

بررسی عناصر چندرسانه‌ای مؤثر در تصویرسازی علمی - آموزشی (با تأکید بر فناوری هولوگرافیک)

سید محمد طاهری قمی^۱

۱. استادیار گروه ارتباط تصویری، دانشکده هنرهای تجسمی، دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران.

Email: sm.taheri@au.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲، ۱۱، ۱۶ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳، ۵، ۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳، ۵، ۲۵

چکیده

مقدمه: تصویرسازی علمی - آموزشی نقشی مهم و تأثیرگذار در ساده‌سازی مفاهیم پیچیده و جذابیت بصری آن‌ها برای فراگیران ایفا می‌کند. عناصر چندرسانه‌ای، مانند تصاویر، نمودارها و تصاویر متحرک، در کنار صداها و موسیقی، اثربخشی تصاویر آموزشی را افزایش می‌دهند. این عناصر، یک بسته جامع نمایش بصری ارائه می‌کنند که می‌تواند اطلاعات متنی را پشتیبانی و تقویت کند. به عبارت دیگر، چندرسانه‌ای‌ها شاخه‌هایی نوین از تصویرسازی هستند که براساس دست‌آوردهای فناوری‌های معاصر و نیز ورود به عرصه‌هایی مرکب از عناصر هنری و رایانه، جایگاه ویژه‌ای در دوران ما یافته‌اند. فراگیران می‌توانند مفاهیم انتزاعی را تجسم کنند، فرآیندها را درک کنند و ارتباط میان ایده‌های مختلف را آسان‌تر درک و برقرار کنند. علاوه بر این، از عناصر چندرسانه‌ای می‌توان برای ارائه نمونه‌های واقعی و مطالعات موردی استفاده نموده و تجربه یادگیری را مرتبط‌تر و کاربردی‌تر کرد. با پیشرفت فناوری و هنرهای جدید، اکنون معلمان به طیف گسترده‌ای از عناصر چندرسانه‌ای برای ایجاد تجسم‌های آموزشی جامع‌تر دسترسی دارند. یکی از این فناوری‌ها که توجه زیادی را به خود جلب کرده، فناوری هولوگرافیک است. این پژوهش به بررسی و تبیین نقش و جایگاه تصویرگران علمی - آموزشی در خلق محتوای تصویری - آموزشی چندرسانه‌ای، مبتنی بر فناوری نوین هولوگرافیک، پرداخته است. در این راستا، پژوهش حاضر برای پاسخگویی به این پرسش صورت می‌پذیرد: کیفیت تأثیرگذاری عناصر چندرسانه‌ای در تصویرسازی علمی - آموزشی، متکی بر فناوری هولوگرافیک، چگونه است؟

روش پژوهش: پژوهش حاضر که از نوع نظری است، با هدف بررسی میزان و کیفیت تأثیر عناصر چندرسانه‌ای در تصویرسازی علمی - آموزشی، به ویژه متکی بر فناوری هولوگرافیک و به روش توصیفی - تحلیلی صورت گرفته است و گردآوری اطلاعات به شیوه کتابخانه‌ای و اسناد الکترونیکی تنظیم شده است.

یافته‌ها: با استفاده از قدرت تصویرگری چندرسانه‌ای، و تکیه بر فناوری هولوگرافیک و ترکیب محرک‌های دیداری، شنیداری و لامسه، مخاطبان می‌توانند با درک فضایی ملموس‌تر و مطالعه چندوجهی سوژه، به‌دلخواه خود، یادگیری فراگیرتری تجربه کنند که درک، حفظ و مهارت‌های تفکر انتقادی را بیش از پیش افزایش می‌دهد.

نتیجه‌گیری: ادغام عناصر چندرسانه‌ای با پلتفرم‌های مبتنی بر سیستم‌های یادگیری نوین، دسترسی و همکاری یکپارچه را در دستگاه‌ها و مکان‌های مختلف امکان‌پذیر می‌سازد. چندرسانه‌ای‌ها، به‌ویژه از نوع هولوگرافیک، دارای امکاناتی بی‌پایان هستند و تصویرگران با افزودن وجوه خلاقانه و ایده‌پردازی‌های نوآورانه خویش به این رسانه‌های نو می‌توانند سازوکارهای کمی و کیفی آموزش را متحول سازند.

کلیدواژه

آموزش، تصویرسازی علمی - گرافیک، هنر چندرسانه‌ای، هولوگرافیک، تعامل

ارجاع به این مقاله: طاهری قمی، سید محمد. (۱۴۰۳). بررسی عناصر چندرسانه‌ای مؤثر در تصویرسازی علمی - آموزشی (با تأکید بر فناوری

هولوگرافیک). پیکره، ۱۳(۳۷)، ۷۶-۹۱. DOI: <https://doi.org/10.22055/PYK.2024.19358.91-76>



©2024 by the Authors. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>

مقدمه و بیان مسئله

درهم‌آمیزی عناصر چندرسانه‌ای در کلاس درس، رویکرد سنتی معلم‌محور را به یک محیط یادگیری فراگیرمحور تبدیل کرده است. ابزارهای چندرسانه‌ای فرصت‌های مناسبی را برای مشارکت فعال، همکاری و کاوش فراهم می‌کنند. فراگیران می‌توانند با شبیه‌سازی‌های تعاملی، تجربیات واقعیت مجازی و منابع آنلاین، درگیر شوند تا درک خود را از مفاهیم پیچیده عمیق‌تر کنند. علاوه بر این، عناصر چندرسانه‌ای‌ها با اجازه دادن به فراگیران برای بیان ایده‌های خود از طریق رسانه‌های دیداری و صوتی، خلاقیت و تخیل آنان را تقویت می‌کنند. به این ترتیب، کلاس درس به فضایی پویا و تعاملی تبدیل می‌شود و سطح عمیق‌تری از تعامل و انگیزه را در بین فراگیران ارتقا می‌دهد. عناصر چندرسانه‌ای، حوزه آموزش را متحول کرده و روش‌های تدریس سنتی را به تجربیات پویا و تعاملی تبدیل کرده است. با پیشرفت فناوری، معلمان، اکنون به طیفی وسیع از ابزارهای چندرسانه‌ای دسترسی دارند که فرآیند یادگیری را بهبود می‌بخشد. این عناصر، از فیلم‌ها و کلیپ‌های صوتی گرفته تا انیمیشن‌ها و شبیه‌سازی‌های تعاملی، قدرت جذب فراگیران و تسهیل درک بهتر را دارند. تجسم آموزشی ابزار قدرتمندی است که به درک و حفظ مفاهیم پیچیده کمک می‌کند. تحقیقات نشان داده است که ترکیب عناصر چندرسانه‌ای در ابزارهای آموزشی، منجر به بهبود درک، تعامل و حفظ دانش در بین فراگیران می‌شود. یکی از نوین‌ترین پیشرفت‌ها در فناوری چندرسانه‌ای، استفاده از فناوری هولوگرافیک در آموزش است. هولوگرام‌ها^۴ تصاویری سه‌بعدی هستند که می‌توانند در فضا پخش شوند و یک تجربه یادگیری واقعی و فراگیر ایجاد کنند. فناوری هولوگرافیک با ارائه تجسم‌های تعاملی و واقعی از مفاهیم پیچیده به فراگیران، ظرفیت ایجاد انقلابی در آموزش را داراست. در این راستا، پژوهش حاضر برای پاسخگویی به این پرسش صورت می‌پذیرد: کیفیت تأثیرگذاری عناصر چندرسانه‌ای در تصویرسازی علمی - آموزشی، متکی بر فناوری هولوگرافیک، چگونه است؟

