



بررسی روش های نوین تشخیص هویت اجساد و بقایای سوخته شده انسان از دیدگاه

پلیس علمی

زهرا سعیدی^۱

چکیده:

شناسایی بقایای سوخته انسان چالش های مهمی برای کارشناسان پزشکی قانونی و کشف علمی جرایم ایجاد می کند. همانطور که تکنولوژی به تکامل خود ادامه می دهد، کارشناسان پزشکی قانونی و پلیس علمی نیازمند توسعه روش های جدیدی برای شناسایی و تشخیص هویت اجساد سوخته شده انسان و بقایای آن هستند. لذا هدف از این پژوهش بررسی روش های نوین تشخیص هویت اجساد و بقایای سوخته شده انسان از دیدگاه پلیس علمی می باشد. تکمیل این پژوهش به روش توصیفی کاربردی بر پایه منابع کتابخانه ای و اینترنتی خارجی صورت گرفته است. براساس بررسی های صورت گرفته و نتایج به دست آمده روش های جدید تشخیص هویت اجساد سوخته شده انسان و بقایای آن شامل توموگرافی کامپیوتری چند آشکارساز، اسکن سطح سه بعدی، استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی، تجزیه و تحلیل تغییرات ناشی از گرما، تمایز ضربه های نیروی بلانت و شکستگی های ناشی از گرما، بازسازی استخوان های تکه تکه شده، تکنیک بازسازی سه بعدی، طیف سنجی فرو سرخ تبدیل فوری، روش کیت کیجن، روش استخراج آلی، طیف سنجی فلورسانس اشعه ایکس، روش معدنی کل، طیف سنجی جرمی ایزوتوپ پایدار، تجزیه و تحلیل DNA میتوکندری، تجزیه و تحلیل ایزوتوپ های کربن، نیتروژن، اکسیژن و استرانسیوم می باشد.

مفاهیم کلیدی: روش های نوین، تشخیص هویت، اجساد سوخته، پلیس علمی.

^۱ _ دانشجوی کارشناسی حقوق دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اهواز، ایران. پژوهشگر در زمینه پلیس علمی و جرم یابی.



مقدمه:

هنگامی که جسمی در معرض گرمای شدید قرار می گیرد، دستخوش دگرگونی های فیزیکی و شیمیایی شدید می شود که روش های سنتی شناسایی را پیچیده می کند. شرایط شدید سوختن می تواند بافت های نرم را از بین ببرد، استخوان ها را تکه تکه کند و DNA را تخریب کند و تعیین هویت قربانی، تعیین علت مرگ و جمع آوری شواهد برای تحقیقات جنایی را دشوار کند. بنابراین ضرورت دارد روش هایی جدید و نوین برای تشخیص هویت اجساد سوخته شده انسان و بقای آن در کنار روش های سنتی به کار گرفته شود.

اهداف پژوهش:

بررسی روش های نوین تشخیص هویت اجساد و بقایای سوخته شده انسان از دیدگاه پلیس علمی.

سوالات پژوهش:

روش های نوین تشخیص هویت اجساد و بقایای سوخته شده انسان از دیدگاه پلیس علمی کدام اند؟

پیشینه پژوهش:

پایبتر پال و همکاران (۲۰۲۱)، در مقاله ای با عنوان «یک طرح تصدیق هویت تصویر و تشخیص دستکاری شده که از الگوی باینری محلی به همراه کد تصحیح خطای Hamming استفاده میکنند» استفاده از LBP را به همراه کد تصحیح خطای Hamming برای احراز هویت تصویر و تشخیص دستکاری ها مورد بحث قرار دادند. ایشان پیشنهاد کردند که ترکیب این تکنیک ها برای افزایش امنیت اسناد در برابر جعل کارآمد می باشد.

روش پژوهش: تکمیل این مقاله به روش توصیفی کاربردی بر پایه منابع کتابخانه ای و اینترنتی خارجی صورت گرفته است.

بحث و نتایج:

۱- توموگرافی کامپیوتری چند آشکارساز (MDCT):

این فناوری امکان بازسازی سه بعدی دقیق بقایای اسکلتی، از جمله استخوان های سوخته را فراهم می کند. به شناسایی ضایعات، شکستگی ها و سایر ناهنجاری هایی که ممکن است با ذغال زدگی پنهان شوند، کمک می کند. مراحل مربوط به انجام توموگرافی کامپیوتری چند آشکارساز (MDCT) برای شناسایی اجساد انسان و بقایای سوخته شده به شرح زیر است:

آماده سازی بقایا: باقیمانده های جسد باید به درستی قرار گرفته و قبل از اسکن ثابت شوند. برای بقایای سوخته شده، هر ماده سست ممکن است نیاز به یکپارچه سازی یا قرار دادن در ظرفی برای اسکن شود.

انتخاب پروتکل سی تی مناسب: یک پروتکل CT بهینه باید بر اساس اهداف خاص معاینه (مانند شناسایی مقایسه ای، شناسایی ترمیمی، شناسایی ضایعه) انتخاب شود. عواملی مانند ولتاژ، آمپر، میدان دید، ضخامت برش، تنظیمات بازسازی و فیلترها باید به دقت در نظر گرفته شوند.

کسب اطلاعات سی تی: اسکن MDCT با کیفیت بالا با استفاده از پروتکل انتخاب شده انجام می شود. زوایای متعدد و بازسازی ممکن است برای گرفتن تمام اطلاعات مرتبط مورد نیاز باشد.

بازسازی تصاویر: بازسازی های چندسطحی دوبعدی (MPRs) و بازسازی های سه بعدی مانند پیش بینی حداکثر شدت (MIP) یا تکنیک رندر حجمی (VRT) ایجاد می شوند.

تجزیه و تحلیل تصویر: کارشناسان جرم یابی تصاویر بازسازی شده را به دقت بررسی می کنند و به دنبال ویژگی های مرتبط هستند مانند ویژگی های اسکلتی، ویژگی های دندان، ساختارهای داخلی، تروما یا ضایعات و آسیب ها، وسایل شخصی یا مصنوعات.

مقایسه با داده های قبل از مرگ: تصاویر با هر رادیوگرافی قبل از مرگ یا پرونده پزشکی موجود مقایسه می شوند.

