلوتوروز در دام‌ها و میزان بالای فلوتور در گیاهان، تا شعاع ۱۰ کیلومتری کارخانه آلومینیوم است (۹). در مطالعه حاضر اندازه‌گیری میزان فلوتور در علوفه مرتعی تا شعاع ۱۰ کیلومتری از کارخانه آلومینیوم نشان داد که میزان فلوتور ($121/3 \pm 34/5$ قسمت در میلیون) بالایی در این علوفه‌ها دیده می‌شود. میزان استاندارد فلوتور علوفه ۵۰-۱۵ قسمت در میلیون ذکر شده است (۲ و ۱۱)، همچنین نتایج حاکی از میزان فلوتور در علوفه دستی در حد استاندارد است (جدول ۱)؛ به نظر می‌رسد علت این رخداد این است که علوفه دستی دامداری‌های این منطقه، عمدتاً از شهرستان‌های اطراف، که با کارخانه فاصله زیادی دارند، تأمین می‌گردد. در این مطالعه نیز مشابه مطالعه گرجی-دوز و همکاران، گیاهان منطقه مهم‌ترین عامل ابتلا دام‌ها به این مسمومیت هستند (۳). در مجموع می‌توان نتیجه‌گیری کرد مسمومیت مزمن با فلوتور در حومه کارخانه آلومینیوم‌سازی اراک در گله‌های گوسفند در محدوده ۱۰ کیلومتری کارخانه، با بروز ضایعات دندانی و سطح بالای میزان فلوتور پلازما، در حال وقوع است و مهم‌ترین عامل رخداد این مسمومیت در منطقه را می‌توان استفاده از

در محیط پخش گردد (۱۱). مطالعه‌ای در کشور سوئیس نشان داده است متوسط محتوای فلوتور یونجه و علوفه با فاصله ۲ کیلومتر از منبع آلوده‌کننده ۴۰ قسمت در میلیون و با افزایش فاصله این مقدار به ۲۰ قسمت در میلیون کاهش یافته است (۱۹). در برزیل نشان داده شده است که ضایعات دندانی گاوهای مبتلا به‌طور مستقیم با فاصله آن‌ها از کارخانجات فسفات ارتباط دارد (۳). اگر آلودگی مراتع با دودهای صنعتی و گرد و غبار میزان فلوتور آن‌ها را به ۲۵ تا ۵۰ قسمت در میلیون برساند، مرتع برای دام‌ها خطرآفرین در نظر گرفته می‌شود (۱۱) و (۱۹). طی یک بررسی مشخص شده است، یک کارخانه آلومینیوم‌سازی در نیویورک در مدت ۱۰ سال روزانه حداقل ۱۳۹ کیلوگرم فلوتور وارد اتمسفر کرده است. در مجاورت این کارخانه مسمومیت فلوتور سبب از بین رفتن یک گاوداری شد (۱۱). در مطالعه حاضر اثر فصول مختلف بر میزان سطح پلاسمایی فلوتور بررسی شد (جدول ۲) و مشاهده شد بیشترین میزان آن در پاییز و کمترین میزان آن در بهار مشاهده می‌شود ($P=0/001$). شرایط نگهداری دام در این منطقه بدین‌صورت است که از اوایل بهار دام‌ها از دامداری‌ها خارج و به مراتع اطراف روستاها برده می‌شوند و تا اواسط پاییز عمدتاً از علوفه مرتعی تغذیه می‌کنند، اما از اواسط پاییز تا اوایل بهار دام‌ها عمدتاً در دامداری و در فضای بسته نگهداری می‌گردند، بنابراین دام‌ها در فصول زمستان و اوایل بهار عمدتاً از جیره دستی و در فصول تابستان و پاییز بیشتر از علوفه مرتعی تغذیه می‌گردند که بر اساس نتایج بررسی میزان فلوتور علوفه مرتعی و مصرفی، علوفه مرتعی دارای فلوتور بالایی است و بالا بودن میزان فلوتور پلازما در فصل تابستان و پاییز را می‌توان به استفاده بیشتر از علوفه دارای فلوتور بالاتر نسبت داد. در زمان حضور دام در دامداری‌ها (زمستان و اوایل بهار) تغذیه با علوفه دستی انجام می‌شود و این جیره از مناطق دیگر (دور از کارخانه) تأمین می‌گردد و بر اساس نتایج به‌دست آمده فلوتور بسیار کمتری دارند که موجب کاهش میزان فلوتور پلازما در فصل زمستان و بهار می‌گردد. در این مطالعه میزان فلوتور در آب چشمه، قنات، آب لوله‌کشی در حد استاندارد بوده است (جدول ۲). می‌توان چنین نتیجه گرفت که سرچشمه آب‌های مذکور با توجه به فاصله زیاد آن‌ها از کارخانه تحت تأثیر فلوتور



