

چکیده

امروزه تفکر خلاق همراه با تکنولوژی و فناوری نوین، از قبیل فناوری نانو عرصه را برای ظهور پارچه و لفاف‌های جدید فراهم ساخته است که عرضه پارچه با سطحی دارای ویژگی خاص و کاربردی متفاوت در جهان امروز امری ممکن جلوه می‌کند. ابداع تکنیک‌ها و فناوری جدید و پیشرفته، انسان را در به واقعیت پیوستن رویای نامرئی شدن یاری نمود. در تحقیق حاضر، انجام این پدیده مهم از نقطه نظرهای علل و عوامل فیزیکی مطرح شده در کتب علمی معتبر و همچنین معرفی ماتریال‌های ایجادکننده این ویژگی مهم، مورد بررسی و معرفی قرار گرفته است. ولی از نظر فناوری، این واقعیت را نمی‌توان نشان داد.

مقدمه:

ج- رسیدن نور تابیده شده از منبع به جسم و انعکاس نور بازتابیده از آن و رسیدن آن به چشم که منجر به تشکیل تصویر جسم در چشم می‌گردد. برای نامرئی شدن یک جسم باید در این سه شرط تغییراتی ایجاد نمود تا جسم دیده نشود، به عبارتی هرگونه تغییر در این شرایط موجب نامرئی شدن می‌گردد.

الف: وجود جسم

برای نامرئی کردن جسم مرئی که وجود دارد، دو راه امکانپذیر است:

۱. باید جرم جسم را تجزیه کرده و موجب نامرئی شده آن گشت که این امر براساس فرمول نسبیت انیشتین $E=mc^2$ امکانپذیر است و منجر به فیسینون یا شکافت هسته‌ای می‌شود که عملاً هدف ما نیست.
۲. بدون تجزیه و در حالتی که ماهیت جرمی جسم حفظ می‌شود، آن را نامرئی کنیم که برای این منظور باید حقایق ذیل که ناشی از رفتارهای موجی انرژی و قوانین حاکم بر آن است توجه کرد:
 ۱. وجود انرژی حرارتی در جسم
 ۲. وجود انرژی صوتی در جسم
 ۳. تبدیل انرژی به انرژی نورانی (مادون قرمز)

ب: وجود منبع نور و زوایای تابش و بازتابش آن

با توجه به وجود یا عدم وجود منبع اصلی نور یعنی نور خورشید، در روز یا شب، با ایجاد تغییرات لازم میتوان مانع از تابیده شدن نور به جسم و دیده شدن آن شد.

۱. با توجه به اینکه در روز منبع اصلی نور خورشید وجود دارد، با این روشها میتوان مانع از دیده شدن شد:

- انحراف مسیر نور از اطراف جسم
- پیچاندن مسیر نور در اطراف جسم و منحرف کردن آن
- تغییر در زاویه انعکاس نور و مانع رسیدن آن نور بازتابیده به چشم
- جذب انرژی نورانی که منبع نور به جسم می‌تابد

۲. وقتی در شب منبع اصلی نور خورشید وجود ندارد، از روشهای ذیل میتوان مانع از دیده شدن شد:

- بوسیله انحراف و یا جذب امواج انرژی حرارتی ساعت از جسم، مانع رسیدن آن به

پدیده نامرئی شدن، رویای دیرینه انسان بوده از نقطه نظر امنیتی نیز حائز اهمیت می‌باشد و فکر داشتن ارتش نامرئی از زمانهای قدیم، در اذهان دولت مردان بسیاری از کشورها همواره وجود داشته است. امروزه انسان با استفاده از فناوری‌های پیشرفته نانو، موفق به تولید انواع پارچه‌های نانویی یا هوشمند بر اساس هدف مورد نظر خود گشته است، از جمله پارچه‌ها یا لفاف‌های نانویی نامرئی کننده که قادر است رویای ارتش نامرئی انسان را تبدیل به یک واقعیت کند.

