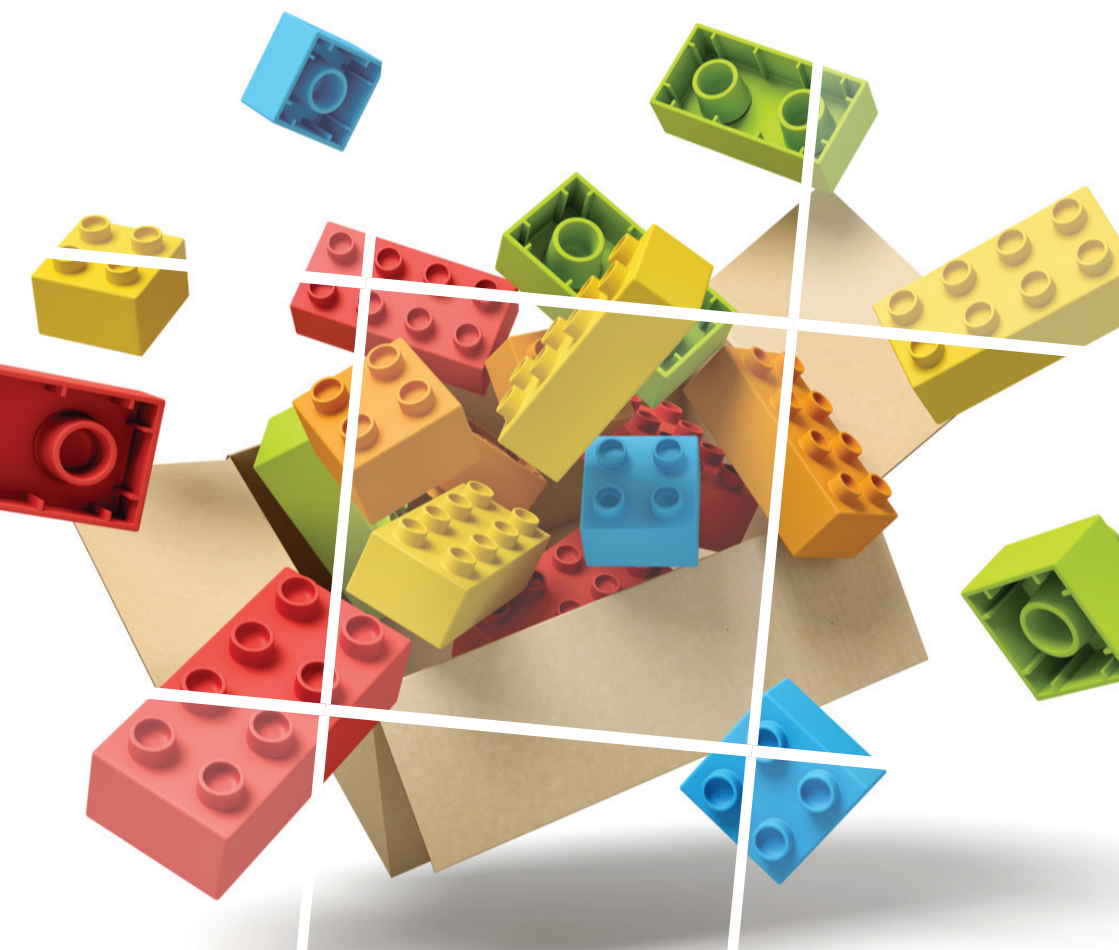


# افزایش ایمنی مواد به کار رفته در صنایع اسباب بازی با فناوری نانو

سال انتشار: ۱۴۰۰



## شناسنامه

## ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

گروه رصد و تولید محتوای بخش ترویج صنعتی

طراحی و اجرا:	توسعه فناوری مهرویژن	تلفن:	۰۲۱-۶۳۱۰۰
نظارت:	داود قرابیلو	نمابر:	۰۲۱-۶۳۱۰۶۳۱۰
پست الکترونیک:	IND@nano.ir	پایگاه اینترنتی:	www.nano.ir www.INDnano.ir
صندوق پستی:	۱۴۵۶۵-۳۴۴	اینستاگرام نانو و صنعت:	@INDnano.ir
تهیه‌کننده:	سپیده‌سماانه قاسمی، شرکت توسعه مهندسی الماسواره دانش		