روش پژوهش

پژوهش حاضر با هدف بررسی میزان و کیفیت تأثیر عناصر چندرسانه‌ای در تصویرسازی علمی - آموزشی، متکی بر فناوری هولوگرافیک و به روش توصیفی - تحلیلی و گردآوری اطلاعات به شیوه کتابخانه‌ای و اسناد الکترونیکی صورت پذیرفته است. در این پژوهش، ضمن تلاش به پاسخگویی به پرسش ذکر شده، به بررسی مزایای یادگیری چندرسانه‌ای، تأثیر چندرسانه‌ای در کلاس درس و نقش عناصر چندرسانه‌ای در تصویرسازی آموزشی پرداخته خواهد شد.

پیشینه پژوهش

«کوزبیلت^۱، کاراگر^۲ و ریس^۳» (۲۰۱۳) در مقاله «آموزش سه بعدی: مقایسه مدل‌های تشریحی دو بعدی و سه بعدی در محیط موزه علم»^۴، دریافته‌اند که مدل‌های سه‌بعدی تعاملی، درک فضایی را در مقایسه با تصاویر ایستا در آموزش آناتومی به‌طور قابل توجهی بهبود می‌بخشند. مطالعه «مایر^۵، آدامز^۶ و کوک^۷» (۲۰۰۲) تحت عنوان «مقایسه دو بسته آموزشی چندرسانه‌ای در مورد آناتومی چشم»^۸، نشان داده است که گرافیک‌های متحرک که پدیده‌های علمی را توضیح می‌دهند، نسبت به متون یا تصاویر ثابت، منجر به حفظ دانش بالاتری می‌شوند. پژوهش «مایر و مورنو^۹» (۲۰۰۳) با عنوان «نه روش برای کاهش بار شناختی در یادگیری چند رسانه‌ای»^{۱۰}،

نشان می‌دهد که ارائه‌های چندرسانه‌ای با روایت از ارائه‌های صرفاً بصری از نظر اکتساب و انتقال دانش بهتر عمل می‌کنند. «لیانگ^{۱۱}، وو^{۱۲}، ژو^{۱۳} و وانگ^{۱۴}» (۲۰۲۱) در یک مطالعه تحلیلی با عنوان «اثر بخشی فناوری هولوگرافی سه بعدی بر عملکرد یادگیری دانش آموزان: یک متاآنالیز»^{۱۵}، تأثیر مثبت زیادی از فناوری هولوگرافی سه بعدی^{۱۶} بر عملکرد یادگیری دانش‌آموزان در موضوعات مختلف گزارش کرده است. مطالعه‌ای که توسط «آکچایر^{۱۷} و یالچین^{۱۸}» (۲۰۲۰) با عنوان «تأثیر فناوری هولوگرافی سه بعدی بر پیشرفت و مشارکت دانش‌آموزان در آموزش آناتومی»^{۱۹}، انجام شده، نشان می‌دهد که درس‌های آناتومی مبتنی بر هولوگرافی در مقایسه با روش‌های سنتی منجر به مشارکت بیشتر دانش‌آموزان و کسب دانش بسیار بالاتری می‌شود. با این حال، برخی تحقیقات، مانند پژوهش «هندریکس^{۲۰}، کلاپ^{۲۱}، پاس^{۲۲} و ون مرینبوئر^{۲۳}» (۲۰۲۲) با عنوان «اثر بخشی هولوگرام‌های سه بعدی با چشم غیر مسلح در آموزش علوم: یک متاآنالیز»^{۲۴}، هشدار می‌دهد که اثر بخشی را می‌توان تحت تأثیر عواملی مانند اندازه کلاس، مدت زمان و نوع نمایش هولوگرافیک قرار داد، که نشان می‌دهد بهینه‌سازی بیشتری مورد نیاز است. در حالی که عناصر چندرسانه‌ای سنتی، مزایای ارزشمندی را ارائه می‌دهند، فناوری هولوگرافیک، یک راه امیدوارکننده برای افزایش آموزش علمی ارائه می‌دهد. تحقیق و توسعه مستمر برای فعال کردن ظرفیت کامل آن و ادغام مؤثر آن در شیوه‌های آموزشی بسیار مهم است. تاکنون هیچ پژوهشی به زبان فارسی در راستای موضوع این پژوهش، دیده نشده است. در پژوهش حاضر، افزون‌بر بهره‌گیری از پژوهش‌های یاد شده و باقی مطالعاتی که هر یک به شکلی مستقیم یا غیرمستقیم به حوزه‌های مرتبط با بحث، پرداخته‌اند، سعی بر آن است به واکاوی عناصر چندرسانه‌ای مؤثر در تصویرسازی علمی - آموزشی، با تأکید بر فناوری هولوگرافیک، پرداخته شود، تا نتایج دقیق و کاربردی از آن حاصل شود.

تصویرسازی

تصویرسازی یک حوزه از هنرهای تجسمی است که با نمایش، تفسیر یا توضیح بصری متون، مفاهیم یا داستان‌ها سروکار دارد و در وسایل ارتباطی نظیر پوستر، آگهی، مجلات، کتب، ابزارهای آموزشی، انیمیشن، بازی‌های ویدئویی و فیلم‌ها به کار می‌رود. تصویرسازی با استفاده از ابزارهای متنوعی مانند آبرنگ، مداد رنگی، اکریلیک، قلم فلزی، نرم‌افزارهای دیجیتال دوبعدی و سه‌بعدی، برای گروه‌های سنی مختلف انجام می‌شود. این حوزه شامل زیرشاخه‌های مختلفی همچون تصویرسازی علمی - آموزشی، تخیلی، فنی - مهندسی، علوم طبیعی، تاریخی و علمی - تخیلی می‌شود.

تصویرسازی علمی - آموزشی

تصویرسازی علمی یک حوزه از هنرهای تجسمی است که جنبه‌های بصری مفاهیم علمی، به‌ویژه مشاهدات جهان طبیعی را نمایش می‌دهد. این نوع تصویرسازی نه تنها موارد فرهنگی را منعکس می‌کند، بلکه یافته‌ها و پیشرفت‌های علم و فناوری را نیز به تصویر می‌کشد. این تصاویر ممکن است جزئیاتی را به نمایش بگذارند که با چشم فرد غیرمتخصص قابل مشاهده نباشد؛ از سطح مولکولی و ویروس‌ها تا سلسله مراتب کهکشان‌ها و جهان کلی. زبان تصویر اطلاعات و مفاهیمی را که با کلمات قابل انتقال نیستند، به تصویر می‌کشد. کاربردهای این نوع تصویرسازی بسیار وسیع بوده و شامل تولید مجلات و کتب تخصصی در زمینه‌های علوم طبیعی و فنی - مهندسی، کتب درسی، راهنماها، نمایش در موزه‌ها، وبسایت‌ها و مقالات علمی - پژوهشی می‌شود (حجت، ۱۳۷۸، ۱۱).