هدف از این تحقیق، بررسی و معرفی علل و عوامل مرئی بودن و بدنبال آن بررسی چگونگی ایجاد تغییرات لازم در آن علل به منظور نامرئی شده، صورت گرفته است که جمله‌ی این مطالب در کتب علمی معتبر روز موجود می‌باشد. در مسیر این تحقیق، بزرگترین مانع عدم وجود کتابی مستقل در زمینه موضوع مقاله، نه تنها در کشور ایران بلکه در کشورهای خارجی تحقیق کننده در این مورد می‌باشد که منجر به عدم دسترسی به منابع مکتوب لازم گردیده است و تنها منابع قابل دسترسی، مقاله‌های منتشر شده از سایت‌های اینترنتی می‌باشد. زیرا تحقیقات و استفاده از فناوریهای مورد نظر فقط بوسیله نیروهای نظامی کشورهای معدودی که دارای این فناوری هستند صورت گرفته است. تحقیق حاضر، از نظر هدف کاربردی و از نظر روش توصیفی تحلیلی می‌باشد و برای جمع‌آوری از شیوه کتابخانه‌ای استفاده شده است.

انرژی و صور آن

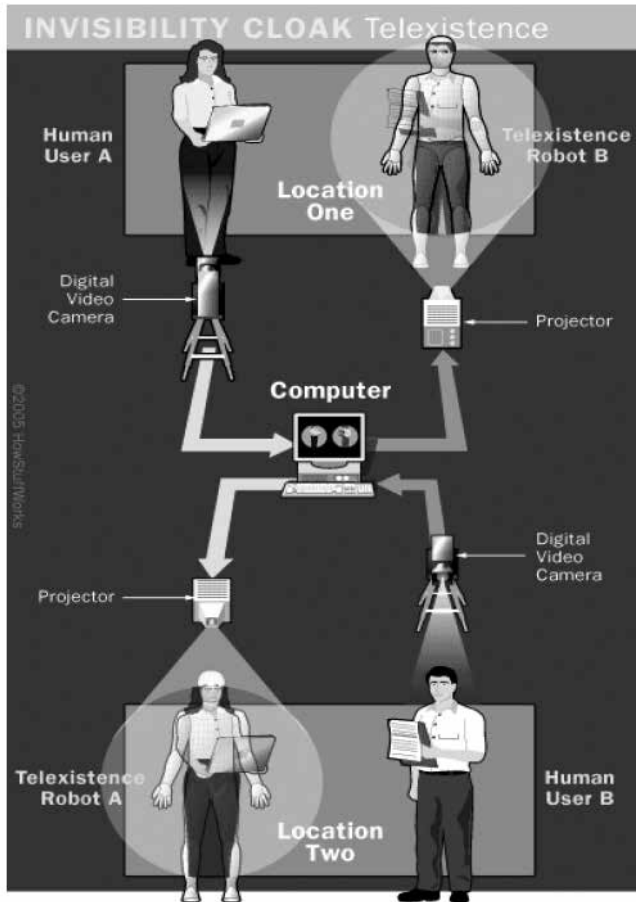
انرژی توانایی یا پتانسیل انجام کار است نه بوجود می‌آید و نه از بین می‌رود، بلکه از صورتی به صورت دیگر درمی‌آید. یعنی دارای صور مختلفی است که قابلیت تبدیل به یکدیگر را دارند و این بدلیل ماهیت موجی بودن انرژی و در نتیجه داشتن رفتارهای موجی انواع آن می‌باشد. از جمله صور مختلف آن، انرژی حرارتی، صوتی، نورانی و مکانیکی، شیمیایی، مغناطیسی، الکترومغناطیسی و ... بوده و بطور مثال در بخاری برقی، انرژی الکتریکی به انرژی نورانی و حرارتی تبدیل می‌گردد.

