

## بررسی فهرست عوامل بیولوژیک انسانی مرتبط با کنوانسیون خلع سلاح بیولوژیک

علی کریمی<sup>۱</sup> Ph.D.

آدرس مکاتبه: دانشگاه علوم پزشکی بقیه...<sup>«ع»</sup> - پژوهشکده طب رزمی - مرکز بیولوژی مولکولی - تهران - ایران

تاریخ اعلام وصول: ۱۳۸۳/۲/۱۳ تاریخ دریافت مقاله اصلاح شده: ۱۳۸۳/۱۲/۲۰ تاریخ اعلام قبولی مقاله: ۱۳۸۳/۱۲/۶

### خلاصه

گسترش عرصه تسلیحات نظامی متعارف ضرورت تقویت مقررات و کنوانسیون‌های بین‌المللی در زمینه کنترل و نظارت بر تولید، توسعه، عرضه و به‌کارگیری سلاح‌های کشنده را به‌طور جدی مطرح نموده است که تقویت کنوانسیون‌های مرتبط با سلاح‌های هسته‌ای و موشکی از آن جمله است. در عین حال توسعه و تکثیر سلاح‌های غیر متعارف و به‌ویژه تسلیحات کشتار جمعی که در دو دهه گذشته مورد استفاده واقع شده، مباحث گسترده حقوقی، فنی و پزشکی را ایجاد نموده است. کنوانسیون خلع سلاح شیمیایی در سال ۱۹۹۶ میلادی جهت کنترل توسعه سلاح‌های شیمیایی تصویب و اجرایی شد. یکی از خطرناک‌ترین این‌گونه تسلیحات، سلاح‌های بیولوژیک یا میکروبی است که بر اساس کنوانسیون ۱۹۲۵ ژنو و معاهده منع توسعه تسلیحات میکروبی سال ۱۹۷۵ میلادی تولید و توسعه آنها ممنوع اعلام شده است. با توجه به توسعه علوم زیست‌شناسی، میکروبی‌شناسی، بیوتکنولوژی و مهندسی ژنتیک که سبب ابداع روش‌های نوین در کاربردهای صنعتی از میکروارگانیسم‌ها گردیده است. همچنین افزایش بسیار در تعداد و نوع عوامل بیولوژیک، ضرورت مشخص شدن فهرست عوامل بیولوژیکی که مشمول مقررات ممانعت‌کننده کنوانسیون‌های فوق هستند، اهمیت بیشتری یافته است. در عین حال شواهد تولید و توسعه سلاح‌های بیولوژیک و به‌کارگیری آن در تخصصات نظامی، حوادث بیوتروریستی، اگروتروریستی (ضد منابع نباتی) و اکوتروریستی (ضد منابع اقتصادی) و همچنین خطر توسعه عوامل بیولوژیک نوین، به‌عنوان تهدیدی بر علیه امنیت بشری مطرح گردیده است. همه‌گیری‌های جهانی و منطقه‌ای انواع عوامل عفونی ناشناخته و جدید مانند کورونا و ویروس سارس، انواع ویروس‌های انفلوانزای پرندگان، موارد آبله میمونی در انسان، تب دره ریفت و عوامل نوپدید و بازپدید، جامعه پزشکی را با چالشی جدی روبرو ساخته است. طرح این تهدیدات، ضرورت تدوین مقررات ملی ایمنی و حفاظت زیستی در آزمایشگاه‌ها، مراکز تحقیقاتی و صنعتی را که با عوامل خاص مرتبط با کنوانسیون خلع سلاح بیولوژیک کار می‌کنند، مطرح نموده است. در عین حال تلاش جهت تدوین مرامنامه اخلاقی (Code of Conduct) برای محققین علوم زیستی که با عوامل بیولوژیک خاص کار می‌کنند؛ موضوع مذاکرات سال ۲۰۰۵ کنوانسیون در سازمان ملل می‌باشد، هدف مذاکرات تعیین فهرست کشوری و منطقه‌ای عوامل بیولوژیک است. زیرا، باید مشخص گردد کدام عامل بیولوژیک مد نظر این مقررات است.

۱- استادیار - دانشگاه علوم پزشکی بقیه...<sup>«ع»</sup>

با توجه به فقدان یک فهرست مشترک و در عین حال وجود فهرست‌های متنوع عوامل بیولوژیک، بررسی و تدوین فهرست مشترکی که بتواند در این‌گونه بررسی‌ها توسط مراجع ملی، منطقه‌ای و مذاکرات بین‌المللی مورد استفاده قرار گیرد ضروری است. در این مطالعه ضمن بررسی فهرست‌های معتبر و مقایسه آنها، تلاش شده است روشی علمی جهت تهیه یک فهرست مشترک ملی و یا منطقه‌ای در زمینه عوامل بیولوژیک بیماری‌زای انسانی ارائه گردد. در هر حال، با توجه به تفاوت شرایط اقلیمی و تنوع بیماری‌های بومی و منطقه‌ای، امکان تهیه فهرست مشترک جهانی وجود ندارد و در این زمینه تدوین فهرست‌های ملی و منطقه‌ای توصیه می‌گردد.

**واژه‌های کلیدی:** عوامل بیولوژیک، کنوانسیون خلع سلاح بیولوژیک، سازمان‌های بین‌المللی

## مقدمه

عمومی است که نیاز به تعریف دقیق جهت پیشگیری از ابهام و تبعات حقوقی و سیاسی و قانونی آن و همچنین مشخص بودن نوع عوامل می‌باشد. در ماده ۱ کنوانسیون منع توسعه سلاح‌های بیولوژیک ذکر شده است:

