

بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه علوم پزشکی بقیه...

پژوهشکده طب رزمی

مرکز تحقیقات مصدومین هسته‌ای-تابشی

اورانیوم فقیر شده

آثار و عوارض آن بر انسان
و محیط زیست

مؤلفین: دکتر سید محمد مهدی مدرسی

دکتر غلامرضا پورحیدری

با همکاری: دکتر حسن ابوالقاسمی

هادی ساعی پور

انتشارات اسپندهنر- ۱۳۸۳

حق چاپ برای ناشر محفوظ است

مدرسی: محمدمهدی ۱۳۴۲

اورانیوم فقیرشده: آثار و عوارض آن بر انسان و محیط زیست/تألیف سید محمدمهدی مدرسی، غلامرضا پورحیدری؛ با همکاری حسن ابوالقاسمی، هادی ساعی پور؛ [برای] دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله، پژوهشکده طب رزمی، مرکز تحقیقات مصدومین هسته‌ای-تابشی - تهران: اسپندهنر، ۱۳۸۲. ۱۶۰ص: مصور.

ISBN ۹۶۴-۷۴۳۷-۲۸-۵ : ۱۱۰۰۰ ریال

فهرست نویسی بر اساس اطلاعات فیبا.

کتابنامه: ص. [۱۳۵] - ۱۶۰

۱. اورانیوم. ۲. اورانیوم بهداشت. ۳. اورانیوم - تأثیر بر محیط زیست. ۴. اورانیوم - سم شناسی. الف. پورحیدری، غلامرضا، ۱۳۴۲ - ب. ابوالقاسمی، حسن. ج. ساعی پور، هادی. د. دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله (عج). پژوهشکده طب رزمی. مرکز تحقیقات مصدومین هسته‌ای-تابشی. ه. عنوان.

م ۴ الف / TP۲۴۵ ۶۶۹/۲۹۳۱

کتابخانه ملی ایران ۳۷۰۱۲-۸۲ م



اسپندهنر

• نشانی: خیابان نوفل لوشاتو- روبروی سفارت روسیه-خیابان مسعودسعد- پلاک ۱۶ -

طبقه دوم - انتشارات اسپندهنر

• تلفن: ۶۷۳۷۱۳۳ - ۶۷۳۷۳۳۲ - ۶۷۳۷۴۰۹ - ۶۷۳۸۵۶۶۲ - ۰۹۱۲۱۳۸۵۶۶۲ - ۰۹۱۲۳۰۴۹۱۰۹

• نام کتاب: اورانیوم فقیرشده

• ناشر: اسپندهنر

• مؤلفین: دکتر سید محمدمهدی مدرسی - دکتر غلامرضا پورحیدری

• حروفچینی: اسپندهنر

• لیتوگرافی: اسپندهنر (لاسمی)

• چاپ اول: بهار ۱۳۸۳

• شمارگان: ۱۰۰۰ جلد

• شابک: ۹۶۴-۷۴۳۷-۲۸-۵

• قیمت: ۱۱۰۰ تومان

فهرست مطالب

پیشگفتار.....	۹
مقدمه.....	۱۱

فصل اول:

کلیات: اطلاعات عمومی در مورد اورانیوم و سلاحهای حاوی اورانیوم فقیرشده.....	۱۵
خصوصیات شیمیایی اورانیوم.....	۱۷
خصوصیات فیزیکی اورانیوم.....	۲۰
فعالیت اورانیوم طبیعی.....	۲۵
فرآیند غنی سازی اورانیوم.....	۲۵
فعالیت رادیواکتیو اورانیوم فقیرشده.....	۲۷
روشهای غنی سازی اورانیوم.....	۲۹
- غنی سازی به روش انتشار گاز.....	۲۹
- غنی سازی به روش سانتریفوژ گاز.....	۲۹
- جداسازی ایزوتوپها به روش بخار اتمی ناشی از لیزر.....	۲۹
تولید DU از سوخت مصرف شده.....	۲۹
عناصر ترانس اورانیک.....	۳۳
- نپتونیم.....	۳۳
- پلوتونیوم.....	۳۴
نگهداری DU و خطرات ناشی از آن.....	۳۵
- وضعیت نهایی نگهداری DU.....	۳۷
- مشکلات مربوط به کارخانه های تولیدکننده DU و مهمات سازی.....	۳۷
- شرکت استارمت.....	۳۸
- آزمایشگاه تکنولوژی مواد در آمریکا.....	۳۸
- کارخانه صنایع ملی سرب آمریکا.....	۳۹
- محدوده آتشباری آنان آلن.....	۴۰
- کارخانه مهمات سازی لیکسیتی.....	۴۰
کاربردهای عمده اورانیوم فقیرشده.....	۴۱

