Journal of Marine Medicine
Winter 2021, Volume 2, Issue 4
Pages: 193-198
10.30491/2.4.193

Water and Food Management Using Nanotechnology in Crises and Unconventional Battles

Saeid Zardar [1]*, Babak Barati [1]

[1] *Biology Research Center, Faculty and Research Institute of Basic Sciences, Imam Hossein University, Tehran, Iran*

Received: 25 October 2020 **Accepted:** 30 December 2020

Abstract

Providing healthy water and food in the armed forces, in addition to having a direct impact on the physical and mental health of the forces, is one of the concerns of commanders and managers. The transfer and relocation of forces in various missions and operations, especially in the Navy, emphasize the importance of water and food management.

Today, nanotechnology with various applications in the field of water and food resource management has also come to the aid of the defense industry. However, this technology has been used in other fields of the Navy, such as nanofibers in antibacterial diving suits, self-cleaning suits, fire-resistant suits, as well as equipment, boat hulls as lightweight and corrosion-resistant coatings, it also has many applications, but in this review, we will have a glimpse of the use of this technology in providing healthy water and food for the forces in critical conditions at sea.

In the past, the goals of drinking water purifiers were to reduce suspended solids and eliminate live pathogens in water, which could be achieved by conventional filtration and disinfection methods. However, with increasing concentrations of particulate matter, nitrogen compounds, organic and mineral matter, and heavy metals in water sources, conventional methods do not meet the needs of consumers and it is necessary to use relatively new processes in purifiers.

Keywords: Water management, Nanofilters, Nanofoods, Nanotubes.

*Corresponding author: Saeid Zardar, **Email**: szsaeid@yahoo.com
Address: Biology Research Center, Faculty of Basic Sciences, Imam Hossein University, Tehran, Iran

[Downloaded from jmarmed.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.30491/2.4.193]

مجله طب دریا
دوره ۲، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۹
صفحات: ۱۹۸-۱۹۳
10.30491/2.4.193

مدیریت آب و غذا در بحران‌ها و نبردهای نامتعارف با استفاده از فناوری نانو

سعید زردار [۱*]، بابک براتی [۱]

[۱] *مرکز تحقیقات زیست شناسی، دانشکده و پژوهشکده علوم پایه، دانشگاه جامع امام حسین(ع)، تهران، ایران*

دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۸/۰۴ **پذیرش مقاله:** ۱۳۹۹/۱۰/۱۰

چکیده

تامین آب و غذای سالم در نیروهای مسلح علاوه بر این که در سلامت جسم و روان نیروها تاثیر مستقیم دارد، یکی از دغدغه‌های فرماندهان و مدیران تلقی می‌شود. نقل و انتقال و جابجایی نیرو و حضور در ماموریت‌ها و عملیات‌های مختلف به ویژه در نیروی دریایی اهمیت مدیریت آب و غذا را دو چندان می‌نماید.

امروزه فناوری نانو با کاربردهای مختلف در عرصه مدیریت منابع آب و غذا نیز به کمک صنعت دفاعی آمده است. اگرچه از این فناوری در عرصه‌های دیگر در نیروی دریایی نظیر نانو الیاف استفاده شده در لباس های آنتی باکتریال غواصی، لباسهای خود تمیز شونده، مقاوم در برابر آتش سوزی و همچنین در تجهیزات، بدنه قایق‌ها به عنوان روکش‌های سبک و مقاوم در برابر خوردگی و ... هم کاربردهای فراوانی دارد اما در این مقاله نگاهی به استفاده از این فناوری در تهیه آب و غذای سالم برای نیروها در شرایط بحرانی در دریا خواهیم داشت.

در گذشته نه چندان دور اهداف تصفیه گرهای آب آشامیدنی کاهش مواد معلق و زدودن عوامل زنده بیماری زا در آب بود که با روشهای متداول فیلتراسیون و گندزدایی قابل حصول بودند. لیکن با افزایش غلظت مواد ریز، ترکیبات نیتروژن دار، مواد آلی و معدنی و فلزات سنگین در منابع آب، روش های متعارف جوابگوی نیاز مصرف‌کننده‌ها نبوده و لازم است از فرآیندهای به‌روزتر در تصفیه‌گرها استفاده شود.