کشورهای عضو کنوانسیون متعهد می‌گردند که به هیچ نحو و در هیچ شرایطی نسبت به توسعه، تولید، ذخیره‌سازی و یا به‌دست آوردن میکروب‌ها (Microbial)، سایر عوامل بیولوژیک (other biological agents) و سموم (toxins) با هر منشاء یا نحوه تولید، از هر نوع و به هر میزان، غیر از کاربردهای پیشگیری، حفاظتی یا کاربردهای صلح آمیز اقدام نکنند [۱]. در تمام مواد دیگر کنوانسیون و همچنین مذاکرات پروتکل الحاقی نیز همانند ماده ۱ به میکروب‌ها و عوامل بیولوژیک و سموم اشاره شده است ولی این که چه عواملی مد نظر کنوانسیون می‌باشد به آنها اشاره‌ای نشده است، فهرست این عوامل مشخص نگردیده و تعریف مشخصی از عوامل نیز ارائه نشده است. در ضمن توسعه فن‌آوری‌های نوترکیبی سبب تهیه عوامل جدیدی گردیده است که در هیچ‌کدام از فهرست‌های موجود درج نگردیده و لازم است به نحوی مندرج گردد. البته در برخی منابع عوامل نوترکیب به‌طور کلی مطرح گردیده است که با توجه به دستکاری‌های مختلف ژنتیکی، یک عامل می‌تواند تغییرات مختلفی نماید [۲]. این در حالی است که اجرایی نمودن کنوانسیون خلع سلاح بیولوژیک و گستره عمل آن که شامل هر گونه تحقیقات غیر صلح‌آمیز است، می‌تواند شامل نظارت بر فعالیت مراکز تحقیقاتی و تولیدی زیستی و صنایع بیوتکنولوژی باشد که با عوامل بیولوژیک کار می‌کنند و این موارد

افزایش نگرانی‌های حاصل از به‌کارگیری عوامل میکروبی یا بیولوژیک به‌عنوان سلاح بیولوژیک در جنگ‌ها یا به‌کارگیری آن در عملیات تروریستی بر علیه افراد که به بیوتروریسم معروف است، سبب توجه جدی به این موضوع در سطح جهانی و همچنین کشور گردیده است. عوامل بیولوژیک نظامی به عوامل میکروبی و سموم زیستی گفته می‌شود که بتواند اثرات کشنده، ناتوان کننده و یا تخریبی سریع یا تأخیری در اهداف مورد نظر ایجاد نماید. بنابراین، موضوع کنوانسیون، شامل تمام عواملی است که سبب بیماری‌های عفونی و یا مسمومیت در گیاهان، دام‌ها و انسان می‌گردد. در این مقاله صرفاً به عوامل بیولوژیک بیماری‌زای انسانی پرداخته می‌شود. یکی از موارد اساسی در مطالعه و بررسی‌های مختلف مرتبط با جنگ‌های بیولوژیک و بیوتروریسم، تعیین عوامل بیولوژیکی است که می‌تواند جهت اهداف نظامی و تروریستی مورد استفاده قرار گیرد. طیف وسیعی از میکروب‌های بیماری‌زای انسانی، دامی، گیاهی و صنعتی و مواد با منشاء زیستی و عوامل تهیه شده به‌روش‌های نوین نوترکیبی ژن و یا سنتز شده وجود دارد که می‌تواند سبب بیماری شدید و یا ناتوانی انسان گردد ولیکن تمام آنها جهت کاربردهای غیر صلح آمیز مناسب نمی‌باشند. در کنوانسیون ۱۹۲۵ ژنو و کنوانسیون منع توسعه سلاح‌های میکروبی سال ۱۹۷۲ ذکر شده است که تهیه و تولید هر گونه عوامل و سلاح‌های میکروبی ممنوع می‌باشد. متأسفانه جهان شاهد تولید و ذخیره‌سازی آن به‌عنوان تسلیحات کشتار جمعی توسط برخی کشورها و یا به‌کارگیری آن توسط گروه‌های تروریستی می‌باشد. ذکر سلاح یا عوامل بیولوژیک در معاهدات بین‌المللی واژه‌ای

همین اساس وزارت بهداشت و کشاورزی امریکا اقدام به ارایه فهرست عوامل بیولوژیک نموده است که در اجرای این قوانین به آنها استناد می‌شود [۴]. با توجه به وجود فهرست‌های متنوع ارایه شده از طرف مراکز مختلف و فقدان فهرستی جامع، ضرورت تهیه یک فهرست مناسب از عوامل و سموم بیولوژیک جهت استفاده در مباحث مرتبط با کنوانسیون خلع سلاح میکروبی وجود داشت. در این تحقیق ضمن بررسی فهرست‌های مختلف و معتبر و مقایسه آنها سعی شده است، روشی جهت تهیه یک فهرست مشترک ملی و یا منطقه‌ای از عوامل بیولوژیک نظامی با قابلیت کاربرد به عنوان سلاح بیولوژیک و یا عملیات بیوتورویستی بر علیه انسان و قابل استناد جهت کنوانسیون تنظیم و ارایه گردید.

## روش کار

در این تحقیق ابتدا منابع مورد نظر شامل مقالات و مطالب منتشر شده و یا ارایه شده در مذاکرات کنوانسیون خلع سلاح بیولوژیک، فهرست‌های ملی کشورها و سازمان‌های بین‌المللی پزشکی و بهداشتی و خلع سلاح، فهرست‌های عوامل بیولوژیک منتشر شده توسط سازمان‌های غیر دولتی و همچنین مقالات منتشر شده توسط متخصصین دفاع بیولوژیک، بررسی گردید. در عین حال لازم بود، تعریف دقیق و علمی از عامل بیولوژیک ارایه گردد. سپس شاخص‌هایی که می‌تواند در انتخاب عوامل بیولوژیک نظامی، از بین انواع عوامل بسیار متعدد بیماری‌زا با کارایی مناسب، تعریف شده و با کمک آنها عوامل اساسی شناسایی و فهرست تهیه گردد. در مرحله بعد، فهرست عوامل معتبر با استفاده از معیارهای فوق و امتیاز دهی به آنان مقایسه شده و موارد مشترک تعیین گردید.

## تعریف عامل بیولوژیک

تعاریف بسیار مختلفی جهت عوامل بیولوژیک مورد نظر مباحث کنوانسیون ارایه شده است. در یک تعریف کلی عوامل بیولوژیک انسانی عبارتند از: میکروارگانیسم‌ها شامل پرپون‌ها، ویروس‌ها، ریکتزیا، باکتری، قارچ، انگل و سموم حاصل از موجودات زنده که بتوانند سبب بیماری، ناتوانی و یا مرگ در انسان شوند. در ماده ۱ کنوانسیون خلع سلاح بیولوژیک که مهم‌ترین ماده کنوانسیون

اهمیت تدوین چنین فهرستی را با تعریف و اسامی دقیق عامل مشخص می‌سازد.

