

تراریختگی؛ عامل بیوتروریسمی یا عامل مهندسی ژنتیکی در ساخت واکسن

سیامک شهرکی^۱، سلطانه‌لی میر^۲، یاسر کهرازه^۲

چکیده

در این مقاله توصیفی تحلیلی به لحاظ کاربردی، با گردآوری داده‌ها به روش کتابخانه‌ای، به مطالعه در مورد مواد تراریخته پرداخته شده است. با بررسی‌های صورت گرفته مواد تراریخته را می‌توان از دو منظر مورد بررسی قرار داد. دیدگاه اول، مواد تراریخته را موادی مضر و همواره در راستای حملات بیولوژیکی و سلاحی بیوتروریسمی در نظر می‌گیرد، درحالی‌که دیدگاه دوم مواد تراریخته را بعنوان عاملی در مهندسی ژنتیکی ساخت واکسن‌های مفید برای مقابله با بیماری‌های واگیردار مطرح می‌کند. سوال اصلی مقاله حاضر این است که محصولات تراریخته سلاحی بیوتروریسمی به شمار می‌روند یا عاملی مفید در ساخت واکسن بیماری‌های خطرناک و واگیردار؟ واضح است با توجه به رشد روزافزون جمعیت کره زمین در سال‌های آینده، جامعه جهانی با تامین مواد غذایی مواجه خواهد شد، لذا محققان به دنبال ایجاد تغییرات ژنتیکی در گیاهان، مواد غذایی و کشاورزی بوده تا بتوانند نیاز خوراک مردم را با مواد تراریخته برطرف سازند. از طرفی دیگر در برخی کشورها استفاده از این طریق در قالب وعده‌های غذایی، به دلیل مشخص نبودن سود و زیان دقیق آنها بعنوان قوت غالب انسان و اثرات جانبی‌شان، ممنوع اعلام شده است. همچنین از سالیان دور تاکنون شاهد بیماری‌های واگیرداری هستیم که منشأ گیاهی داشته یا محصول مشترک بین دام و انسان هستند، به همین منظور محققان بر آن شده‌اند تا با بهره‌گیری از مواد تراریخته، واکسن‌هایی را برای مقابله با این بیماری‌ها تولید کنند، شایان ذکر است که واکسن‌های مشتق از مواد تراریخته از نظر به عمل‌آوری و فاز تولید و مصرف به مراتب ارزان قیمت‌تر و ساده‌تر از واکسن‌های شیمیایی هستند.

واژگان کلیدی: مواد تراریخته، واکسن، حملات بیوتروریسمی، بیماری‌های واگیردار

^۱ دانشجوی کارشناسی‌ارشد علوم سیاسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد زاهدان siyamakshahraki@gmail.com

^۲ عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد زاهدان

مقدمه

مواد تراریخته مانند یک شمشیر دو لبه عمل می‌کنند. از طرفی به گفته محققان و دانشمندان مواد تراریخته به خاطر دستکاری‌های ژنتیکی و ساخته دست بشر بودن می‌توانند بعنوان یک سلاح و عامل بیوتروریسمی عمل کنند. همانطور که دیده شده، سلاح‌های بیولوژیکی و بیوتروریسمی در طول تاریخ بشر بطور مکرر مورد استفاده قرار گرفته‌اند اما کارآیی آنها برای استفاده بعنوان سلاح جنگی کاملاً تأیید نشده است. از آنجا که عفونت‌های طبیعی خطر زیادی برای سلامتی انسان دارند، مانند مورد آلودگی به ویروس سارس، آنفولانزا و غیره، که درگیری زیادی وجود دارد، بیشتر به دلیل انتشار آسان، تهدید استفاده از آن بعنوان یک سلاح بیوتروریسمی را نمی‌توان دست کم گرفت همچنان تهدید بزرگی است.

موضوع تولید و مصرف محصولات تراریخته یکی از چالش برانگیزترین مباحث در بحث تامین و امنیت غذایی بشر در جهان می‌باشد. فقدان دلایل علمی کافی دانشمندان در این زمینه و زمان بر بودن نتیجه‌گیری حاصل از اقدامات مهندسی ژنتیک موجب آن شده است تا این مبحث موافقان و مخالفان زیادی داشته باشد. چالش دیگر مسئله بیوتروریسم این است که برخی متخصصان و کشورها را بر آن داشته تا تولید این محصولات توسط کشورهای پیشرفته و صادرات آن به کشورهای دیگر را نوعی بیوتروریسم و حتی نسل‌کشی بدانند (پورداد و دیگران، ۱۳۹۵).

اما از زمان پیدایش انسان، همواره غذا اصلی‌ترین دغدغه بشر برای بقا بوده است و بشر از راه‌های گوناگون درصدد رفع این نیاز به پا خواسته است، لذا به همین منظور جلوگیری از مواجهه با چالش کمبود غذا و تامین امنیت غذایی، استفاده از روش‌های مهندسی ژنتیک، ایجاد اورگانیزم‌های تراریخته در کشورهای مختلف جهان رشد و توسعه یافته است (همان). این علم نوظهور که کار آن دستکاری ژنتیکی مواد خوراکی و بذرهاست شاید بگونه‌ای به سالیان دور و دراز برگردد، اما نمونه‌های آشکار و جدی‌تر آن کمتر از نیم قرن هست که دنیای ما را تحت تاثیر خود قرار داده است.

کاهش مصرف سموم، کاهش هزینه تولید، کاهش قیمت مواد غذایی، افزایش عملکرد، کاهش بقایای سموم در بذر و قسمت‌های خوراکی، کاهش هزینه‌های ناشی از واردات آفت‌کش‌ها، سمپاش و هزینه‌های درمانی مرتبط به مسمومیت‌ها از مزایای کاربرد این تکنولوژی عنوان شده است. علاوه بر مزایای فوق‌الذکر، تاکید می‌کنیم که این مواد تراریخته علاوه بر خاصیت خوراکی که دارند در واکنش‌سازی نیز نقش عمده‌ای داشته‌اند؛ چراکه همان پروتئین‌هایی که از این مواد به بدن انتقال می‌یابد از طریق انتقال دی.ان.ای نوترکیب در سلول‌های گیاهی نیز تولید خواهند شد. استفاده آسان از این واکنش‌های مشتق از مواد تراریخته، تولید همزمان چندین دارو و واکنش از یک محصول و ... از جمله توجیحات دانشمندان و محققان فعال در این

زمینه هست. از طرفی مخالفان تولید محصولات تراریخته نیز توجیهاات خاص خود را دارند، مخالفان به دو دسته تفکیک می‌شوند:

- دسته‌ای که افرادی مذهبی بوده و با تغییر ذات وجودی یک آرگانسیم، گیاه یا موجود مشکل دارند و تراریختگی را تهدیدی در گردش طبیعی فرآیندهای هوشمندانه می‌دانند؛

- و دسته دومی که با پیامدها و اثرات جانبی مواد تراریخته بر سلامتی انسان، حیوان، محیط زیست و اثرات سوء اقتصادی مشکل دارند.