کلیدواژه‌ها: مدیریت آب، نانوفیلتر، نانو غذا، نانو لوله.

*نویسنده مسئول: **سعید زردار.** پست الکترونیک: szsaeid@yahoo.com
آدرس: مرکز تحقیقات زیست شناسی، دانشکده و پژوهشکده علوم پایه، دانشگاه جامع امام حسین(ع)، تهران، ایران

[Downloaded from jmarmed.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.30491/2.4.193]

مقدمه

فناوری نانو و تهیه آب سالم

سازمان ملل پیش بینی کرده که در سال ۲۰۲۵ میلادی، ۴۸ کشور جهان (معادل ۳۲ درصد جمعیت جهان) دچار کمبود آب آشامیدنی و کشاورزی می شوند، تخلیص و نمک زدایی آب به کمک نانوفناوری از زمینه‌های مورد توجه در دفاع پیشگیرانه و امنیت زیست محیطی است. برای همه مردم به ویژه نیروهای نظامی تهیه و استفاده از آب آشامیدنی سالم از اهمیت بالایی برخوردار بوده و فرماندهان و مدیران باید نسبت به این امر تمهیدات لازم را بیاندیشند. در نیروهای دریایی با توجه به دسترسی به آب دریا در شرایط عادی می‌توان با استفاده از دستگاه‌های آب شیرین کن نسبت به تصفیه آب و نمک‌زدایی اقدام نمود. اما در موارد بحرانی بخصوص آلودگی‌های عمدی این سیستم‌ها جوابگو نیستند. ضمن اینکه در شرایط معمولی هم به لحاظ میزان هزینه فیلتراسیون با فناوری نانو مقرون به صرفه است. سامانه های نانویی طراحی شده می توانند آب دریا را با صرف انرژی ۱۰ برابر کمتر از دستگاه اسمز معکوس، و ۱۰۰ برابر کمتر از دستگاه تقطیر، نمک زدایی کنند. استقاده از نانو ذرات و نانوفیلترها امکان تصفیه و بهسازی آب را با سرعت و دقت بیشتر فراهم می کند. همچنین استفاده از نانوفیلترها در حذف آلودگی‌های میکروبی آب (Bioremediation) کاربرد گسترده‌ای دارد. در این مقاله به برخی از شیوه های فیلتراسیون آب با استفاده از فناوری نانو اشاره می‌شود (۱،۲).

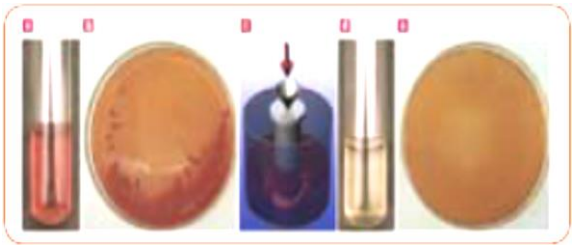
نانوفیلتراسیون و نمک‌زدایی

استفاده از غشای نانوفیلتر جهت حذف نمک‌های یونی چند ظرفیتی مانند کلسیم، آهن، منگنز، اورانیوم و برخی آفت کش‌ها، راه‌کاری است که توسط فناوری نانو ارائه می‌گردد. تصفیه آب‌های سطحی و زیرزمینی و نیز حذف میکروارگانیزم‌ها و کاهش تیرگی و سختی آب و دفع شوری و نمک زدایی آب از دیگر فواید فناوری نانو می‌باشد.

از فن‌آوری غشاء نانوفیلتر قبلاً به طور گسترده برای حذف نمک‌های محلول از آب شور، حذف آلوده‌کننده‌های ریز، آب شیرین‌کن‌ها و تیمار فاضلاب استفاده می‌شد. غشاهای نانوفیلتر ضمن حفظ مواد مغذی و مفید در آب، به طور انتخابی از عبور ذرات آلوده‌کننده و مضر ممانعت می‌کنند. این انتظار وجود دارد که نانوتکنولوژی منجر به پیشرفت فن‌آوری این نوع غشاءها شود. مواد اصلی تشکیل‌دهنده نانوفیلترها شامل سیلیکات‌های آب‌دار و خاک‌های رس می‌باشد که می‌توان از آنها در مقیاس نانویی استفاده نمود. پژوهشگران همچنین درصدد توسعه شیشه‌های جدیدی از جنس پلیمرهای متخلخل نانویی می‌باشند که کارایی بسیار بالاتری نسبت به فیلترهای پلیمری معمولی دارند (۳). در نیروی دریایی، و کشتی‌ها می‌توان با این روش ضمن نمک‌زدایی از آب، به راحتی دیگر آلودگی‌های با منشاء زیستی و صنعتی را از بین برد.