از سوی دیگر در برنامه اجرایی کنترل تسلیحات بیولوژیک مطرح شده است که شیوع همه‌گیری‌های مشکوک (suspicious outbreaks of disease) که به نحوی مرتبط با تأسیسات نظامی و یا دفاعی یا در نتیجه احتمال به‌کارگیری عوامل میکروبی باشد، تحت پوشش این کنوانسیون می‌باشد. جهت بررسی این امر نیز لازم است مشخص گردد، چه نوع عواملی مد نظر موضوع کنوانسیون در این حوادث است. به دلیل تعاریف و برداشت‌های مختلفی که از عوامل بیولوژیک و بیماری‌های عفونی مشکوک وجود دارد و در عین حال تفاوت شرایط جغرافیایی و شیوع بیماری‌های عفونی، فهرست‌های متنوعی از عوامل بیولوژیک توسط متخصصین کشورهای مختلف و سازمان‌های بین‌المللی ارایه گردیده است. پس از واقعه ۱۱ سپتامبر و توسعه تهدیدات بیوتورویستی، ضرورت تدوین قوانین ایمنی و حفاظت زیستی در آزمایشگاه‌های تحقیقاتی و حتی مراکز پزشکی که با فهرست عوامل بیولوژیک کار می‌کنند، طرح گردیده است. وزارت امنیت ملی امریکا با تدوین مقررات بسیار سختی تمام محققین، مراکز تحقیقاتی، پزشکی، کشاورزی، دامپزشکی، صنایع دارویی و تولیدی مربوطه و مراکز نگهداری میکروب‌ها و مواد زیستی که با فهرست عوامل بیولوژیک کار می‌کنند را ملزم به تنظیم فرم‌های خاصی جهت بررسی‌های امنیتی نموده است [۳]. علاوه بر آن بر اساس مقررات تنظیم شده جدید، انتشار مقالات و مطالب علمی و فنی در مورد عوامل ذکر شده در این فهرست در نشریات علمی و یا اینترنت و همچنین محققینی که با این عوامل کار می‌کنند، با محدودیت‌هایی مواجه خواهند بود. با آن‌که اعمال این محدودیت‌ها با مخالفت مراجع علمی مانند انجمن میکروشناسان و مجمع دانشمندان امریکا و سایر مراکز علمی جهان مواجه گردید؛ ولیکن دولت امریکا با اعمال فشار، این نشریات را مجبور به پذیرش این قوانین نموده است. به نحوی که از اواخر سال ۲۰۰۱ حدود ۶۰ هزار مقاله و مطلب مرتبط با این عوامل از سطح اینترنت جمع‌آوری شده و غیر قابل دسترسی می‌باشد. بسیاری از اسناد ثبت اکتشافات علمی (Patent) مرتبط با این عوامل نیز غیر قابل دسترسی است. بر

از آنها استفاده شده است، عبارتند از:

۱- پیوست A پروتکل بررسی شده جهت الحاق به کنوانسیون خلع سلاح بیولوژیک که در طی چندین سال مذاکرات، توسط متخصصین بیش از ۱۰۰ کشور جهان و تحت نظارت کمیته تنظیم فهرست عوامل بیولوژیک تهیه شده است. در این پیش نویس فهرست عوامل به تفکیک عوامل انسانی، گیاهی، دامی و سموم تهیه شده است. البته با توجه به توقف مذاکرات، با مخالفت آمریکا این پروتوکل و فهرست عوامل نهایی نگردید و کشورهای مختلف نظراتی را نسبت به آن داشته‌اند. کار کارشناسی گسترده‌ای جهت تدوین این فهرست صورت گرفته و دارای ارزش است. در این بررسی از فهرست مندرج در متن نهایی ارایه شده به مذاکرات موسوم به CRP8 استفاده شده است [۵].

۲- لیست عوامل بیولوژیک ارایه شده توسط گروه استرالیا (AG): این گروه غیر رسمی که در سال ۱۹۸۴ با عضویت تعدادی از کشورهای غربی شامل آرژانتین، فنلاند، لوکزامبورگ، سوئیس، فرانسه، استرالیا، ایتالیا، اسپانیا، سوئد، ژاپن، نروژ، هلند، ترکیه، اتریش، آلمان، زلاندنو، انگلیس، کره جنوبی، بلژیک، یونان، آمریکا، مجارستان، لهستان، ایسلند، کانادا، پرتغال، اسلواکی، ایرلند، دانمارک و رومانی به ریاست استرالیا تشکیل شده است و در زمینه کنترل صادرات فهرستی از مواد و تجهیزات، به تعبیر آنها با کاربرد دو منظوره (غیرنظامی و نظامی) در زمینه هسته‌ای، شیمیایی و زیستی تهیه کرده‌اند که مقررات کنترل صادرات بر آنها اعمال می‌گردد. این فهرست شامل لیست عوامل و سموم بیولوژیک و همچنین تجهیزات و موادی است که ادعا می‌شود؛ می‌تواند در تولید این عوامل استفاده شود [۶].

۳- فهرست عوامل بیولوژیک ارایه شده توسط مرکز کنترل بیماری‌ها (CDC) و انستیتو ملی بهداشت آمریکا (NIH) بر اساس گروه‌بندی A تا C [۳].

۴- فهرست عوامل بیولوژیک که توسط NIH از نظر سطح ایمنی در طبقه ۳ و ۴ تنظیم گردیده است [۳].

