

الگوی غلظت هگزاکلروسیکلوهگزان‌ها در بافت‌های کلیه، عضله، چربی و موی شغال طلایی (*Canis aureus*)

• حسن ملوندی (نویسنده مسئول)

استادیار گروه علوم و مهندسی محیط زیست، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری

• عباس اسماعیلی ساری

استاد گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس

• نادر بهرامی فر

دانشیار گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس

• سید محمود قاسمپوری

استادیار گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴-۱۰-۰۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵-۱۰-۱۲

Email: hmalvandi@gmail.com



چکیده

در این تحقیق غلظت هگزاکلروسیکلوهگزان‌ها (HCHs) و متابولیت‌هایش شامل α -HCH، β -HCH و γ -HCH در بافت‌های کلیه، عضله، چربی و موی از ۲۱ قلاده شغال طلایی از استان مازندران بررسی شد. آنالیز با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی با گیرنده الکترون انجام شد. متابولیت α -HCH بیشترین غلظت (۶۴ درصد) را در متابولیت‌های (HCHs) در تمام بافت‌ها داشت. مقادیر به دست آمده از نسبت β -HCH/ Σ HCH در بافت‌ها می‌تواند نشان‌دهنده این مطلب باشد که اخیراً در منطقه مورد مطالعه از آفت‌کش‌های هگزاکلروسیکلوهگزان و لیندان استفاده شده است. این مطالعه اطلاعات مفید و پایه‌ای را برای انجام تحقیقات مشابه بر روی سایر پستانداران ایران ارائه می‌دهد.

کلمات کلیدی: هگزاکلروسیکلوهگزان‌ها، کلیه، عضله، چربی، مو، شغال

- Veterinary Researches & Biological Products No 117 pp: 203-209

Concentration pattern of hexachlorocyclohexanes in kidney, muscle, fat and hair tissues of golden jackal, *Canis aureus*

By: Malvandi, H., (Corresponding Author) Department of Environmental Sciences & Engineering, Hakim Sabzevari University. Esmaili Sari, A., Department of Environmental, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. Bahramifar, N., Department of Environmental, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. and Ghasempouri, S.M., Department of Environmental, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

Email: hmalvandi@gmail.com

Received: 2015-12-29 Accepted: 2017-01-01

In this study, the concentration of hexachlorocyclohexanes (HCHs) and their metabolites including, α -HCH, β -HCH and γ -HCH were determined in kidney, muscle, fat and hair tissues in 21 golden jackal (*Canis aureus*) from Mazandaran province. Analyses were carried out by Gas Chromatography-Electron Capture Detector (GC-ECD). The metabolite α -HCH showed the highest concentration (64%) in all tissues. The values obtained from the ratio of β -HCH/ Σ HCH in all samples can indicate that the HCHs and Lindane pesticides have been recently used in the studied area. This study provides useful and basic information for carrying out similar studies on other mammals in Iran.

□ **Key words:** hexachlorocyclohexane, kidney, muscle, fat, hair, jackal

مقدمه

آفت کش‌های آلی کلره (OCPs) دارای دامنه سمیت بالا بوده، پایدار می‌باشند و مدت زمانی که این ترکیبات در محیط باقی می‌مانند بسیار طولانی است (۱ و ۲). اگرچه این ترکیبات دارای حلالیت پائین در آب می‌باشند ولی دارای خاصیت چربی دوستی زیاد با ضریب Kow بالا هستند (۳). این مسئله موجب ذخیره این ترکیبات در بافت‌های چرب جانوران و تجمع زیستی این مواد در زنجیره غذایی می‌شود (۴ و ۵). بنابراین مواجهه موجودات و انسان با آفت‌کش‌ها نیز غیرقابل انکار خواهد بود (۴).

بیشترین نگرانی در میان ترکیبات انسان ساخت مربوط به ترکیبات آلی کلره از قبیل بی‌فیل‌های پلی‌کلره (PCBs)، دی‌کلرو دی‌فیل تری‌کلروانان (DDTs) و هگزاکلروسیکلو هگزان‌ها (HCHs) بدلیل گستردگی، پایداری، تجمع زیستی بالا و همچنین اثرات بیولوژیکی سمی آن‌ها می‌باشد (۶).