نانولوله‌های کربن

یکی از انواع پیشرفته این نوع فیلترها، فیلترهای غشایی ساخته شده با نانوتیوب‌های کربن (Caibon Nano - Tube-CNT) است. در حال حاضر نانوتیوب‌های کربن برای تصفیه آب استفاده می‌شود. به علت کوچک بودن قطر داخلی این نانوتیوب‌ها، فقط آب از آنها عبور کرده و سایر ترکیبات دیگر مانند باکتری‌ها، ویروس‌ها، فلزات سنگین، اندوتوکسین‌ها و مولکول‌های با اندازه متوسط و بزرگ نمی‌توانند رد شوند. در این فیلترها افت فشار بسیار کم بوده و جریان آب بسیار زیاد است. از جمله مزایای این فیلترها می‌توان به بهره‌وری بالا و افت فشار کم و ارزان بودن آنها اشاره نمود (۴). غشاهای نانولوله‌ای بسیار ارزان، بادوام و در برابر گرما مقاومند و تمیز کردن و استفاده مجدد از آنها ساده است و با استفاده از فرایند اولتراسونیک و اتوکلاو با درجه ^{C} ۱۲۱ در مدت ۳۰ دقیقه تمیز می‌شوند.



شکل-۱. تصفیه آب آلوده با E.coli به وسیله نانوتیوب

نانوغربال‌ها

آزمایشگاه‌های سلدن (Seldon)، چندین طرح مبتنی بر فیلترهای نانوغربال را توسعه داده‌اند. نانوغربال از نانولوله‌های کربنی جفت شده با یکدیگر تشکیل می‌شود که روی یک زیرلایه متخلخل و منعطف قرار گرفته و می‌توان برای تشکیل فیلترهای شبه‌کاغذی، آنها را روی یک زیرلایه صاف و یا لوله‌ای قرار داد، با این کار توانایی پیچیده شدن به اطراف هر ساختار استوانه‌ای متداول و یا هر ساختار دیگری را به دست می‌آورند، همچنین برای افزایش سطح فیلتر می‌توان نانوغربال‌های مسطح را تا زد. اخیراً در آزمایشگاه‌های مذکور چندین نمونه فیلتر قابل حمل مبتنی بر این فناوری، برای خالص‌سازی آب ساخته شده‌اند؛ این فیلترها در اندازه قلم بوده و تحت عنوان ابزارهای فیلتراسیون نی‌مانند به نام water stick معروف هستند. از این وسیله می‌توان در نیروهای نظامی و تجهیزات انفرادی آنها استفاده نمود (۵).

فیلتر آلومینای نانولیفی

شرکت Argonide فناوری جاذب‌های نانولیفی را به صورت کارتریج فیلترهای نانوسرام عرضه کرده است. این جاذب‌ها از

[Downloaded from jmarmed.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.30491/2.4.193]

نانوالیاف آلومینا با بار مثبت روی زیرلایه شیشه‌ای تشکیل شده‌اند. نانوالیاف آلومینا سطح بیشتری نسبت به الیاف متداول داشته و بار مثبت بالایی دارند که باعث جذب سریع‌تر آلودگی‌های باردار منفی از قبیل ویروس‌ها، باکتری‌ها و کلوئیدهای آلی و غیرآلی می‌شود.

فیلترهای نانوسرام بیش از ۹۹/۹۹ درصد ویروس‌ها، باکتری‌ها، انگل‌ها، ترکیبات آلی طبیعی، DNA و کدری را حذف می‌کند، همچنین دارای قابلیت جذب ۹۹/۹ درصد از نمک‌ها، مواد رادیواکتیو و فلزات سنگین از قبیل کروم، آرسنیک و سرب هستند، حتی اگر ذرات، نانومقیاس و یا حل شده باشند. فیلترهای نانوسرام در pH بین ۵ تا ۹ بهتر عمل می‌کنند (۶).