۵- فهرست جدید ارایه شده توسط وزارت امنیت ملی آمریکا: این فهرست توسط وزارت امنیت ملی و وزارت بهداشت بر اساس قانون ضد بیوتروریسم آمریکا ارایه گردیده است. بر اساس قوانین

است، ذکر می‌نماید: کشورهای عضو این کنوانسیون متعهد می‌گردند که هرگز و تحت هیچ شرایطی نسبت به توسعه، تولید، ذخیره‌سازی (یا کسب از هر روش دیگر) عوامل میکروبی و یا سموم آنها با هر منشأ و روش تولید و هر نوع و مقداری که توجیهی برای پیشگیری، حفاظت و یا سایر اهداف صلح‌طلبانه نداشته باشد اقدام ننمایند. همچنین سلاح‌ها، تجهیزات و سایر وسایل پرتابه که برای کاربرد چنین عواملی طراحی شده باشند، به کار نبرند. همچنین در بخش تعاریف پروتکل الحاقی تهیه شده که البته نهایی نگردیده است نیز سلاح بیولوژیک همانند تعریف کلی ارایه شده به شرح ذیل ذکر شده است:

سلاح باکتریولوژیک (بیولوژیک) و سمومی Bacteriological (biological) and toxin weapons عبارت است از میکروب‌ها (Microbial)، سموم (toxins) و عوامل بیولوژیک دیگر (other biological agents) با هر منشأ یا نحوه تولید [۵]. ملاحظه می‌گردد که در این تعریف عوامل بیولوژیک به دو گروه عوامل میکروبی زنده و قابل تکثیر و سموم با منشأ موجودات زنده (میکروبی، قارچی، گیاهی، جانوری) و همچنین سموم بیولوژیک سنتز شده تقسیم می‌گردد. با توجه به تحولات علمی در زیست‌شناسی مولکولی، کشف ژن‌ها و امکان نوترکیبی ژنتیکی و تهیه عوامل نوین، امروزه این تعریف را دچار تحول نموده است. عوامل نوترکیب و حتی ساختارهای ژنتیکی مستقل که قادر به تکثیر و الحاق ژنتیکی باشند نیز در آن مطرح گردیده است و همچنین، سایر مواد بیولوژیک که سم تلقی نمی‌شوند لیکن سبب اختلال و عوارض می‌گردند نیز ایجاد شده‌اند که در ادامه در مبحث عوامل نوین به آن خواهیم پرداخت.

### فهرست‌های معتبر عوامل بیولوژیک

فهرست‌های مختلفی از عوامل بیولوژیکی که می‌تواند به‌عنوان سلاح با کاربرد نظامی در جنگ‌ها و یا تهدید بیوتروریستی مورد استفاده قرار گیرد، توسط سازمان‌های بین‌المللی، مراکز تحقیقاتی و متخصصین نظامی منتشر شده است. با این حال، فهرست‌های معتبر و قابل استنادی که بتوان از آنها در یک بررسی علمی استفاده نمود، محدود می‌باشد. معتبرترین این فهرست‌ها که در این تحقیق

معیارهای ذیل به‌عنوان معیارهای شاخص در تنظیم عوامل انتخاب گردید:

- ۱- از عامل و یا سموم به‌عنوان سلاح استفاده شده باشد.
- ۲- قابلیت انتشار از طریق آئروسول جهت پوشش یک منطقه بزرگ و یا آلوده کردن منابع آب و غذا را داشته باشد.
- ۳- قابلیت صدمه زدن جدی به بهداشت عمومی و یا منابع اقتصادی را داشته باشد.
- ۴- واجد قدرت ناتوان سازی و یا مرگ و میر بالا باشد.
- ۵- دوز عفونی یا سمی آن کم باشد.
- ۶- قدرت انتقال از فرد به فرد دیگر را داشته باشد.
- ۷- ایمن‌سازی و درمان آن دشوار باشد.
- ۸- تولید و پخش آن آسان باشد.
- ۹- دارای پایداری محیطی باشد.
- ۱۰- دوره پنهان بیماری کوتاه و همچنین تشخیص آن در مراحل اولیه بیماری دشوار باشد.
- ۱۱- توانایی ایجاد عفونت یا مسمومیت از طرق مختلف، به‌خصوص سیستم تنفسی را داشته باشد.

جدید آمریکا کسانی که با عوامل بیولوژیک مندرج در این فهرست در ارتباط هستند، مانند محققین و یا آزمایشگاه‌هایی که در آنها این عوامل نگهداری می‌شود، ملزم به کسب مجوزهای لازم از وزارت مربوطه می‌باشند. تمام افراد، محققین و مراکز مرتبط، از زمان اجرای این قانون که اواخر سال ۲۰۰۲ می‌باشد، ملزم به ارائه گزارش ارتباط و کار با این عوامل می‌باشند. در صورت تخلف از این قانون مجازات‌های سنگینی در نظر گرفته شده است [۶].

۶- فهرست سازمان بهداشت جهانی: این فهرست در سال ۱۹۷۰ توسط سازمان بهداشت جهانی در مورد عوامل بیولوژیک انسانی معرفی شده است [۷].

### معیارهای انتخاب عوامل بیولوژیک

معیارهای مختلفی جهت انتخاب عوامل بیولوژیک مورد نظر کنوانسیون از بین فهرست طولانی میکروب‌ها و سموم بیولوژیک مطرح گردیده است. با بررسی انواع معیارهای مختلف مطرح شده، جهت تفکیک بین عوامل بیماری‌زای عادی با عواملی که می‌تواند به‌عنوان سلاح نظامی و یا بیوتروریستی به کار رود،

**جدول ۱:** بررسی و وزن‌دهی تعدادی از عوامل بیولوژیک اساسی که می‌توانند مورد استفاده بیوتروریستی قرار گیرند. عوامل بر اساس شدت تهدید کاربردهای بیوتروریستی از بالاترین تهدید (+++) تا کمترین (+) طبقه‌بندی شده‌اند.

گروه CDC.NIH	آمادگی خاص	آگاهی عمومی	انتقال فرد به فرد	سهولت تولید	میزان مرگ	شدت بیماری	عامل (بیماری)
A	+++	+++	+++	+	++	+	آبله
A	+++	+++	*	+++	+++	++	سیاه زخم
A	+++	++	++	++	+++	++	طاعون ریوی
A	+++	++	*	++	+++	++	بوتولیسم
A	+++	+	*	++	++	++	تولارمی
A	++	+++	+	+	+++	++	ویروس‌های تب‌های هموراژیک <sup>۱</sup>
B	++	++	*	+	+	++	آنسفالیت ویروسی
B	++	+	*	++	+	+	تب کیو
B	++	+	*	++	+	+	بروسلوز
B	++	*	*	++	+++	++	مشمشه
B	++	*	*	++	+	+	ملوئیدوز
B	+	*	*	++	+	+	پسیتاکوز
B	+	+++	-/+	++	+	+	وبا <sup>۲</sup>
B	++	*	*	++	++	++	سم ریسن
B	+	+	+	++	+	+	سالمونلا <sup>۲</sup>
B	+	+	+	++	+	+	شیگلا <sup>۲</sup>
B	+	*	*	++	+	+	تیفوس