درواقع، تصویرگران علمی هنرمندانی در خدمت علم هستند. که با استفاده از مشاهدات آگاهانه علمی و همراه با مهارت‌های فنی و زیبایی‌شناسی، مسائل علمی را با دقت بسیار بالا تصویر می‌کنند. این تصویرگران علمی، برخلاف هنرمندان زیبایی‌شناسی که اصول جمال و زیبایی را در اولویت قرار می‌دهند، در تصویرسازی علمی بیشتر به پایبندی به اصول و یافته‌های علمی معتبر تأکید دارند. این نوع تصویرسازی در واقع به‌عنوان یک پل برای ارتباط بین نظریات و کشف‌های دانشمندان با مخاطبان علمی عمل می‌کند.

شاخه‌های تصویرسازی علمی

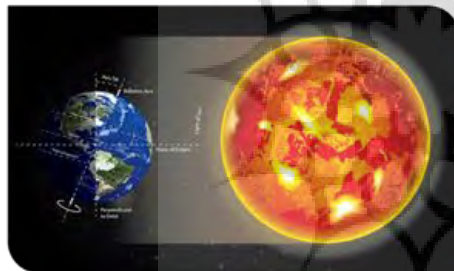
تصویرسازی علمی، از دیدگاهی رایج، عمدتاً ناظر بر سه شاخه اصلی از علوم طبیعی، فنی و تاریخی تقسیم می‌شود:

۱. **تصویرسازی علوم طبیعی**^{۲۵}: تصویرسازی علوم طبیعی تمرکز خود را بر روی مباحث و رویدادهایی می‌گذارد که به‌طور کاملاً طبیعی و بدون دخالت صنعت و فناوری‌های ساخته دست انسان به‌وجود آمده‌اند. این شاخه شامل رشته‌های زیست‌شناسی، پزشکی، گیاه‌شناسی، جانورشناسی، جغرافیای طبیعی، انسان‌شناسی (فرگشت جسمانی)، اخترشناسی و دیرینه‌شناسی است (Sumida & Jefcoat, 2018) (تصویر ۱).

۲. **تصویرسازی فنی**^{۲۶}: تصویرسازی فنی شامل علوم نقشه‌برداری، باستان‌شناسی، معماری، مکانیک، هوافضا، برق و الکترونیک است (تصاویر ۲ و ۳).



تصویر ۱. نمونه‌ای از تصویرسازی علوم طبیعی با محتوای زیست‌شناسی. منبع: <https://studentartguide.com>



تصویر ۳. نمونه‌ای از تصویرسازی فنی با محتوای نجوم. منبع: حقانی، ۱۳۹۶.



تصویر ۲. نمونه‌ای از تصویرسازی فنی با محتوای الکترونیک. منبع: حقانی، ۱۳۹۶.

۳. **تصویرسازی تاریخی**^{۲۷}: تصویرسازی تاریخی به‌تصویر کشیدن متونی اشاره دارد که تاریخ‌نگار یا نویسنده آن‌ها، علاوه بر شرح وقایع تاریخی، به تحلیل و بررسی آن وقایع نیز می‌پردازد. این نوع تصویرسازی در واقع به تحلیل و بررسی علت وقوع حوادث تاریخی و حتی اشاره به پیامدهای مثبت و منفی آن‌ها می‌پردازد (تصویر ۴).



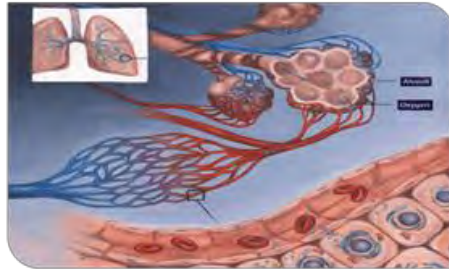
تصویر ۴. نمونه‌ای از تصویرسازی تاریخی. منبع: حقانی، ۱۳۹۶.

تصویرسازی علمی به کاربرد تصاویر و نمودارها در ارائه مطالب علمی، جهت تسهیل درک و یادگیری مفاهیم، می‌پردازد. این روش از تصاویر، نمودارها، نقشه‌ها و سایر ابزارهای گرافیکی برای توضیح مطالب و ارتقای فهم دانشجویان و مخاطبان استفاده می‌کند. همانطور که ذکر شد، تصویرسازی علمی - آموزشی می‌تواند فرآیند یادگیری را بهبود بخشد و درک بهتری از مفاهیم پیچیده را ایجاد کند. با استفاده از تصاویر توضیحی، مفاهیم علمی به شکل گرافیکی و روان‌تر ارائه می‌شوند. این روش، به‌ویژه در زمینه‌های علوم طبیعی، ریاضیات، فیزیک و زیست‌شناسی کاربرد فراوانی دارد.

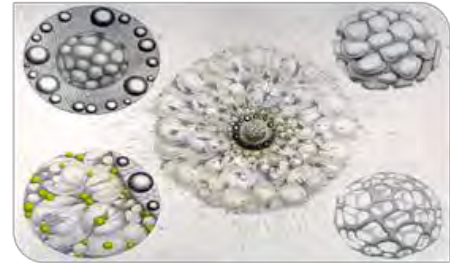
مزایای بهره‌گیری از تصویرسازی علمی - آموزشی

از جمله مزایای تصویرسازی علمی - آموزشی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱. **سهولت درک:** تصاویر و نمودارها می‌توانند مفاهیم پیچیده را به شکل بصری نشان دهند و در درک بهتر مطلب کمک کنند.
 ۲. **حفظ و یادآوری:** تصاویر می‌توانند بهبود حافظه و یادآوری اطلاعات را تسهیل کنند.
 ۳. **ترکیب مهارت‌ها:** این روش به فراگیران این امکان را می‌دهد که اطلاعات را به شکل هماهنگ‌تری درک کنند و مهارت‌های مختلف را ترکیب نمایند.
 ۴. **تنوع در ارائه مطالب:** با استفاده از تصاویر متنوع و جذاب، امکان ارائه محتوای آموزشی با زیبایی و کاربرد بالا فراهم می‌شود. این تنوع به دانشجویان این امکان را می‌دهد که از راه‌های مختلف به مطالب نگاه کنند و درک‌شان را تقویت کنند.
 ۵. **تعامل بیشتر:** تصاویر متحرک، نمودارهای تعاملی و ویدئوهای آموزشی می‌توانند به تعامل بیشتر با مخاطبان منجر شوند. این امکان به دانشجویان این اجازه را می‌دهد که به فعالیت‌های عملی بپردازند و به صورت فعال‌تر با مفاهیم آشنا شوند.
 ۶. **استفاده در فضای مجازی:** تصویرسازی علمی - آموزشی می‌تواند در پلتفرم‌های آموزشی آنلاین و شبکه‌های اجتماعی به عنوان ابزاری مؤثر برای انتقال دانش استفاده شود. این روش به تبادل نظر و اشتراک‌گذاری اطلاعات بیشتر کمک می‌کند.
 ۷. **پیشرفت فناوری:** با پیشرفت فناوری، امکانات گرافیکی و تصویری نیز بهبود یافته و این امکان به وجود آمده که مطالب علمی را به شکلی زیبا و مؤثرتر تصویر کرد.
- تصویرسازی علمی - آموزشی نه تنها به دانشجویان کمک می‌کند تا مطالب را بهتر درک کنند، بلکه فرآیند یادگیری را جذاب‌تر و پویاتر نیز می‌سازد. استفاده هوشمندانه از این ابزارها می‌تواند به بهبود کیفیت آموزش و یادگیری کمک کند و از دیدگاه‌های مختلف به فراگیران این امکان را بدهد که در مسیر یادگیری خود تعاملی‌تر و خلاق‌تر باشند. هنرمندان تصویرسازی علمی، موضوعات علمی را به روشی دقیق ترسیم می‌کنند. هنرمند باید مهارت‌های فنی و ذوق زیبایی‌شناسانه داشته باشد تا بتواند مشاهدات و تحقیقات علمی را ترکیب کند و موضوع مورد نظر را به درستی نمایش دهد. استفاده از تصاویر، مدل‌ها و فیلم‌ها در توضیح چیزی می‌تواند باعث جذابیت آن و همچنین در دسترس بودن آن برای مخاطبان شود. تصویرسازی علمی علاوه بر توضیح موضوعات پیچیده به روشی ساده برای عموم مردم، می‌تواند در آموزش دانشمندان و متخصصان پزشکی نیز کمک‌کننده باشد (تصاویر ۵ و ۶).