شدت جریان فیلترهای نانوسرام بدون استفاده از فشار حدود ۱/۰ تا ۱/۵ لیتر بر ساعت، به ازای هر سانتی‌متر مربع از فیلتر است. حداکثر فشار چهار بار (bar) می‌تواند به فیلتر اعمال شود که منجر به شدت جریان ۹ تا ۱۰ لیتر بر ساعت به ازای هر سانتی‌متر مربع از فیلتر خواهد شد. کارتریج فیلترهای نانوسرام دارای یک طراحی تاخورده است که سطح آنها را افزایش می‌دهد. همچنین طبق گزارش، فیلتر به طور متوسط مقاومت عملکردی بالایی نسبت به غشاهای بسیار متخلخل دارد (۷).

نانوالیاف جاذب جریان

شرکت KX طرحی از فیلترهای جاذب جریان شامل نانوالیاف را با هدف استفاده در کشورهای در حال توسعه بهره‌برداری کرده است. فیلتر شامل یک لایه پیش فیلتراسیون برای حذف چرک‌ها، یک لایه جاذب برای حذف آلودگی‌های شیمیایی و یک لایه نانوالیاف برای حذف آلودگی‌ها و ذرات کلوئیدی است. نانوالیاف از چندین پلیمر آب‌دوست، رزین‌ها، سرامیک‌ها، سلولز، آلومینا و دیگر مواد ساخته می‌شوند. این فناوری در مقیاس‌های خانگی و شهری قابل دسترسی است. طبق گزارش‌ها، فیلترهای سطح فعال بیش از ۹۹ درصد از باکتری‌ها، ویروس‌ها، انگل‌ها، آلودگی‌های آلی و دیگر آلودگی‌های شیمیایی را حذف می‌کنند.

طبق اعلام شرکت سازنده، مقیاس خانگی فیلترهای سطح فعال می‌تواند به ازای هر فیلتر ۳۷۵ لیتر آب را با سرعت ۴ تا ۶ لیتر بر ساعت تولید کند. در مقیاس روستایی بیش از ۷۵۰۰ لیتر بر روز با سرعت ۵/۶ لیتر بر دقیقه تولید می‌کند. در مقیاس روستایی هر فیلتر برای بیش از ۹۵ هزار لیتر آب مؤثر است (۸).

غشای سرامیکی نانوحفره‌ای

شرکت آلمانی AG Nanovation، طرحی از فیلترهای سرامیکی نانوحفره‌ای را تحت عنوان pore Nano و سیستم‌های فیلتراسیون غشایی را با مقیاس‌های متنوعی عرضه نموده است. فیلترهای غشایی Nano pore از نانوپودرهای سرامیکی روی مواد پایه از قبیل آلومینا تشکیل شده‌اند و در اندازه‌های متفاوت و در دو شکل لوله‌ای و مسطح موجود هستند. این محصولات با استفاده از نانوپودرهای سرامیکی شرکت و تحت فرایندهای پیوسته تولید می‌شوند. طبق ادعای شرکت سازنده، فیلترهای غشایی Nanopore باکتری‌ها، ویروس‌ها و قارچ‌ها را به طور مؤثر از آب حذف می‌کنند. علاوه بر این آزمایش‌های کیفی آب، Coliformها، fecal coliformها، Salmonella یا streptococci را در آب تصفیه شده نشان نمی‌دهند. مقدار آب تولیدی وابسته به اندازه و شکل فیلتر و کیفیت آب تصفیه شده است. یک واحد فیلتراسیون با ابعاد ۱۵×۶۰×۱۲۰ سانتی متر سطحی معادل با ۲× ۱۱ مترایجاد کرده، می‌تواند ۸ هزار لیتر آب آلوده را در روز تصفیه کند (۹).