## فهرست مطالب

۳	مقدمه
۶	چرا مواد شیمیایی سمی در اسباب‌بازی‌ها وجود دارد؟
۶	راه‌حل چیست؟
۸	شرکت‌های ایرانی
۹	شرکت‌های خارجی
۱۰	نتیجه‌گیری

## مقدمه

در سال‌های اخیر سطح بی‌سابقه‌ای از مواد شیمیایی و سموم توسط انسان ساخته شده است که چالش بزرگی محسوب می‌شود. سیاره ما از این مواد اشباع شده است و بدن ما هر روز از طریق غذا، آب، هوا، لباس، لوازم آرایشی، محصولات پاک‌کننده و بسیاری از چیزهای روزمره دیگر با این سموم و مواد شیمیایی بمباران می‌شود. در سال ۲۰۱۷، دانشمندان حتی زمین را به عنوان «سیاره سمی» نام‌گذاری کردند [۱].



علم پزشکی همچنین به‌طور فزاینده‌ای مشکلات و بیماری‌هایی مانند چاقی، سرطان، بیماری قلبی و همچنین اوتیسم را با حجم زیادی از مواد سمی که انسان روزانه در معرض آن‌ها قرار می‌گیرد، مرتبط می‌داند.

به همین دلیل منطقی است که تا حد امکان اقدامات احتیاطی برای محدود کردن این سموم انجام شود، به‌ویژه در نوزادان و کودکانی که سیستم ایمنی و اقدام‌های حیاتی آن‌ها هنوز در حال رشد است و اغلب کمتر قادر به مبارزه با مواد مضر هستند به‌علاوه، همه روزه نوزادان و کودکان نوپا در حال کاوش روی زمین هستند و همه چیز را در دهان خود قرار می‌دهند و احتمال مصرف مواد شیمیایی را افزایش می‌دهند [۱].

اسباب بازی‌های پلاستیکی نرم مانند اسباب بازی‌های حمام، عروسک‌های پلاستیکی و اسباب بازی‌های بادی اغلب ناقضان اصلی قوانین موجود برای سمیت محصولات هستند. نوع رزین مورد استفاده برای ساخت محصول پلیمری را با ارائه «کد شناسایی رزین» مشخص می‌کنند. یک کد رزین پلاستیکی به شما می‌گوید که از کدام نوع رزین پلاستیکی برای ساخت محصول شما استفاده شده است. یک بطری رزین پلاستیکی معمولاً با اعداد ۱-۷ تعریف می‌شود. در ادامه رزین مرتبط با هر عدد نشان داده شده است:

۱. PET: پلی‌اتیلن ترفتالات
۲. HDPE: پلی‌اتیلن با چگالی بالا
۳. PVC: پلی‌وینیل کلراید
۴. LDPE: پلی‌اتیلن با چگالی کم

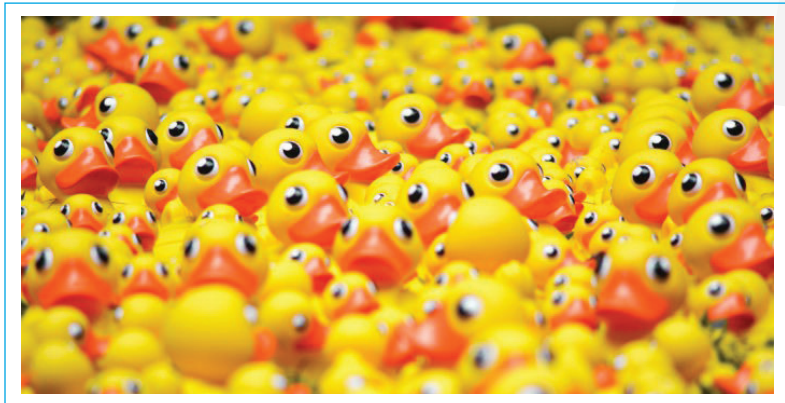
۵. PP: پلی پروپیلن

۶. PS: پلی استایرن

۷. دیگر: پلی کربنات و هر موردی غیر از موارد فوق

پلاستیک‌ها نیز بسته به نوع رزین مورد استفاده در آن‌ها با عددی بین ۱ تا ۷ دسته‌بندی می‌شوند [۲]. آن‌هایی که در دسته ۱، ۳، ۶ و ۷ طبقه‌بندی می‌شوند، عموماً سهم بیشتری در تخلف از قوانین موجود دارند. به همین دلیل، از اسباب‌بازی‌های پلاستیکی ساخته شده از PVC که اغلب شامل فتالات‌ها هستند، باید اجتناب کرد [۱].