- 8- Constable, P.D; Hinchcliff, K.W; Done, S.H. and Grünberg, W; Veterinary medicine: a textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats. 11th Ed.; Saunders Ltd; 2017, pp: 1506-1510.
- 9- Gowda, N.K.S; Rajendran, D; Pal, D.T; Sampath, K.T. and Prasad, C.S; Fluorosis: an endemic toxicity, mode of action and methods of amelioration In Animal nutrition and reproductive physiology (recent concepts), Satish Serial Publishing House, Delhi, India; 2013; pp: 709-717.
- 10- Modasiya, V; Bohra, D.L; Daiya, G.S. and Bahura, C.K; Observations of fluorosis in domestic animals of the Indian, Thar desert, Rajasthan, India; Int. J. Adv. Res; 2014; 2:1137-1143.
- 11- Ranjan, R. and Ranjan, A; Fluoride toxicity in animals; 1st Ed.; Springer; 2015; pp: 10-100.
- 12- Ranjan, R; Swarup, D; and Bhardwaj, B; Distribution of clinical signs and lesions in fluorotic cattle; Indian. J. Anim. Sci; 2009; 79:546-549.
- 13- Sahoo, N. and Ray, S.K; Fluorosis in goats near an aluminum smelter plant in Orissa; Indian. J. Anim. Sci; 2004; 74:48-50.
- 14- Samal, U.N. and Naik, B.N; The fluorosis problem in tropical sheep; Fluoride; 1992; 25:183-190.
- 15- Schultheiss, W.A. and Godley, G.A; Chronic fluorosis in cattle due to ingestion of a commercial lick; J. S. Afr. Vet. Assoc; 1995; 66:83-84.
- 16- Singh, J.L. and Swarup, D; Clinical observations and diagnosis of fluorosis in dairy cows and buffaloes: case report; Agri. Practice; 1995; 16:25-30.
- 17- Suska, M. and Janiak, M; Relationship between cellular adenine nucleotide concentrations in erythrocytes and serum fluoride levels in two breeds of sheep; Fluoride; 2006; 39:60-64.
- 18- Swarup, D; Dey, S; Patra, R.C; Dwivedi, S.K. and Ali, S.L; Clinico-

علوفه مرتعی آلوده شده به گرد و غبار و دود کارخانه ذکر کرد. برای بررسی دقیق تر فاکتورهای خطر موجود، مطالعه‌های تکمیلی توصیه می‌گردد.

قدردانی و تشکر

نویسندگان مقاله، از معاونت پژوهشی دانشگاه شیراز برای فراهم کردن اعتبار پژوهشی این پژوهش با کد ۹۶GCU۴M۱۴۳۸۵۹ و جناب آقای دکتر تشخوریان کمال تشکر و قدردانی را به عمل می‌آورند.