زئولیت‌های طبیعی، مصنوعی، زغال‌سنگ و ترکیبی

زئولیت‌ها مواد جاذب با ساختار شبکه‌ای جهت تشکیل تخلخل‌ها هستند. آنها می‌توانند از منابع طبیعی به دست آمده و یا سنتز شوند. زئولیت‌های مصنوعی معمولاً از محلول‌های سیلیکون– آلومینیوم یا زغال‌سنگ ساخته شده و به عنوان جاذب یا ابزار تعویض یونی در کارتریج یا فیلترهای ستونی به‌کار می‌روند. زئولیت‌ها به طور متداول برای حذف آلودگی‌های فلزی به‌کار می‌روند. زئولیت‌های طبیعی مکزیک و مجارستان، آرسنیک را از منابع آب آشامیدنی تا حد مورد پذیرش سازمان بهداشت جهانی کاهش می‌دهند. زئولیت‌های ساخته شده از زغال‌سنگ می‌توانند گستره‌ای از فلزات سنگین شامل سرب، مس، روی، کادمیم، نیکل و نقره را از آب آلوده جذب کنند. همچنین می‌توانند تحت شرایط خاصی کروم، آرسنیک و جیوه را جذب کنند. ظرفیت جذب زئولیت‌ها متأثر از ترکیبشان، pH آب و غلظت انواع آلودگی‌هاست. به عنوان مثال تأثیرات pH آب بر روی سطح باردار شده منفی و یا مثبت زئولیت قابل ذکر است. همچنین با توجه جذب آسان سرب و مس در زغال‌سنگ، غلظت بالای این مواد، مقدار کادمیم و نیکل حذف شده را کاهش می‌دهد. ترکیبات زئولیت– نقره AgIoN، بازدهی را در مقابل میکروارگانیسم‌ها که شامل باکتری‌ها و کپک‌هاست، ارتقا می‌دهند. زئولیت نمی‌تواند آلودگی‌های آلی را به قدر کافی حذف کند، همچنین رطوبت هوا در اشباع زئولیت‌ها دخالت داشته، موجب کاهش بازدهی آنها می‌شود (۱۰).

مقدار آبی که زئولیت‌ها می‌توانند تصفیه کنند، وابسته به منبع زئولیت و ابزاری است که آنها استفاده می‌کنند. در مورد زئولیت‌های زغال‌سنگ، محتوای کربن این ماده به طور قابل توجهی سطح مخصوص و در نتیجه ظرفیت جذب زئولیت را تحت تأثیر قرار می‌دهند.

زئولیت‌ها را می‌توان به طور ارزان تولید کرد زیرا منبع آنها به طور طبیعی و فراوان در دسترس است. چگونگی مصرف زئولیت‌ها بسیار وابسته به نوع ابزاری است که در آن استفاده می‌شوند. این ابزار می‌تواند شامل رزین‌های تعویض یونی، کارتریج و ابزارهای ستونی و غیره باشند. علاوه بر این زئولیت‌ها گاهی اوقات به احیا با یک محلول اسیدی نیاز دارند. مصرف زئولیت‌های زغال‌سنگ

[Downloaded from jmarmed.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.30491/2.4.193]

ممکن است مشکل‌ساز باشد، چرا که مطالعات نشان می‌دهند مقادیری از آلودگی‌های سرب، کادمیم، کروم، مس، جیوه، روی و دیگر آلودگی‌ها می‌توانند از زغال‌سنگ گذشته و موجب آلودگی خاک و آب‌های زیرزمینی شوند. همچنین مشخص شده است که مقادیر آرسنیک و منیزیم عبور کرده از Fly ash بسیار بیشتر از مقادیر توصیه شده سازمان بهداشت جهانی است. ترکیبات زئولیت نقره AgION نیاز به پاک‌سازی مکرر دارند، زیرا پوشش ضدباکتری نقره از تشکیل آلودگی‌های بیولوژیکی روی فیلتر جلوگیری می‌کند و در این صورت نیاز به ذخیره‌سازی و مصرف احیاءکننده‌های شیمیایی مرتفع می‌شود (۱۱).