رنگ‌ها، پوشش‌ها، چسب‌های سمی و همچنین اسباب‌بازی‌هایی با رنگ‌ها یا چسب‌های بالقوه سمی، مواردی هستند که باید از آن‌ها دوری کرد. برخی از رنگ‌ها حاوی سرب هستند و همچنین چسب‌ها ممکن است حاوی فرمالدئید باشند. اطلاعات منتشر شده در برخی از کشورها نشان می‌دهد که مواردی از مسمومیت با سرب به علت خوردن لاستیک‌های حاوی سرب، آب رنگ، مداد رنگی، قطعات اسباب‌بازی و مواد به‌کاررفته جهت بسته‌بندی اسباب‌بازی‌ها، مواردی از ابتلا به اسهال و استفراغ در اثر مسمومیت با ماده پلاستیکی به‌کاررفته در اسباب‌بازی و مسمومیت با تولوئن به‌کاررفته در ساخت یویو مشاهده شده است [۳]. همچنین اسباب‌بازی‌های چوبی ساخته شده از MDF و Ply-wood معمولاً با استفاده از چسب‌های سمی و سایر مواد چسبنده به هم متصل می‌شوند، بنابراین بهتر است در صورت امکان از آن‌ها اجتناب شود.



شکل ۱- عروسک‌های حمام ساخته شده از PVC دارای نرم‌کننده فتالات [۱]

استفاده از اسباب‌بازی‌های دست دوم نیز در صورت امکان، باید محدود شوند، به‌ویژه اگر این اسباب‌بازی‌ها تولید شده قبل از دهه ۹۰ هستند، زیرا کمتر با استانداردهای ایمنی فعلی مطابقت دارند. تحقیقات اخیر در بریتانیا در واقع غلظت بالایی از عناصر خطرناک از جمله ضدمنوان، باریم، برم، کادمیوم، کروم، سرب و سلنیوم را

در طیف وسیعی از اسباب بازی هایی که از مهدکودک ها، خانه ها و فروشگاه های صرفه جویی در سراسر جنوب غربی انگلستان آزمایش کردند، کشف کرد.

در بسیاری از سایت ها مشاهده شده است که اسباب بازی های ساخت چین محکوم می شوند و پیشنهاد می شود که کاملاً از آن ها اجتناب شود. اگرچه درست است که چین به دلیل استفاده از مواد ارزان قیمت، اغلب با پوشش های سمی و مقررات بسیار کم، بدنام است، اما فقط به این دلیل که یک اسباب بازی در خارج از چین ساخته می شود، به طور خودکار آن را به گزینه ایمن تر تبدیل نمی کند. بررسی تعدادی از موارد مسمومیت مراجعه شده به بخش اورژانس بیمارستان ها نشان می دهد که تعدادی از مسمومیت ها در اثر مواجهه با مواد شیمیایی موجود در اسباب بازی ایجاد می شود. همچنین گزارش های موردی از مسمومیت های حاد ناشی از اسباب بازی در کودکان نشان می دهد که این آسیب ها عمدتاً در اثر استنشاق بخارات ترکیباتی مانند چسب، حلال، مواد سوختنی و سایر ترکیبات مورد استفاده در کیت های نقاشی و یا مسمومیت با فلزات سنگینی مانند سرب یا جیوه به دنبال استفاده نامناسب از اسباب بازی اتفاق می افتد. آمار مرکز کنترل سم در ایالت متحده آمریکا نشان داده که ۱۳ درصد از سمیت های کودکان زیر ۶ سال مربوط به وسایل آرایشی و ۲/۴ درصد در ارتباط با ابزار آلات هنری و صنایع دستی است [۳].