منابع

- ۱- اصلانی، محمدرضا؛ سم‌شناسی درمانگاهی دامپزشکی؛ چاپ اول؛ انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد؛ ۱۳۸۷؛ صفحه ۱۸۶-۱۹۲.
- ۲- تقی‌پور بازرگانی، تقی و رئوفی، افشین؛ مسمومیت‌ها در دام‌های بزرگ؛ چاپ اول؛ انتشارات دانشگاه تهران؛ ۱۳۹۳؛ صفحه ۲۰۱-۲۱۳.
- ۳- گرجی‌دوز، مرتضی؛ مطالعه فلئوروزیس در دامداری‌های اطراف ورامین. پایان‌نامه دکتری تخصصی (PhD). دانشگاه تهران؛ ۱۳۸۷؛ صفحه ۳۰-۱۸۰.
- ۴- محمدی بریمانلو، عزیزالله؛ بررسی مقدماتی فلئوروزیس دندانی گوسفند و بز در منطقه گرمسار؛ پایان‌نامه دکتری عمومی (DVM). دانشگاه آزاد اسلامی گرمسار؛ ۱۳۹۵؛ صفحه ۱۵-۹۵.
- 5- Barbier, O; Arreola-Mendoza, L. and Del-Razo, L.M; Molecular mechanisms of fluoride toxicity; Chem. Biol. Interact; 2010; 188:319-333.
- 6- Choubisa, S.L; Bovine calves as ideal bio-indicators for fluoridated drinking water and endemic osteo-dental fluorosis; Environ. Monit. Assess; 2014; 186:4493-4498.
- 7- Choubisa, S.L; Mishra, G.V; Sheikh, Z; Bhardwaj, B; Mali, P., and Jaroli, V.J; Toxic effects of fluoride in domestic animals; Adv. Pharmacol. Toxicol; 2011; 12:29.
- epidemiological observation of industrial bovine fluorosis in India; Indian. J. Anim. Sci; 2001; 71:1111-1115.





- 19- Swarup, D. and Dwivedi S.K; Environmental pollution and effects of lead and fluoride on animal health; Indian Council of Agricultural Research, Pusa, New Delhi; 2002; pp: 10-15.
- 20- Tokunaga, T; Morshed, S.R; Otsuki. S; Takayama, F; Satoh, T; Hashimoto, K; Yasui, T,; Ogawa, S; Kanegae, H; Yokote, Y; Akahane, K; Kashimata, M; Satoh, K. and Sakagami, H; Effects of antioxidants, oxidants, metals and saliva on cytotoxicity induction by sodium fluoride; Anticancer. Res; 2003; 23:3719-3726.
21. Wang, J.D; Hong, J.P. and Li, J.X; Studies on alleviation of industrial fluorosis in Baotou goats; Fluoride; 1995; 28,131-134.



Study on clinical possible fluorosis in sheep population of Arak aluminum factory vicinity

Abbas Ganji¹; Mohsen Ghane^{2*}; Mehrdad Pourjafar²

1. Large Animal Internal Medicine Student, Department of Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Shiraz University, Shiraz- Iran.
2. Department of Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Shiraz University, Shiraz- Iran.

Summary

Received: 15 January 2020

Accepted: 10 February 2021

To determination chronic fluorosis in sheep in vicinity of Arak Aluminum factory, 100 sheep from two age group (under 2 years old and over 2 years old) from 0-10 kilometer from Arak aluminum industry (80 sheep) and 2 control group from 30 and 300 kilometers (20 Sheep) from Arak aluminum factory selected and plasma samples were collected. Plasma samples were gathered at four seasons and sheep feedstuffs (pasture and harvested forages) and water samples from different sources were analysis to measuring flour levels. Plasma and feedstuffs samples were analyzed for flour levels by ion selective electrode (ISE) and water samples were analyzed by ion chromatography (IC). Mean of plasma flour levels in sheep with dental lesions were 3.15 ± 1.98 ppm and significantly higher than both control groups (0.39 ± 0.13 ppm) ($P=0.001$). Two age groups were not shown remarkably difference in plasma flour levels ($P=0.49$). Various distances from factory had significant difference ($P=0.001$) in flour plasma levels and sheep within 0-10 km had higher plasma levels (3.15 ± 1.98 ppm). In four seasons of year, sheep at fall (6.39 ± 0.35 ppm) had higher flour levels than another season ($P=0.001$). In various water sources (Aqueduct, creek, fountain and pipe water) for sheep, creek (0.89 ± 0.31 ppm) had higher flour level than others ($P=0.001$). Feedstuff's analysis was shown pasture forages (121.3 ± 34.5 ppm) had very higher flour levels than harvested forages (13.03 ± 2.6 ppm) ($P=0.001$). Based on these study findings, chronic fluoride toxicity had occurred around (10 km) Arak aluminum industry in sheep herds and contaminated pasture had major role in occurrence of fluorosis in sheep. Further studies recommend to determining more risk factors of fluoride toxicity in this area.

Keywords: Fluoride toxicity, Sheep, Aluminum factory, Arak, Iran.

* Corresponding Author email: ghane@shirazu.ac.ir