شرایط لازم برای مرئی بودن

شرایط لازم برای مرئی بودن یا دیده شدن عبارتند از:

الف- وجود جسم

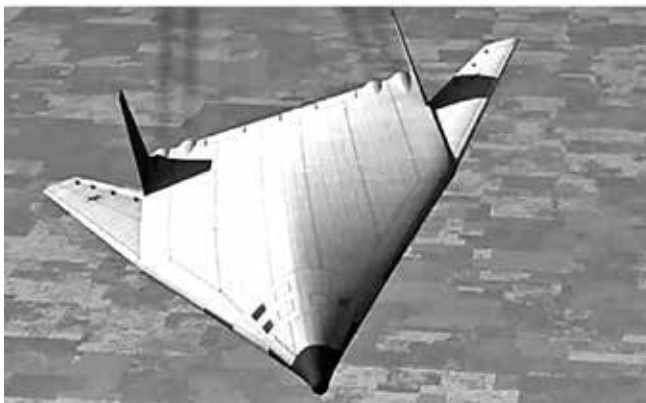
ب- وجود منبع نور



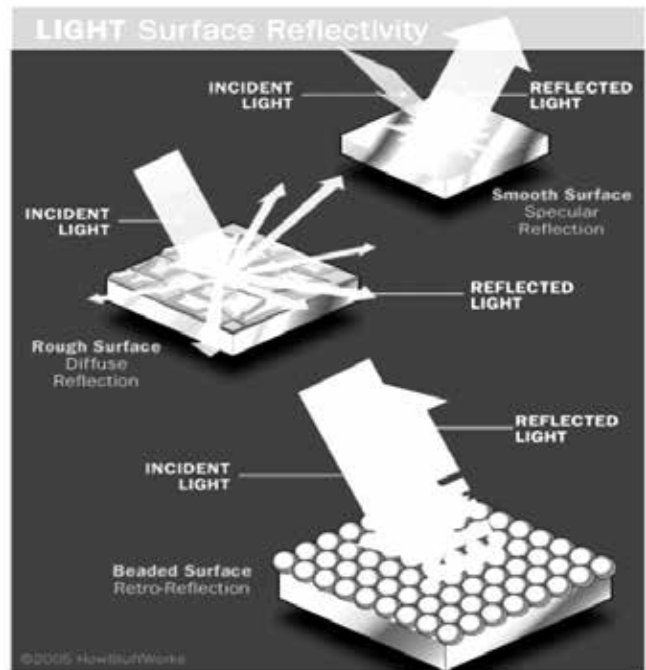
شکل ۳- گاهی پوشش نامرئی یک چیز متفاوت را نشان می دهد

است) برای اینکه واقعاً این پوشش کار کند، از یک لایه آنتن های مکعب شکل بسیار کوچک، در اندازه های مختلف پوشیده میشود تا انتشار نور منعکس شده را کنترل کند. نور طوری از این پوشش شل مانند منعکس میشود که انگار یک آینه سطحی است.

از لحاظ علمی این پوشش پیش زمینه خود را نشان میدهد و یا یک چیز کاملاً متفاوت را نشان می دهد. از جمله متریال جاذب رادار بنام Iron Ball Paint هست که برای نامرئی کردن هواپیما استفاده میشود. هر سیگنالی که از رادار به آن میرسد به لطف این ماده از هم پاشیده می شود



شکل ۴- هواپیمای نامرئی شونده با Iron Ball paint



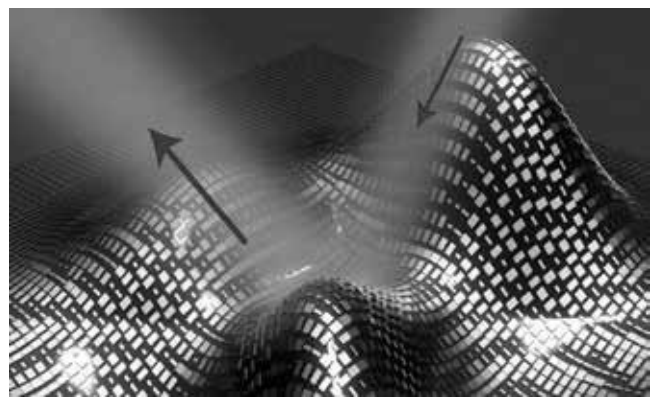
شکل ۱- انواع زاویه انعکاس از جسم نامرئی کننده

عدسی دوربین و یا عینک حرارتی مادون قرمز و یا سنسورهای حرارتی شده و در نتیجه مانع دیده شدن میشود.
- انحراف یا جذب امواج نوری که از طرف منبع نور (غیر از خورشید) به جسم می تابد.