گروه محیط زیست سازمان ملل (UNEP) گزارشی منتشر کرده است که نشان می دهد ۲۵ درصد اسباب بازی های کودکان حاوی مواد شیمیایی مضر هستند. افزودنی های شیمیایی در اسباب بازی های پلاستیکی و سایر محصولات پلاستیکی برای ایجاد ویژگی های خاصی مانند سختی یا ویژگی های کشسانی استفاده می شود. بر اساس این مطالعه، بسیاری از این مواد شیمیایی می توانند به سلامت کودکان آسیب برسانند. محققان توصیه می کنند که این مواد در اسباب بازی ها حذف شوند و با جایگزین های ایمن جایگزین شوند [۴]. این افزودنی ها شامل نرم کننده ها، بازدارنده های شعله، مواد فعال سطحی (مثلاً برای ایجاد کف)، تثبیت کننده ها، رنگ ها و اسانس ها هستند. پیتر فانتکه؛ استاد دانشگاه فنی دانمارک (DTU) و محقق اصلی این مطالعه گفت: «از ۴۱۹ ماده شیمیایی موجود در مواد پلاستیکی سخت، نرم و فوم مورد استفاده در اسباب بازی های کودکان، ۱۲۶ ماده به طور بالقوه می توانند به سلامت کودکان آسیب بزنند، از جمله ۳۱ نرم کننده، ۱۸ ماده بازدارنده شعله و هشت مورد از اسانس ها. این مطالعه اولویت بندی این مواد را برای حذف تدریجی در اسباب بازی ها و جایگزینی آن ها با جایگزین های امن تر توصیه می کند. همچنین اتاق کودکان باید تهویه شود تا در معرض استنشاق مواد شیمیایی خطرناک ساطع شده از اسباب بازی ها قرار نگیرند.»

از آنجایی که اغلب اسباب بازی های پلاستیکی دارای برچسب مواد شیمیایی نیستند، والدین نمی دانند که آیا یک وسیله مضر است یا خیر. در حالی که تأثیر کامل مواد شیمیایی پلاستیکی بر بدن ناشناخته است، اما ثابت شده که آن ها با سرطان و نابرووری مرتبط هستند. نوزادان و کودکان خردسال به دلیل سرعت متابولیسم سریع، نسبت بالایی سطح به وزن بدن و رشد سریع اندام ها و بافت ها، در برابر قرار گرفتن در معرض مواد شیمیایی حساس هستند [۴].

در ژوئن ۲۰۰۷، شرکت RC2، تولیدکننده قطارهای چوبی محبوب که به رنگ آمیزی های درخشان معروف بودند، پس از نقض قوانین استاندارد دولتی ایالات متحده و حضور سرب (Pb) در رنگ آن اسباب بازی ها، بیش از یک و نیم میلیون واحد از اسباب بازی ها از سرتاسر کشور جمع آوری شد.

کمپسیون ایمنی محصولات مصرفی (CPSC) هشدار داد که والدین باید فوراً استفاده کودکان از اسباب‌بازی‌ها را متوقف کنند. البته این تنها مورد نبود، در سال ۲۰۰۷ نیز، بیش از ۱۷ میلیون اسباب‌بازی به دلیل نقض رنگ فدرال سرب جمع‌آوری شدند [5].

## چرا مواد شیمیایی سمی در اسباب‌بازی‌ها وجود دارد؟

دو دلیل عمده وجود دارد که اسباب‌ها حاوی مواد شیمیایی سمی هستند: فقدان مقررات و نقض مقررات موجود. به‌طور خاص برای اسباب‌بازی‌ها، الزامات ایمنی در ایالات متحده و سایر کشورهای صنعتی در درجه اول در مورد ایمنی مکانیکی مانند جلوگیری از خفگی، پارگی یا آسیب‌های دیگر تمرکز کرده‌اند. تا همین اواخر تمرکز کمی روی مواد شیمیایی موجود در اسباب‌بازی‌ها طبق مقررات جاری وجود داشته است، CPSC فقط چهارده ماده شیمیایی موجود در اسباب‌بازی‌ها را محدود می‌کند که شامل هشت فلز سنگین و شش فتالات است.

## راه‌حل چیست؟

فناوری نانو با معرفی نانوکامپوزیت‌های پلیمری، نقش بسزایی را در حل این چالش داشته است. با استفاده از پلیمرهایی که خطری برای سلامتی ندارند و ایجاد خواص جدید در آن‌ها با استفاده از نانومواد که در ادامه معرفی خواهند شد، راه‌حل‌های امیدوارکننده‌ای برای حل برخی از موانع کاربردی پلیمرها جهت استفاده در ساخت اسباب‌بازی‌ها ارائه شده است.