تفسیر: کارشناسان یافته ها را تفسیر می کنند و به دنبال ویژگی های همخوانی هستند که می توانند به شناسایی کمک کنند. برای شناسایی مثبت، اغلب به دنبال صفات چندگانه هماهنگ در نواحی مختلف بدن می گردند.

ادغام با شواهد دیگر: یافته های CT با سایر شواهد پزشکی قانونی مانند تجزیه و تحلیل DNA، انسان شناسی و غیره ادغام می شوند.

گزارش دهی: گزارش های تفصیلی از تمام یافته های مربوطه که مستند شده اند تهیه می شود.

معاینات بعدی: ممکن است برای روشن شدن برخی ویژگی ها یا پاسخگویی به سؤالات خاص، اسکن یا نماهای اضافی لازم باشد.

در طول این فرآیند، همکاری نزدیک بین رادیولوژیست ها، آسیب شناسان، انسان شناسان و سایر متخصصان پزشکی قانونی بسیار مهم است. قابلیت چند آشکارساز امکان تصویربرداری با وضوح بالا از استخوان ها و بافت های نرم را فراهم می کند، و MDCT را برای تجزیه و تحلیل بقایای سوخته شده در جایی که حفظ آن ممکن است متفاوت باشد، ارزشمند می کند.

۲- اسکن سطح سه بعدی:

این تکنیک مدل های سطحی با وضوح بالا از استخوان ها را ایجاد می کند، که امکان اندازه گیری و مقایسه دقیق را فراهم می کند. این تکنیک مدل های سه بعدی دقیقی از سطوح استخوان ایجاد می کند که امکان اندازه گیری و مقایسه دقیق را فراهم می کند. تجزیه و تحلیل الگوهای شکستگی پیچیده را که ممکن است با خاکستر پنهان شوند، امکان پذیر می کند. همچنین اسکن سه بعدی امکان مقایسه واقعی بین ابزارهای ادعایی و ضایعات استخوانی بازسازی شده در محیط های مجازی را فراهم می کند. این به ارزیابی امکان پذیری مکانیسم های آسیب خاص کمک می کند.

۳- استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM):

نقش استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی به شرح زیر است:



تجزیه و تحلیل مواد ترمیمی: SEM به شناسایی وجود و ترکیب مواد ترمیم کننده دندان مانند آمالگام، رزین کامپوزیت و سرامیک در بقایای خاکستر کمک می کند. این اطلاعات را می توان با سوابق دندانی قبل از مرگ برای کمک به شناسایی مقایسه کرد.

بررسی ایمپلنت: SEM امکان تجزیه و تحلیل دقیق ایمپلنت های فلزی یافت شده در بقایای سوخته را فراهم می کند. می تواند ترکیب آلیاژهای ایمپلنت را تعیین کند، که ممکن است با رکوردهای قبل از مرگ مطابقت داشته باشد.

تجزیه و تحلیل ترکیبات شیمیایی: طیف سنجی اشعه ایکس پراکنده انرژی (EDS) متصل به SEM می تواند ترکیب شیمیایی مواد را تجزیه و تحلیل کند. این به تایید وجود مواد یا ایمپلنت های دندانی خاص کمک می کند.

تجسم جزئیات سطح: SEM تصاویری با وضوح بالا از سطوح خاکستر و سوخته شده ارائه می دهد و جزئیاتی را که ممکن است با چشم غیرمسلح قابل مشاهده نباشند آشکار می کند.

پشتیبانی از تجزیه و تحلیل رادیوگرافی: یافته های SEM با ارائه اطلاعات اضافی در مورد ساختارهای دندانی، معاینات رادیوگرافیک را تکمیل می کند.

شناسایی شواهد ردیابی: SEM می تواند ذرات کوچک یا باقیمانده هایی را که ممکن است به شناسایی قربانی کمک کند، شناسایی کند.

تحلیل تطبیقی: SEM امکان مقایسه بین سوابق دندانی قبل از مرگ و بقایای پس از مرگ را فراهم می کند.

تجزیه و تحلیل مواد حرارتی تغییر یافته: SEM به تمایز بین تغییرات ناشی از حرارت و خواص مواد اولیه کمک می کند.

بررسی بقایای شکننده: SEM می تواند قطعات ذغالی شده ظریفی را که ممکن است در حین جابجایی از هم جدا شوند تجزیه و تحلیل کند.

بنابراین، استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی با ارائه تجزیه و تحلیل شیمیایی و ساختاری دقیق بقایای دندانی و اسکلتی، نقش مهمی در ادنتولوژی پزشکی قانونی ایفا می کند و به فرآیند شناسایی کمک می کند، حتی زمانی که روش های سنتی به دلیل سوختگی شدید محدود می شوند.

۴_ تجزیه و تحلیل تغییرات ناشی از گرما:

محققان در حال توسعه روش هایی برای تجزیه و تحلیل تغییرات ناشی از گرما در استخوان ها هستند که می تواند اطلاعاتی در مورد فرآیند سوزاندن و به طور بالقوه ترومای پنهان را آشکار کند. جنبه های کلیدی روش تجزیه و تحلیل تغییر حرارت در تجزیه و تحلیل اجساد سوخته شده به شرح زیر است:

تغییرات شیمیایی وابسته به دما: این روش سه مرحله از تغییرات شیمیایی ناشی از گرما را در استخوان ها در طول سوختن شناسایی می کند.

مکانیسم های انتقال حرارت: دو فرآیند اصلی گرمایش در حین سوختن اتفاق می افتد: احتراق و تجزیه در اثر حرارت-گرمولیز. احتراق به سوخت، اکسیدان و گرما نیاز دارد، در حالی که پیرولیز در شرایط کاهش بدون اکسیژن رخ می دهد.

تخمین دما: هدف این روش تخمین حداکثر دمایی است که استخوان ها در معرض آن قرار گرفته اند بر اساس تغییرات رنگ.

این روش تجزیه و تحلیل تغییر حرارت اطلاعات ارزشمندی در مورد تاریخچه حرارتی بقایای سوخته ارائه می دهد، که به تخمین دمای قرار گرفتن در معرض و به طور بالقوه بازسازی شرایط آتش سوزی کمک می کند.