ترکیب HCHs صنعتی مخلوطی از ایزومرهای آلفا (۷۰-۶۵ درصد)، بتا (۱۰-۷ درصد)، گاما (۱۵-۱۴ درصد)، دلتا (۷ درصد) و اسیلون (۲-۱ درصد) هستند (۷). این ترکیب نیز همانند لیندان به عنوان آفت‌کش در مزارع کاربرد داشته است (۸) با این تفاوت که درصد زیادی از HCH صنعتی، از ایزومر α -HCH که دارای نیمه عمر کمتری نسبت به لیندان است تشکیل شده است (۹). از لیندان صنعتی به عنوان حشره‌کش برای کنترل آفات غلات، برنج، کتان، پنبه و نیشکر و نیز جهت بهداشت حیوانات، ساختمان‌ها، پارچه، گیاهان، بذر و خاک استفاده می‌شود (۱۰).

ترتیب پایداری ایزومرهای HCH در محیط به صورت $\beta > \gamma > \alpha$ است (۱۱).

متابولیسم لیندان در کبد و از طریق واکنش‌های دهیدروژناسیون، دهیدروکلریناسیون، دکلریناسیون و هیدروکلراسیون صورت می‌گیرد. لیندان قادر است سبب اختلال در متابولیسم قند، چربی، هیپوتالاموس، هیپوفیز و غدد فوق کلیوی شود (۱۰).

مطالعه نمونه‌های حیات وحش پستاندار اعم از تلفات جاده‌ای یا نمونه‌های شکار شده، به عنوان یک روش رایج برای بررسی آلودگی‌های برخی از ترکیبات آلی کلره پذیرفته شده است. تاکنون برای سنجش وضعیت آلودگی بسیاری از شهرها و روستاهای مناطق مختلف دنیا از راسته گوشتخواران و بویژه گونه‌های سگ‌سانان Canidae استفاده شده است. گرگ (*Canis lupus*)، روباه قرمز (*Vulpes vulpes*) و روباه قطبی (*Alopex lagopus*) که پراکنش گسترده‌ای در اروپا و شمال آمریکا دارند، به طور قابل ملاحظه‌ای مورد توجه واقع شده‌اند (۳ و ۱۲ و ۱۳ و ۱۴ و ۱۵ و ۱۶ و ۱۷).

با توجه به اینکه، احتمالاً بیشترین تلفات جاده‌ای حیات وحش در شهرهای شمال کشور رخ می‌دهد، منطقه‌ای که با مصرف مازاد سموم مواجه است و با توجه به اینکه در بین حیات وحش ایران شغال (*Canis aureus*) بیشترین تلفات جاده‌ای را به خود اختصاص می‌دهد و همچنین با توجه به نقشه پراکنش آن در دنیا، به نظر می‌رسد ایران یکی از مناطق مطلوب برای مطالعات این گونه باشد (۱۸).

در مورد غلظت ترکیبات HCHs در خانواده سگ‌سانان اطلاعاتی

آماده‌سازی نمونه‌ها

روشی که برای تعیین هگزاکلروسیکلوهگزان‌ها در بافت کلیه، عضله و چربی استفاده شده است روشی است که توسط Covaci و همکاران (۲۰) به کار برده شده است و در زیر به طور مختصر توضیح داده می‌شود.

در این روش ۳ گرم از بافت‌های کلیه و عضله را جدا و آسیاب نموده و با نمک سولفات سدیم خشک مخلوط گردید. و به مدت سه تا چهار ساعت نگه داشته شد. سپس استاندارد داخلی که شامل ۱۴۳-PCB است به هر نمونه اضافه شد. استخراج نمونه‌ها با ۱۰۰ میلی لیتر مخلوط استون / نرمال هگزان (۳/۱) بوسیله دستگاه سوکسله و به مدت ۵ ساعت انجام گرفت. محلول استخراج شده از ستون حاوی سیلیکاژل و نمک سولفات سدیم عبور داده شده و سپس ستون به وسیله ۲۵ میلی لیتر مخلوط نرمال هگزان/ دی‌کلرومتان (نسبت ۲/۳) شستشو داده شد. حلال نمونه جمع‌آوری شده توسط جریان ملایمی از گاز نیتروژن تبخیر و در نهایت به آن ۱۰۰ میکرولیتر نرمال اکتان اضافه شد.