قابلیت‌های بهبود یافته و مفاهیم جدید بسته‌بندی با پیشرفت در تحقیقات و گسترش علم نانو، امکان‌پذیر شده است. پلیمرهای طبیعی مانند قندها و پروتئین‌ها قادرند در ترکیب با نانومواد مانند نانوالیاف سلولزی، نانوکامپوزیت‌های سبز تشکیل دهند که بدون سمیت، زیست‌تخریب‌پذیر و زیست‌سازگار بوده و در محیط به‌وسیله موجودات تجزیه‌کننده به ریزواحد‌های خود تبدیل می‌شوند.

کارایی بالای نانوذرات و نانولوله‌ها زمینه به‌کارگیری پلیمرهای زیست‌تجزیه‌پذیر را در صنعت بسته‌بندی مواد غذایی فراهم کرده است. فناوری نانو محققان را قادر می‌سازد که ساختار عناصر بسته‌بندی را در مقیاس‌های خیلی کوچک تغییر دهند. از این فناوری می‌توان حتی در ساخت اسباب‌بازی‌های پلاستیکی و پلیمری بدون سمیت نیز استفاده کرد.

روش‌های متنوعی جهت تولید نانوذرات وجود دارد که به سه روش کلی فیزیکی، شیمیایی و زیستی طبقه‌بندی شده‌اند. تولید به روش شیمیایی ساده است ولی احتمال اینکه مواد سمی حاصل از واکنش بر روی نانوذرات تولیدی باقی بماند وجود دارد. در روش فیزیکی نانوذرات دارای سمیت کمی هستند ولی تولید زمان‌بر است. با توجه به این معایب و مشکلات استفاده از روش‌های فیزیکی و شیمیایی امروزه روش تولید زیستی معرفی شده است که روشی آسان و ارزان بوده و دارای سمیت کم و سازگاری بالا با بدن انسان است [6].

رایج‌ترین نانوذرات غیرسمی در صنایع غذایی که می‌توان در صنایع اسباب‌بازی نیز استفاده کرد، در ادامه معرفی می‌شوند:

■ رایج‌ترین نانوذرات مورد استفاده در صنایع غذایی عبارت‌اند از اکسید تیتانیوم ( $\text{TiO}_2$ ) که به دلیل

خواص فوتوکاتالیستی خود، می‌تواند به عنوان افزودنی به پلیمرها اضافه شود و باعث خواص ضد میکروبی و محافظت در برابر پرتو UV شوند. در حال حاضر از این نانوکامپوزیت‌ها در بسته‌بندی مواد غذایی و ظروف نگهدارنده مواد غذایی و افزودنی غذایی استفاده می‌شود.

■ نانوذرات طلا علاوه بر کاربرد در صنایع غذایی در حوزه‌های تحقیقاتی متفاوتی مانند پزشکی، تحقیقات مولکولی زیستی و نانوالکترونیک سودمند هستند. به کمک نانوذرات طلا می‌توان سلول‌های سرطانی را نابود کرد.

■ نانوذرات نقره که خواص ضد میکروبی و ضد باکتری بالایی دارند.

■ نانوذرات خاک رس که در حال حاضر در بسته‌بندی مواد غذایی جهت کاهش عبور گاز به داخل بسته‌بندی استفاده می‌شود.

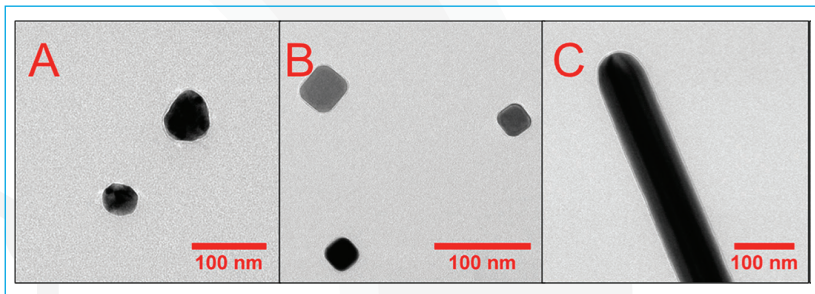
■ نانوذرات اکسیدروی (ZnO) که مانند نانوذرات اکسید تیتانیوم خواص ضد باکتری دارند.

■ نانوذرات اکسید سیلیسیوم (SiO<sub>2</sub>)<sup>[۷]</sup>.