- انحراف یا جذب امواج صوتی که از جسم به طرف گیرنده رادار می رسد.
براین اساس هر گونه فعالیت نامرئی کردن در حوضه های زیر انجام می گیرد:

۱. انحراف یا جذب امواج نوری
۲. انحراف یا جذب امواج صوتی
۳. انحراف یا جذب امواج حرارتی

اساساً در تمام موارد فوق از فناوری نانو و از تمامتریال یا فراماده استفاده میشود. فراماده به ماده مرکبی گفته می شود که ساختار آن خواصی دارد که بطور طبیعی رخ نمی دهد. برای مثال نامرئی شدن این مواد یک شی سه بعدی را مثل یک شل در برمیگیرد و ضخامت آن ۸۰ نانومتر است. یک میلیمتر = ۱,۰۰۰,۰۰۰ نانومتر



شکل ۲- لایه آنتن های مکعب شکل بسیار کوچک

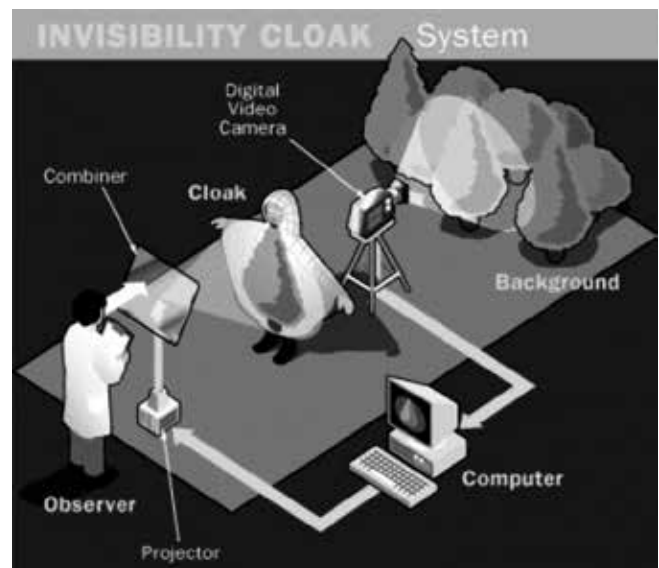
فناوری تولید این مواد در کشورهای معدودی مانند ایالت متحده آمریکا، کانادا، روسیه، کره شمالی، کره جنوبی، چین، پاکستان و هند می باشد.

پارچه نامرئی کننده تولید شده در دانشگاه بروکلی

محققان دانشگاه UCI بروکلی موفق به ساخت پارچه نامرئی کننده که میتوان دور اجسام کوچک قرار گرفته و آنها را ناپدید کنند، شدند. این محققان به رهبر شیانگ ژانگ یک نوع پارچه تاشو نامرئی کننده و فوق العاده نازک تولید کرده اند که میتوان در اطراف جسم میکروسکوپی در هر شکل و اندازه ای پیچیده شود و آنها را در یک طیف گسترده از نامرئی بودن قرار دهد. در شکل فعلی این تکنولوژی میتواند در محاسبات نوری و یا در مخفی کردن قطعات میکروالکترونی از چشم افراد مورد استفاده قرار گیرد و در صورت لزوم در اندازه های نسبی بزرگتر نیز میشود. این پوشش بوسیله مهندسی فراماده و به قطر ۸۰ نانومتر طراحی شده است. این عناصر ساخت دست بشر میتوانند با روش های خاصی نور را دستکاری نمایند و آن را به سمت سطح یا پوشش نامرئی کننده هدایت نمایند و این باعث میشود که هیچ نوری به سمت شی منعکس نشود و همچنین هیچ نوری از سمت شی به سمت چشم انسان منعکس نگردد. این پارچه نازک میتواند در طیف وسیع از نورهای مرئی کار کند و مکرراً از لحاظ اندازه بزرگ شود. [۱]