۱: مانند ویروس‌های خانواده فیلو ویریده (ابولا، ماربورگ) یا آرنا ویریده (مانند ویروس لاسا و ماکویو).  
 ۲: نمونه عوامل منتقله از طریق آب و غذا

آزمایشگاه‌هایی که فاقد تجهیزات ایمنی و هودهای آزمایشگاهی باشند سطح ۱ و آزمایشگاه‌های واجد هود بیولوژیک طبقه ۲ می‌باشند. آزمایشگاه‌های طبقه ۳ دارای ایمنی بیشتر و مجهز به هودهای دستکش‌دار بوده و باید تهویه لازم را داشته باشند. بالاترین سطح ایمنی، سطح ۴ است که عوامل ویروسی بسیار خطرناک قابل انتقال از طریق استنشاق در آن بررسی می‌شوند و دارای ورودی‌های متعدد با حفاظ ایمنی کامل، پوشش‌ها و حفاظ‌های ایمنی فردی کامل موسوم به لباس فضایی با سیستم تهویه مستقل می‌باشد. تعداد محدودی از این آزمایشگاه‌ها در کشورهای پیشرفته جهان و به‌خصوص بیشترین تعداد آن در آمریکا وجود دارد.

علاوه بر معیارهای فوق که عمدتاً از نظر طبقه‌بندی عوامل با کاربرد نظامی و غیر نظامی استفاده می‌شود، مشخصه‌های دیگری مانند طبقه‌بندی بر اساس سطوح ایمنی زیستی عوامل، Biosafety Level (BL)، نیز جهت تهیه فهرست عوامل از بعد بهداشتی و ایمنی استفاده می‌شود که شامل سطوح ۱ تا ۴ می‌باشد که از سطح بی‌خطر تا پرخطر را شامل می‌شود. میکروبی‌های بی‌خطر در سطح BL<sub>1</sub> و عوامل عفونی بسیار خطرناک در سطح BL<sub>4</sub> قرار دارند.

در عین حال آزمایشگاه‌هایی که با این عوامل کار می‌کنند، بر اساس سطح ایمنی عامل مورد نظر طبقه‌بندی می‌گردند و لازم است امکانات و تجهیزات ایمنی کار با این عوامل را داشته باشند.

**جدول ۲:** مقایسه فهرست عوامل بیولوژیک انسانی مندرج در پیوست الحاقی به پروتکل پیشنهادی جهت تقویت کنوانسیون خلع سلاح بیولوژیک با سایر فهرست‌ها.

عامل بیولوژیک	BTWC 1	CDC BL3 2	AG 3	NIH4 Class 3, 4 Biosafety agents	
				BL4	BL3
1. Chikungunya virus	+	*	+	*	*
2. Congo Crimean haemorrhagic fever	+	+	+	+	*
3. Dengue fever virus	+	Lassa fever	+	Omsk	+
4. Eastern equine encephalitis virus	+	+	+	*	*
5. Ebola virus	+	+	+	+	*
6. Hantaa virus	+	+	+	+	*
7. Junin virus	+	+	+	+	*
8. Lassa fever virus	+	+	+	+	*
9. Lymphocytic choriomeningitis virus	+	*	+	*	+
10. Machupo virus	+	+	+	+	*
11. Marburg virus	+	+	+	+	*
12. Monkey pox virus	+	*	+	*	+
13. Rift Valley fever virus	+	+	+	*	*
14. Tick-borne encephalitis virus Russian Spring-Summer encephalitis virus	+	+	+	+	*
15. Variola virus	+	+	+	*	*
16. Venezuelian equine encephalitis virus	+	+	+	+	*
17. Western equine encephalitis virus	+	*	+	*	West nile
18. White pox	+	*	+	*	*
19. Yellow fever virus	+	+	+	+	+
20. Japanese encephalitis virus	+	*	+	*	*

Rickettsiae	1. Coxiella burnetii	+	+	+	*	+
	2. Bartonella quintana (Rochalimaea quintana, Rickettsia quintana)	+	*	+	*	+
	3. Rickettsia prowasecki	+	+	+	*	+
	4. Rickettsia rickettsii	+	+	+	*	+
Bacteria	1. Bacillus anthracis	+	+	+	*	*
	2. Brucella abortus	+	+	+	*	+
	3. Brucella melitensis	+	+	+	*	+
	4. Brucella suis	+	+	+	*	+
	5. Chlamydia psittaci	+	*	+	*	bartonella
	6. Clostridium botulinum	+	*	+	*	Mycobact
	7. Francisella tularensis	+	+	+	*	+
	8. Burkholderia mallei (Pseudomonas mallei)	+	+	+	*	+
	9. Burkholderia pseudomallei (Pseudomonas pseudomallei)	+	+	+	*	+
	10. Salmonella typhi	+	*	+	*	pasteurella
	11. Shigella dysenteriae	+	*	+	*	*
	12. Vibrio cholerae	+	*	+	*	*
	13. Yersinia pestis	+	+	+		*
Fungi	1. Coccidiosis	*	+	*	*	*
	2. Coccidio, histoplasma	*	*	*	*	+
Toxins	1. Botulinum toxin	+	+	+	*	*
	2. Clostridium perfringens toxin	+	+	+	*	*
	3. Conotoxin	+	+	+	*	*
	4. Ricin	+	+	*	*	*
	5. Saxitoxin	+	+	+	*	*
	6. Shigatoxin	+	+	+	*	*
	7. Staphylococcus toxin	+	+	+	*	*
	8. Tetrodotxin	+	+	+	*	*
	9. Verotoxin	+	Abrin	+	*	*
	10. Microcystin (Cyanginosin)	*	Aflatoxin Diacetoxyscirpenol	*	*	*
<b>عوامل نو ترکیب:</b>						
الف : میکروب‌های نو ترکیب یا مواد ژنتیکی که واجد ردیف ژن‌های مرتبط با بیماری‌زایی عوامل بیولوژیک است.						
ب : میکروب‌های نو ترکیب یا مواد ژنتیکی که واجد ردیف ژن‌های سموم عوامل بیولوژیک است.						