بیشترین استفاده از نانوذرات نقره به دلیل داشتن ویژگی‌های ضد میکروبی قوی آن است که باعث شده است در محصولات مختلف همچون مواد شوینده، پوشاک، کفش، افزودنی‌های غذایی، مواد آرایشی و نیز به صورت پوشش ماسک‌های تنفسی، اسباب بازی و... کاربرد داشته باشد [۸].

استفاده از نانوذرات ضد باکتری نقره در محصولات مصرفی، از منسوجات گرفته تا اسباب بازی‌ها موجب شده است توجهات در مورد سمیت زیست محیطی این مواد بسیار جلب شود. این نانوذرات نسبت به طیف وسیعی از ارگانیزم‌ها سمی هستند اما با تغییر یک سری روش‌ها و مواد می‌توان سمیت آن‌ها را کاهش داد در حالی که خواص ضد باکتری مفید خود را حفظ کنند.

نقره به دلیل دارا بودن خواص ضد باکتریایی، پرمصرف‌ترین نانوماده است و در انواع کالاهای مصرفی از جمله لباس‌های ورزشی، اسباب بازی، ظروف نگهداری مواد غذایی و پانسمان زخم یافت می‌شود. به دلیل روش‌های سنتز ساده و خواص ضد باکتریایی آن‌ها، نانوذرات نقره اغلب کروی هستند می‌توان از آن‌ها در کاربردهای گوناگونی از جمله استفاده در اسباب بازی‌ها استفاده کرد [۹].



شکل ۲- نانوذرات نقره، کروی (A)، مکعبی (B) و میله‌ای (C) [۸]

## شرکت‌های ایرانی

محققان و پژوهشگران ایرانی هم از سال‌ها پیش درصدد تولید نانوذرات ضدباکتری برای استفاده در پارچه و اسباب‌بازی‌های کودکان بودند. از آنجایی که نانوذرات دارای خواص ضدباکتری معمولاً دارای خواص غیرسمی هم هستند، می‌توان از آن‌ها در اسباب‌بازی‌های ایمن و بدون سمیت نیز استفاده کرد. انواع مستریج‌های ضدباکتری با نانوذرات غیرسمی برای پلیمرهای پلی‌آمید، ABS، پلی‌کربنات، پلی‌اتیلن، پلی‌پروپیلن و... در ایران تولید می‌شوند. در سال‌های اخیر تولید منسوجات پلی‌استری رشدی روزافزون در صنعت نساجی داشته است. هم‌زمان با رشد و گسترش فناوری نانو، تولید منسوجات ضد میکروبی با استفاده از نانوقره به‌عنوان ماده فعال، به میزان قابل توجهی گسترش یافته است.



به‌عنوان مثال، پتروشیمی شهید تندگویان برای ایجاد ماندگاری خاصیت ضد میکروبی در برابر شست‌وشو و سایش، گرانول ضد میکروبی پلی‌اتیلن ترفتالات را با تثبیت ذرات نانوقره-دی‌اکسید تیتانیوم بر روی ماده اولیه در فرایند پلیمریزاسیون تولید کرده است. بر این اساس، این ذرات به‌صورت کاملاً یکنواخت در تمام توده‌ای پلیمر قرار گرفته و به‌خاطر پیوند نسبتاً محکمی که با توده‌ای پلیمر دارند به‌سادگی رهایش ندارند. از این گرانول به‌علت خواص بدون سمیت برای ساخت اسباب‌بازی‌های غیرسمی نیز می‌توان استفاده کرد [۱۰]. همچنین شرکت رامو آلپبریت، گرانول بر پایه نانوذرات نقره دارای خاصیت ضدباکتری و غیرسمی تولید کرده است که بیشتر به‌منظور کاربرد در ساخت قطعات کامپوزیتی پلیمری به‌منظور از بین بردن باکتری‌ها، ویروس‌ها و... در صنایع مختلفی چون خودروسازی، لوازم خانگی، قطعات پلیمری بیمارستانی و... مورد استفاده قرار می‌گیرد که می‌تواند برای ساخت قطعات اسباب‌بازی نیز استفاده شود [۱۰].