فناوری نانو وتهیه غذای سالم

امروزه بسیاری از کشورهای جهان به توانایی فناوری‌نانو در صنایع غذایی پی برده‌اند و در حال سرمایه‌گذاری قابل توجهی در این راه هستند. با افزایش تأثیرات فناوری نانو بر صنایع‌غذایی و ورود این محصولات به بازار مصرف، اهمیت سلامت این دسته از موادغذایی بیشتر مطرح می‌شود. این نیاز، پذیرش فناوری نانو را در کاربردهای حسی، قوی‌تر خواهد کرد، و از همین راه می‌توان به سلامت موادغذایی پی برد. مانند نوعی فناوری که نزدیک بودن تاریخ انقضای موادغذایی را به خریداران و فروشندگان هشدار می‌دهد. پوشش‌های ضدمیکروبی جدید و کیف‌های پلاستیکی دفع‌کننده آلودگی، پیشرفت چشمگیری در اطمینان از سلامت و امنیت غذاهای بسته‌بندی داشته‌اند. اگرچه توجه زیادی به کاربرد فناوری‌نانو در صنایع‌غذایی و محصولات موجود در بازار شده‌است، اما هنوز هم توانایی‌های استخراج نشده بسیاری وجود دارد. با علم به قابلیت‌های فناوری‌نانو امید است، بتوان سیستم‌های فعلی فراوری و تهیه مواد غذایی را تغییر داده، محصولاتی مطابق با فرهنگ تغذیه سالم به بازار عرضه کرد. محققان همچنین امیدوارند بتوانند با استفاده از مواد افزودنی، کیفیت مواد غذایی و هضم و جذب غذا را در بدن افزایش دهند. اگر چه بعضی از این اهداف دور از انتظار به نظر می‌رسد، اما امروزه صنایع بسته بندی از فناوری‌نانو در محصولات خود کمک می‌گیرند. فناوری‌نانو می‌تواند در خط تولید به منظور ایجاد ریزحسگرها و ماشین‌های تشخیص به‌کار رود و تولید غذاهای فاقد آلودگی را تضمین کند. این نانوابزارها در تشخیص میکروب‌های مضر و تعیین زمان ماندگاری محصول نیز کاربرد دارند و به مدیران به ویژه فرماندهان نیروهای مسلح در اتخاذ تصمیمات راهبردی مانند انتخاب بهترین روش حمل و نقل و انبار محصولات کمک می‌کنند (۱۲). این فناوری به صورت های زیر در خدمت صنایع غذایی است:

۱- بسته‌بندی و سلامت مواد غذایی

پیشرفت در بسته بندی هوشمند برای افزایش عمر مفید محصولات غذایی، هدف بسیاری از شرکت‌هاست. این سیستم‌های بسته‌بندی قادر خواهند بود پارگی‌ها و سوراخ‌های کوچک را با توجه به شرایط محیطی (مانند تغییرات دما و رطوبت) ترمیم و مصرف‌کننده را از فساد ماده غذایی آگاه سازند. نانوحسگرهایی که به رهایش مواد شیمیایی ناشی از فساد غذاها حساس هستند را می‌توان در بسته‌بندی‌های هوشمند استفاده کرد، تا به محض شروع خراب شدن غذا، رنگ بسته‌بندی تغییرکرده، به مشتری هشدار می‌دهد. این سیستم به مراتب دقیق‌تر و مطمئن‌تر از فروش با تاریخ مصرف است.

فناوری‌نانو همچنین می‌تواند در مواردی مانند افزایش مقاومت به نفوذ در پوشش‌ها، افزایش ویژگی‌های دیواره (مکانیکی، حرارتی، شیمیایی ومیکروبی)، افزایش مقاومت در برابر گرما، گسترش ضد میکروب‌های فعال و سطوح ضد قارچ کارساز باشد (۹).

۲- فراوری مواد غذایی

فناوری نانو علاوه بر بسته‌بندی، تأثیر زیادی روی گسترش مواد غذایی کاربردی و تعاملی دارد؛ موادی که به نیازهای بدن پاسخ داده، می‌توانند در رسانش مواد غذایی مؤثر باشند. گروه‌های تحقیقاتی مختلفی در حال کار روی ساخت مواد غذایی جدید بر اساس تقاضا هستند. این مواد به صورت غیرفعال در بدن باقی می‌مانند و موادغذایی را در صورت نیاز به سلول‌ها می‌رسانند. عنصر کلیدی این بخش، توسعه نانوکپسول‌هایی است که با استفاده از آنها در مواد غذایی می‌توان کار رسانش را به خوبی انجام داد. از پیشرفت‌های دیگر در فرآوری مواد غذایی، افزودن نانوذرات به مواد خوراکی برای افزایش جذب آنها در بدن است.