۵- تمایز ضربه های نیروی بلانت و شکستگی های ناشی از گرما:

تکنیک های جدید تمایز دقیق تری بین ترومای ناشی از نیروی بلانت و شکستگی های ناشی از گرما در بقایای سوخته را امکان پذیر می سازد. نقش های کلیدی تشخیص ضربه های نیروی بلانت از شکستگی های ناشی از گرما در شناسایی هویت اجساد سوخته به صورت زیر است:

تمایز علائم تروما: توانایی تمایز بین تغییرات حرارتی و ترومای نیروی بلانت برای تجزیه و تحلیل دقیق در راستای پزشکی قانونی و جرم یابی بسیار مهم است. این تمایز کمک می کند تا مشخص شود که آیا جراحات قبل از مرگ (قبل از مرگ) یا پس از مرگ (پس از مرگ) بوده اند.

شناسایی زمان تروما: با شناسایی ویژگی های خاص ترومای نیروی بلانت، محققین می توانند تشخیص دهند که آیا صدمات قبل یا بعد از سوختن رخ داده است. این اطلاعات برای بازسازی توالی وقایع پیرامون مرگ حیاتی است.

بازسازی سناریوهای مرگ: تمایز بین شکستگی های حرارتی و مکانیکی به بازسازی دقیق تر شرایط مرگ کمک می کند. این به بازرسان اجازه می دهد تا آنچه را که قبل و در حین آتش سوزی برای قربانی اتفاق افتاده است جمع آوری کنند.

همبستگی با سایر شواهد و ادله: توانایی شناسایی ترومای نیروی بلانت در بقایای سوخته زمینه اضافی برای سایر یافته های پزشکی قانونی فراهم می کند. این به ادغام شواهد مختلف در یک روایت منسجم از جنایت کمک می کند.

اعتبارسنجی روش های شناسایی: این تکنیک به اعتبارسنجی سایر روش های شناسایی مورد استفاده در بقایای سوخته کمک می کند. همچنین کمک می کند تا اطمینان حاصل شود که نتایج حاصل از تروما علی رغم چالش های ناشی از سوزاندن دقیق است.

توسعه معیارهای تشخیصی: هدف این مطالعه شناسایی ویژگی های خاصی است که می توان از آنها برای افتراق تغییرات حرارتی از شکستگی های نیروی بلانت استفاده کرد. این معیارها به استانداردسازی تفسیر تروما در انسان شناسی قانونی کمک می کند.

رویکرد تکمیلی: در حالی که هویت به تنهایی ایجاد نمی شود، تمایز بین آسیب حرارتی و مکانیکی شواهد پشتیبان ارزشمندی برای فرآیندهای شناسایی فراهم می کند.

غلبه بر چالش های تافونومیک: قرار گرفتن در معرض آتش می تواند ساختار استخوان را تغییر دهد و علائم تروما را مبهم کند و این تکنیک را برای غلبه بر چنین چالش هایی بسیار مهم می کند.

تقویت شیوه های انسان شناسی پزشکی قانونی: این روش با ارائه دستورالعمل های واضح تر برای تفسیر تروما در بقایای سوخته، قابلیت اطمینان کلی شیوه های انسان شناسی قانونی را افزایش می دهد.



بنابراین تمایز ضربه‌های نیروی بلانت از شکستگی‌های ناشی از گرما نقش مهمی در تفسیر دقیق ترومای اسکلتی بر روی بدن‌های سوخته دارد. این تکنیک به تعیین زمان صدمات، بازسازی سناریوهای مرگ، و فراهم کردن زمینه اضافی برای تلاش‌های شناسایی کمک می‌کند و در نهایت به تجزیه و تحلیل‌های پزشکی قانونی دقیق‌تر و قابل اعتمادتر از دیدگاه پلیس علمی کمک می‌کند.

۶- بازسازی استخوان‌های تکه تکه شده:

روش‌های پیشرفته برای تمیز کردن و بازسازی استخوان‌های سوخته شده، تجزیه و تحلیل دقیق تر ضایعات و الگوهای تروما را امکان پذیر می‌کند. گرمای شدید می‌تواند باعث شود استخوان‌ها به شدت تکه تکه شده و بسیار شکننده شوند. استخوان‌ها ممکن است در مناطق وسیعی پراکنده شوند، با استخوان‌های افراد دیگر ترکیب شوند یا با مواد غیر انسانی مخلوط شوند. بنابراین بازسازی برای شناسایی بسیار مهم است:

اگر شناسایی DNA امکان پذیر نباشد، ثبت دقیق موقعیت قطعات سوخته در صحنه برای تداعی مجدد ضروری است.

انجمن‌های قابل اعتماد را می‌توان در محل شناسایی کرد، که امکان تخصیص مجدد اعضای بدن قابل شناسایی بزرگتر را در سردخانه فراهم می‌کند.

متخصصان در شناسایی و جمع‌آوری بقایای انسانی حفظ‌شده به روش متفاوت باید در تدوین استراتژی‌های بازیابی کمک کنند.

شرایط مختلف محیط نیازمند رویکردهای متفاوتی است (به عنوان مثال، بررسی‌های هوایی در مقابل فتوگرامتری زمینی).

ثبت دقیق الگوهای توزیع در صحنه برای تحقیقات و پرس و جوهای مختلف حیاتی است.

فرم‌های بهبودی قربانی باید قبل از مهر و موم کردن کیسه‌های بدن مورد بازیابی قرار گیرد تا از توضیحات صحیح و طرح‌های دقیق طرح اطمینان حاصل شود.

فرم‌های جدید به طور خاص برای ثبت بقایای بسیار تکه تکه شده انسان طراحی شده است.

همچنین تجزیه و تحلیل DNA ممکن است محدود باشد، اگر استخوان‌ها تا حد کلسینه شدن بسوزانند (سفید، شکننده، بدون باقی ماندن مواد آلی)، به دست آوردن مشخصات DNA غیرممکن می‌شود. در چنین مواردی، بازسازی دقیق حتی حیاتی تر می‌شود.

بنابراین روش‌های بازسازی استخوان‌های تکه تکه شده نقش حیاتی در شناسایی اجساد سوخته بازی می‌کنند و به محققان اجازه می‌دهند تا قطعات را دوباره مرتبط کنند، آن‌ها را به قسمت‌های بزرگ‌تر بدن مرتبط کنند و در نهایت به شناسایی مثبت با وجود اثرات مخرب آتش‌سوزی بر بقایای انسان کمک کنند. این فرآیند به دانش و تکنیک‌های تخصصی برای اطمینان از بازیابی دقیق، مستندسازی و تفسیر شواهد نیاز دارد.