تصویر ۶. نمونه‌ای از تصویرسازی پزشکی.
منبع: تصویرگران تهران، ۱۴۰۲.



تصویر ۵. نمونه‌ای از تصویرسازی پزشکی.
منبع: تصویرگران تهران، ۱۴۰۲.

تصاویر علمی، امکان دیدن چیزهایی را که با چشم غیر مسلح برای انسان قابل مشاهده نیستند، فراهم می‌کنند. به‌عنوان نمونه، مولکول‌ها و ویروس‌ها، آناتومی داخلی بدن انسان‌ها و حیوانات و گیاهان، لایه‌های درون زمین و همچنین موجوداتی که اکنون منقرض شده‌اند.

تصویرسازی چندرسانه‌ای^{۲۸}

تصویرسازی چندرسانه‌ای به استفاده از ترکیب مختلف وسایل تصویری و صوتی برای ارائه محتوای گوناگون و جذاب به مخاطبان اشاره دارد. این روش از ترکیب عناصر گوناگون نظیر تصاویر، ویدئوها، صداها، متون، و گرافیک‌ها به‌منظور ارتقای تجربه ارتباطی و یادگیری بهره می‌برد. تصویرسازی چندرسانه‌ای به‌وسیله تولید محتوای متنوع و پویا، تأثیر بیشتری در جذب توجه و درک مفاهیم دارد. این روش توانمندی برای ایجاد تجربه تعاملی و گوناگون برای مخاطبان فراهم می‌کند. از جمله عناصری که در تصویرسازی چندرسانه‌ای به کار می‌روند، می‌توان به ویدئوها، نمودارها، نقشه‌ها، انیمیشن‌ها، صداها و تصاویر ثابت اشاره کرد (Roth, Clunie, Vining & Berkowitz, 2021) (تصویر ۷).



تصویر ۷. بخشی از یک تصویرسازی چندرسانه‌ای در قالب موشن گرافیک. منبع: Henderson, 2018.

برخی مزایای تصویرسازی چندرسانه‌ای عبارت‌اند از:

۱. **تنوع بیان مطالب:** این روش به ارائه اطلاعات به‌شکل گوناگون و از طریق عناصر مختلف کمک می‌کند که به افراد این امکان را می‌دهد تا اطلاعات را از زوایای مختلف درک کنند.
۲. **جلب توجه بیشتر:** استفاده از تصاویر، ویدئوها و صداها باعث جلب توجه بیشتر مخاطبان می‌شود و ارتقای تجربه آن‌ها را فراهم می‌کند.

۳. **تعامل فعال:** ایجاد تجربه تعاملی با استفاده از عناصر مختلف، امکان فعالیت بیشتر مخاطبان را ارتقا می‌دهد.
۴. **آموزش مؤثر:** در حوزه آموزش، تصویرسازی چندرسانه‌ای با ارتقای تجربه یادگیری به دانشجویان کمک می‌کند.
۵. **انتقال احساسات و اندازه‌گیری اثربخشی:** تصویرسازی چندرسانه‌ای به ارائه محتوای حاوی احساسات و انگیزه می‌پردازد. این ابزار به کمک ویدئوها، موسیقی و صداها امکان انتقال احساسات و ایجاد تجربه‌های عاطفی در مخاطبان را فراهم می‌کند. همچنین، اندازه‌گیری اثربخشی اطلاعات ارائه شده نیز از طریق تعاملات و بازخوردهای مخاطبان در این روش بهبود می‌یابد.
۶. **استفاده در تبلیغات و بازاریابی:** در حوزه تبلیغات و بازاریابی، تصویرسازی چندرسانه‌ای با استفاده از تصاویر جذاب، ویدئوهای تبلیغاتی و صدهای آمیزشی تأثیر بیشتری در جذب مشتریان و ترویج محصولات دارد.
۷. **تجربه واقعیت مجازی^{۲۹} و واقعیت افزوده^{۳۰}:** ترکیب تصاویر چندرسانه‌ای با فناوری‌های واقعیت مجازی و افزوده، تجربه کامل‌تری از محتواها و مفاهیم فراهم می‌کند. این ادغام به مخاطبان این امکان را می‌دهد که به‌صورت محیطی تعاملی و واقعی‌تر با محتواها در ارتباط باشند.
۸. **تناسب با مخاطبان مختلف:** با توجه به اینکه افراد براساس سبک زندگی، نیازها، و اولویت‌ها مختلف هستند، تصویرسازی چندرسانه‌ای می‌تواند محتوای خود را به‌شکلی چندگانه و مناسب برای افراد مختلف ارائه دهد. در نتیجه، تصویرسازی چندرسانه‌ای به‌عنوان یک ابزار گسترده با قابلیت‌های متنوع، در حوزه‌های آموزشی، سرگرمی، تبلیغات و صنعت بهبود فرآیندهای ارتباطی و انتقال اطلاعات مؤثر نقش دارد.