- ۴۲..... کاربردهای غیرنظامی DU
- ۴۳..... استفاده نظامی از DU
- ۴۶..... زره تانکهای سنگین
- ۴۷..... موارد ایجاد آلودگی توسط تجهیزات و سلاحهای حاوی اورانیوم فقیرشده
- ۴۷..... جنگ دوم خلیج فارس
- ۴۹..... حوادث ناشی از آتش خودی
- ۵۰..... سقوط هواپیمای وارتوگ A-۱۰
- ۵۱..... آتش در انبار موقت مهمات
- ۵۲..... افشاکری عمومی درباره استفاده از مهمات DU
- ۵۲..... باقیمانده آلودگی DU در عراق
- ۵۳..... سایر موارد تأییدشده آلودگی با DU
- ۵۳..... سقوط هواپیمای آمستردام
- ۵۳..... بکارگیری سلاحهای حاوی اورانیوم فقیرشده در بالکان
- ۵۵..... گسترش سلاحهای DU
- ۵۵..... ارزیابی و شناسایی آلودگی با DU
- ۵۶..... محاسبات و اندازه گیری ها
- ۵۷..... وسائل اندازه گیری
- ۵۷..... سینتیلومترها
- ۵۸..... دستگاههای حساس به اشعه بتا
- ۵۸..... آلفامترها
- ۵۹..... اسپکترومترهای حساس به اشعه گاما
- ۵۹..... روشهای عمده بررسی آلودگی داخلی با DU
- ۶۰..... روشهای مدرن در تشخیص آلودگی DU
- ۶۰..... روشهای اصلی اندازه گیری اورانیوم در ادرار و مدفوع
- ۶۰..... فلوریمتری
- ۶۰..... آلفا اسپکترومتری
- ۶۱..... اسپکترومتری جرم

- تشخیص رسوب اورانیوم فقیرشده در اندام‌ها ۶۱
- استفاده از XRF برای تشخیص آلودگی DU ۶۲
- پاکسازی محیط ۶۳

فصل دوم:

اثرات و عوارض آلودگی ناشی از کاربرد سلاح‌های حاوی اورانیوم فقیرشده

- بر انسان ۶۵
- اثرات پرتوزایی ۶۷
- دوز معادل تابشی ۶۸
- حد مجاز دریافت اشعه ۷۱
- آلودگی داخلی و خارجی بدن با DU ۷۲
- آلودگی ناشی از اصابت گلوله DU ۷۳
- سرنوشت گلوله DU پس از برخورد ۷۵
- آئین‌نامه‌های رزمی ارتش آمریکا ۷۶
- حد مجاز دریافت اورانیوم ۷۸
- اثرات شیمیایی اورانیوم ۸۰
- رفتار متابولیک اورانیوم طبیعی ۸۱
- اثرات اورانیوم بر کلیه ۸۱
- دفع اورانیوم و رسوب آن در اعضای مختلف بدن ۸۴
- محدوده توکسیکولوژیک جذب اورانیوم ۸۵
- تماس با اورانیوم در جنگ خلیج فارس ۸۷
- تماس مزمن با اورانیوم ۸۹
- ایجاد سرطان در نتیجه تماس با DU ۹۰
- اثرات و عوارض اورانیوم بر حیوانات ۹۱
- تماس خوراکی ۹۱
- اثرات حاد ۹۱
- تماس کوتاه‌مدت ۹۱
- تماس بلندمدت ۹۲

- ۹۲..... - اثرات سوء بر تولیدمثل و جنین
- ۹۲..... - جهش‌زایی
- ۹۲..... - سرطان‌زایی
- ۹۳..... تماس استنشاقی
- ۹۳..... - اثرات حاد در تماس کوتاه‌مدت
- ۹۳..... - تماس طولانی‌مدت
- ۹۴..... اثرات و عوارض اورانیوم بر انسان
- ۹۴..... - تماس خوراکی
- ۹۵..... - تماس استنشاقی
- - اثرات اورانیوم بر انسان‌هایی که فرآورده‌های حیوانی آلوده به اورانیوم مصرف کرده‌اند
- ۹۷..... عوارض ناشی از وجود قطعات آغشته به DU در بدن
- ۹۸..... - سرطان ریه
- ۱۰۰..... - صدمات کلیوی
- ۱۰۱..... - صدمات کبدی
- ۱۰۲..... - صدمات استخوانی
- ۱۰۳..... اثرات DU بر سیستم تولیدمثل
- ۱۰۴..... اورانیوم فقیرشده به عنوان یکی از عوامل سندرم خلیج فارس
- ۱۰۴..... - بازماندگان آتش خودی
- ۱۰۶..... - تماس با غبار DU
- ۱۰۷..... - کمیته انجام اصلاحات و بازبینی عملکرد دولت
- ۱۱۱..... - تحقیقات دولتی
- ۱۱۲..... اپیدمی سرطان در عراق