1- BTWC : Biological and toxin Weapons Convention

2- AG : Australian Group

3- CDC : Center for Disease Control

4- NIH : National Institute of Health

مورد اعلام نموده است که با توجه به نام عامل، بیماری حاصل از آن و کد بین‌المللی آن [۸] در جدول ۳ درج گردیده است.

سازمان بهداشت جهانی نیز ضمن مقایسه و بررسی انواع عوامل بیولوژیک انسانی در فهرست‌های مختلف، نظرات خود را در این

جدول ۳: میکروبهایی که در اسناد مختلف به‌عنوان عامل بیولوژیک با کاربرد نظامی بر علیه انسان عنوان شده است (WHO 2001)

عامل بیولوژیک؛ کد WHO و بیماری ناشی از آنها		UN (1969)*	WHO (1970)	BWC CBM-F (1992)	AG (1992)	NATO (1996)	APHA (2000)	BWC (2001)
باکتری‌ها	Bacillus anthracis, A22 (anthrax)	X	X	X	X	X	X	X
	Bartonella quintana, A79.0 (trench fever)				X			
	Brucella species, A23 (brucellosis)	X	X	X	X	X		X
	Burkholderia mallei, A24.0 (glanders)	X	X	X	X			X
	Burkholderia pseudomallei, A24 (melioidosis)	X	X	X	X	X		X
	Francisella tularensis, A21 (tularemia)	X	X	X	X	X	X	X
	Salmonella typhi, A01.0 (typhoid fever)	X	X		X	X		
	Shigella species, A03 (shigellosis)	X				X		
	Vibrio cholerae, A00 (cholera)	X	X		X	X		
	Yersinia pestis, A20 (plague)	X	X	X	X		X	X
	Coxiella burnetii, A78 (Q fever)	X	X	X	X	X		X
	Orientia tsutsugamushi, A75.3 (scrub typhus)					X		
	Rickettsia prowazekii, A75 (typhus fever)	X	X	X	X	X		X
	Rickettsia rickettsii, A77.0 (Rocky Mountain spotted fever)	X	X		X	X		X
Chlamydia psittaci, A70 (psittacosis)	X				X			
فارچه‌ها	Coccidioides immitis, B38 (coccidioidomycosis)	X	X	X	X	X	X	X
	Histoplasma capsulatum, B39.4 (histoplasmosis)							
انگل‌ها	Naegleria fowleri, B60.2 (naegleriasis)							X
	Toxoplasma gondii, B58 (toxoplasmosis)		X					
	Schistosoma species, B65 (schistosomiasis)		X					
ویروس‌ها	Hantaan/Korean haemorrhagic fever, etc, A98.5		X		X	X		
	Crimean-Congo haemorrhagic fever, A98.0		X		X	X		X
	Rift Valley fever, A92.4		X		X	X		X
	Ebola virus disease, A98.3				X	X		X
	Marburg virus disease, A98.4		X		X			X
	Lymphocytic choriomeningitis, A87.2				X			
	Junin, A96.0 (Argentine haemorrhagic fever)				X	X		X
	Machupo, A96.1 (Bolivian haemorrhagic fever)				X	X		X
	Lassa fever, A96.2 X X X				X	X		X
	Tick-borne encephalitis/Russian spring-summer encephalitis, A84.0/	X	X		X	X		X
	Dengue, A90/91	X	X		X	X		X
	Yellow fever, A95	X	X		X	X		X
	Omsk haemorrhagic fever, A98.1					X		
	Japanese encephalitis, A83.0		X		X	X		
	Western equine encephalomyelitis, A83.1		X		X			X
	Eastern equine encephalomyelitis, A83.2	X	X		X	X		X
	Chikungunya, A92.0	X	X		X	X		
	O'nyong-nyong, A92.1		X					
	Venezuelan equine encephalomyelitis, A92.2	X	X	X	X	X		X
	Variola major, B03 (smallpox)	X	X		X	X	X	X
	Monkey pox, B04				X			X
	White pox (variant of variola virus)				X			
Influenza, J10,11	X	X				X		

\* : فهرست ارایه شده توسط سازمان ملل در سال ۱۹۶۹ [۹، ۱۰].



## جمع بندی و نتیجه گیری

بررسی مشخصه‌های مختلف جهت تعیین فهرستی از عوامل بیولوژیک انسانی خطرناک از بین هزاران عامل بیماری‌زا امکان تعیین فهرستی معنی‌دار را تا حدودی عملی می‌سازد. با بررسی مشخصه‌های اساسی می‌توان از بین فهرست‌های معتبر ارایه شده به این نتیجه رسید که فهرست عوامل انسانی با کاربردهای نظامی محدود است. با در نظر گرفتن موارد فوق برخی از عوامل مندرج در فهرست NIH مانند عوامل گروه Mycobacteria به دلیل دوره طولانی از زمان آلودگی تا بروز علائم، فاقد مشخصه‌های اصلی یک عامل با کاربرد نظامی است. ثانیاً به دلیل آن که واکسیناسیون آن در کشورهای مختلف در حال توسعه و به خصوص نیروهای نظامی اجباری است، نمی‌تواند مؤثر باشد. در حالی که در کشورهای پیشرفته که واکسیناسیون آن انجام نمی‌گیرد و می‌تواند به دلیل درمان دراز مدت و امکان انتقال در صورت کاربرد بر علیه آنان به صورت بیوتروریستی مشکل بهداشتی ایجاد نماید. این نکته از آن نظر مهم است که لیست‌های ملی و منطقه‌ای جایگاه مهمی در تدوین برنامه‌های ملی دفاع بیولوژیک دارد. زیرا یک عامل در یک کشور یا مجموعه کشورها می‌تواند عامل تهدید باشد. ولی در کشور یا منطقه دیگری تهدید نباشد. در کشور ما به دلیل این که واکنس سل به طور عمومی تزریق می‌گردد، این عامل تهدید محسوب نمی‌شود. البته طرح این نکته که عامل سل مقاوم به چند دارو و همچنین عامل سل دستکاری شده‌ای که بتواند از سیستم ایمنی فرد واکنسینه عبور نماید و همچنین دوره کمون کوتاهی داشته باشد، می‌تواند به عنوان عاملی مهم تلقی گردد. این دیدگاه از نظر جایگاه اولویت عامل نیز قابل بررسی است؛ بدین مفهوم که یک عامل ناتوان کننده با دوره کمون طولانی و درمان دشوار می‌تواند در فهرست اولویت جایگاه خود را داشته باشد و حذف نگردد ولی در مقایسه با عوامل بسیار خطرناک ریوی در جایگاه پایین تری واقع خواهد شد. بنابراین، ترکیبی از عوامل مندرج در سطح ۳ و ۴ ایمنی فهرست NIH اشتراک بسیاری با سایر فهرست‌ها دارد. در فهرست کنوانسیون عوامل قارچی حذف گردیده است؛ در حالی که در