فناوری هولوگرافیک

فناوری هولوگرافیک یک نوآوری پیشرفته است که امکان نمایش تصاویر سه‌بعدی را در یک محیط واقعی فراهم می‌کند. برخلاف تصاویر دوبعدی سنتی، فناوری هولوگرافی تجربیاتی واقعی، تعاملی و همه‌جانبه ایجاد می‌کند. با استفاده از پراش نور، نمایشگرهای هولوگرافیک می‌توانند عمق، حرکت و واقع‌گرایی ایجاد کنند که توجه یادگیرندگان را مجذوب خود کرده و درک آن‌ها از مفاهیم پیچیده را افزایش می‌دهد (Sugimoto, Shiga, Abe, 2016, Kameyama & Azuma). تصاویر هولوگرافیک یک فناوری پیشرفته در زمینه تصویرسازی است که تصاویر سه‌بعدی با کیفیت بالا ایجاد می‌کند. این فناوری با استفاده از اصول نوری و امواج لیزر، تصاویری واقعی‌تر و واقع‌گرایانه‌تر از تصاویر دوبعدی ارائه می‌دهد. در تصاویر هولوگرافیک، اشیا به‌نحوی به‌نظر می‌آیند که انگار در فضا حضور دارند و مشاهده‌کننده احساس می‌کند که با آن اشیا در تعامل است. در این فناوری، اطلاعات نوری از یک شیء دریافت شده و به‌صورت دقیقی بازتاب دیدگان و ترکیب شده تا تصویر سه‌بعدی فراهم آید. از آنجایی که تصاویر هولوگرافیک به‌صورت فیزیکی در فضا ایجاد می‌شوند، این تصاویر از هر زاویه‌ای قابل مشاهده هستند و به‌کاربر امکان می‌دهند تا اطلاعات فضایی و واقعیت افزوده را تجربه کنند (Sugimoto, et al, 2016) (تصویر ۸). استفاده از تصاویر هولوگرافیک نشان از توسعه فناوری تصویرسازی پیشرفته دارد که به‌نحوی ارتقای تجربه بصری کاربران را فراهم می‌کند و در زمینه‌های مختلف از جمله علوم تجربی، پزشکی و صنعت کاربردهای گسترده‌ای دارد.



تصویر ۸. تابش نورهای هولوگرافیک و شکل‌گیری تصویر نهایی. منبع: <https://pinterest.com>

سازوکار فنی شکل‌گیری تصاویر هولوگرافیک

تصاویر هولوگرافیک با استفاده از تفاوت‌های موج‌های نوری برای ایجاد تصاویر سه‌بعدی ایجاد می‌شوند. هنگامی که یک اشعه لیزری به دو تابه مجزا تقسیم می‌شود، هولوگرام پدید می‌آید. نخستین تابه با برخورد به شیئی که از آن تصویر ایجاد خواهد شد، به عقب می‌جهد. سپس تابه دوم با انعکاس نور تابه اول برخورد نموده و در نتیجه یک الگوی تداخلی پدید می‌آورد که قابل ثبت و ضبط است (تالбот، ۱۳۹۸، ۲۰). ساز و کار این فرآیند به شرح زیر است:

۱. **منبع نور مونوکروماتیک^{۲۱}**: ابتدا یک منبع نور مونوکروماتیک مانند لیزر برای تولید نور با طول موج خاص استفاده می‌شود. این نور با دقت بالا و ویژگی‌های خاص به‌منظور ایجاد تفاوت‌های دقیق در امواج نوری استفاده می‌شود.

۲. **تقسیم برنگشتی نور^{۲۲}**: نور تولید شده به دو بخش تقسیم می‌شود. یک بخش به‌عنوان نور ارجاعی (نور مستقیم) به‌سوی شیء مورد نظر ارسال می‌شود و برخورد با شیء تغییراتی در امواج نوری ایجاد می‌کند.

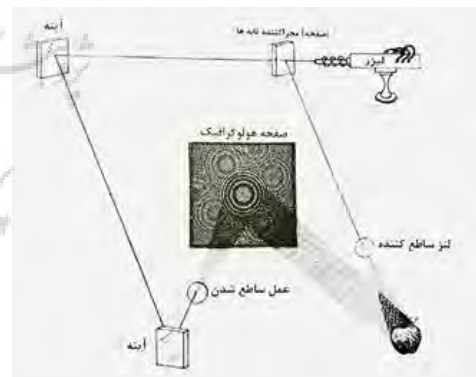
۳. **تشکیل حاشیه‌های امواج^{۲۳}**: بخش دیگر از نور به‌عنوان حاشیه ناپدید شده به‌سمت مرجع تابانده می‌شود. این حاشیه‌ها در ترازهای مختلف از هم فاصله دارند و اطلاعات فازی از موقعیت نسبی شیء و مرجع را ارائه می‌دهند.

۴. **ضبط هولوگرام^{۲۴}**: نور ارجاعی و نور حاشیه در یک فیلم حساس به نور (هولوگرام) ضبط می‌شوند. این فیلم حاوی الگوهای دقیقی از تفاوت‌های فاز و شدت نور در هر نقطه است.

۵. **بازسازی تصویر**: هنگامی که هولوگرام با یک منبع نور مونوکروماتیک مشابه مانند لیزر تابانده می‌شود، امواج نور از فیلم حساس به نور بازبازی می‌شوند. این بازسازی توسط الگوهای ذخیره‌شده در هولوگرام انجام می‌شود و به ایجاد تصویر سه‌بعدی هولوگرافیک مناسب منتهی می‌شود (Nyamsuren, 2021) (تصویر ۹).



تصویر ۱۰. سالوادور دالی در کنار آثار هنر هولوگرافیک خود، عکس از پل پری. منبع: Lawson-Tancred, 2023.



تصویر ۹. نمودار فرآیند شکل‌گیری تصویر هولوگرافیک. منبع: تالбот، ۱۳۹۸، ۲۰.

هولوگرافی و هنر

توسعه هولوگرافی به عنوان یک روش بسیار مؤثر برای ایجاد تصاویر سه بعدی با کیفیت صورت پذیرفته است. در این زمینه، حوزه جدیدی به نام «هولوگرافیک هنری»^{۳۵} ظاهر شده که به عنوان یک سبک مهم در حوزه هولوگرافی شناخته می شود. نخستین هنرمندی که از خواص شگفت‌انگیز هولوگرام استفاده کرد، «سالوادور دالی»^{۳۶} بود. او همیشه به دنبال استفاده از فیزیک نور به عنوان یک ابزار کلان برای ایجاد توهم حجمی بود. دالی قبل از اختراع لیزر و استفاده از آن در هولوگرافی، از دیدگاه «استریوسکوپي»^{۳۷} برای اهداف خاص استفاده کرد. نخستین مرحله از این پژوهش در سال ۱۹۶۴م انجام شد، زمانی که او پانل‌های پلاستیکی شفاف را از نیویورک به دست آورد. این پانل‌ها با یکدیگر ترکیب شده و جلوه‌ای برجسته ایجاد می کردند. او سپس با استفاده از آینه‌های زاویه‌دار، تصاویر دوتایی کوچک را به نمایش گذاشت که گالا^{۳۸} (همسرش) را در کارگاه پورت-لیگات^{۳۹} نشان می دادند. این ابتکار باعث شروع کار دالی با تصاویر استریوسکوپي شد و او این آثار را با استفاده از انعکاس نور از دو آینه زاویه‌دار به دست می آورد. وقتی که دانشمند آمریکایی، «دنيس گابور»^{۴۰}، به خاطر اختراع هولوگرافی جایزه نوبل دریافت کرد، دالی فهمید که هولوگرافی بهترین راه برای بهبود تصاویر خود است. او در اوایل سال ۱۹۷۲م، با توصیه گابور، سه آهنگ ساخت که در گالری ندرلر^{۴۱} نیویورک به نمایش گذاشته شد. دالی در مقدمه کاتالوگ این نمایشگاه توضیح داد که هنر هولوگرافی برای او به چه معناست و چگونه این تکنولوژی به عنوان یک ابزار جدید برای هنرنمایی مطرح شده است (Lissack, 2014) (تصویر ۱۰). پس از پیدایش هولوگرافی هنری، با توسعه فرصت‌های جدید، این فناوری به یکی از فناوری‌های بازنمایی مهم تبدیل شده است. هنرمندان در استودیوهای هولوگرافی به پروژه‌هایی می پردازند که نیاز به تجهیزات و فناوری‌های جدید دارند و این امر مسیر هنری را با احتمالات جدیدی همراه می سازد. هولوگرافی نشان‌دهنده تلفیقی از دانش فیزیک نور و خلاقیت هنری است که نیاز به همکاری بین دانشمندان، طراحان و هنرمندان دارد.