فصل سوم:

اثرات و عوارض آلودگی ناشی از کاربرد سلاحهای حاوی اورانیوم فقیرشده

- ۱۱۵..... بر محیط زیست

۱۱۷	.....	اثرات اکولوژیک DU
۱۱۷	.....	- قرارگیری DU در سطح زمین
۱۱۹	.....	- فرآیند شیمیایی انتقال DU در زمین
۱۲۱	.....	- نشست به درون آبهای زیرزمینی
۱۲۲	.....	جذب اورانیوم توسط حیوانات
۱۲۴	.....	جذب اورانیوم توسط گیاهان

فصل چهارم:

۱۲۵	.....	نتیجه گیری
۱۲۹	.....	آلودگی زدایی
۱۳۰	.....	نگهداری مواد زائد
۱۳۱	.....	اورانیوم فقیرشده به عنوان زباله رادیواکتیو
۱۳۲	.....	تاثیر آلودگی جنوب عراق بر نواحی مرزی ایران (آبادان و خرمشهر)
۱۳۵	.....	بیانیه سازمان ملل در مورد سلاحهای DU
۱۳۵	.....	توصیه ها

ضمائم:

۱۳۷	.....	ضمیمه شماره ۱
۱۳۷	.....	مکانهای تست مهمات
۱۳۸	.....	ضمیمه شماره ۲
۱۳۸	.....	تولیدکننده های DU
۱۳۹	.....	ضمیمه شماره ۳
۱۳۹	.....	کارخانه های تولیدکننده سلاحهای DU
۱۴۰	.....	ضمیمه شماره ۴
۱۴۰	.....	بعضی سلاحهای DU موجود در زرادخانه آمریکا
۱۴۱	.....	مآخذ References

پیشگفتار

امروزه جهان پیوسته شاهد پیدایش پدیده‌های نوظهور، ساخته‌های جدید و تحولاتی است که هر کدام می‌تواند منشاء تغییرات قابل توجهی در نحوه زندگی انسانها و سیر تکامل بشری گردد. در پایان قرن بیستم، به دنبال درگیری آمریکا و عراق، همچنین جنگ بالکان و بکارگیری وسیع و در واقع آزمایش میدانی برخی سلاحهای جدید حاوی اورانیوم، و استفاده مجدد آن در افغانستان و جنگ سوم خلیج فارس، بحث‌های فراوانی در محافل علمی، رسانه‌های گروهی و غیره درباره اثرات درازمدت این سلاحها اوج گرفت که همچنان ادامه دارد و دارندگان این گونه سلاحها را به پاسخگویی و توجیه واداشته است.

سالهاست که اورانیوم، با خواص فیزیکی و شیمیایی منحصربه‌فرد، مورد توجه خاص کانونهای علمی و نظامی قرار گرفته است. اطلاعات عمومی و حتی تخصصی از خواص فیزیکی این فلز سنگین در واکنشهای هسته‌ای اعم از بمب‌های هسته‌ای یا راکتورهای هسته‌ای تا حد زیادی در دسترس هستند و تحقیقات وسیع و همه جانبه‌ای در مورد آثار کوتاه‌مدت و درازمدت انفجارهای هسته‌ای صورت گرفته است اما دستیابی به اطلاعات مربوط به کاربرد اورانیوم در جنگ‌افزارهای غیرهسته‌ای و متعارف مشکلتر است و این اطلاعات کمتر در دسترس هستند. مطالبی که به صورت عمومی منتشر شده‌اند اطلاعاتی سطحی از این نوع کاربرد اورانیوم در اختیار می‌گذارند و عمده مقالات که آن هم از منابع آمریکایی نزدیک به پنتاگون منتشر شده‌اند بصورت یکسویگر در جهت توجیه علت بکارگیری این نوع سلاحها و دور ساختن اذهان از آسیبها و خطرات بالقوه آنها هستند

به طوری که اثرات این سلاحها بر ساختار ژنتیکی، ایجاد ناهنجاریهای مادرزادی و مشکلات زیست محیطی به روشی مغالطه آمیز انکار شده‌اند.