فهرست‌های دیگر دو عامل قارچی histoplasma و Coccidioidomycosis، واجد مشخصه‌های ذکر شده، وجود دارد که می‌تواند مکمل آن باشد. در عین حال سه سم آبرین، افلا توکسین و Diacetoxyscirpenol در فهرست پروتکل وجود ندارد؛ در حالی که در لیست CDC قرار دارند. با توجه به این که فهرست عوامل کنوانسیون توسط یک مرجع بین‌المللی با تلاش متخصصین کشورهای مختلف از ۵ قاره جهان که عضو این معاهده هستند، تهیه گردیده است مرجع معتبرتری نسبت به فهرست‌های دیگر است. ولی به دلیل تنوع جغرافیایی کشورها و انواع بیماری‌های بومی کشوری و منطقه‌ای هنوز به تأیید نهایی نرسیده است. مقایسه اشتراک و تفاوت عوامل در فهرست‌های فوق نشان می‌دهد که لیست عوامل گروه استرالیا تقریباً به طور کامل (غیر از سم ریسین) مشابه فهرست عوامل انتخاب شده در فهرست کنوانسیون است. عوامل مندرج در فهرست‌های سطح ایمنی ۳ و ۴ NIH و CDC نشان می‌دهد که فهرست CDC از نظر اغلب عوامل اصلی با NIH مشترک بوده و یک عامل قارچی را نیز شامل می‌شود. در فهرست عوامل بیولوژیکی که توسط NIH از نظر سطح ایمنی در طبقه ۳ و ۴ تنظیم گردیده است، عوامل ویروسی سطح ۴ آن اشتراک بسیاری با فهرست پروتکل دارد؛ در حالی که عوامل باکتریال سطح ۳ با سایر عوامل دو مرجع دیگر مشترک است. عوامل مشترک در جدول ۲ با رنگ خاکستری مشخص گردیده‌اند و همچنان که ملاحظه می‌گردد، عوامل فهرست کنوانسیون مرجع اصلی قرار گرفته است که می‌تواند مورد بهره‌برداری قرار گیرد. آنچه در تهیه یک فهرست ملی می‌تواند مد نظر باشد، علاوه بر بررسی معیارهای اصلی ذکر شده، برنامه ایمن‌سازی، سطح سیستم ایمنی و حساسیت مردم یک کشور با تنوع ژنتیکی معین به عوامل عفونی مختلف و همچنین انواع عواملی که با توجه به شرایط جغرافیایی و محیطی می‌تواند سبب شیوع اپیدمی‌های گسترده، محدود و با کاربرد بیوتروریستی باشد، بستگی دارد. درباره عوامل نوین که در فهرست به طور کلی به عنوان عوامل نو ترکیب معرفی شده است، باید اشاره نمود که تهیه این‌گونه عوامل نیازمند دانش فنی بالاست و بیشتر در کشورهای

## ۲- عوامل نوترکیب (Recombinant Agents)

در عین حال با شناسایی ژنوم میکروارگانیزم‌های مختلف و استفاده از روش‌های مهندسی ژنتیک در نوترکیبی انواع میکروب‌های بیماری‌زا و غیربیماری‌زا جهت افزایش بیماری‌زایی، مقاومت دارویی، تغییر ساختار جهت فرار از تشخیص، مقاوم‌سازی به واکسن و همچنین عوامل جدید سبب اضافه شدن عوامل نوترکیب با ویژگی‌های خاص به فهرست عوامل بیولوژیک گردیده است [۴].

## ۳- سلاح‌های بیولوژیک دوگانه (Binary biological agents)

در همین گروه می‌توان به سلاح‌های بیولوژیک دو گانه نوترکیب یا نوعی از عوامل بیولوژیک که به تنهایی قادر به بیماری‌زایی نیستند و حضور هر دو عامل جهت ایجاد عفونت ضرورت داشته باشد اشاره نمود [۱۵، ۱۶].

## ۴- سلاح‌های ژنی (Genetic Weapons)

عوامل سنتز شده با منشاء DNA هستند که واجد تمام اطلاعات رمز کننده یک پروتئین و یا عامل بیولوژیک می‌باشند. این عوامل ژنتیکی غیر زنده با ورود به داخل سلول‌های زنده با استفاده از مواد ترکیبات موجود در داخل سلول فعال شده و اطلاعات ژنتیکی موجود در آنها اقدام به سنتز پروتئین مورد نظر می‌کند که می‌تواند یک سم باشد و یا تمام پروتئین‌ها و مواد ساختاری و ژنوم یک عامل بیولوژیک را تهیه و در نهایت عامل میکروبی در درون سلول تولید گردد [۱۷، ۱۸].