مؤلفه‌های فناوری هولوگرافیک در آموزش

چندین مؤسسه و سازمان آموزشی قبلاً از فناوری هولوگرافیک برای افزایش تجربه یادگیری استقبال کرده‌اند. برای مثال، دانشکده‌های پزشکی از هولوگرام‌ها برای آموزش پزشکان آینده استفاده می کنند و به آن‌ها اجازه می دهد تا روش‌های جراحی را در یک محیط مجازی واقعی انجام دهند. به طور مشابه، موزه‌ها از نمایشگرهای هولوگرافیک استفاده می کنند تا مصنوعات تاریخی را زنده کنند و بازدیدکنندگان را قادر می سازد تا با اشیاء و شخصیت‌های باستانی ارتباط برقرار کنند. هولوگرام‌ها به حوزه معماری و طراحی نیز راه یافته‌اند، جایی که فراگیران می توانند مدل‌های ساختمان‌های سه بعدی را تجسم و کشف کنند. این مثال‌ها ظرفیت عظیم فناوری هولوگرافیک در آموزش و توانایی آن در تغییر روش یادگیری و آموزش را نشان می دهد (Dolega-Dolegowski & Proniewska, 2022) (تصویر ۱۱). یادگیری چندرسانه‌ای حالت‌های مختلف ارتباط مانند دیداری و شنیداری را برای ارائه اطلاعات به شیوه‌ای جذاب‌تر و به یاد ماندنی‌تر ترکیب می کند. تحقیقات به طور مداوم نشان داده است که یادگیری چندرسانه‌ای در بهبود درک و حفظ اطلاعات فراگیران مؤثر است (Fenesi & Kim, 2014). با ارائه اطلاعات از طریق کانال‌های متعدد، عناصر چندرسانه‌ای سبک‌های مختلف یادگیری را برآورده می کنند و تضمین می کنند که فراگیران با نیازهای متنوع می توانند محتوا را به طور مؤثرتری درک کنند. علاوه بر این، یادگیری چندرسانه‌ای تفکر انتقادی و مهارت‌های حل مسأله را تحریک می کند؛ زیرا فراگیران تشویق می شوند اطلاعات

ارائه شده در قالب‌های مختلف را تجزیه و تحلیل و تفسیر کنند. هولوگرام‌ها تجربه یادگیری منحصر به فردی را ارائه می‌دهند که فراتر از عناصر چندرسانه‌ای سنتی است. آن‌ها حس حضور و غوطه‌وری را ارائه می‌دهند که توجه فراگیران را به خود جلب می‌کند و کنجکاوی آن‌ها را تحریک می‌کند. با هولوگرام، فراگیران می‌توانند با اشیای مجازی تعامل داشته باشند و آن‌ها را از زوایای مختلف کشف کنند و درک عمیق‌تری از موضوع را تقویت کنند. فن‌آوری هولوگرافی همچنین یادگیری فعال را ترویج می‌کند، زیرا فراگیران تشویق می‌شوند تا محتوای هولوگرافیک را دست‌کاری کرده و با آن درگیر شوند. این رویکرد عملی، آگاهی فضایی، مهارت‌های حل مسئله و توانایی‌های تفکر انتقادی فراگیران را افزایش می‌دهد. با گنجاندن هولوگرام‌ها در برنامه درسی آموزشی، معلمان می‌توانند یک محیط یادگیری متحول‌کننده ایجاد کنند که فراگیران را الهام‌بخش و توانمند کند (تصویر ۱۲).



تصویر ۱۲. نمودی از هولوگرافیک آینده مجازی واقعیت ادغام شده در تجربه یادگیری. منبع: Businessner editorial team, 2023



تصویر ۱۱. کلاس درس سنتی، با افزودن فناوری هولوگرام سه‌بعدی پیشرفته که به آموزش کمک می‌کند. منبع: Businessner editorial team, 2023

مهمترین مؤلفه‌های فناوری هولوگرافیک در آموزش عبارت‌اند از:

۱. **درک فضایی پیشرفته:** فناوری هولوگرافی به زبان‌آموزان امکان می‌دهد با اشیای محیط‌های سه‌بعدی تعامل داشته باشند و درک عمیق‌تری از روابط فضایی ارائه دهند. این امر به‌ویژه در موضوعاتی مانند آناتومی، شیمی و مهندسی مفید است؛ جایی که آگاهی فضایی نقش مهمی در درک و حل مسئله دارد.
۲. **تجارب یادگیری همه‌جانبه:** فن‌آوری هولوگرافی با آوردن اشیای مجازی به دنیای واقعی، محیط‌های یادگیری فراگیر ایجاد می‌کند. یادگیرندگان می‌توانند مدل‌های مجازی را کاوش و دست‌کاری کنند و به تجربیات عملی اجازه دهند که حفظ دانش و تفکر انتقادی را تسهیل کنند.
۳. **تجسم مفاهیم انتزاعی:** تجسم مفاهیم انتزاعی یا پیچیده با استفاده از روش‌های سنتی دوبعدی اغلب چالش‌برانگیز است. فناوری هولوگرافی با نمایش مفاهیم انتزاعی به شیوه‌ای ملموس و جذاب از نظر بصری راه‌حلی منحصر به فرد ارائه می‌دهد. فراگیران می‌توانند تجسم‌های هولوگرافیک را مشاهده کرده و با آن‌ها تعامل داشته باشند و ایده‌های انتزاعی را ملموس‌تر و درک آن را آسان‌تر کنند.

استفاده مؤثر از عناصر چندرسانه‌ای با فناوری هولوگرافیک

برای به حداکثر رساندن مزایای فناوری هولوگرافیک در تجسم آموزشی، استفاده مؤثر از عناصر چندرسانه‌ای ضروری است. با ترکیب ورودی‌های حسی مختلف، معلمان می‌توانند تجارب یادگیری فراگیر و جذاب ایجاد کنند. در ادامه، چند راهبرد برای ادغام مؤثر عناصر چندرسانه‌ای با فناوری هولوگرافیک وجود دارد:

۱. **تحریک دیداری و شنیداری:** نمایشگرهای هولوگرافیک محرک‌های بصری جذابی را ارائه می‌دهند، اما ترکیب آن‌ها با صدای مربوطه، تجربه کلی یادگیری را افزایش می‌دهد. با همگام‌سازی اطلاعات دیداری و شنیداری، معلمان می‌توانند مفاهیم کلیدی را تقویت کرده و یادگیرندگان را در سطوح حسی چندگانه درگیر کنند.