که در ادامه این مقاله ما دلایل مخالفت و موافقت این دو دسته افراد را در زمینه تراریختگی مواد بررسی خواهیم کرد.

۱- تراریختگی و بیوتوروریسم

یکی دیگر از چالش‌های پیش‌روی تراریختگی موضوع بیوتوروریسم و سوء استفاده کشورهای پیشرفته و پیشگام تولید این مواد می‌باشد. نتایج بررسی‌ها و تحقیقات یکسری محققان نشان داده که در طی سال‌ها و جنگ‌های متعدد، استفاده از آرگانسیم‌ها، مواد و خوراکی‌های تغییر یافته ژنتیکی گاه‌اُ عامل نسل‌کشی، بیماری، آسیب‌های فیزیکی و روانی بر پاره‌ای از مردم گوشه‌ای از جهان بوده است که ما به آن بیوتوروریسم می‌گوئیم. برای مثال می‌توان به شرکت مونسانتو تولید کننده ماده شیمیایی «عامل نارنجی» اشاره کرد که با همکاری شرکت داو (که آن شرکت نیز اکنون در زمینه تجارت مواد تراریخته فعال است) و با اطلاع از کشنده و خطرناک بودن این ماده آن را در اختیار دولت آمریکا نهاد تا در سطح وسیع برای از بین بردن برگ‌های جنگل‌های ویتنام به منظور مشخص شدن مخفیگاه‌های ویتنامی‌ها از این ماده استفاده کند. این ماده قویاً کشنده سبب مرگ نیم میلیون شهروند و ناقص‌الخلقه شدن نیم میلیون نوزاد ویتنامی و حتی شیمیایی شدن هزاران نظامی آمریکایی شد که اثر آن تاکنون بر آنها ادامه دارد. تولید تجاری مواد خطرناک دیگری همچون ساخارین، PCBs، آفت‌کش خطرناک DDT، آسپارتام (مسبب بیماری‌هایی مانند MS، مولد سرطان و حفره‌های حجیم در مغز، آلزایمر، پارکینسون و بیماری‌های دیگر مطابق تحقیقات سازمان غذا و داروی آمریکا)، علفکش رانداپ یا گلایفوسیت (که بسیار قوی بوده و برای انسان عوارضی چون سرطان و اختلالات رشد و نقص مادرزادی دارد) و مواد سمی دیگر که هریک عوارضی داشته و مسبب مشکلاتی بوده‌اند نیز در پیشینه این شرکت می‌باشد. بعلاوه مونسانتو ماده شیمیایی ممنوعه «فسفر سفید» را در جنگ غزه برای سوزاندن پوست، گوشت و استخوان فلسطینیان در دمای ۲۷۶۰ درجه و کشتن آنها در سال ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹

در اختیار وزارت جنگ رژیم اسرائیل قرار داد. در سال ۱۹۹۴ مونسانتو تا جایی که توانست شرکت‌های تولید بذر در آمریکا را خرید و بذر آنها را به شیوه‌ای تجدیدنپذیر تراریخته (دستکاری ژنتیکی شده) نمود (تولید بذر ترمیناتور) تا هم رقبا را حذف نماید و هم مردم برای غذا به صورت دائم به مونسانتو وابسته شوند. مونسانتو پس از توسعه یافتن در سال ۲۰۰۰ خود را بعنوان یک شرکت صرفاً کشاورزی (بیوتکنولوژی کشاورزی) معرفی نمود! که البته در هفتم ژوئن ۲۰۱۸ این شرکت منحل گشت و سایت‌های تولیدی آن جزئی از بایر که شرکت شرکت صنایع شیمیایی، داروسازی و زیست فناوری آلمانی است، گردید (کمیسیون امنیت و تبادلات، واشنگتن، شرکت مونسانتو، شماره پرونده کمیسیون 001-16167). در تاریخ ۱۰ اوت ۲۰۱۸ دادگاهی در سان‌فرانسیسکو، شرکت بایر را به جرم فروش سموم حاوی گلیفوسات که خود نمونه‌ای از بیوتورویسم هست، محکوم به پرداخت ۲۹۰ میلیون دلار به لی جانسون باغبانی مبتلا به سرطان کرد (کمیسیون امنیت و تبادلات، واشنگتن، شرکت مونسانتو، شماره پرونده کمیسیون 001-16167).

۱-۱- عوامل بیوتورویسمی

مرکز کنترل و پیشگیری بیماری در ایالات متحده (CDC) و موسسه ملی عوامل بیماری‌زای عفونی و آلرژی‌زا آمریکا (NIAID) عوامل بیماری‌زایی را که بطور بالقوه بعنوان عوامل بیوتورویسم استفاده می‌شوند، در سه دسته قرار می‌دهند (ترابی‌نیا و دیگران، ۱۳۹۵: ۶۴): باکتری‌ها، ویروس‌ها و توکسین‌های باکتریایی. دسته اول (A)، شامل پاتوژن‌های مهمی است که بالاترین خطر برای امنیت و سلامت عمومی کشورها محسوب می‌گردد، زیرا به راحتی منتشر یا از فردی به فردی منتقل می‌شوند، و منجر به میزان مرگومیر بالایی می‌گردد.

دسته دوم (B)، شامل پاتوژن‌هایی است که حد انتشار متوسط و کمی دارند، نرخ مرگومیر متوسط و میزان مرگومیر کم می‌باشد.

دسته سوم (C)، شامل پاتوژن‌هایی است که می‌توانند بعنوان عوامل بیوتورویسمی در آینده مهندسی شوند.

۱-۲- بیماری‌های مرتبط به عوامل بیوتورویسمی

- اوتیسم: برخی پژوهش‌ها ارتباط مستقیم بین مصرف محصولات تراریخته و بیماری‌های خاص مانند اوتیسم را نشان می‌دهد.

- سرطان بر اثر سم مخصوص تراریخته‌ها: کمیته مشترک سازمان جهانی بهداشت و فائو برمبنای اظهارنظر انجمن بین‌المللی تحقیقات سرطان به این نتیجه رسیده‌اند که علف‌کش غالب در محصولات تراریخته یعنی گلایفوسیت سرطان‌زا است.