۷- تکنیک بازسازی سه بعدی:

جنبه‌های کلیدی نقش بازسازی سه بعدی در تشخیص هویت اجساد سوخته شده به شرح زیر است:



حفظ و تجسم بقایای تکه تکه شده: بازسازی سه بعدی امکان تصویربرداری دقیق از استخوان های سوخته را بدون ایجاد آسیب بیشتر فراهم می کند. این روش امکان تجسم ساختار درونی بقایای شکننده را فراهم می کند که به صورت فیزیکی قابل کنترل نیستند.

تداعی مجدد قطعات: مدل های سه بعدی می توانند به شناسایی نحوه قرارگیری قطعات مختلف استخوان با هم کمک کنند و به جمع بندی مجدد اسکلت کمک کنند. این امر به ویژه در هنگام برخورد با بقایای بسیار تکه تکه شده از اجساد سوخته بسیار مهم است.

تخمین سنی: تصاویر سه بعدی می توانند ساختارهای دقیق استخوان اسفنجی را نشان دهند، که امکان تخمین سن را بر اساس تغییرات ساختارهای اسفنجی و تراکولار در مراحل مختلف زندگی فراهم می کند.

شناسایی گونه: تصاویر سه بعدی با وضوح بالا می توانند به تمایز بین استخوان های انسان و حیوان کمک کنند، که در مواردی که ممکن است بقایایی با هم ترکیب شوند، ضروری است.

۸- طیف سنجی فرو سرخ تبدیل فوری (FTIR):

طیف سنجی FTIR به عنوان تکنیکی برای تجزیه و تحلیل غیرمخرب لکه های بیولوژیکی و شواهد در تحقیقات پزشکی قانونی در حال ظهور است. FTIR اطلاعات مربوط به ترکیب بیوشیمیایی نمونه ها را ارائه می دهد که می تواند برای اهداف شناسایی و تشخیص هویت بسیار مهم باشد.

طیف سنجی FTIR برای شناسایی انواع مختلف مایعات بدن استفاده شده است که در تحقیقات پزشکی قانونی ضروری است. این تکنیک می تواند به تخمین سن لکه های بیولوژیکی کمک کند، که ممکن است به بازسازی وقایع مربوط به اجساد سوخته کمک کند. همچنین طیف سنجی FTIR پتانسیلی را در تشخیص بقایای انسان و حیوان نشان داده است، که می تواند در موارد مربوط به اجساد سوخته ارزشمند باشد.

این روش برای شناسایی پاتوژن های خاصی استفاده شده است، که ممکن است در مواردی که بقایای سوخته می تواند به طور بالقوه حاوی عوامل عفونی باشد، مرتبط باشد.

طیف سنجی FTIR را می توان با سایر تکنیک های تحلیلی ترکیب کرد تا اطلاعات جامعی در مورد نمونه ها ارائه کند.

تحقیقات مداومی برای ادغام طیف سنجی FTIR در دستگاه های قابل حمل مانند سیستم های آزمایشگاه روی یک تراشه وجود دارد که می تواند به طور بالقوه به تحقیقات میدانی مربوط به بقایای سوخته کمک کند.

۹- روش کیت کیجن:

روش کیت کیژن چیست؟

روش کیجن کیجن به استفاده از کیت های تخصصی استخراج DNA، به ویژه روش کیجن کیت، برای بدست آوردن DNA از بقایای سوخته شده انسان اشاره دارد. روش کیت کیژن نقش مهمی در شناسایی هویت اجساد سوخته از طریق تجزیه و تحلیل DNA ایفا می کند:



حفظ DNA: هنگامی که اجسام در هنگام آتش سوزی در معرض گرما قرار می گیرند، پیوندهای فسفودی استری موجود در DNA می توانند شکسته شوند و DNA تکه تکه شده در سلول های استخوانی باقی بمانند. این امر استخراج DNA را چالش برانگیز می کند.

استخراج موثر DNA: روش کیت کیجن، همراه با تکنیک های دیگر مانند دمینرالایزاسیون کامل، به استخراج موثر DNA از استخوان های سوخته کمک می کند.

پرو فایل STR: DNA استخراج شده سپس برای تولید پرو فایل های تکرار پشت سر هم کوتاه (STR) استفاده می شود که شناسه های منحصر به فرد برای افراد هستند.

مقایسه با نمونه های مرجع: این پرو فایل های STR با نمونه های مرجع (مانند DNA اعضای خانواده) برای ایجاد هویت مقایسه می شوند.

حساسیت به دما: حفظ DNA با دمای آتش همبستگی معکوس دارد. دمای بالاتر منجر به حفظ کمتر DNA می شود.

انتخاب استخوان: استخوان های مختلف به طور متفاوتی DNA را حفظ می کنند. استخوان های بلند مانند درشت نی، استخوان ران، استخوان زند، و استخوان های دست و پا معمولاً مخازن بهتری از DNA هستند.

تخمین گرما: محققان روش هایی را برای تخمین دمای آتش بر اساس الگوهای تغییر رنگ استخوان ایجاد کرده اند که به انتخاب استخوان های مناسب برای استخراج DNA کمک می کند.

بهترین شیوه ها:

استفاده از روش های استخراج چندگانه: محققان توصیه می کنند از تکنیک های مختلف مانند دمیل زدایی کامل و کیت کیجن برای به دست آوردن بهترین نتایج استفاده کنند.

انتخاب استخوان بر اساس تخمین دما: این امر تضمین می کند که مناسب ترین استخوان ها برای تجزیه و تحلیل DNA انتخاب شوند.

ترکیب با سایر روش های شناسایی: در صورت امکان، تجزیه و تحلیل DNA باید با سایر روش های شناسایی مانند سوابق دندان برای شناسایی قابل اعتمادتر قربانی ترکیب شود.

۱۰. روش استخراج آلی:

روش استخراج آلی نقش مهمی در شناسایی هویت اجساد سوخته از طریق تجزیه و تحلیل DNA ایفا می کند. نکات کلیدی این روش به شرح زیر است:

حفظ DNA: روش استخراج آلی به حفظ DNA از بقایای سوخته انسان کمک می کند، که اغلب به دلیل دمای بالا تخریب می شود.