۲. **فعل و انفعالات لمسی:** در حالی که فناوری هولوگرافی که در درجه اول بر عناصر دیداری و شنیداری متمرکز است، ترکیب تعاملات لمسی در کنار عناصر تصویری می‌تواند تجربه یادگیری را ارتقا دهد. با اجازه دادن به یادگیرندگان برای تعامل فیزیکی با اشیای مجازی یا استفاده از دستگاه‌های بازخورد لمسی، معلمان می‌توانند محیط یادگیری جامع‌تر و همه‌جانبه‌تری را فراهم کنند.

۳. **گیمیفیکیشن^{۴۲} و شبیه‌سازی‌های تعاملی:** گیمیفیکیشن و شبیه‌سازی‌های تعاملی از فناوری هولوگرافیک برای ایجاد تجربیات یادگیری جذاب استفاده می‌کنند. با ادغام عناصر بازی مانند و سناریوهای تعاملی، معلمان می‌توانند مشارکت فعال، حل مسأله و کاربرد دانش را در بین فراگیران تقویت کنند (Garrison, Colin, Lemberger & Lugod, 2021).

۴. **تجربیات یادگیری شخصی:** فناوری هولوگرافیک امکان سفارشی‌سازی محتوای آموزشی را برای پاسخگویی به نیازها و ترجیحات فراگیران فراهم می‌کند. با تطبیق تصاویر، صدا و تعاملات، معلمان می‌توانند تجربیات یادگیری شخصی‌سازی شده‌ای ایجاد کنند که سبک‌ها و توانایی‌های یادگیری متنوع را برآورده کند.

۵. **همکاری و تعاملات اجتماعی:** فناوری هولوگرافیک می‌تواند همکاری و تعاملات اجتماعی را در محیط‌های آموزشی تسهیل کند. با فعال کردن چندین کاربر برای تعامل همزمان با تجسم‌های هولوگرافیک، یادگیرندگان می‌توانند در فعالیت‌های گروهی، بحث‌ها و تمرین‌های حل مسأله شرکت کنند و کار گروهی و مهارت‌های ارتباطی را تقویت کنند.

چالش‌ها و محدودیت‌های استفاده از تصویرسازی هولوگرافیک در آموزش

در حالی که فناوری هولوگرافیک نوید زیادی برای آموزش دارد، هنوز چالش‌ها و محدودیت‌هایی وجود دارد که باید برطرف شوند. یکی از چالش‌های اصلی، هزینه پیاده‌سازی سیستم‌های هولوگرافیک در کلاس‌های درس است. نمایشگرها و تجهیزات هولوگرافیک ممکن است گران باشند و استفاده از این فناوری را برای مدارس که منابع محدودی دارند دشوار می‌کند. علاوه بر این، توسعه محتوای هولوگرافیک آموزشی با کیفیت بالا نیاز به مهارت‌ها و منابع تخصصی دارد. معلمان و تولیدکنندگان محتوا برای استفاده مؤثر از هولوگرام در کلاس درس نیاز به آموزش و حمایت دارند. علاوه بر این، ممکن است محدودیت‌های فنی مانند نیاز به یک محیط کنترل‌شده و زاویه دید محدود وجود داشته باشد که می‌تواند بر تجربه کلی کاربر تأثیر بگذارد. غلبه بر این چالش‌ها برای پذیرش گسترده فناوری هولوگرافیک در آموزش بسیار مهم خواهد بود. مؤلفه‌های تصویرسازی علمی - آموزشی، برحسب شکل

تولید و ارائه در سه قالب تصویرسازی سنتی، چندرسانه‌ای و هولوگرافیک، در جدول ۱، قابل مشاهده و بررسی تطبیقی است (جدول ۱).

جدول ۱. مقایسه مؤلفه‌های محتوای علمی- آموزشی در انواع تصویرسازی برحسب نوع ارائه. منبع: نگارنده.

تصویرسازی سنتی	تصویرسازی چندرسانه‌ای	تصویرسازی هولوگرافیک
طیف مخاطبان	همه گروه‌های سنی و اجتماعی	همه گروه‌های سنی و اجتماعی - به‌طور اخص دانش‌آموزان و دانشجویان
تناسب محتوایی	همه انواع محتوای علمی و آموزشی	همه انواع محتوای علمی و آموزشی، به‌طور اخص محتوای پزشکی و زیست‌شناسی
تنوع در ارائه	تنوع تکنیکی، رنگی، چاپی	قابلیت پخش در انواع نمایشگرهای الکترونیکی
دقت در ارائه	بسته به اندازه اثر و جزئیات تصویر	بسته به فرمت، رزولوشن و پخش و کیفیت تولید
جلب توجه و تمرکز	تمرکز کانونی بر سطح دوبعدی	تمرکز چندوجهی بر صدا و تصویر و حرکت در نمایشگرهای ویدئویی
میزان تعامل	پرسش و پاسخ بدون امکان دخل و تصرف در تصویر	پرسش و پاسخ - امکان دخل و تصرف در ساختار ارائه محتوا در رسانه‌های تعاملی
ماندگاری اطلاعات	بسته به نگهداری مواد فیزیکی و شیمیایی، نظیر کاغذ، بوم، رنگ و کنترل نور و دمای محیط - ماندگاری به شکل تبدیل به فایل رایانه‌ای	ثبت و ضبط فایل بر روی فیلم - حافظه‌های رایانه‌ای - حافظه‌های ابری - ثبت روی سطوح حساس برای نمایش متداوم
هزینه تولید و نگهداری	هزینه‌های مربوط به در نظرگیری و کنترل شرایط محیط فیزیکی - هزینه‌های نگهداری دیجیتال	هزینه‌های مربوط به در نظرگیری و کنترل شرایط محیط فیزیکی - هزینه‌های نگهداری دیجیتال و فضای ابری
ابزارهای تولید	ابزارهای نقاشی و تصویرگری دستی مانند انواع رنگ‌ها، بوم‌ها، مدیوم‌ها و نظایر آن	سخت‌افزارها و نرم‌افزارهای رایانه‌ای - دوربین‌های ویدئویی - تجهیزات آزمایشگاهی فیزیک نور