پارچه های نامرئی کننده تولید شده در دانشگاه کالیفرنیا

بویکر کانتبه و لی یو شو از دانشگاه کالیفرنیا، سن دیه گو، شنلی ساخته اند که به کمک شکست نور باعث میشود یک جسم دقیقاً مشابه سطح پشتی به نظر برسد و به این ترتیب به وسیله مواد تمامتریال و تنها بوسیله یک لایه نازک از آنها، این عمل انجام شده و بیننده را متقاعد می کنند که در مقابل آنها هیچ چیزی وجود ندارد. این شنل تک لایه، باعث شکست نور تابیده شده میشود و به این ترتیب به نظر میرسد پرتو از محل دیگری در پشت جسم تابیده شده است. متانتريال مورد استفاده در این مورد، سرامیک و تفلون هستند که در کنار هم یک دی الکتریک یعنی رسانای بسیار ضعیف تشکیل می دهند و همزمان نور زیادی را به خود جذب نکرده و بیشتر آن



شکل ۵- تصویر شنل، طرح شماتیک

را بازتاب می کنند. این ماده در ابعاد بسیار کوچکی ساخته شده تا مسیر باریکه های نور را درست به همان صورتی که محققان انتظار دارند، تغییر دهد. [۲]

ردای روچستر یا روچستر کلاک

این ردا در واقع یک چیدمان هوشمندانه از لنزهای استاندارد است که باعث میشود نور اطراف یک جسم انحراف پیدا کرده و آن را از دیده ها پنهان می کند. این طرح زیر نظر پرفسور فیزیک اپتیک پیشرفته جان هاول و بوسیله دکتر جوزف چوی در دانشگاه روچستر انجام و ساخته شد و بیانگر این است که بسیاری از یافته ها برای ناپدید کردن یک شی تا به امروز وابسته به تکنولوژی پیچیده با متریال های خاص بوده اند. مواد ساخته شده در این زمینه پیش از این مواد، تنها از زاویه مستقیم درست کار میکردند و اگر جسم مورد نظر چند سانت به راست یا چپ متمایل می گشت، قابل مشاهده می شد ولی در این بین، این ردا اولین دستگاه ساخته شده است که میتواند بصورت سه بعدی و بطور مداوم و چند زاویه ای عمل ناپدید کردن را توسط انتقال اشعه های طیف مرئی انجام دهد. [۳]

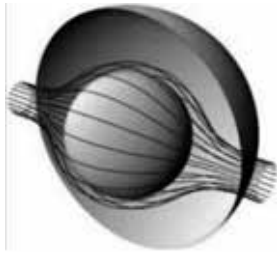
پارچه نامرئی کننده تولید شده کره ای

نمونه دیگری از پارچه نامرئی کننده ساخت کره می باشد که ظاهراً به گونه ای این شنل طراحی شده که فقط انسان را نشان نمیدهد و اشیاء پشت سری را نشان میدهد. در واقع زمانی که این پارچه فعال است و روی بدن انسان و یا روبروی بدن وی قرار می گیرد، آن قسمت از بدن فرد که زیر شنل است برای شخص شاهد، قابل



شکل ۶ و ۷- وقتی جسم در فاصله مناسب با عدسی نباشد دیده نمی شود

طرف دیگرش، پوشش گرمایی را از لحاظ الکتریکی کنترل کرد.[۵]



شکل ۱۱- پمپاژ فعال گرما از یک طرف جسم به طرف دیگر

لغاف های نامرئی کننده تولید شده کانادایی

نتایج تحقیقات شرکت کانادایی هایپر استیل به ریاست گای کرامر پارچه های نامرئی کننده ای هستند که بوسیله تکنولوژی کوانتومی، پرتوهای نور را دور انسان یا شی میبچانند و آن را از دید مخفی می نماید به همین علت برای کاربردهای نظامی بسیار ایده آل هست مثلاً در یونیفورم سربازان استفاده می شود.[۶]