استخراج کارآمد DNA: این روش همراه با روش‌های دیگری مانند دمینرالایزاسیون کامل، در استخراج DNA از استخوان‌های سوخته مؤثر است، به‌ویژه زمانی که سایر روش‌های شناسایی مانند پرونده‌های دندان‌ی با شکست مواجه می‌شوند.

حساسیت به دما: اثربخشی استخراج DNA بر اساس دمای آتش متفاوت است. روش استخراج ارگانیک برای استخوان‌هایی که در معرض دمای بین ۲۰۰ تا ۲۵۰ درجه سانتیگراد هستند به خوبی کار می‌کند.

مقایسه با نمونه‌های مرجع: DNA استخراج شده برای تولید پروفایل‌های تکرار پشت سر هم کوتاه (STR) استفاده می‌شود که با نمونه‌های مرجع برای ایجاد هویت مقایسه می‌شود.

ملاحظات کلیدی در استفاده از این روش:

تأثیر دمای آتش: یک همبستگی معکوس بین دمای آتش و حفظ DNA وجود دارد. دمای بالاتر منجر به حفظ کمتر DNA می‌شود.

انتخاب استخوان: استخوان‌های مختلف به طور متفاوتی DNA را حفظ می‌کنند. استخوان‌های بلند مانند درشت نی، استخوان ران، اولنا و استخوان‌های دست و پا معمولاً مخازن بهتری از DNA هستند.

ترکیب با روش‌های دیگر: روش استخراج آلی اغلب در کنار سایر تکنیک‌ها برای تجزیه و تحلیل جامع تر DNA استفاده می‌شود. بهترین شیوه‌های استفاده:

استفاده از روش‌های استخراج چندگانه: محققان استفاده از تکنیک‌های مختلف مانند استخراج ارگانیک، کل دمنرالایزاسیون و روش کیت کیجن را برای به دست آوردن بهترین نتایج توصیه می‌کنند.

انتخاب استخوان بر اساس تخمین دما: این تضمین می‌کند که مناسب ترین استخوان‌ها برای تجزیه و تحلیل DNA انتخاب شوند.

ترکیب با سایر روش‌های شناسایی و تشخیص هویت: در صورت امکان، تجزیه و تحلیل DNA باید با روش‌های شناسایی دیگر مانند سوابق دندانپزشکی برای شناسایی مطمئن تر قربانی ترکیب شود.

۱۱- طیف سنجی فلورسانس اشعه ایکس:

طیف سنجی فلورسانس اشعه ایکس (XRF) یک تکنیک تحلیلی است که برای تعیین ترکیب عنصری مواد استفاده می‌شود. با برانگیختن اتم‌ها در یک نمونه با اشعه ایکس کار می‌کند و باعث می‌شود که آنها پرتوهای X مشخصه را در طول موج‌های خاص ساطع کنند. طیف سنجی فلورسانس اشعه ایکس نقش مهمی در تشخیص هویت اجساد سوخته ایفا می‌کند که شامل موارد زیر است:

تجزیه و تحلیل عنصری: XRF می‌تواند ترکیب عنصری استخوان‌ها را تجزیه و تحلیل کند، که به تعیین منشأ آنها و شناسایی بالقوه فرد کمک می‌کند.



شناسایی استخوان سوخته: XRF می تواند بین استخوان های سوخته و سایر مواد مانند خاک یا باقی مانده تمایز قائل شود و به فرآیند شناسایی کمک کند.

تخمین دما: با تجزیه و تحلیل تغییرات ترکیب عنصری در استخوان ها به دلیل قرار گرفتن در معرض حرارت، XRF می تواند دمای آتش را تخمین بزند.

مقایسه با نمونه های مرجع: داده های XRF را می توان با نمونه های مرجع از افراد شناخته شده یا منابع محیطی مقایسه کرد.

نحوه و روش اجرای طیف سنجی فلورسانس اشعه ایکس:

آماده سازی نمونه: استخوان های سوخته معمولاً تمیز و برای تجزیه و تحلیل آماده می شوند.

تنظیم ابزار: یک آنالایزر XRF دستی یا ابزار آزمایشگاهی بر روی نمونه قرار می گیرد.

اکتساب داده ها: دستگاه پرتوهای ایکس را بر روی نمونه ساطع می کند و پرتوهای ایکس مشخصه ساطع شده را تشخیص می دهد.

تجزیه و تحلیل نرم افزار: نرم افزار تخصصی داده های جمع آوری شده را پردازش می کند و اطلاعات ترکیب عنصری را ارائه می دهد.

تفسیر: کارشناسان پزشکی قانونی نتایج را تفسیر می کنند و آنها را با سایر روش های شناسایی ترکیب می کنند.

مزایای XRF برای تجزیه و تحلیل بدن و اجساد سوخته:

غیر مخرب: XRF به نمونه آسیب نمی رساند و در صورت نیاز امکان تجزیه و تحلیل های متعدد را فراهم می کند.

تجزیه و تحلیل سریع: نتایج معمولاً در عرض چند دقیقه در دسترس هستند.

گزینه های قابل حمل: تحلیلگرهای XRF دستی آزمایش میدانی را فعال می کنند.

محدودیت ها و ملاحظات کلیدی که باید در اجرای این روش در نظر گرفته شود:

محدودیت های پروفایل عمقی: XRF در درجه اول لایه های سطحی نمونه ها را تجزیه و تحلیل می کند.

اثرات ماتریسی: وجود عناصر دیگر می تواند بر نتایج XRF تأثیر بگذارد.

الزامات کالیبراسیون: کالیبراسیون منظم ابزارها برای نتایج دقیق ضروری است.

با ترکیب طیف سنجی فلورسانس اشعه ایکس با سایر تکنیک های پزشکی قانونی و پلیس علمی مانند آنالیز DNA و روش های شناسایی سنتی، کارشناسان مربوطه می توانند بینش های ارزشمندی در مورد بقایای اجساد سوخته به دست آورند و دقت و کارایی فرآیندهای شناسایی قربانیان را افزایش دهند.

۱۲- روش معدنی کل:

روش کل معدنی شامل حذف کامل مواد آلی از یک نمونه، معمولاً استخوان‌ها، و باقی گذاشتن تنها اجزای معدنی است. این فرآیند اغلب همراه با سایر تکنیک‌های تحلیلی استفاده می‌شود.