- آکادمی پزشکی زیست محیطی آمریکا AAEM، تأثیرات مصرف محصولات تراریخته را شامل ارگان‌های داخلی صدمه دیده، اختلالات دستگاه گوارش، اختلالات دستگاه ایمنی بدن، افزایش سرعت پیر شدن و ناباروری عنوان کرده است.

- سمی شدن خون مادر و جنین: یک تحقیق در کانادا حضور آفت‌کش‌های مرتبط با غذاهای دستکاری شده ژنتیکی در خون زنان، مادران باردار و جنین را نشان داده است.

- DNA محصولات دستکاری شده ژنتیکی به انسان‌هایی که آنها را می‌خورند، منتقل می‌شود. در یک مطالعه جدید که با بررسی کارشناسی کتابخانه عمومی علوم (PLOS) منتشر شد، محققان تأکید کردند که شواهد کافی وجود دارد که قطعات DNA غذا حاوی ژن‌های کاملی هستند که می‌توانند از طریق یک مکانیسم ناشناخته وارد سیستم گردش خون انسان شوند.

- اختلال خود ایمنی، بیماری سلپاک که علائم آن شامل نفوذپذیری روده، باکتری‌های نامتعادل روده، اختلال دستگاه ایمنی بدن و واکنش آلرژیک، اختلال هضم و آسیب به دیواره روده است. مطالعات جدید محصولات دستکاری شده را با اختلالات گلوتن در ۱۸ میلیون آمریکایی مرتبط می‌داند.

- نقایص مادرزادی بر اثر سم مخصوص تراریخته‌ها: گلیفوسیت (علف‌کش) با نقص در هنگام تولد مرتبط است. کمیسیون اتحادیه اروپا از سال ۲۰۰۲ می‌داند که گلیفوسیت باعث ناهنجاری می‌شود.

- اوتیسم، پارکینسون و آلزایمر: یک مطالعه انجام شده علف‌کش گلیفوسیت را به اوتیسم، پارکینسون و آلزایمر مرتبط می‌داند.

- مرگ‌ومیر سریع و زیاد، سرطان پستان، آسیب به غده هیپوفیز، احتقان و نکرور کبد و مشکلات کلیه و بیماری‌های بسیار دیگر.

شاید اولین بار مواد تراریخته برای برطرف ساختن نیاز مواد خوراکی انسان‌ها معرفی شده باشد، اما نباید این موضوع را در نظر گرفت که همواره در جهان کشورها، سیاست‌ها و ذینفعانی وجود دارند که از اثرات سوء این قبیل محصولات نفع می‌برند، شاید بتوان گفت ایجاد این بیماری‌ها بین جوامع، رجوع بیماران به مراکز درمانی، مرگ و میر، نسل‌کشی و نسل‌های ناقص و مشکل‌دار از دلایل مهم مخالفت یک سری از دانشمندان در مصرف مواد تراریخته هستند (مانولا اولیور و دیگران، ۲۰۲۰)، در کشوری که تعداد زیادی دچار سرطان، آلزایمر، مشکلات درمانی مرتبط شده باشند، نیروی کار کافی و سرحال وجود نخواهد داشت، یا در کشوری که نسل جوان آن به اوتیسم مبتلا شده نمی‌توان انتظار صنعت یا پیشرفت داشت، لذا کشور به قدرت‌های برتر جهان وابسته خواهد شد، این نوعی از بیوتروریسم هست که همراه با خوراک در کشورها وارد شده است.

اما اینکه آیا بیوتروریسم فقط به همین چند دهه گذشته ارتباط داشته است یا خیر، باید اشاره کنیم که بیوتروریسم یا حملات بیولوژیکی از سالیان دور همواره در جهان جریان داشته است، در جدول شماره ۱ می‌توان مثال‌هایی از جنگ‌های بیولوژیکی در طی هزاران سال پیش را مشاهده کرد (وی اس کاروس، ۲۰۱۷).

جدول ۱) نمونه‌هایی از استفاده از میکروارگانیسم‌ها در جنگ‌های بیولوژیکی طی هزاره‌های گذشته

تاریخ	نمونه‌هایی از استفاده از میکروارگانیسم‌ها در جنگ‌های بیولوژیکی
دوران پیش از تاریخ	قبیله ملانزی (وانواتو واقعی) از سر نیزه‌های آلوده به کزاز استفاده کرد.
قرن ۱۴ قبل از میلاد	ارتش هیت، قوچ‌های آلوده به تولارمی را به اردوگاه دشمنان خود می‌فرستاد.
قرن ۶ قبل از میلاد (جنگ تروا)	کمانداران سکایی با فرو بردن سر نیزه‌های خود در جسد‌های تجزیه کننده و خون انسان حاوی <i>C. tetani</i> و <i>C. perfringens</i> ، نیزه‌های خود را آلوده می‌کردند.
۱۱۱۵	امپراطور بارباروسا در تورونای ایتالیا چاه‌های آب را با بدن انسان مسموم می‌کرد.
۱۳۴۰	ژان، دوک نورماندی، اسب‌های مرده را بر روی دیوار به قلعه محاصره شده Thun l'evêque که توسط انگلیسی‌ها بازداشت شده بود، آویزان کرد.
(جنگ‌های صدساله)	ارتش تارتار (مغول) اجساد قربانیان طاعون را بر روی دیوارهای شهر کافه (فئودوسیا، اوکراین) منجنیق کرد تا ارتش ژنو را دچار آسیب کند.
۱۳۴۶	ارتش لیتوانی اجساد کشته شدگان در جنگ، کود و زباله را در شهر کارلشتاین (بوهیمیا) منجنیق کرد.
۱۴۲۲	اسپانیا شراب مخلوط با خون بیماران جذامی را به مخالفان فرانسوی خود در ناپل (ایتالیا) فروخت.
۱۴۹۵	پیزارو لباس‌های آلوده به واریولا را به جوامع بومی آمریکای جنوبی ارائه داد.
۱۵۰۰	لهستانی که بزاق دهان سگ‌های هار را به سمت دشمنان خود پرتاب می‌کردند.
۱۶۵۰	(آنتوان فیلیپس ون لیوان هوک پدر میکروبیولوژی)
۱۶۷۶	ارتش روسیه اجساد قربانیان طاعون را به شهرهای سوئد در Reval (استونی) منجنیق کرد.
۱۷۱۰	انگلیس پتوهای آلوده به آبله را به بومیان آمریکا ارائه داد.
۱۷۶۳ (جنگ فرانسه - هندوستان)	انگلیس سعی کرد با تلقیح غیرنظامیانی که از بوستون فرار می‌کنند، آبله را در میان نیروهای قاره‌ای گسترش دهد.
۱۷۷۶-۱۷۸۱ (جنگ - های انقلابی آمریکا)	ارتش‌های ناپلئونی برای تقویت شیوع مالاریا در دشت‌های اطراف مانتو (ایتالیا) سیلاب ایجاد کردند.