شکل ۱۲- پوشش نامرئی کننده پرتو نور را دور انسان می پیچد

پارچه های نامرئی یا لباس مخفی ساخته روسیه

به گزارش اسپوتنیک این فناوری تقریباً به تمامی انواع پارچه این امکان را میدهد که اشعه های راداری را جذب و دفع کنند (اتم از صوتی یا حرارتی). بطور مثال رادار «فارا - پی وی» ساخت شرکت الماس آلتای فرد را تا فاصله ۳ کیلومتری با وجود مه، دود، گرد و غبار و برف تشخیص میدهد ولی بر اساس فناوری تولید این پوشش، نه تنها فرد نامرئی می گردد بلکه میتوان پوششی ساخت که به خوبی از باران و باد نیز محافظت کرده و در عین حال تهویه مناسبی نیز داشت. همچنین دانشمندان دانشگاه ایالتی ساراتوف روسیه موفق به ساخت شل نامرئی برای سربازان شدند که آنها را با رنگ زمینه ای که در آن قرار دارند، منطبق کرده و استتار می کند و آنان را در برابر رادارها و دستگاههای رادیویی شناگر، استتار می کند. چون از ویژگی جذب امواج رادیویی استفاده می کنند. در طراحی این شل، سلولهای حساس به نور فوق العاده کوچکی در بافت پیچیده آن بوسیله فناوری نانو پردازش شده که میتواند رنگهای اطراف و سیگنالهای الکتریکی را تشخیص داده سپس لایه بالایی را برای تقلید آن رنگ تحریک کند. این تغییر رنگ با استفاده از رنگ های حساس به حرارت انجام میشود که این خود یک روش دفاع حیاتی است. از این فناوری در توسعه تجهیزات نظامی پیشرفته استفاده میشود که در طیف وسیعی در ارتش ایالات متحده آمریکا و بریتانیا نیز استفاده می شود.[۷]

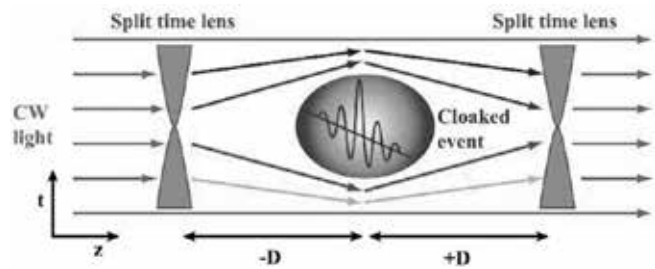
مشاهده نیست، در واقع این پارچه به موجود زنده که بدنش دارای حرارت هست حساس است و شاید از تکنولوژی حرارتی برای ساخت آن استفاده شده است.[۴]

ROCHESTER CLOAK

- First 3D visible light invisibility cloak
- Developed at the University of Rochester in NY
- Creates "regions of invisibility" that can completely hide objects.
- Uses refraction through a 4 lens system.



شکل ۸- چیدمان همشمندانه لنز



شکل ۹- نحوه عملکرد عدسی بر روی زاویه تابش و زاویه بازتابش



شکل ۱۰- شل حساس به حرارت بدن

پارچه های نامرئی کننده سنگاپوری

در دانشگاه تکنولوژی نان یانگ، توسط پروفسور بال ژانگ، پارچه ای ساخته شد که پتانسیل توزیع و تنظیم دما و جریان گرما در وسایل الکتریکی و سیستم های نیمه رسانا را بطور دقیق دارد. وی با کاربر روی مواد متافیزیک، مواد مصنوعی با خواص جدید ایجاد کرده که به طور طبیعی در مواد دیگر داده نمیشود. بطور مثال یک پارچه گرمایی متافیزیکی که به طور فعال گرمای رسانا در اطراف یک جسم را هدایت میکند و میتواند برای نامرئی کردن در شب مورد استفاده قرار گیرد. این پارچه دارای کاربرد افزایش مصرف بهینه و همگن سازی گرمایی نظیر موتورهایی با قدرت زیاد، دستگاههای MRI، سنسورهای گرمایی می باشد. وی با به کارگیری ماژول های گرمابرقی و با پمپاژ فعال گرما از یک طرف جسم مخفی شده و به