مراحل کلیدی در روش کل معدنی عبارتند از:

املاح زدایی: حذف مواد آلی با استفاده از اسیدهای قوی مانند اسید هیدروکلریک.

شستشو: تمیز کردن کامل نمونه برای حذف اسید باقی مانده.

خشک کردن: حذف رطوبت اضافی از استخوان درمان شده.

روش کل غیر آلی چندین نقش اساسی در شناسایی اجساد سوخته ایفا می‌کند:

حفظ DNA: با حذف مواد آلی، این روش به حفظ قطعات DNA که ممکن است در ماتریکس استخوان وجود داشته باشد کمک می‌کند.

تجزیه و تحلیل عنصری: باقیمانده معدنی حاصل را می‌توان با استفاده از تکنیک‌هایی مانند طیف سنجی فلورسانس اشعه ایکس (XRF) برای تعیین ترکیب عنصری استخوان تجزیه و تحلیل کرد.

تعیین مبدأ: تغییرات در محتوای مواد معدنی به دلیل قرار گرفتن در معرض حرارت می‌تواند اطلاعاتی در مورد دمای آتش و منشاء ایجاد کند.

مقایسه با نمونه‌های مرجع: مشخصات معدنی حاصل را می‌توان با نمونه‌های مرجع از افراد شناخته شده یا منابع محیطی مقایسه کرد.

ملاحظات کلیدی که باید در اجرای این روش در نظر گرفته شود:

حساسیت به دما: اثر بخشی این روش بر اساس دمای آتش متفاوت است. دمای بالاتر منجر به تغییرات قابل توجهی در ترکیب مواد معدنی استخوان می‌شود.

انتخاب استخوان: استخوان‌های مختلف مواد معدنی را به طور متفاوتی حفظ می‌کنند.

استخوان‌های بلند مانند درشت نی، استخوان ران، استخوان زند، و استخوان‌های دست و پا معمولاً مخازن بهتری برای اطلاعات معدنی هستند.

ترکیب با روش‌های دیگر: این تکنیک اغلب در کنار استخراج DNA و سایر روش‌های تحلیلی برای تجزیه و تحلیل جامع استفاده می‌شود.

بهترین شیوه‌های استفاده:

استفاده از روش‌های استخراج چندگانه: محققان استفاده از تکنیک‌های مختلف مانند روش کل معدنی، استخراج آلی و روش کیت کیجن را برای به دست آوردن بهترین نتایج توصیه می‌کنند.



انتخاب استخوان بر اساس تخمین دما: این امر تضمین می کند که مناسب ترین استخوان ها برای تجزیه و تحلیل انتخاب شوند.

ترکیب با سایر روش های شناسایی: در صورت امکان، این روش باید با سایر تکنیک های پزشکی قانونی مانند سوابق دندانپزشکی برای شناسایی قابل اعتمادتر قربانی ترکیب شود.

۱۳- طیف سنجی جرمی ایزوتوپ پایدار (IRMS):

طیف سنجی جرمی ایزوتوپی پایدار یک تکنیک تحلیلی قدرتمند است که نقش مهمی در شناسایی اجساد سوزانده شده و ارائه اطلاعات ارزشمند برای تحقیقات پزشکی قانونی و پلیس علمی دارد. طیف سنجی جرمی ایزوتوپ پایدار، که معمولاً به عنوان IRMS (Isotope Ratio Mass Spectrometry) نامیده می شود، یک تکنیک تحلیلی است که برای اندازه گیری فراوانی نسبی ایزوتوپ های پایدار در نمونه استفاده می شود.

نکات کلیدی قابل تامل:

IRMS تغییرات طبیعی در ترکیب ایزوتوپی عناصر مانند کربن، نیتروژن، اکسیژن و هیدروژن را اندازه گیری می کند. این امضاهای ایزوتوپی می توانند اطلاعاتی در مورد رژیم غذایی، منشاء جغرافیایی و قرار گرفتن در معرض محیطی فرد ارائه دهند. IRMS نقش مهمی در تشخیص اجساد سوزانده شده از طریق چندین روش دارد:

ایزوتوپ های کربن: مقادیر $\delta^{13}C$ می توانند بین جیره های گیاهی $C3$ و $C4$ تمایز قائل شوند. این به تمایز بین افرادی که عمدتاً منابع زمینی و دریایی را مصرف می کنند، کمک می کند.

ایزوتوپ های نیتروژن: مقادیر $\delta^{15}N$ با سطوح مصرف پروتئین ارتباط دارد. مقادیر بالاتر $\delta^{15}N$ نشان دهنده مصرف پروتئین با کیفیت بالاتر است.

ایزوتوپ های گوگرد: مقادیر $\delta^{34}S$ می توانند اطلاعاتی در مورد نفوذ دریایی و زندگی ساحلی ارائه دهند. مقادیر بالاتر $\delta^{34}S$ نشان دهنده افزایش اتکا به منابع دریایی است.

ایزوتوپ های استرانسیوم و سرب: این عناصر کمیاب به دلیل علائم ایزوتوپی منحصر به فرد در مناطق مختلف جغرافیایی می توانند برای منشأ انسانی استفاده شوند.

IRMS در تحقیقات پزشکی قانونی مرتبط با شناسایی اجساد سوزانده شده کاربردهای مختلفی دارد:

خاستگاه جغرافیایی: با تجزیه و تحلیل ایزوتوپ های کربن، نیتروژن، گوگرد، استرانسیوم و سرب، محققین می توانند منشأ بالقوه بقایا را محدود کنند.

اطلاعات رژیم غذایی: ایزوتوپ های کربن و نیتروژن می توانند اطلاعاتی را در مورد رژیم غذایی و منابع غذایی فرد نشان دهند.

شاخص های سلامت: برخی الگوهای ایزوتوپی ممکن است نشان دهنده شرایط سلامتی مانند دیابت نوع II باشد.

پیش بینی سن و جنس: برخی از مطالعات نشان می دهد که تجزیه و تحلیل ایزوتوپی می تواند گروه های سنی و جنسیت را با دقت متوسط پیش بینی کند.