برای بافت چربی، ابتدا بخشی از بافت یکدست‌شده چربی را در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده و به ۰/۵ گرم از آن ۱۰ میلی لیتر نرمال هگزان اضافه گردید و بعد از اضافه کردن استاندارد داخلی آن را به مدت ۱۰ دقیقه در حمام اولتراسونیک قرار داده و سپس نمونه را مانند روش بالا از ستون سیلیکاژل عبور داده و در نهایت به آن ۱۰۰

وجود دارد، اما درباره این ترکیبات در گونه شغال اطلاعات خیلی محدود منتشر شده است. با توجه به دانش ما تنها مطالعه انجام شده بر روی شغال توسط Malvandi و همکاران (۱۹) انجام شده است. هدف از این تحقیق تعیین و مقایسه سه متابولیت α -HCH، β -HCH و γ -HCH در بافت‌های کلیه، عضله، چربی و موی شغال پلائی بود. از دیگر اهداف این تحقیق بررسی استفاده یا عدم استفاده از HCHs و لیندان علی‌رغم ممنوعیت قانونی کاربرد آن در منطقه بود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

نمونه‌های شغال در اسفند ۱۳۸۵ تا اسفند ۱۳۸۶ از شهرستان نور جمع‌آوری شدند. این شهرستان بین 36° و 50° تا 36° و 45° عرض شمالی و از نظر طول جغرافیایی قسمت‌های جلگه‌های آن میان 52° و 15° و قسمت‌های کوهستانی آن در میان 51° و 20° و 52° و 10° طول شرقی از نصف النهار گرینویچ، در استان مازندران واقع شده است. از نمونه‌های تصادفات جاده‌های (Road-killed) برای انجام آزمایش‌ها استفاده شد. برای این منظور لاشه‌های شغال‌ها به آزمایشگاه منتقل شده و پس از اندازه‌گیری ویژگی‌های ریخت‌شناسی، نمونه‌های کلیه، عضله، چربی و مو از حیوان جدا گردید.

جدول ۱- میانگین و محدوده غلظت متابولیت‌های HCHs برحسب ng/g ww در بافت‌های شغال پلائی

بافت	پارامتر	α -HCH	β -HCH	γ -HCH	Σ HCH
کلیه	میانگین	۱۴/۲۸	۰/۴۴	۴/۹۴	۱۹/۶۶
	محدوده	(۰/۰۱ - ۱۰۴/۴۳)	(ND - ۵/۱۴)	(ND - ۲۶/۸۷)	(ND - ۱۰۴/۴۳)
	خطای استاندارد	۶/۴۷	۰/۲۷	۱/۷۶	۷/۵۱
عضله	میانگین	۶۰/۴۴	۲/۹۵	۳۵/۳۱	۹۸/۷۰
	محدوده	(ND - ۴۴۸/۹۵)	(ND - ۱۰/۳۶)	(۰/۰۱ - ۱۲۶/۰۰)	(ND - ۴۴۸/۹۵)
	خطای استاندارد	۲۶/۴۸	۰/۹۱	۹/۱۲	۳۱/۳۲
چربی	میانگین	۳۳/۳۱	۲/۰۷	۱۵/۰۷	۵۰/۴۵
	محدوده	(۳/۳۱ - ۵۸/۶۸)	(۰/۹۴ - ۳/۳۲)	(۲/۳۷ - ۴۸/۰۸)	(۰/۹۴ - ۵۸/۶۸)
	خطای استاندارد	۶/۰۲	۰/۲۰	۴/۴۷	۴/۹۰
مو	میانگین	۱۸/۰۰	۸/۳۰	۱/۴۰	۲۷/۷۰
	محدوده	(ND - ۱۳۰/۰۵)	(ND - ۴۴/۲۴)	(ND - ۲۷/۷۱)	(ND - ۱۳۰/۰۵)
	خطای استاندارد	۶/۸۳	۲/۹۰	۰/۶۵	۷/۵۳

میکرولیتر نرمال اکتان اضافه شد.