۱۷۹۷	سربازان متفقین، لباس‌های آلوده به تب زرد و ابله را به سربازان متحدین فروختند.
۱۸۶۳-۱۸۶۱ (جنگ-های داخلی آمریکا)	توسعه نظریه فاصله جرم و اصول میکروبیولوژی توسط لوئیس پاستور و رابرت کوخ
پایان قرن ۱۹	نیروهای آلمانی اسب و قاطر آلوده به بیماری مسری بین اسب و انسان و سیاه زخم را به متفقین فروختند.
۱۹۱۸-۱۹۱۴ (جنگ جهانی اول)	سربازان آلمانی گوسفندان آلوده و سیاه زخم را به روسیه (در رومانی) فروختند، سربازان آلمانی گوسفندان آلوده به بیماری مسری و سیاه زخم را به ارتش‌های انگلیس و هند فروختند، نیروهای آلمانی تلاش کردند تا وبا را در ایتالیا و طاعون را در سن پترزبورگ گسترش دهند، پروتکل ممنوعیت استفاده از مواد بیولوژیکی معروف به پروتکل ژنو
۱۹۲۵	ارتش ژاپن برای بررسی شیوع وبا و تیفوس، چاه‌های آب را در روستاهای چین مسموم کرد.
۱۹۴۵-۱۹۳۹ (جنگ جهانی دوم)	زندانیان جنگی ژاپنی را با عوامل ایجاد قانقاریا، سیاه زخم، مننژیت، وبا، اسهال خونی و طاعون تلقیح کردند.
۱۹۷۲	کنوانسیون ممنوعیت توسعه، تولید و انبار کردن سلاح‌های باکتریایی (بیولوژیکی)، و سموم
۲۰۰۱	قانون میهن‌پرستی ایالات متحده امضا شد، که در آن توانایی مقامات اجرای قانون فدرال و ملی ضد تروریسم را افزایش می‌دهند.

۱۳

۲- تراریختگی و مقابله با بیوتورویسم

همانطور که ابتدای کار گفته شد دیدگاه دوم مرتبط با محققان، متخصصان و دانشمندانی است که موافق استفاده از مواد تراریخته هستند، آنها بر این باورند که حتی مواد تراریخته را می‌توان برای مقابله با بیوتورویسم و بیماری‌های واگیردار نیز استفاده نمود (امینی، ۱۳۹۱). در سال‌های اخیر پیشرفت‌های قابل توجهی جهت تراریختگی گیاهان در مقابله با عوامل بیوتورویسمی صورت گرفته است. در جهان کنونی واکسن‌های بسیاری بر علیه بیماری‌های واگیردار در بازار موجود است. اما از آنجایی که بیشتر آنها گران هستند در حال حاضر کوشش‌های بسیاری صورت می‌گیرد تا با استفاده از گیاهان تراریخته واکسن‌های خوراکی گیاهی تولید شود. این واکسن‌ها ارزان بوده و نسبت به واکسن‌های تجاری دارای مزایای بسیاری هستند که از مهمترین آنها می‌توان به سالم بودن فرآورده‌های حاصل و کاهش هزینه‌های تولید، انبارداری و حمل و نقل اشاره کرد. گیاهان تراریخته شده برای این منظور می‌توانند پروتئین‌های نو ترکیب شامل آنتی بادی‌ها و آنتی ژن‌های ویروسی و باکتریایی را بیان کنند. در سال‌های اخیر گیاهانی با ارزش غذایی بالا بعنوان سیستم‌های بیان

انتخاب شده‌اند. بعضی از آنها را می‌توان خام خورد و در نتیجه نیاز به فرآیند فرآوری و خالص‌سازی را کاهش می‌دهند. تاکنون از گیاهانی مانند موز، گوجه فرنگی، برنج، هویج و ... برای تولید واکسن بر علیه بیماری‌های مشخصی مانند هیپاتیت B، وبا، HIV و ... استفاده شده است در ذیل به مهم‌ترین بیماری‌هایی که بعنوان سلاح بیولوژیک استفاده شده و پیشرفت‌های مهندسی ژنوم گیاهی در این زمینه اشاره می‌گردد:

۲-۱- طاعون

طاعون، که علت بیماری‌های همه‌گیر بزرگ در طول تاریخ بشر است که توسط باکتری گرم منفی، غیر اسپوردار و داخل سلولی *Y. pestis* که متعلق به گروه پاتوژنی A می‌باشد، ایجاد می‌شود. در چرخه زندگی این باکتری جوندگان ابتدایی، کک و پستانداران کوچک دخالت دارند. واکسن زیر واحدی در برابر طاعون براساس ۲ آنتی ژن *Y. pestis* می‌باشد که یا به صورت جداگانه و یا بعنوان پروتئین فیوژن (F1-LcrV) ترکیب و بیان می‌شوند. پروتئین فیوژن (F1-LcrV) می‌تواند به صورت خوراکی نیز تولید شود. واکسن طاعون از گیاه توتو N. benthamiana با انتقال و بیان F1-LcrV تولید شده است. آنتی ژن‌های تولید شده، به صورت زیر جلدی در سه دوز به خوکچه هندی تزریق شد، و IgG آنتی ژن اختصاصی سرم استخراج و حفاظت قابل توجهی را در برابر آئروسول با *Y. pestis* بدخیم در ۲۱ روز، با بالاترین میزان بقا پیدا کرد.

۱۴

۲-۲- سیاه زخم یا آنتراکس

بیماری باکتریایی ویژه گیاهخواران اهلی (مانند گوسفند، بز و گاو) می‌باشد. عامل بیماری باسیلوس آنتراسیس است. سیاه زخم در میان کشاورزان کشورهای در حال توسعه مثل آفریقا و آمریکای مرکزی به صورت اندمیک وجود دارد. عفونت در انسان تصادفی بوده و در اثر تماس با محصولات یا حیوانات آلوده است. عامل بیماری باسیلوس آنتراسیس یک باسیل درشت و میله‌ای شکل گرم مثبت است که در محیط‌های معمولی به خوبی رشد می‌کند. در محیط‌های نامساعد ایجاد هاگ می‌کند لذا خیلی مقاوم می‌باشد. هاگ نسبت به شرایط نامناسب محیطی مقاوم بوده و طولانی مدت می‌تواند در هوا و به ویژه خاک زنده می‌ماند. در محیط ۳۷ درجه به خوبی در محیط آزمایشگاه رشد می‌کند. اولین باکتری است که بعنوان یک باکتری بیماری‌زا توسط که کشف شده است. انواع بیماری‌زای باسیل سیاه زخم دارای یک پوشش (کپسول) به نام poly-D-glutamic acid و ۳ پروتئین سمی (exotoxin) به نام‌های Edema Factor، Protective Antigen و D-Poly Acid D- Glutamic می‌باشند که برای جلوگیری از بیگانه خواری توسط گلبول‌های سفید لازم‌اند؛ و باسیل‌هایی که فاقد این آنتی ژن هستند توسط گلبول‌های سفید از بین می‌روند Edema factor باعث ایجاد آدم می‌شود و همچنین باعث اختلال در سیستم ایمنی میزبان می‌شود. Lethal factor