منطقه جنوب غربی ایران در نزدیکی یکی از میادین اصلی بکارگیری سلاحهای حاوی اورانیوم واقع است و پتانسیل وجود آلودگی و بروز عواقب آن کاملاً محتمل می‌باشد، از طرف دیگر به دلیل حضور و درگیری نیروهای آمریکایی در افغانستان، احتمال وجود آلودگی در مرزهای شرقی ایران نیز دور از ذهن نیست.

کتاب حاضر سعی دارد با بیانی علمی، روان، مستدل و درخور فهم کسانی که اندک آشنایی با اصول فیزیک و علوم زیستی دارند به بررسی آثار و خطرات احتمالی این پدیده بپردازد و در حد مقدور چگونگی مغالطه صاحبان این تکنولوژی را برملا سازد. روشن است که تدوین کتابی که تمامی ابعاد این مهم را پوشش دهد مجالی دیگر را می‌طلبد. در پایان لازم است از همکاری بی دریغ سرکار خانم خندابی در جهت ویراستاری و خانم یوسفی برای تایپ و آقای نعمتی برای تنظیم و پیگیری چاپ این اثر قدردانی نمایم.

دکتر سید محمد مهدی مدرسی

بهار ۱۳۸۲

مقدمه

در سال ۱۹۹۱م پس از اولین مرحله کاربرد سلاحهای حاوی اورانیوم فقیر شده (DU)^۱ در جنگ دوم خلیج فارس، سؤالاتی درباره اثرات نامطلوب زیست محیطی این سلاحهای جدید مطرح شد. اگر چه DU هم رادیواکتیو است و هم به عنوان یک فلز سنگین، سمی می باشد ولی تحقیقات متعدد دولت آمریکا پیوسته این نتیجه را مطرح کرده اند که این اثرات نامطلوب یا وجود ندارند یا اینکه بسیار ناچیز و قابل اغماض می باشند.

مطلب حاضر، نگاهی اجمالی به خواص رادیواکتیو، کاربردهای نظامی و اثرات زیست محیطی اورانیوم فقیر شده دارد و میزان آلودگی DU در تأسیسات تولید آن، کارخانه های سازنده سلاحهای حاوی DU و میدانهای نبردی که در آنجا DU مورد استفاده قرار گرفته را با استانداردهای پذیرفته شده مقایسه می کند.

اورانیوم فقیر شده یک محصول جانبی از فرآیند غنی سازی اورانیوم یا غنی سازی مجدد سوختهای هسته ای مصرف شده می باشد. براساس دقیقترین محاسبات مربوط به ترکیب ایزوتوپ اورانیوم فقیر شده، کل فعالیت DU حدود ۲۲ درصد کمتر از فعالیت اورانیوم طبیعی و فعالیت آلفای آن نیز حدود ۴۳ درصد کمتر است. در وزارت دفاع آمریکا حدود ۷۵۰,۰۰۰ تن

مواد انبارشده حاوی هگزافلورید DU وجود دارد که فعالیت کل آنها حدود ۵۲۷,۰۰۰ کوری^۲ و فعالیت آلفای آنها ۱۹۳,۰۰۰ کوری می‌باشد.

کاربردهای غیرنظامی DU در وزنه‌های تعادل هواپیما و محافظت در مقابل تابش گاما می‌باشد. اما کاربرد عمده DU در صنایع نظامی شامل سلاحهای DU و استفاده از آلیاژهای DU در ساخت زره تانکها است. سلاحهای DU در زرادخانه‌های کلیه شاخه‌های ارتش ایالات متحده موجود هستند. بسیاری از کارخانجات سازنده و مکان‌هایی که سلاحهای DU در آنجا مورد آزمایش قرار می‌گیرند، در طول فعالیت‌های قبلی به‌طور جدی آلوده شده‌اند. اگرچه در گزارش‌های تحقیقاتی ارائه شده به دولت آمریکا، این خطر برای انسان قابل اغماض تلقی شده است اما اقدامات جبرانی نظیر برداشت خاک آلوده و حمل آن به محل‌های مخصوص دفن مواد رادیواکتیو که هزاران مایل دورتر از مکان آلوده قرار دارد، به زحمت به حل سطحی مشکل انجامیده است.