آماده‌سازی نمونه‌های بافت موی جمع‌آوری شده بر اساس روش ارائه شده توسط Covaci و Schepens (۲۱) انجام شد. به این منظور ابتدا نمونه‌ها را با آب مقطر و شامپو شستشو داده (۲۲)، بعد از خشک شدن نمونه‌ها، آن‌ها را به اندازه‌های ۲ تا ۴ میلی‌متری خرد کرده و به ۵۰۰ میلی‌گرم از هر نمونه، ۱۰ میکرولیتر استاندارد داخلی، ۴ میلی‌لیتر HCl و ۳ میلی‌لیتر محلول نرمال هگزان و دی‌کلرومتان (۱/۴) اضافه کرده و به مدت ۱۲ ساعت در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد در آون قرار داده شدند. سپس با فرایند مایع-مایع ۴ میلی‌لیتر نرمال هگزان-دی‌کلرومتان (۱/۴) فاز بالایی را جدا کرده و محلول را از کارتريج حاوی سلیکاژل و نمک سولفات سدیم عبور داده و بعد از تبخیر حلال به آن ۵۰ میلی‌لیتر اکتان نرمال گردید.

تجزیه و تحلیل آماری

تحلیل آماری به وسیله نرم‌افزار SPSS نگارش ۱۵ و (۲۰۰۳) Excel انجام شد. ابتدا به وسیله آزمون‌های شاپیرو ویلک و کولموگورف

اسمیرنوف، تبعیت داده‌ها از توزیع نرمال مورد بررسی قرار گرفت. از آنجائی که داده‌ها نرمال نبودند، روش آماری غیرپارامتریک انتخاب گردید. از آزمون غیرپارامتریک کروسکال والیس و آزمون من ویتنی یو برای مقایسه بافت‌ها استفاده شد. غلظت ترکیبات اندازه‌گیری شده بر حسب نانوگرم بر گرم در وزن تر (ng/g ww) ارائه شده است.

نتایج و بحث

غلظت متابولیت‌های هگزاکلروسیکلو هگزان (HCHs) در بافت‌های کلیه، عضله، چربی و مو از ۲۱ قلاده شغال پلائی مورد سنجش قرار گرفت و نتایج آن در جدول ۱ آمده است.

نتایج نشان داد که متابولیت α -HCH بیشترین میزان را در بافت‌های کلیه، عضله، چربی و مو نسبت به سایر متابولیت‌های اندازه‌گیری شده داشت. در تمام بافت‌های کلیه، عضله و چربی بجز بافت مو متابولیت β -HCH و در بافت مو γ -HCH کمترین میزان غلظت را دارند (جدول ۱).

الگوی متابولیت‌ها در بافت‌های مختلف بدین‌صورت بود که

جدول ۲- مقایسه غلظت متابولیت‌های HCHs در بافت‌های شغال با مقادیر گزارش شده از سایر گوشتخواران