همچنان که از اسمش پیداست با مکانیسم‌هایی که هنوز ناشناخته است باعث مرگ می‌شود. مهم‌ترین مکانیسم شناخته شده آن از بین بردن ماکروفاژها به علت خاصیت پروتئازی آن می‌باشد. آنتی ژن محافظ همچنانکه از نامش پیداست عامل حمایت کننده است و دو فاکتور قبلی بدون اتصال به این فاکتور کارایی خود را از دست می‌دهند.

شایان ذکر است که باسیل سیاه زخم به دلیل خطرناک بودن در حملات بیوترورسیم کاربرد دارد. در طول دهه گذشته، تلاش‌های قابل توجهی به سمت توسعه واکسن‌های تهیه شده خوراکی مبتنی بر گیاه در برابر سیاه زخم انجام شده است. در ابتدا، تلاش‌ها برای تولید واکسن زیرجلدی سیاه زخم در گیاهان تراریخته‌ای مانند گوجه فرنگی، سیب زمینی و خردل انجام شد. اولین گزارش بیان PA در گیاهان در نتیجه تراریخته کردن هسته توتون ذکر شده است. اخیراً نیز گزارش شده که با تراریخته کردن خردل توانسته‌اند این گیاه را به واکسنی خوراکی هم برای انسان و هم برای دام در برابر سیاه زخم تبدیل کنند.

۲-۳- سم بوتولینوم یا بیماری بوتولیسم

بوتولیسم یک بیماری فلج کننده جدی و نادر است که به وسیله سم حاصل از باکتری کلسترییدیوم بوتولینوم ایجاد می‌شود. سه نوع عمده بوتولیسم عبارتند از: بوتولیسم غذایی که با خوردن غذاهای حاوی سم ۱۵ ایجاد می‌شود. بوتولیسم زخم که حاصل عفونی شدن زخم با باکتری کلسترییدیوم بوتولینوم است. بوتولیسم نوزادان که با مصرف ذرات حاوی باکتری ایجاد می‌شود. ۷ نوع زهرا به بوتولیسم شناخته شده‌اند که با حروف A تا G نشان داده می‌شوند. تنها انواع A, B, E, F در انسان سبب بیماری می‌شوند.

تلاش برای ساخت واکسن زیر واحدی مبتنی بر گیاه در برابر بوتولیسم، MucorRice، یک سیستم بیان ژن مبتنی بر برنج برای تولید واکسن مخاطی است، که با تکنولوژی RNAi ترکیب شده تا تجمع عمده پروتئین‌های ذخیره‌ای درون‌زا را برای تولید یک آنتی ژن واکسن بوتولیسم در دانه برنج تحت تاثیر قرار بدهد. یک آنتی ژن مونوکلونال نوترکیب scFv ضد سم بوتولینوم نیز از گیاهان تولید شده است (اربگوت اف جی مودیسورد، ۲۰۰۹).

۲-۴- تب ابولا

بیماری ویروسی ابولا یا تب خونریزی دهنده ابولا نوعی بیماری انسانی است که از ویروس ابولا ناشی می‌شود. این بیماری برای اولین بار در کشور کنگو دیده شد. نشانه‌های این بیماری معمولاً دو روز تا سه هفته بعد از تماس با ویروس و به صورت تب، گلو درد، دردهای ماهیچه‌ای و سردرد ظاهر می‌شوند. معمولاً

حالت تهوع، استفراغ و اسهال و همچنین کاهش عملکرد کبد و کلیه‌ها به دنبال این موارد می‌آیند. در این زمان، مبتلایان دچار خونریزی می‌شوند. زد مپ یا زی مپ یک زیست‌داروی آزمایشی شامل سه پادتن تک‌تیره انسانی شده است که برای درمان بیماری ویروسی ابولا ساخته شده است. این دارو که توسط شرکت زیست‌داروی مپ طراحی شده است، از نوعی تنباکو به نام نیکوتیان اکتباس گردیده است (مایکل بی آی اولدستون، ۲۰۱۶). زی مپ که ترکیبی از آنتی بیوتیک هاست به پروتئین‌های سطح ویروس حمله می‌کند. مواردی که در بالا گفته شد تنها بخشی از مزایای استفاده از گیاهان یا مواد تراریخته در درمان یا ساخت واکسن برای بیماری‌های خطرناک هستند. در مقایسه با روش‌های سنتی تولید واکسن، واکسن‌های خوراکی گیاهی به آسانی استفاده می‌شوند. هزینه تولید پایینی دارند، به راحتی ذخیره و نگهداری می‌شوند، حمل و نقل آنها مقرون به صرفه بوده و از این رو جامعه پزشکی تمایل زیادی به تولید این نوع داروها از مواد و گیاهان تراریخته دارند.

۳- بیافته‌های پژوهش

۱۶ - چگونه استفاده از محصولات تراریخته باعث کاهش تنوع زیستی و خطر محیط زیست می‌شود؟
 به دلیل استفاده بیشتر از سموم و نیز به دلیل تولید سم پروتئینی در بخش‌های سبز گیاهان تراریخته مقاوم به آفت، تغییرات ژنتیکی باعث آسیب به برخی موجودات (مانند آفات و حشرات) در اکوسیستم می‌شود و از تنوع زیستی آنها می‌کاهد و خطری برای محیط زیست می‌باشد، از سوی دیگر یک گیاه دستکاری شده آلوده شده به یک ژن خارجی، چنانچه در مزرعه کشت شود این آلودگی توسط گرده افشانی در محیط زیست پخش می‌شود و ارقام بومی و سایر ذخایر ژنتیکی را هم آلوده خواهد ساخت و تنوع زیستی را در معرض نابودی قرار خواهد داد.