در نتیجه، طیف سنجی جرمی ایزوتوپ پایدار اطلاعات ارزشمندی را برای شناسایی اجساد سوزانده شده و بازسازی ویژگی های شخصی فراهم می کند. توانایی آن در ارائه بینش در مورد عادات غذایی، منشاء جغرافیایی، و قرار گرفتن در معرض محیطی، آن را به ابزاری مکمل در تحقیقات پزشکی قانونی تبدیل می کند، به ویژه زمانی که روش های سنتی بی نتیجه باشند.

۱۴- تجزیه و تحلیل DNA میتوکندری:

آنالیز DNA میتوکندری چیست؟

تجزیه و تحلیل DNA میتوکندری شامل مطالعه مواد ژنتیکی موجود در میتوکندری، ساختارهای تولید کننده انرژی در سلول ها است. نکات کلیدی عبارتند از:

mtDNA جدا از DNA هسته ای است و تنها از مادر به ارث می رسد.

این شامل ۳۷ ژن کد کننده پروتئین های دخیل در تولید انرژی است.

mtDNA نرخ جهش بالاتری نسبت به DNA هسته ای دارد و به آن اجازه می دهد اطلاعات ژنتیکی را حتی از نمونه های تخریب شده آشکار کند.

تجزیه و تحلیل MtDNA چندین نقش مهم در تشخیص هویت اجساد سوزانده شده ایفا می کند:

نگهداری در شرایط فوق العاده: MtDNA می تواند در شرایطی زنده بماند که DNA هسته ای تجزیه می شود و برای تجزیه و تحلیل بقایای سوزانده شده ارزشمند است. این به ویژه برای شناسایی نمونه های استخوان، دندان و مو که ممکن است DNA هسته ای محدود باشد یا وجود نداشته باشد مفید است.

شناسایی نسب مادری: از آنجایی که mtDNA تنها از طریق خط مادر به ارث می رسد، می تواند افراد را بر اساس اصل و نسب مادری آنها شناسایی کند. این امر به ویژه در مواردی که روش های شناسایی سنتی شکست می خورند مفید است.

اطلاعات منشأ جمعیت: جمعیت های مختلف هاپلوگروه های mtDNA منحصر به فردی دارند که می توانند سرنخ هایی درباره منشأ جغرافیایی یک فرد ارائه دهند. این می تواند به ویژه در موقعیت های تلفات جمعی یا تحقیقات تاریخی مفید باشد.

تجزیه و تحلیل DNA باستانی: تجزیه و تحلیل MtDNA اغلب در مطالعه بقایای باستانی به دلیل توانایی آن در مقاومت در برابر تخریب در طول زمان استفاده می شود. این امر آن را برای شناسایی تاریخی یا درک جنبش های جمعیتی ارزشمند می کند.

شناسایی قربانیان بلایا: در سناریوهای بلایای جمعی، تجزیه و تحلیل mtDNA می تواند به تریاژ بقایای و شناسایی قربانیان کمک کند.

۱۵- تجزیه و تحلیل ایزوتوپ های کربن، نیتروژن، اکسیژن و استرانسیوم:

تجزیه و تحلیل ایزوتوپی کربن، نیتروژن، اکسیژن و استرانسیوم یک تکنیک قوی پزشکی قانونی است که بینش های منحصر به فردی را در مورد هویت و منشأ بقایای سوخته ارائه می دهد. هر عنصر اطلاعات متمایز را ارائه می دهد:



ایزوتوپ های کربن: اطلاعات رژیم غذایی و منشا جغرافیایی را آشکار می کند.

ایزوتوپ های نیتروژن: میزان مصرف پروتئین را نشان می دهد.

ایزوتوپ های اکسیژن: اطلاعاتی در مورد منبع آب و منشاء جغرافیایی ارائه می دهد.

ایزوتوپ های استرانسیوم: اطلاعات دقیق موقعیت جغرافیایی را ارائه می دهد.

این روش چندین نقش کلیدی در شناسایی و تشخیص هویت اجساد سوخته دارد:

حفظ اطلاعات هویتی: برخلاف DNA، امضاهای ایزوتوپی می توانند حتی پس از سوزاندن یا سوزاندن شدید باقی بمانند. این امکان شناسایی زمانی را فراهم می کند که روش های سنتی DNA شکست بخورند.

ارائه مدارک متعدد: ترکیب ایزوتوپ های متعدد اعتماد به نتایج شناسایی را افزایش می دهد. این یک رویکرد چند وجهی برای درک منشاء و تاریخ بقایای باقی مانده ارائه می دهد.

آشکار کردن منشأ جغرافیایی: ایزوتوپ های استرانسیوم می توانند موقعیت جغرافیایی بقایای آن ها را مشخص کنند. این امر در ترکیب با ایزوتوپ های کربن و اکسیژن، منشاء احتمالی را به میزان قابل توجهی کاهش می دهد.

نشان دادن رژیم غذایی و سبک زندگی: ایزوتوپ های کربن و نیتروژن منعکس کننده رژیم غذایی و انتخاب های سبک زندگی فرد است. این می تواند در تمایز بین افراد با ویژگی های فیزیکی مشابه بسیار مهم باشد.

تسهیل شناسایی تلفات انبوه: در بلایا یا جنایات در مقیاس بزرگ، تجزیه و تحلیل ایزوتوپی می تواند به دسته بندی و شناسایی بقایا کمک کند.

این فرآیند معمولاً شامل موارد زیر است:

نمونه برداری: مو، ناخن، استخوان یا مینای دندان از مواد معمول نمونه برداری هستند.

جداسازی: جداسازی ایزوتوپ های خاص مورد نظر از نمونه.

اندازه گیری: استفاده از طیف سنجی جرمی برای تعیین کمیت نسبت ایزوتوپ ها.

تجزیه و تحلیل داده ها: مقایسه امضاهای ایزوتوپی اندازه گیری شده در برابر پایگاه های داده مرجع.

در نتیجه، تجزیه و تحلیل ایزوتوپ های کربن، نیتروژن، اکسیژن و استرانسیوم یک ابزار قوی پزشکی قانونی برای شناسایی و تشخیص هویت اجساد سوخته است. این روش اطلاعات انبوهی از منشاء، رژیم غذایی و شیوه زندگی یک فرد را فراهم می کند، روش های سنتی شناسایی را تکمیل می کند و راه های جدیدی را برای بررسی در موارد پیچیده شامل بقایای سوخته ارائه می کند. با ادامه پیشرفت فناوری، این روش به احتمال زیاد در علم پزشکی قانونی ارزشمندتر می شود.