که تقلیدی از پوست ماهی مرکب است قرار داد، رنگ و انعکاس این نوار قابلیت تغییر داشته و به آن امکان میدهد تا وقتی با دوربین فرسوخ نگاه میشود، ناپدید شده و دوباره دیده شود. نیروهای نظامی عمدتاً برای دید، حرکت، نظارت و هدف گیری در شب از تجهیزات تشخیص فرسوخ استفاده می کنند. وی بیان کرد ساخت این پوشش یک گام به سوی ساخت موادی است که در واکنش به یک سیگنال خارجی، خود پیکربندی مجدد انجام میدهند و هدف بلند مدت، ساخت پوششهایی است که بطور پویایی بافت و رنگ خود را برای سازگاری با محیط تغییر دهند.



شکل ۱۶- ماهی مرکب

نتیجه گیری:

در این تحقیق به معرفی انواع پارچه های نامرئی کننده یا استتار کننده بر اساس رفتارها و قوانین فیزیکی حاکم بر انرژی، انواع آن و قابلیت تبدیل آنها به یکدیگر و با استفاده از مواد تمامتریال یا فراماده که قابلیت مخفی کردن اجسام را کسب کرده اند، پرداخته شده است و با توجه به پیشرفت های روز افزون نانو فناوری و تکنولوژی های نوین، انتظار می رود، دستاوردهایی با ویژگی های خاص دیگر در آینده بوجود آید که نه تنها در بخش نظامی بلکه در بخش های دیگر از قبیل پزشکی و ... نیز استفاده از این تجهیزات هوشمند لازم و ضروری خواهد بود.

پی نوشت:

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد طراحی لباس و پارچه دانشگاه علم و فرهنگ
۲. استاد رشته طراحی پارچه و لباس، دانشگاه علم و فرهنگ

منابع:

- [1] www.yjc.ir
- [2] www.time.com>health , www.yjc.ir
- [3] <https://cdn.digiato.com/therochestercloak>
- [4] <https://edition.com>
- [5] <http://www.aparat.com>
- [6] www.physics.org , www.avapress.com , www.hyperstealth.com
- [7] [Russian<https://ir.sputniknews.com](https://ir.sputniknews.com)

منابع تصویر:

- (شکل ۱): www.science.howstuffworks.com
- (شکل ۳ و ۲): www.science.howstuffwork.com/bywilliamharis&robertlamb
- (شکل ۴): <https://ir.sputniknews.com>
- (شکل ۵): www.science.howstuffworkss.com
- (شکل ۷ و ۸ و ۹): <https://cdn.digiato.com/article/therochestercloak>
- (شکل ۱۰): <https://edition.cnn.com>
- (شکل ۱۱): <https://www.aparat.com>
- (شکل ۱۱): www.physics.org
- (شکل ۱۲ و ۱۳): www.hypersics.org/www.avapress.com
- (شکل ۱۴): www.livescience.com/https://ir.sputniknews.com
- (شکل ۱۵): www.beytoote.com
- (شکل ۱۶): <https://click.ir>



شکل ۱۳- سرباز استتار شده در پوشش نامرئی کننده



شکل ۱۴- پوشش نامرئی کننده رنگهای اطراف را تشخیص داده و از آن تقلید می کند



شکل ۱۵- شنل نامرئی ساخت ساراتف روسیه

البته ابتدا این تکنولوژی در آمریکا توسط پژوهشگران دانشگاه ایلیونیز و موسسه فناوری ماساچوست تولید شده است.

اختراع لباس نامرئی کننده انسان توسط آمریکایی ها

پرفسور آلون گوردتسکی از دانشگاه کالیفرنیا - ارواین با بررسی ماهی مرکب مدادی، موفق به خلق پوشش مستتر کننده مادون قرمز زیست تقلید شد. وی رفلکتین - ساختار پروتئینی ضروری در ماهی مرکب برای تغییر رنگ و انعکاس نور به منظور استتار را در باکتریهای معمولی تولید کرده و آن را در ورقه های اپتیکی نازک و فعال