- تکنولوژی تراریخته چگونه ذخایر ژنتیکی مفید کشور را در تقابل با حملات بیوتروریستی از بین خواهد برد؟

دشمن به هر نحوی که ممکن است در پی خارج کردن ذخایر ژنتیکی از ایران و ثبت در کشور خود (در نهایت تخریب آن در کشور ایران) می‌باشد. این در حالی است که همین ذخایر ژنتیکی و تنوع آن (باتوجه به ژن‌های قدرتمندشان) بعنوان برترین عامل برای مقابله با هر نوع تهدید و حمله بیوتروریستی و اگر تروریستی می‌باشد. اکنون عده‌ای به نام علم! در برخی موسسات و حتی دانشگاه‌ها در حال تراریخت نمودن گیاهان دارویی می‌باشند که علاوه بر امکان ایجاد مواد سمی یا آلرژی‌زا در آنها، منجر به حذف و کم شدن خواص

آنها و نیز تهدیدی برای دوام حضورشان در اکوسیستم خواهد بود در این صورت بهبود بسیاری از بیماری‌های صعب‌العلاج و کشنده که اکنون با کمک طب سنتی در حال انجام است نیز میسر نخواهد شد و باز هم عوامل مقابله با حملات بیوتروریستی از دسترس خارج خواهند شد.

- آیا مقاله و مطلب علمی واقعی درباره بی‌خطر بودن دستکاری ژنتیکی شده‌ها وجود دارد؟

هیچ مقاله علمی و دقیقی درباره بی‌خطر بودن محصولات تراریخته وجود ندارد. صرفاً کلی‌گویی‌هایی غیرعلمی و نادقیق درباره تراریخته‌ها بعنوان دلیل بر کشت آنها می‌آورند، یا مستندات غیرقابل رد یا اثبات بیان می‌کنند، مثلاً با کلی‌گویی می‌گویند در طی ۲۰ سال گذشته! که تراریخته‌ها را در برخی کشورها استفاده نموده‌اند، بیماری خاصی ناشی از تراریخته‌ها مشاهده نشده‌اند! درحالی‌که بعید است یک نفر یا یک تیم در این ۲۰ سال، مستمراً در این باره کار و یادداشت برداری کرده باشند و با مراجعه به بیمارستان‌ها یا حتی مردم بیمار یا با دراختیار گرفتن اسناد احتمالی موجود، تغذیه آنها و درصد استفاده مثلاً بیماران سرطانی یا والدین بیماران اوتیسم از تراریخته‌ها را محاسبه کرده باشند. اگر اسنادی داشتند قطعاً ارائه می‌نمودند.

- آیا کشت مواد تراریخته در کشورهای دیگر هم ممنوع است؟

بسیاری از کشورها (حداقل ۳۷ کشور) مانند کشورهای اروپایی که برخی سابقه مصرف تراریخته‌ها را داشته‌اند پس از عوارض بسیار آنها و سمومشان، اکنون کشت محصولات دستکاری شده را منع نموده‌اند. احتمالاً مواردی مانند مسمومیت مرگبار ناشی از خیارهای تراریخته در اروپا و شیوع سرطان‌ها و انواع بیماری‌ها، در این تصمیم‌گیری‌ها بی‌تأثیر نبوده‌اند.

ایالات متحده آمریکا رتبه اول کشت محصولات تراریخته در سال ۲۰۱۸ را به خود اختصاص داد و ۷۵ میلیون هکتار را زیر کشت این محصولات برد و پس از آن برزیل با ۵۱,۳ میلیون هکتار، آرژانتین با ۲۳,۹ میلیون هکتار، کانادا با ۱۲,۷ میلیون هکتار و هند با ۱۱,۶ میلیون هکتار در رتبه‌های دوم تا پنجم قرار داشتند. سطح زیر کشت تراریخته در سال ۲۰۱۸ در آمریکای لاتین، ۷۹,۴ میلیون هکتار؛ آسیا و اقیانوسیه ۱۹,۱۳ میلیون هکتار و در آفریقا ۲,۷ میلیون هکتار بود. کمیسیون اروپا و مرجع غذا و داروی این اتحادیه مجوزهای متعدد برای تولید و مصرف این محصولات در سراسر اتحادیه صادر کرده‌اند و براساس همین مجوزها تاکنون دو کشور عضو یعنی اسپانیا و پرتغال، به کشت ذرت تراریخته مقاوم به آفات پرداخته‌اند.

استرالیا در سال ۲۰۱۷، به ترتیب به ارزش ۲۷۸ میلیون دلار، ۵,۲ میلیون دلار و ۶۹۳ هزار دلار کنجاله سویا از برزیل، آرژانتین و ایالات متحده آمریکا وارد کرده است. در همین سال ارزش واردات ذرت استرالیا از

آرژانتین ۲۵۳ هزار دلار بود. بررسی رویکرد مراجع قانونگذاری و کنشگران محیط زیست در استرالیا نشان می‌دهد این کشور بعنوان یکی از اولین کشورهای تولیدکننده محصولات تراریخته جهت‌گیری‌های مثبتی را نسبت به بهره‌برداری از این فناوری نشان می‌دهد. ژاپن یکی از بزرگ‌ترین واردکنندگان محصولات غذایی تراریخته برای مصرف انسان و دام و از تولیدکنندگان محصولات تراریخته است. این کشور سالانه ۱۵ میلیون تن ذرت و ۳،۲ میلیون تن دانه سویا و ۲،۴ میلیون تن کلزا وارد می‌کند که غالباً از نوع تراریخته است. ذرت تراریخته امریکایی منشأ تأمین ۶۹،۳ درصد از واردات ذرت مصرفی مردم ژاپن است و ۲۹،۵ درصد نیز از برزیل وارد می‌شود که دومین تولیدکننده بزرگ محصولات تراریخته در جهان است.

یکی از مطالب خلاف واقع که با اعلام خبر تولید ملی محصولات تراریخته از سال ۱۳۹۴ در برخی رسانه‌ها دنبال شد، ممنوعیت مصرف این محصولات در کشورهای اروپایی است. اتحادیه اروپا از سال ۱۹۹۰ دارای قانون صدور مجوز تولید و مصرف محصولات تراریخته است. اولین محصول تراریخته در سال ۱۹۹۲ به استناد این قانون در اروپا مجوز تولید و مصرف دریافت کرد که مربوط به واکسن بیماری اوژسکی (هاری کاذب) بود. مجوز اولین محصول زراعی تراریخته نیز در سال ۱۹۹۴ به استناد این قانون برای تنباکوی مقاوم به بروموکسینیل صادر شد. دستورالعمل صدور مجوز محصولات تراریخته در اتحادیه اروپا در سال ۲۰۰۱، با قانون جدیدی جایگزین شد. این قانون در سال ۲۰۰۴ اجرایی شد و از آن زمان تاکنون بطور مستمر، مجوز کشت و مصرف محصولات تراریخته در اروپا براساس قانون ۲۰۰۱ برای بیش از صد رخداد تراریخته صادر شده است و تعداد محصولات دارای مجوز کشت و مصرف براساس این قانون، در حال افزایش بوده است. بنابراین مطابق قوانین اتحادیه اروپا کشورها می‌توانند برای تصمیم‌گیری راجع به کشت، به دلایل سیاسی استناد کنند؛ اما برای ممنوعیت مصرف باید به دلایل علمی استناد کنند. به همین دلیل تاکنون ممنوعیت مصرف در کشورهای عضو اتحادیه اروپا تصویب نشده است. در عین حال، اتحادیه اروپا همچنان برای مصارف مختلف خود به واردات محصولات تراریخته تولیدی آمریکا، برزیل، آرژانتین و اروگوئه متکی است و در مورد مصرف این نوع محصولات ملاحظه‌ای ندارد. اداره بین‌الملل وزارت کشاورزی امریکا نیز در گزارشی این حقیقت را تصریح کرده است.