منبع	مکان	Σ HCH	γ -HCH	β -HCH	α -HCH	بافت	گونه
۱۳	Arviat کانادا	۲۱/۰	-	۱۵/۰	۵/۳	عضله a	روبه قطبی
۱۳	Holman کانادا	۵/۴	-	۳/۹	۱/۵	عضله a	روبه قطبی
۱۳	Barrow آمریکا	۱۴/۰	-	۱۱/۰	۱/۷	عضله a	روبه قطبی
۲۳	ژاپن	۰/۰۴	>۰/۰۱	۰/۰۱	>۰/۰۱	چربی a	روبه معمولی
۲۳	ژاپن	۰/۴۳	۰/۰۱	۰/۳۵	۰/۰۳	چربی a	سگ راکون
۲۵	ژاپن	۹۶/۰	-	۹۵/۰	۰/۷۹	عضله b	سگ راکون
۲۳	ژاپن	۰/۵۵	۰/۰۱	۰/۵۱	>۰/۰۱	چربی a	سگ
۲۳	ژاپن	۰/۰۴	>۰/۰۱	۰/۰۱	>۰/۰۱	چربی a	خرس سیاه
۱۹	شمال ایران	۱۰/۵۸	۶/۰۷	۱/۲۶	۳/۲۵	کبد a	شغال
	شمال ایران	۱۹/۶۶	۴/۹۴	۰/۴۴	۱۴/۲۸	کلیه a	شغال
	شمال ایران	۹۸/۷۰	۳۵/۳۱	۲/۹۵	۶۰/۴۴	عضله a	شغال
	شمال ایران	۵۰/۴۵	۱۵/۰۷	۲/۰۷	۳۳/۳۱	چربی a	شغال
	شمال ایران	۲۷/۷۰	۱/۴۰	۸/۳۰	۱۸/۰۰	مو a	شغال

a : ng/g ww

b : ng/g lw

ND: تشخیص داده نشد.

روی مو، خود می‌تواند به عنوان یک عامل چسبنده برای آلودگی سطحی عمل کند.

در مجموع بافت‌ها، غلظت α -HCH (ng/g ww 126) نسبت به دو متابولیت دیگر بیشتر بود و متابولیت γ -HCH (ng/g ww 56) و β -HCH (ng/g ww 14) به ترتیب در رده‌های بعدی قرار داشتند. بر اساس نتایج به دست آمده محدوده متابولیت‌های α -HCH ۶۱-۷۳ درصد، γ -HCH ۵-۳۶ درصد و β -HCH ۲-۳۰ درصد در بافت‌های مورد مطالعه بودند (شکل ۱).

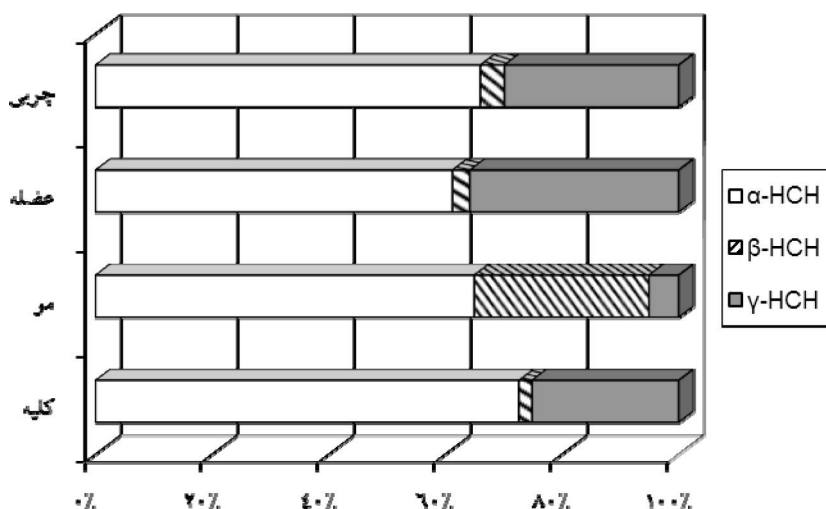
در مطالعات اندکی که در مورد سگ‌سانان انجام شده است. مقادیر HCHs کمتر بررسی شده است و یا متابولیت‌ها به صورت جداگانه گزارش نشده است. در تحقیق انجام شده بر روی گرگ در روسیه متابولیت γ -HCH در کل نمونه‌ها و متابولیت α -HCH در ۹۴ درصد نمونه‌ها پایین‌تر از حد تشخیص دستگاه بودند (۳). همچنین در مطالعه انجام شده توسط Braune و Gamberg (۱۷) ترکیب HCHs در کل نمونه‌ها قابلیت تشخیص را نداشت. میزان متابولیت α -HCH در بافت عضله‌ی گونه‌ی شغال بیشتر از سایر گونه‌ها بود و همچنین متابولیت β -HCH در بافت چربی بیشتر از سایر گونه‌های مورد مطالعه در سایر تحقیقات بود در حالی‌که مقادیر این متابولیت در بافت کلیه شغال کمتر از آن‌ها بود (جدول ۲).