شکل ۳- نمونه‌ای از گرانول‌های تولیدی شرکت رامو آلبیرت [۱۰]

## شرکت‌های خارجی

یکی از شرکت‌هایی که اقدام به استفاده از نانوذرات ضدباکتری و غیرسمی در ساخت اسباب‌بازی کرده است، شرکت Pure Plushy است. این شرکت تمرکز خود را بر روی از بین بردن کپک‌ها، باکتری‌های خانگی و میکروارگانیسم‌ها با ترکیب فناوری نانونقره با فوم کرده است. این فناوری شامل افزودن نانوذرات نقره، به‌عنوان یک عامل طبیعی ضدکنه، ضدکپک و ضد میکروب و با سمیت کم با اندازه ۲۵ نانومتر (که حدود یک ۲۰۰ هزارم موی انسان است)، در داخل فوم و الیاف عروسک‌هاست. خواص ضد میکروبی و غیرسمی نانوذرات نقره این شرکت توسط مقررات محصولات بیوسیدال اتحادیه اروپا (BPR) تأیید شده‌اند [۱۱].



شکل ۴- نمونه‌ای از محصولات تولید شده توسط شرکت Microban



### نتیجه‌گیری

سلامتی کودکان یکی از دغدغه‌های مهم هر کشور و دولتی است. اصلی‌ترین وسایلی که کودکان در سال‌های اولیه خود با آن‌ها سروکار دارند اسباب‌بازی‌ها هستند.

به همین دلیل غیرسمی بودن این لوازم یکی از نکات اصلی خریداری آن‌هاست که این سال‌ها به آن توجه ویژه‌ای شده است. به همین منظور از فناوری نانو و نانوذرات و یا از مسترپیج‌های پلیمری با نانوذرات ضدباکتری با سمیت کمتر استفاده می‌شود تا مقدار سمیت در این لوازم به کمترین میزان ممکن برسد.

## بی‌نوشت‌ها

- ۱ Titanium Dioxide
- ۲ Zinc Oxide
- ۳ Silicon Dioxide

## مراجع

۱ Best Non-Toxic Toys For 2021: An Ultimate Guide, <https://onemumandalittlelady.com/non-toxic-toys/>

۲ اختصاصی بسیار / نمادهای مختلف بازیافت در پلاستیک‌ها و... به چه معنا هستند؟  
<https://polymervapooshesh.ir>

۳ راهنمای بهداشتی سلامت کودکان در اسباب‌بازی  
<https://ier.tums.ac.ir>, <https://ier.tums.ac.ir/uploads/24/old/Toys-site.pdf>

۴ Harmful Chemicals Found in 25% of Children's Toys, UNEP Study Finds  
<https://sdg.iisd.org/news/harmful-chemicals-found-in-25-of-childrens-toys-unesp-study-finds/>

۵ Toxic Chemicals in Toys and Children's Products: Limitations of Current Responses and Recommendations for Government and Industry, Environmental Science & Technology, VOL. 44, NO. 21, 2010.

۶ بررسی اثرات سمیت سلولی نانوذرات طلائی تولیدی توسط *Bacillus cereus* بر روی رده‌های سلولی هپاتوسیت و فیبروبلاست، مجله پژوهش‌های سلولی و مولکولی (مجله زیست‌شناسی ایران) جلد ۲۹، شماره ۳

۷ بررسی امکان کاربرد نانوذرات در ارتقای قابلیت بیوپلیمرها در بسته‌بندی مواد غذایی  
<http://irannano.org>

۸ اثر نانوذرات دی‌اکسید تیتانیوم بر سمیت حاد نانوذرات نقره در ماهی دانیو گورخری  
<https://elmnet.ir>

۹ محصولات فناوری نانو در حوزه رنگ، رزین، کامپوزیت و پلیمر  
<http://nilifam.com/media/2016/08/Nano-products.pdf>

۱۰ Reducing Environmental Toxicity of Silver Nanoparticles through Shape Control, DOI: 10.1021/acs.est.5b01711, Environmental Science & Technology, 2015.

۱۱ Nanotechnology and Nanosilver: What Are the Concerns?  
<https://www.microban.com/antimicrobial-solutions/overview/safer-than-nanotechnology>

از مجموعه گزارش های صنعتی فناوری نانو در صنعت اسباب بازی منتشر شده است



■ کاربردهای فناوری نانو در ساخت اسباب بازی ها

■ ساخت اسباب بازی های آنتی باکتریال با استفاده از مسترپیج های نانو ساختار