– آیا امکان استفاده هدفمند از محصولات دستکاری شده ژنتیکی بعنوان سلاح علیه کشور هدف وجود دارد؟

دو پژوهشگر؛ دکتر گراث نیکلسون و همسرش نانسی در جنگ خلیج فارس، یک باکتری را در خون حدود نیمی از سربازانی که دچار بیماری در جنگ خلیج فارس شدند، پیدا کردند، که این باکتری دارای میزانی از

ویروس ایدز بود. مشخص بود که این میکروب، دست‌ساز است و ژنتیک آن مهندسی شده برای جنگ بیولوژیک می‌باشد. یا وجود آوردن تسلیحات بیولوژیک مانند ساخت بیوتکنولوژیکی ویروس ابولا و سیاه زخم و باکتری طاعون سیاه در موسسه دیمونا توسط رژیم اسرائیل. با وجود بیوتکنولوژی کشاورزی دیگر نیاز به استفاده مستقیم از داروها واکسن‌ها و ... نیست بلکه بدون اینکه هیچکس مطلع شود، ژن‌های بیماری موردنظر را در میوه‌ها، سبزی‌ها، غلات و حتی فرآورده‌های دامی قرار می‌دهند، خواه توسط دشمنان خارجی به وسیله واردات یا توسط مزدوران داخلی. بعنوان مثال ژن عقیمی را بر روی گندم برای عقیم کردن نسلی از یک کشور می‌توان نصب نمود، همه اینها نمونه‌هایی از بیوتروریسم هستند.

- آیا می‌توان از مواد تراریخته برای درست کردن واکسن استفاده کرد؟

بطور معمول برای درمان بیماری‌های ناشی از آلودگی با باکتری یا ویروس از آنتی بیوتیک‌های مختلف استفاده می‌شود. اما استفاده نامناسب از آنتی بیوتیک‌ها منجر به افزایش مقاومت باکتری‌ها به آنها می‌شود. به همین دلیل در راهکارهای جدید ایمن‌سازی بدن انسان، بر روش‌های پیشگیری بیشتر از درمان بیماری‌های واگیردار سفارش و تاکید می‌شود. در چنین شرایطی، تقاضا برای واکسن‌های ارزان قیمت روز به روز افزایش می‌یابد. از این‌رو یک نظریه جدید نیاز است تا تولید و کاربرد واکسن‌ها را ساده‌تر کند. پیشرفت در روش‌های زیست‌شناسی مولکولی در دهه ۸۰ میلادی به توسعه راهکارهای جدید برای تولید زیر واحد واکسن‌ها کمک کرد. این پیشرفت‌ها شامل استفاده از سیستم‌های مختلف بیان پروتئین‌های نوترکیب مانند سیستم‌های فرمانتاسیون باکتری‌ها مانند E.coli یا سلول پستانداران مانند سلول‌های تخمدان موش چینی بودند (دنیل. اچ استیفن، ۲۰۰۱). ما این سیستم‌ها دارای محدودیت‌هایی هستند. سیستم‌های بیانی که جهت تولید پروتئین‌های نوترکیب از سلول‌های پستانداران استفاده می‌کنند، فرآورده‌هایی را به وجود می‌آورند که بطور کامل مشابه آنهایی است که بطور طبیعی در بدن انسان تولید می‌شوند. اما چون کشت این سلول‌ها گران تمام می‌شود، این سیستم در مقیاس محدود قابل اجرا هستند. همچنین ممکن است سم‌ها، عوامل آلوده-کننده و سایر ترکیب‌های خطرناک وارد سلول‌های حیوانی شوند و فرآیند خالص‌سازی را سخت‌تر کنند. یک سیستم بیان کننده پروتئین‌های نوترکیب باید مواد زیستی را با بیشترین فعالیت زیستی، ایمنی و کمترین هزینه تولید کند. گیاهان تراریخته جایگزین مناسبی برای سیستم‌های بیان رایج مانند کشت سلول‌های جانوری و پروکاریوتی هستند. گیاهان تراریخته دارای ژن یا ژن‌هایی هستند که بطور مصنوعی به آنها الحاق شده است. ژن الحاق شده بعنوان تراژن شناخته می‌شود و ممکن است از یک گیاه خویشاوند یا یک گونه

بطور کامل متفاوت بدست آمده باشد. تولید گیاهان تراریخته با اهداف مختلفی، مانند به دست آوردن عملکرد بیشتر، بهبود کیفیت، ایجاد مقاومت به آفات و بیماری‌ها ... صورت می‌گیرد. مهمترین مزیت کاربرد گیاهان تراریخته، سالم بودن فرآورده‌های حاصل از آنها است. گیاهان تراریخته نمی‌توانند میزبان پاتوژن‌های انسانی باشند. از این‌رو فرآورده‌های آلوده به پاتوژن‌های انسانی مانند ویروس هیپاتیت، ویروس اچ. ای. وی، عوامل سرطان‌زا و سموم باکتریایی تولید نمی‌کنند.