بالا بودن ایزومر α -HCH در نمونه‌ها، با توجه به نسبت ایزومرها در HCH صنعتی (ایزومر α ۶۵ درصد، β ۱۰ درصد، γ ۱۵ درصد و دیگر ایزومرها ۱۰ درصد) می‌تواند نشان‌دهنده استفاده از HCHs صنعتی در منطقه مورد مطالعه باشد. از طرف دیگر مقدار ایزومر β -HCH، که پایداری‌ترین ایزومر HCH در بین سایر ایزومرها مورد بررسی است،

روند مشابهی در بافت‌های کلیه، عضله و چربی مشاهده شد (β -HCH α -HCH γ -HCH >)، در حالیکه این الگوی در بافت مو متفاوت بوده به صورت α -HCH β -HCH γ -HCH > بود.

بررسی اختلاف معنی‌داری در مقادیر متابولیت‌های بافت‌های مورد مطالعه نشان داد که بجزء متابولیت α ، بقیه متابولیت‌ها یعنی متابولیت β و γ و همچنین غلظت کل هگزاکلروسیکلوهاگزان‌ها اختلاف معنی‌داری با همدیگر دارند. اختلاف معنی‌داری بین غلظت‌های متابولیت β در بافت کلیه و سایر بافت‌ها مشاهده شد، در حالیکه بین غلظت این متابولیت در میان سایر بافت‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. برای متابولیت γ ، در بین تمام بافت‌ها، به جزء بافت چربی و عضله، اختلاف معنی‌داری در غلظت‌ها مشاهده شد. همچنین بررسی اختلاف معنی‌داری بین غلظت مجموع هگزاکلروسیکلوهاگزان‌ها در بافت‌ها، نشان دهنده اختلاف معنی‌دار بین بافت کلیه با چربی و بافت چربی با مو بود، در حالی‌که در میان سایر بافت‌های باقیمانده اختلاف معنی‌داری در غلظت‌ها به دست نیامد.

بافت عضله، چربی، مو و کلیه به ترتیب دارای بیشترین غلظت Σ HCH بودند. میزان غلظت کمتری از این ترکیب در بافت کبد (جدول ۲) نسبت به سایر بافت‌ها بدست آمده است (۱۹). دلیل احتمالی می‌تواند آن باشد که کبد مکانی است که بیشترین سمیت زدایی در مهره‌داران در آن رخ می‌دهد (۲۲ و ۲۳). همچنین از کبد ترکیبات قطبی‌تر به سمت کلیه حرکت می‌کنند و ترکیبات با قطبیت کمتر به ذخیره‌گاه‌های چربی منتقل می‌شوند (۲۲). در کل بروز این تفاوت در الگوهای غلظت HCHs در بافت‌ها ممکن است ناشی از تفاوت در توزیع این ترکیبات در اندام‌های مختلف بدن باشد (۲۴). علاوه بر دلایل ذکر شده، چربی



شکل ۱- درصد توزیع متابولیت‌های HCHs در بافت‌های کلیه، عضله، چربی و موی شغال طلایی