یکی از بهترین نانوایی‌ها در غرب استرالیا در استفاده از نانوکپسول‌هایی که شامل روغن ماهی تن (منبع غنی از اسیدهای چرب امگا ۳) بوده‌اند؛ موفق بوده است. این مرکز از نانوکپسول‌ها در پرفروش‌ترین نوع نان خود به نامtip-top استفاده می‌کند و این ذرات فقط هنگامی باز و شکسته می‌شوند که وارد معده شوند، به این ترتیب از مزه ناخوشایند روغن ماهی جلوگیری می‌شود (۱۱).

۳- غذاهای متراکم نانویی

اگرچه این بحث مرتبط با فرآوری غذا است اما به دلیل اهمیت و کاربری آن در نیروهای مسلح به صورت جداگانه مورد اشاره قرار می‌گیرد. غذاهای متراکم که تامین کننده انرژی و کالری مورد نیاز روزانه افراد باشد از دیرباز مورد توجه تولیدکنندگان این صنعت بود اما با پیشرفت فناوری نانو مشابه آنچه که در دارورسانی هوشمند مورد بررسی قرارگرفت غذارسانی هوشمند هم مورد توجه واقع شد نانوکپسول‌هایی حاوی غذاهای غنی شده است که مواد مغذی و آنتی اکسیدان‌ها را به تدریج به بخش‌های خاصی از بدن تحویل می‌دهند (۸).

این فناوری (Biodelivery) موادغذایی قدیمی را به ذراتی در ابعاد نانو تبدیل می‌کند که در داخل بدن رها شده و به خوبی جذب

[Downloaded from jmarmed.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.30491/2.4.193]

می‌شوند. این فناوری در غذاهای جدید کاربرد زیادی خواهد داشت.

بحث و نتیجه‌گیری

برای تهیه آب سالم از منابع آب دریا می‌توان از فیلترهای نانویی که انواع مختلفی دارند استفاده نمود و آب سالم عاری از آلودگی‌های باکتریایی، فلزات سنگین و آلودگیهای صنعتی در اختیار نیروها قرار داد. از جمله این تکنولوژی‌ها می‌توان به فناوری نانولوله‌های کربنی، غشاهای نانولوله‌ای، نانوغربال‌ها، فیلتر آلومینای نانولیفی، نانوالیاف جاذب جریان، غشای سرامیکی نانوحفره‌ای، تک‌لایه‌های خودآرا روی پایه‌های مزوپروس (SAMMS)، Arsenx، پلیمر حفره‌ای سیکلودکسترین، نانوکامپوزیت‌های پلی‌پیرون- نانولوله‌کربنی، زئولیت‌های طبیعی و مصنوعی، زغال‌سنگ و ترکیبی، نانو ذرات آهن خنثی، فتوکاتالیست‌های نانومقیاس دی‌اکسید تیتانیوم، اکسیدآهن نانوساختار جاذب، Magneto ferritin، و ... اشاره نمود. فناوری نانو می‌تواند ضمن کاهش هزینه از اطمینان و کارایی کافی برخوردار بوده و در صورت حملات بیولوژیک و یا شیمیایی، کارایی خود را حفظ نماید (۷،۸).