نتیجه‌گیری

مواد تراریخته مانند یک شمشیر دو لبه عمل می‌کنند. از طرفی به گفته محققان و دانشمندان مواد تراریخته به خاطر دستکاری‌های ژنتیکی و ساخته دست بشر بودن می‌توانند بعنوان یک سلاح و عامل بیوتروریسمی عمل کنند. همانطور که دیده شده، سلاح‌های بیولوژیکی و بیوتروریسمی در طول تاریخ بشر بطور مکرر مورد استفاده قرار گرفته‌اند اما کارایی آنها برای استفاده بعنوان سلاح جنگی کاملاً تأیید نشده است. از آنجا که عفونت‌های طبیعی خطر زیادی برای سلامتی انسان دارند، مانند مورد آلودگی به ویروس سارس، آنفولانزا و غیره، که درگیری زیادی وجود دارد، بیشتر به دلیل انتشار آسان، تهدید استفاده از آن بعنوان یک سلاح بیوتروریسمی را نمی‌توان دست کم گرفت همچنان تهدید بزرگی است. باتوجه به بیماری‌هایی که می‌تواند ناشی از مصرف مواد خوراکی حاصل شود، پس سلاح‌های بیولوژیکی و حملات بیوتروریسمی یک تهدید مخرب برای جهان محسوب می‌شود. برای کنترل تأثیر جهانی بیوتروریسم، به یک تلاش منسجم توسط دانشمندان، ارائه دهندگان خدمات بهداشتی، دامپزشکان و اپیدمیولوژیست‌ها لازم است. بنابراین، ما توصیه می‌کنیم که آگاهی عمومی گسترده قبل، حین و بعد از چنین حمله‌ای (احتمالاً) بهبود یابد. مردم باید در مورد مواجهه بالقوه با حملات بیوتروریسم و مراحل مختلفی که برای بررسی توانایی دفاع زیستی ما و اطمینان از محافظت کافی در برابر تهدیدات موجود انجام می‌شود، آموزش ببینند. از سوی دیگر مواد تراریخته می‌توانند بعنوان عاملی در مقابله با بیماری‌های واگیردار بکار گرفته شوند. ساخت واکسن از گیاهان تراریخته پیشرفتی موثر در زمینه پزشکی بوده است، بگونه‌ای که از گیاهانی مانند گوجه فرنگی، خردل، تنباکو یا سیب‌زمینی با بیان ژن و تغییرات ژنتیکی می‌توان برای تولید واکسن‌های خوراکی، مقرون به صرفه و ساده هم برای انسان و هم برای حیوانات استفاده نمود.

- **مطالعات آتی:** باتوجه به عدم اطلاعات و مقالات کافی که در زمینه مزایا و معایب مواد تراریخته و نقش آنها در عوامل بیوتروریسمی هست، توصیه می‌شود که در آینده محققان بیشتر به سراغ دلایل عدم استفاده از مواد تراریخته روی بیاورند و آنها را در زمینه تهدیدهای بیوتروریسمی دقیق‌تر در نظر بگیرند.

فهرست منابع

فارسی:

- ۱- امینی، زهره (۱۳۹۱)، «نقش گیاهان تراریخته در تولید آنتی ژن و واکسن‌ها»، فصلنامه پزشکی، ش ۱.
- ۲- پورداود، مهدی و دیگران (۱۳۹۵)، «بررسی محصولات تراریخته از دیدگاه دینی و سیاسی»، فصلنامه پزشکی، ش ۳.
- ۳- ترابی‌نیا، نرجس و عبدلی‌نسب، مریم (۱۳۹۲)، «اهمیت تراریختگی گیاهان در مقابله با بیوتروریسم»، فصلنامه پزشکی، دوره ۲، ش ۴.
- ۴- شاه حسینی، محمد حسن (۱۳۸۰)، بیوتروریسم: شبخ جنگ‌های بیولوژیک، تهران: انتشارات یزدان.
- ۵- شبکه اطلاع‌رسانی دانا، گروه استان آذربایجان شرقی، شناسه خبر: ۹۱۰۵۰۳، محصولات تراریخته، عاملی برای بیوتروریسم و نیازمندی‌سازی دائمی ایران در واردات/ تولید انبوه یا محیط زیست؟! لزوم تعریف واضح از آلودگی تراریخته، <http://www.dana.ir/news/910503.html>
- ۶- ضرابی، مریم (۱۳۹۵)، «خطر تولارمی در بیوتروریسم»، همایش ملی بیماری‌های مشترک بین انسان و دام.
- ۷- کوچک‌زاده، احمد و شکوهی‌فر، نرگس (۱۳۹۵)، «مزایا و معایب محصولات تراریخته و ایمنی زیستی»، فصلنامه پزشکی، ش ۲۱.
- ۸- مشهدی، علی و دیگران (۱۳۹۸)، «تروریسم زیست محیطی: تحلیل ساختار شناختی انواع و مرتکبان آن»، فصلنامه پزشکی.
- ۹- زرقانی، سید هادی و دیگران (۱۳۹۷)، «بیوتروریسم و تاثیر آن بر امنیت شهروندان»، فصلنامه پزشکی، دوره ۳، ش ۱۱.

لاتین:

- 10- Johannes, Hedman and others (2017). Lina Boiso. Bertil Magnusson. Peter Radstorm. Validation guidelines for PCR workflows in bioterrorism preparedness, food safety and forensics.
- 11- Manuela, Oliveira and others (2020). Wojciech Branicki, António Amorim. Biowarfare, bioterrorism and biocrime: A historical overview on microbial harmful applications.
- 12- Eva, Thomann (2018). Department of Politics, University of Exeter. Food Safety Policy: Transnational, Hybrid, Wicked.

- 13- SECURITIES AND EXCHANGE COMMISSION. Washington, D.C. 20549. MONSANTO COMPANY. Commission file number 001-16167.
- 14- W.S. Carus (2017). A Short History of Biological Warfare: From Pre-history to the 21st Century, Government Printing Office.
- 15- V. Barras, G. Greub (2014). History of biological warfare and bioterrorism, Clin. Microbiol. Infect.
- 16- Historical notes on botulism (2009). Clostridium botulinum, botulinum toxin, and the idea of the therapeutic use of the toxin. Erbguth FJ. Mov Disord.
- 17- Bausch DG and Towner JS (2007). Assessment of the risk of Ebola virus transmission from bodily fluids and fomites. J Infect Dis.
- 18- Bray M (2014). Diagnosis and treatment of Ebola and Marburg virus disease.
- 19- Michael BA. Oldstone (2017). Ebola's Curse: 2013–2016 Outbreak in West Africa.
- 20- Daniell H. stephen J.S. and wycoff K (2001). Medical Molecular farming: Production of antibodies biopharmaceuticals and edible vaccines in plants. Trends in plant science.
- 21- Mahendra Pal. Vikram Godishala. Ramana Kv (2017). An Overview on Biological Weapons and Bioterrorism.
- 22- Mohammadhosein Shah Hoseini (2002). Bioterrorism: Biological pseudo-wars.
- 23- Smart JK (1997). History of chemical and biological warfare: an American perspective. In: Sidell FR, Takafuji ET, Franz DR, editors. Medical Aspects of Chemical and Biological Warfare. Washington DC: Borden Institute, Walter Reed Army Medical Center.