سلاحهای DU مؤثرترین سلاح‌های جدید هستند که در جنگ دوم خلیج فارس علیه اهداف زرهی عراق مورد استفاده قرار گرفته‌اند. میزان DU استفاده‌شده در این جنگ به حدود ۱۶۵۰۰۰-۱۴۷۴۰۰۰ کیلوگرم می‌رسد که ۱۴٪ آن توسط نیروهای زمینی و بقیه توسط هواپیماها و هلیکوپترها شلیک شده‌اند که فعالیت کلی آنها حدود ۳۶۰-۳۲۰ کوری و فعالیت آلفای آنها نیز ۱۳۰-۱۲۰ کوری بوده است.

در زمان برخورد به هدف ۷۰-۲۰ درصد گلوله DU می‌سوزد و یک توده غبار معلق سمی و مواد رادیواکتیو تولید می‌کند که باعث آلودگی خاک و هوا در محدوده ۵۰ متری هدف می‌شود. تشعشع ناشی از ذرات معلق رادیواکتیو یک گلوله تانک، پنج برابر حداکثر میزان اشعه‌ای است که استانداردهای ایالات متحده برای عموم در نظر گرفته است و میزان آلودگی سطح خاک نیز سه برابر مقادیر این استانداردها است. وقتی که آلودگی توسط هوا جابجا شود حدود ۴۰ هکتار از منطقه غیرقابل سکونت خواهد بود. ارتش آمریکایی دستورالعمل‌هایی به سربازان می‌آموزد که چگونه با مجروحین، کشته‌ها و اهداف منهدم‌شده و آلوده به مواد رادیواکتیو برخورد کنند. بدلیل اینکه در جنگ خلیج فارس نیروهای آمریکایی برای محافظت خود در مقابل آلودگی DU آموزش ندیده بودند، احتمال آلودگی با غبار DU (در نتیجه انفجارات جبهه نبرد و آتش‌های اتفاقی) در میان حدود ۴۰۰۰ نفر از سربازان آمریکا وجود داشته است. محاسباتی که بر مبنای اثرات شناخته‌شده سلاح‌های DU انجام شده‌اند، نشان می‌دهند که فقط در طی پنج روز جنگ و یا ۲۰ دقیقه در معرض غبار DU قرار گرفتن، این امکان وجود دارد که تا حد استانداردهای هسته‌ای و در مواردی چندین برابر بیشتر از استانداردهای مربوط به عموم (برای دریافت فلزات سنگین)، اورانیوم در کلیه‌ها تجمع یابد.

تماس با گلوله‌های استفاده‌نشده DU خطر نسبتاً کمی دارد چون مقادیر جذب اشعه‌های بتا و گامای ساطع‌شده از اورانیوم و محصولات شکست آنها در خارج از بدن نسبتاً کم هستند.

بیشترین اثر اورانیوم بر سلامت انسان زمانی است که غبار نامحلول DU وارد ریه‌ها شود یا غبار محلول DU از طریق تنفس یا بلع وارد بدن شود. اثر شیمیایی کوتاه‌مدت DU، همانند سایر فلزات سنگین شامل تخریب کلیه‌ها و اثر بلندمدت تشعشع آلفای اورانیوم در داخل بدن و سمیت شیمیایی آن، ایجاد سرطان می‌باشد. اگر مادر بارداری در معرض اورانیوم قرار گیرد، احتمال ناهنجاریهای هنگام تولد افزایش می‌یابد. در خردسالان ساکن جنوب عراق افزایش قابل ملاحظه‌ای در وقوع سرطان (به میزان چهار برابر) شامل: لوسمی (سرطان خون) و سرطان غدد لنفاوی گزارش شده است. همچنین در مقایسه با زمان قبل از جنگ، نقایص مادرزادی بیشتری نیز در جنوب عراق گزارش گردیده است. پس از سال ۱۹۹۱م بسیاری از سربازان آمریکائی دچار سندرم‌های تضعیف کننده‌ای شدند که مجموعاً «سندرم جنگ خلیج فارس» نامیده می‌شوند.

وقتی عوارض ناشی از بکارگیری اثرات سلاحهای DU در میدانهای نبرد (شامل تشعشع و آلودگی با اورانیوم) به دقت با استانداردهای بین‌المللی مقایسه شوند، این ادعا که این سلاحهای جدید در زمره سلاحهای متعارف هستند بی‌معنا به نظر می‌رسد و این سلاحها در مجموعه سلاحهای رادیولوژیک و شیمیایی قرار می‌گیرند.

اقداماتی نظیر منع آزمایش و کاربرد این سلاحها، حذف تحریم‌های اقتصادی و همکاری در پاکسازی میادین نبرد در عراق و یوگسلاوی برای کنترل آثار و عوارض آنها مؤثر و مفید خواهند بود.