- M.L. Corrion, Y. Jin, J.J. Janisse, and Ager, J.W. (2006). Maternal hair an appropriate matrix for detecting maternal exposure to pesticides during pregnancy. *Environ. Research*, 101: 312-322.
- 5- Tadeo, J. (2008). Analysis of Pesticides in Food and Environmental Samples. Taylor & Francies Group, 334 p.
- 6- Chen, W., L. Zhang, L. Xu, X. Wang, L. Hong, and Hong, H. (2002). Residue levels of HCHs, DDTs and PCBs in shellfish from coastal areas of east Xiamen Island and Minjiang Estuary, China. *Marine Pollut. Bull*, 45: 385-390.
- 7- Zhang, H., Z. Chai, and Sun, H. (2007). Human hair as a potential biomonitor for assessing persistent organic pollutants. *Environ. Inter*, 33: 685-693.
- 8- ATSDR (Agency for Toxic Substance and Disease Registry). (1997). Toxicological profile for α -, β -, γ -, and δ -hexachlorocyclohexane;
- 9- Covaci, A., Ph. Jorens, Y. Jacquemyn, and Schepens, P. (2002). Distribution of PCBs and organochlorine pesticides in Umbilical Cord and Maternal Serum. *Sci. Total. Environ*, 298: 45-53.
- 10- Esmaili-Sari, A. (2002). Pollution, health and environmental standards. Naghsh Mehre Tehran. 769 p.
- 11- Zhou, R., L. Zhu, Y. Chen, and Kong, Q. (2008). Concentration and Characteristics of Organochlorine Pesticides in Aquatic Biota from Qiantang River in China. *Environ. Pollut*, 151: 190-199.
- 12- Fuglei, E., J.O. Bustnes, H. Hop, T. Mørk, H. Bjornfoth, and Van Bavel, B. (2007). Environmental contaminants in Arctic Foxes (*Alopex lagopus*) in Svalbard: relationships with feeding ecology and body condition. *Environ. Pollut*, 146: 128-138.
- 13- Hoekstra, P.F., B.M. Braune, T.M., O'Hara, B. Elkin, K.R. Solomon, and Muir, D.C.G. (2003). Organochlorine contaminant and stable isotope profiles in Arctic Fox (*Alopex lagopus*) from the Alaskan and Canadian Arctic. *Environ. Pollut*, 122: 423-433.
- 14- Dip, R.D. Hegglin, P. Deplazes, O. Dafflon, H. Koch, and Naegeli, H. (2003). Age- and sex- dependent distribution of persistent organochlorine pollutants in urban foxes. *Environ. Health Persp*, 111(13): 1608-1613.
- 15- Flatchen, T., and Muller, P. (2005) Investigations on the contamination of red fox (*Vulpes vulpes* L., 1758) in the Saarland with chlorinated hydrocarbons, *Z. Jagdwiss*, 42: 214-225.
- 16- Corsolini, S., S. Focardi, C. Leonzio, S. Lovari, F. Monaci, and Romeo, G. (1999). Heavy metals and chlorinated hydrocarbon concentrations in the red fox in relation to some biological parameters. *Environ. Monit. Assess*, 54: 87-100.
- 17- Gamberg, M., and Braune, B. M. (1999). Contaminant residue levels in arctic wolves (*Canis lupus*) from the Yukon territory, Canada. *Sci. Total. Environ*, 243/244: 329-338.
- 18- Malvandi H., S.M. Ghasempouri, A. Esmaili-Sari and Bahrami-

نشان دهنده زمان مواجهه با ترکیبات HCH می باشد و هرچه نسبت HCH/β-HCH/ΣHCH کمتر باشد، بیانگر استفاده جدیدتر از لیندان و HCH صنعتی خواهد بود (۹). در کلیه نمونه ها کم بودن نسبت β-HCH/ΣHCH، استفاده جاری از لیندان و HCH صنعتی در نواحی مورد مطالعه را تایید می نماید.

نتایج نشان داد که از هر دو ترکیب لیندان و HCH صنعتی در منطقه استفاده می شود. اما با توجه به درصد بالای ایزومر گاما در لیندان (درصد ۹۹-HCH-γ)، درصد بالای ایزومر آلفا در نمونه های بافت، سهم ۶۵-۷۰ درصد آن در HCH صنعتی و همچنین با توجه به درصد پایین ایزومر بتا که پایدارترین ایزومر است. علاوه بر این که می توان نتیجه گرفت در منطقه از هر دو ترکیب استفاده می شود. می توان به استفاده بیشتر HCH صنعتی نسبت به لیندان در منطقه اشاره کرد.