## ۵- عوامل پاتوژن نژادی (Ethnic Weapons)

سلاح‌های بیولوژیک نژادی تاریخچه‌ای طولانی دارد. حساسیت نژادهای مختلف بشری به بیماری‌های مختلف، شیوع بیماری‌های وراثتی در نژادهای خاص و همچنین تلاش جهت شناسایی مواد عوامل عفونی که بتوانند در نژاد و یا گروه خاصی ایجاد بیماری نمایند، از تلاش‌های گروه‌های نژاد پرست بوده‌اند. اسنادی که اخیراً

پیشرفته مورد مطالعه و بررسی می‌باشند که تحت عنوان عوامل بیولوژیک نوین (Novel Biological Agents) عبارتند از:

## ۱- سلاح‌های بیولوژیک غیر کشنده (Nonlethal biological agents)

با توجه به توسعه شناخت بشر از جهان زیستی، کشف میکروب‌ها یا عوامل زیستی جدید و همچنین شناسایی مواد با منشاء زیستی غیر میکروبی در سلول‌ها و ارگان‌های جانوران مختلف و انسان که در گروه میکروارگانیزم‌ها و سموم بیولوژیک قرار نمی‌گیرند، ولی به دلیل خواص و ویژگی‌های آنها در صورت استفاده در جنگ‌ها و همچنین عملیات بیوتروریستی و جذب آن از طریق تنفس یا بافت‌های مخاطی بدن می‌توانند سبب بروز علائم و عوارضی در انسان گردند و به‌طور کوتاه یا دراز مدت سبب ناتوانی فرد از انجام فعالیت طبیعی گردند. این عوامل شامل انواع تنظیم کننده‌های فرامین مغزی (Bioregulators) و همچنین انواع مواد مؤثر بر روی حواس انسان که به سلاح‌های غیر کشنده (Nonlethal bioweapons) معروف هستند که شامل انواع مواد با منشاء زیستی بسیار بدبو، سوزاننده، حساسیت‌زا و غیره می‌شود (Calmativ and Malodorants Agents) [۱۱، ۱۴]. گروه دیگری از این عوامل غیر کشنده زیستی قادر هستند بر روی مواد و تجهیزات تأثیر گذاشته و سبب تخریب آنها شوند که در نهایت سبب اختلال در امور و فعالیت‌های اساسی نیروها و یا صدمه اقتصادی به کشور مورد تهاجم خواهند شد. این ترکیبات که برخی از مواد شیمیایی آن مانند گاز اشک‌آور توسط نیروهای پلیس در عملیات ضد اغتشاش استفاده می‌شود، امروزه دچار تحول شده است. بحث‌های بسیاری توسط کارشناسان کنوانسیون خلع سلاح میکروبی در مورد این‌که این عوامل نیز شامل مقررات کنوانسیون می‌باشند وجود دارد ولی برخی از متخصصینی که بر روی این عوامل کار می‌کنند. آنها را به‌عنوان مواد کنترل شورش و اغتشاش دانسته و کاربرد آن را توسط پلیس مجاز دانسته‌اند [۳].

علاوه بر آن اسنادی حاکی از تلاش رژیم صهیونیستی جهت تهیه عوامل بیولوژیک خاص برای استفاده بر علیه نیروهای مبارز مسلمان فلسطین و سایر کشورهای اسلامی وجود دارد [۱۹، ۲۰].

افشا گردیده است، حاکی از وجود برنامه گسترده‌ای در رژیم نژاد پرست سابق آفریقای جنوبی جهت تهیه عوامل عفونی اختصاصی سیاه پوستان بوده‌اند که بتوانند بر علیه آنان که جمعیت غالب کشورهای آفریقایی هستند، استفاده کنند.

## منابع

- 1- Convention on the prohibition of the development, production and stockpiling of bacteriological (biological) and toxin weapons and on their destruction, March 26, 1975, p1.
- 2- Australian Group List of biological agents for export control core and warning lists. Available from: dosfan.lib.uic.edu/acda/fact sheet/wmd.auslist.htm. accessed at 2005.
- 3- Rotz LD, Khan AS, Lillibridge SR, Osrotroff SM and Hughes JM. Public Health Assessment of Potential Biological Terrorism Agents. *Emergin Infectious Disease* 2002 Feb;8(2):225-230.
- 4- USDA High Consequence Livestock Pathogens and Toxins (Hhs Non-Overlap Select Agents And Toxins) available from <http://www.cdc.gov/od/sap/docs/salist.pdf>. Accessed at 2005.
- 5- Coppernoll MA. the Non-Lethal Weapons Debate, Military Press, Spring 1999. available from [www.nwc.navy.mil/press/Review/1999/spring/art5-SP9.htm](http://www.nwc.navy.mil/press/Review/1999/spring/art5-SP9.htm). Accessed at 2005.
- 6- Ad Hoc Group of the States Parties of the Convention on the Prohibition, Development, Production and Stockpiling of Bacteriological (Biological) and Toxin Weapons and on their Destruction, BWC/AD HOC GROUP/56-2, 2002.p.465-466.
- 7- Australia Group document AG/Dec92/BW/Chair/30 dated June 1992.p.1-4.
- 8- Report of a WHO Group Consultants. Health aspects of chemical and biological weapons. Geneva: World Health Organization; 1970.p.9-98.
- 9- International classification of diseases, tenth revision (ICD-10). Geneva, World Health Organization, 1994.
- 10- Chemical and bacteriological (biological) weapons and the effects of their possible use: report of the Secretary-General, New York, United Nations; 1969.p.69.
- 11- NATO handbook on the medical aspects of NBC defensive operations, Amed P-6(B), Part II Biological, Brussels, North Atlantic Treaty Organisation, 1996.p.105-107.
- 12- Mark W. Biotechnology and Biochemical Weapon, the Nonproliferation Review, Spring 2002. p. 48-53.
- 13- Mark W. Biotechnology and Chemical Weapon control .*Pure Applide Chemistry* 2002;74(12):2274-2251.
- 14- Bickford L. Odorous Substances for Non Lethal Application, Presentation at NDIA Non Lethal Defense IV, 20-22 March 2000.
- 15- Joint Non-Lethal Weapons Program, 1999, p 4. available from [www.jnlwd.usmc.mil/default2.htm](http://www.jnlwd.usmc.mil/default2.htm). Accessed at 2005.
- 16- Miller J, Broad WJ, Broad W and Engelberg S. GERMS Biological Weapons and America's Secret War. Simon & Schuster Adult Publishing Group, Septamber 2001.p.200-230.
- 17- Center for Disease Control and Prevention. Preventing emerging infectious diseases: a strategy for the 21<sup>st</sup> century. Atlanta: U.S. Department of Health and Human Services; 1998.p.1-74.
- 18- Dennis C. The bugs of war *NATURE* 411, 17 May 2001.p. 232-235.
- 19- Kavanaugh KP. Biological Warfare. Genetically-Engineered Weapons Cannot Be Excluded. *Journal Of the Federation of American Scientists* 1997;52(2).
- 20- Iqbal S. Israel's diabolical genetic weapons target Arabs. London, *Muslimedia*; 1998 Dec.p.1-15.