در خصوص تهیه غذای پرسنل که علاوه بر امکان نگهداری طولانی‌مدت، حاوی مواد موردنظر از قبیل طعم‌دهنده‌ها، نانو واکسن‌های خوراکی، مواد مغذی با حجم کم و انرژی‌زایی زیاد باشند تا در ماموریت‌های طولانی مدت نیازهای پرسنل را تامین نمایند. یکی از کاربردهای فناوری نانو که خیلی زود تجاری شد، در زمینه بسته‌بندی مواد غذایی است. هدف اصلی استفاده از بسته‌بندی نانویی، افزایش دوام و ماندگاری مواد غذایی است. برای این منظور باید تبادل گاز، نور و رطوبت بین فضای بیرون و داخل بسته‌بندی را کنترل کرد. می‌توان بسته‌بندی نانویی را طوری طراحی کرد که مواد ضدباکتری، آنزیم‌ها، مواد مغذی و یا طعم‌دهنده‌هایی را از خود آزاد کنند. به این ترتیب، عمر مواد غذایی در بسته‌بندی نانویی بیشتر می‌شود. برخی بسته‌بندی‌های نانویی به گونه‌ای طراحی شده‌اند که اگر ماده غذایی درون‌شان فاسد شود پوشش نانویی با تغییر رنگ آشکار می کند. پوشش‌های خوراکی نانویی نیز یکی دیگر از کاربردهای فناوری‌نانو در صنعت بسته‌بندی مواد غذایی است (۱۲).

تشکر و قدردانی: از همه افرادی که در انجام مطالعه حاضر یاری رساندند تشکر و قدردانی می‌شود.

نقش نویسندگان: نویسندگان با تایید نهایی مقاله حاضر، مسئولیت دقت و صحت مطالب مندرج در آن را می پذیرند.

تضاد منافع: نویسندگان تصریح می‌کنند که هیچ‌گونه تضاد منافعی در مطالعه حاضر وجود ندارد.

منابع

1. Dasgupta N, Ranjan S, Ramalingam C. Applications of nanotechnology in agriculture and water quality management. Environmental Chemistry Letters. 2017;15(4):591-605. doi:10.1007/s10311-017-0648-9
2. Rodrigues SM, Demokritou P, Dokoozlian N, Hendren CO, Karn B, Mauter MS, et al. Nanotechnology for sustainable food production: promising opportunities and scientific challenges. Environmental Science: Nano. 2017;4(4):767-81. doi:10.1039/C6EN00573J
3. Dasgupta N, Ranjan S, Mundekkad D, Ramalingam C, Shanker R, Kumar A. Nanotechnology in agro-food: from field to plate. Food Research International. 2015 Mar 1;69:381-400. doi:10.1016/j.foodres.2015.01.005
4. Sekhon BS. Nanotechnology in agri-food production: an overview. Nanotechnology, science and applications. 2014;7:31. doi:10.2147/NSA.S39406
5. Brame J, Li Q, Alvarez PJ. Nanotechnology-enabled water treatment and reuse: emerging opportunities and challenges for developing countries. Trends in Food Science & Technology. 2011;22(11):618-24.doi:10.1016/j.tifs.2011.01.004
6. Madhura L, Singh S, Kanchi S, Sabela M, Bisetty K. Nanotechnology-based water quality management for wastewater treatment. Environmental Chemistry Letters.2019;17(1):65-121. doi:10.1007/s10311-018-0778-8
7. Qu X, Alvarez PJ, Li Q. Applications of nanotechnology in water and wastewater treatment. Water research. 2013;47(12):3931-46. doi:10.1016/j.watres.2012.09.058
8. Thiruvengadam M, Rajakumar G, Chung IM. Nanotechnology: current uses and future applications in the food industry. 3 Biotech. 2018 Jan;8(1):1-3. doi:10.1007/s13205-018-1104-7
9. Sastry RK, Rashmi HB, Rao NH. Nanotechnology for enhancing food security in India. Food Policy. 2011;36(3):391-400. doi:10.1016/j.foodpol.2010.10.012
10. Sekhon BS. Food nanotechnology-an overview. Nanotechnology, science and applications. 2010;3:1. doi:10.2147/NSA.S8677
11. Diallo M, Brinker CJ. Nanotechnology for sustainability: environment, water, food, minerals, and climate. InNanotechnology research directions for societal needs in 2020 2011 (pp. 221-259). Springer, Dordrecht. doi:10.1007/978-94-007-1168-6_6
12. Srinivas PR, Philbert M, Vu TQ, Huang Q, Kokini JL, Saos E, et al. Nanotechnology research: applications in nutritional sciences. The journal of nutrition. 2010;140(1):119-24. doi:10.3945/jn.109.115048

[Downloaded from jmarmed.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.30491/2.4.193]