نتیجه گیری

به طور کلی نسبت به دست آمده از β-HCH/ΣHCH در بافت ها نشان داد که اخیراً در منطقه از لیندان و HCH استفاده شده است و با توجه به خطرات این آلاینده و ممنوعیت استفاده آن در اکثر نقاط دنیا باید توجه بیشتری به این مهم در ایران و بویژه مناطق شمالی کشور شود تا در آینده باعث ایجاد مشکلات و تهدید سلامت عمومی نشود. این تحقیق اطلاعات پایه ای از غلظت متابولیت های هگزاکلروسیکلو هگزان را در اختیار محققین قرار می دهد. کمبود اطلاعات نیازمند توجه بیشتر محققین به بررسی این ترکیبات خطرناک و همچنین سایر ترکیبات مشابه در گونه های حیات وحش و بویژه پستانداران ایران است.

تشکر و قدردانی

از جناب مهندس مجتبی هادوی فر، مهدی الهی، مرتضی داودی، محمدحسین نساچیان، محمد سیدی علم آباد، مانده گله دار، فاطمه رجائی و خانم حسن زاده و همچنین کارشناس مجرب آزمایشگاه محیط زیست سرکار خانم مهندس حقدوست به دلیل کمک هایشان صمیمانه سپاسگزار می کنم.

منابع مورد استفاده

- 1- Pandit, G.G., S. K. Sahu, S. Sharma, and Puranik, V.D. (2006). Distribution and fate of persistent organochlorine pesticide in coastal marine environment of Mumbai. *Environ. Inter*, 32: 240-243.
- 2- Sankar, T.V., A.A. Zynudheen, R. Anandan, and Nair, P.G.V. (2006). Distribution of organochlorine pesticide and heavy metal residue in fish and shellfish from Calicut Region, Kerala, India. *Chemosphere*, 65: 583-590.
- 3- Shore, R.F., A. Casulli, V. Bologov, C.L. Wienburg, A. Afsar, P. Toyne, and DellOmo, G. (2001). Organochlorine pesticide, polychlorinated biphenyl and heavy metal concentrations in wolves (*Canis lupus* L.1758) from North-West Russia. *Sci. Total. Environ*, 280: 45-54.
- 4- Ostrea, E., E. Villanueva-Uy, D.M. Bielawski, N.C. Posecion,

- far, N. (2010a). Evaluation of the suitability of application of golden jackal (*Canis aureus*) hair as a noninvasive technique for determination of body burden mercury. *Ecotoxicol*, 19: 997-1002.
- 19- Malvandi, H., Esmaili-Sari, A., N. Bahramifar, and Ghasempouri, S.M. (2010b). Determination of persistent organic pollutants residues in liver of golden jackal (*Canis aureus*) collected from central coastline of Iran. *Veterinary journal*, 21 (4):71-79.
- 20- Covaci, A., J.J. Ryan, and Schepens, P. (2002). Patterns of PCBs and PCDD/PCDFs in chicken and pork fat following a Belgian food contamination incident. *Chemosphere*, 47: 207-217.
- 21- Covaci, A., and Schepens, P. (2001). Chromatographic aspects of the analysis of selected persistent organochlorine pollutants in human hair. *Chromatographia*, 53, 366-371.
- 22- Gonzalez-Barros, S.T.C., M.E. Alvarez-Piñeiro, J. Simal-Lozano, and Lage-Yusty, M.A. (2000). Organochlorine pesticides in Wolves from Galicia. *Ecotoxicol .Environ. Safe*, 45 :247- 252.
- 23- Hoshi, H., N. Minamotot, H. Iwatas, K. Shiraki, R. Tatsukawas, S. Tanabez, S. Fujitas, K. Hirai, and Kinjor, T. (1997). Organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyl congeners in wild terrestrial mammals and birds from Chubu Region, Japan: Interspecies comparison of the residue levels and compositions. *Chemosphere*, 36: 3211-3221.
- 24- Schramm, K. W. (2008). Hair biomonitoring of organic pollutants. *Chemosphere*, 72: 1103-1111.
- 25- Kunisue, T., N. Takayanagi, T. Tsubota, and Tanabe, S. (2007). Persistent organochlorines in raccoon dogs (*Nyctereutes procyonoides*) from Japan: Hepatic sequestration of oxychlordan. *Chemosphere*, 66: 203-211.