نتیجه گیری:

هدف از این پژوهش بررسی روش های نوین تشخیص هویت اجساد و بقایای سوخته شده انسان از دیدگاه پلیس علمی بوده است. براساس بررسی های صورت گرفته و نتایج به دست آمده روش های جدید تشخیص هویت اجساد سوخته شده انسان و بقایای آن شامل توموگرافی کامپیوتری چند آشکارساز، اسکن سطح سه بعدی، استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی، تجزیه و تحلیل تغییرات ناشی از گرما، تمایز ضربه های نیروی بلانت و شکستگی های ناشی از گرما، بازسازی استخوان های تکه تکه شده، تکنیک بازسازی سه بعدی، طیف سنجی فرو سرخ تبدیل فوری، روش کیت کیجن، روش استخراج آلی، طیف سنجی فلورسانس اشعه ایکس، روش معدنی کل، طیف سنجی جرمی ایزوتوپ پایدار، تجزیه و تحلیل DNA میتوکندری، تجزیه و تحلیل ایزوتوپ های کربن، نیتروژن، اکسیژن و استرانسیوم می باشد.

پیشنهاد ها:

- ۱- آموزش مداوم برای تیم های پزشکی قانونی و کشف علمی جرایم در راستای یادگیری تکنیک ها و روش های جدید.
- ۲- توسعه و پیاده سازی روش های مستندسازی سیستماتیک برای پردازش و تجزیه و تحلیل بقایای سوخته شده.
- ۳- ترکیب تکنیک های تحلیلی متعدد (مانند سی تی اسکن، تجزیه و تحلیل DNA، مطالعات ایزوتوپی) برای ارائه یک تصویر جامع از بقایای سوخته شده.

منابع:

- 1-Virtual anthropology and forensic identification using multidetector CT. F Dedouit. F Savall. F-Z Mokrane. H Rousseau . E Crubézy. D Rougé. N Telmon. PMID: 24234584. 2014.
- 2- Burned bodies: post-mortem computed tomography, an essential tool for modern forensic medicine. J.-B. Coty. C. Nedelcu, S. Yahya, V. Dupont, C. Rougé-Maillart, M. Verschoore, C. Ridereau Zins & C. Aubé. 9, pages731–743. 2018.
- ۳- Effective approaches to three-dimensional digital reconstruction of fragmented human skeletal remains using laser surface scanning. Gargi Jani. Abraham Johnson. Utsav Parekh. Tim Thompson. Astha Pandey. Volume 2, 2020, Pages 215-223.
<https://www.sciencedirect.com/>
- ۴- Charred: Forensic dental identification and scanning electron microscope. Luiz Francesquini Júnior. Viviane Ulbricht. Adriano Luis Martins. Rhonan Ferreira Silva. João Sarmiento Pereira Neto. Eduardo Daruge Júnior. PMID: 31143066. 2018 Sep-Dec;10(3):164–168. doi: 10.4103/jfo.jfds_65_18.
- ۵- An overview of the heat-induced changes of the chemical composition of bone from fresh to calcined. Thomas P Shehata. Tristan Krap. 2024 Jan 25;138(3):1039–1053. doi: 10.1007/s00414-024-03160-z.

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/>

۶- Colourimetric analysis of thermally altered human bone samples. Tristan Krap. Jan M Ruijter. Kevin Nota. Joyce Karel . A Lieke Burgers. Maurice C G Aalders . Roelof-Jan Oostra . Wilma Duijst.2019 Jun 20;9:8923. doi: 10.1038/s41598-019-45420-8.

7- Identifying Blunt Force Traumatic Injury on Thermally Altered Remains: A Pilot Study Using *Sus scrofa*. Kamryn Keys. Ann H Ross .2022 Jan 6;11(1):87. doi: 10.3390/biology11010087.

۸- Forensic investigation of burnt human remains. Imaizumi K. November 2015. Volume2015:5Pages67—74. <https://doi.org/10.2147/RRFMS.S75141>.

۹- FT-IR Spectroscopy for Identification of Biological Stains for Forensic Purposes. Ewelina Mistek. Igor K. Lednev. 2018.

<https://nij.ojp.gov/>

۱۰- Evaluation of different methods for DNA extraction from human burnt bones and the generation of genetic profiles for identification. Anum Uzair. Nouman Rasool. Muhammad Wasim. PMID: 28820349 DOI: 10.1177/0025802417723808.

۱۱- Scientists ID Burned Bodies with DNA-Extracting Method Used on Woolly Mammoths. Binghamton University. 2024.

<https://www.labmanager.com/>

۱۲- Recent applications of isotope analysis to forensic anthropology. Eric J Bartelink. Lesley A Chesson. 2019 Feb 17;4(1):29–44. doi: 10.1080/20961790.2018.1549527.

۱۳- Mitochondrial DNA in forensic use. Denise Syndercombe Court. 2021 Aug 10;5(3):415–426. doi: 10.1042/ETLS20210204.

۱۴- An Image Authentication and Tampered Detection Scheme Exploiting Local Binary Pattern Along with Hamming Error Correcting Code. Pabitra Pal. Dr-Biswapati Jana. Jaydeb Bhaumik. 2021.



Investigating new methods for identifying bodies and burnt human remains from the perspective of scientific police

Zahra Saeidi

Abstract:

Identifying burnt human remains poses significant challenges for forensic experts and crime scene investigators. As technology continues to evolve, forensic experts and forensic police need to develop new methods for identifying and identifying burnt human bodies and remains. Therefore, the purpose of this study is to investigate new methods for identifying burnt human bodies and remains from the perspective of forensic police. This study used an applied descriptive method based on external library and Internet resources. Based on the studies and results obtained, new methods for identifying burnt human bodies and their remains include multi-detector computed tomography, three-dimensional surface scanning, scanning electron microscopy, thermal change analysis, differentiation of blunt force trauma and thermal fractures, reconstruction of fragmented bones, three-dimensional reconstruction technique, Fourier transform infrared spectroscopy, kit keygen method, organic extraction method, X-ray fluorescence spectroscopy, total mineral method, stable isotope mass spectrometry, mitochondrial DNA analysis, carbon, nitrogen, oxygen and strontium isotope analysis.

Key concepts: New methods, identification, burnt bodies, scientific police.