نتیجه‌گیری

عناصر چندرسانه‌ای با ارائه تجربیات یادگیری پویا، تعاملی و جذاب، آموزش را متحول کرده است. از فیلم‌ها و انیمیشن‌ها گرفته تا شبیه‌سازی‌های تعاملی و واقعیت مجازی، این عناصر به سبک‌های مختلف یادگیری پاسخ می‌دهند و درک و حفظ اطلاعات فراگیران را افزایش می‌دهند. به‌طور خاص، تصویرسازی مبتنی بر فناوری هولوگرافیک، این ظرفیت را دارد که آموزش را با ایجاد محیط‌های یادگیری فراگیر و واقعی تغییر دهد. هولوگرام‌ها یک تجربه یادگیری منحصر به فرد را ارائه می‌دهند که تفکر انتقادی، حل مسأله و آگاهی فضایی را تقویت می‌کند. با پیشرفت‌ها و نوآوری‌های مستمر، می‌توان ظرفیت تحول‌آفرین کامل آفرینش تصاویر چندرسانه‌ای و هولوگرافیک را در تصویرسازی آموزشی فعال نمود. استفاده مؤثر از عناصر چندرسانه‌ای، به‌ویژه در ارتباط با فناوری هولوگرافیک، ظرفیت ایجاد انقلابی در تجسم آموزشی دارد. با استفاده از قدرت نمایش‌های هولوگرافیک و ترکیب محرک‌های دیداری، شنیداری و لامسه، معلمان می‌توانند تجربیات یادگیری فراگیر و جذابی ایجاد کنند که درک، حفظ و مهارت‌های تفکر انتقادی را افزایش می‌دهد. تصویرگری هولوگرافیک به‌عنوان یک ابزار پیشرفته در آموزش، نیازمند ترکیبی از مهارت‌های هنری و فناوری است که هنرمندان تصویرگر در این زمینه نقش اساسی ایفا می‌کنند. نقش هنرمندان تصویرگر در این زمینه تنها محدود به خلق تصاویر نیست، بلکه آن‌ها به‌عنوان پیشگامان تلفیق هنر و دانش، می‌توانند به توسعه و پیشرفت این حوزه کمک کنند. آن‌ها با آموزش و به اشتراک‌گذاری تجربیات خود، می‌توانند نسل جدیدی از هنرمندان و متخصصان را تربیت کنند که درک کاملی از این حوزه دارند. همانطور که فناوری هولوگرافیک به تکامل خود ادامه می‌دهد، نوید بزرگی برای تغییر و تحول در روش آموزش و یادگیری به‌همراه دارد. با پیشرفت فناوری، می‌توانیم انتظار ابزارهای چندرسانه‌ای پیچیده‌تری داشته باشیم که تجربه‌های تعاملی و فراگیرتری را ارائه می‌دهند. تصویرسازی هولوگرافیک به‌عنوان یک رسانه آموزشی دارای مزایای متعددی نسبت به سایر تکنیک‌های تصویرسازی آموزشی است. هولوگرافی می‌تواند تجربیات آموزشی تعاملی و غوطه‌ور را فراهم کند. دانش‌آموزان و دانشجویان می‌توانند به‌طور فیزیکی و بصری با محتوای آموزشی تعامل داشته باشند که می‌تواند فهم عمیق‌تری از مفاهیم پیچیده فراهم آورد. همچنین، امکان بصری‌سازی سه‌بعدی دقیق و واقعی از موضوعات آموزشی را فراهم می‌کند. این تکنیک می‌تواند جزئیات بیشتری را نسبت به تصاویر دوبعدی یا فیلم‌ها ارائه دهد و به فراگیران کمک کند تا مفاهیم پیچیده را بهتر درک کنند. استفاده از فناوری‌های نوآورانه مانند هولوگرافی می‌تواند انگیزه و توجه فراگیران را افزایش دهد. این تکنیک‌ها معمولاً جذابیت بیشتری دارند و می‌توانند فراگیران را به یادگیری فعال ترغیب کنند. مزیت دیگر تصویرسازی هولوگرافیک، امکان نمایش مجازی اشیاء فرآیندهایی است که به‌صورت فیزیکی دسترس‌پذیر نیستند؛ برای مثال، ساختارهای میکروسکوپی یا فرآیندهای شیمیایی پیچیده را فراهم می‌کند. این امر می‌تواند به فهم بهتر و دقیق‌تر موضوعات کمک کند. افزون بر این، در بسیاری از موارد، استفاده از هولوگرافی می‌تواند هزینه‌ها و خطرات مرتبط با آزمایش‌ها و نمایش‌های فیزیکی را کاهش دهد. محتوای هولوگرافیک می‌تواند به‌صورت دیجیتالی توزیع و دسترس‌پذیر باشد که این امر به فراگیران و معلمان امکان می‌دهد تا به محتوای آموزشی در هر زمان و مکانی دسترسی داشته باشند؛ همچنین، این محتوای تصویری می‌تواند به راحتی به‌روز رسانی و اصلاح شود. در مجموع، استفاده از تصویرسازی هولوگرافیک در آموزش می‌تواند راه‌حل‌های نوآورانه و مؤثری برای چالش‌های آموزشی فراهم آورد و به ارتقای کیفیت و اثربخشی فرآیند یادگیری کمک کند. چندرسانه‌ای‌ها، به‌ویژه از نوع هولوگرافیک، دارای امکاناتی بی‌پایان هستند و تصویرگران با

افزودن وجوه خلاقانه و ایده‌پردازی‌های نوآورانه خویش به این رسانه‌های نو می‌توانند سازوکارهای کمی و کیفی آموزش را متحول سازند.

مشارکت‌های نویسنده

این پژوهش فاقد مشارکت است.

تقدیر و تشکر

این پژوهش فاقد تشکر و قدردانی است.

تضاد منافع

نویسنده (نویسندگان) هیچ تضاد منافع احتمالی پیرامون تحقیق، تألیف و انتشار این مقاله را اعلام نکردند.

منابع مالی

نویسنده (نویسندگان) هیچ گونه حمایت مالی برای تحقیق، تألیف و انتشار این مقاله دریافت نکردند.

پی‌نوشت

1. Kozbelt, A.
2. Carragher, J.
3. Reiss, L.
4. *Learning in three dimensions: Comparing 2D and 3D anatomical models in a science museum environment.*
5. Mayer, R. E.
6. Adams, W. K.
7. Cook, S.
8. *A comparison of two multimedia learning packages on the anatomy of the eye*
9. Moreno, R.
10. *Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning*
11. Liang, H.
12. Wu, Y.
13. Xu, Y.
14. Wang, R.
15. *The effectiveness of 3D holographic technology on students' learning performance: A meta-analysis*
16. 3D Holographic Technology
17. Akçayır, M.
18. Yalçın, N.
19. *The effect of three-dimensional holographic technology on students' achievement and engagement in anatomy education*
20. Hendrix, R. H.
21. Klöp, E.
22. Paas, F.
23. Van Merriënboer, J. J.
24. *The effectiveness of naked-eye 3D holograms in science education: A meta-analysis*
25. Natural Sciences Illustration
26. Technical illustration
27. Historical illustration
28. Multimedia Illustration
29. Virtual Reality
30. Augmented Reality
31. Monochromatic Light
32. visible Irre Division of Light

33. Edges of Waves
34. Hologram Recording
35. Holographic art
36. Salvador Dali

۳۷. Stereoscopy (برجسته‌بینی) شیوه‌ای است برای ایجاد تصور سه‌بعدی در بیننده به وسیله دید دوچشمی. در بیشتر روش‌های برجسته‌بینی، دو تصویر معمولی دوبعدی با اندکی تفاوت مقابل چشم راست و چپ قرار می‌گیرند. این دو تصویر دوبعدی در مغز تلفیق شده و دیدن تصویری سه‌بعدی را به بیننده القاء می‌کنند (Dornaika & Hammoudi, 2009).

38. Gala
39. Port Lligat

۴۰. دنیس گابور (Dennis Gabor) (۱۹۰۰-۱۹۷۹م)، مخترع و مهندس برق لهستانی بود که بیشتر به خاطر اختراع هولوگرافی شهرت دارد و بعدها به همین خاطر در سال ۱۹۷۱ جایزه نوبل فیزیک را دریافت کرد (دانشنامه مریام - وبستر).

41. Nedler's Gallery

۴۲. گیمیفیکیشن (Gamification) یک رویکرد است که از المان‌ها و ایده‌های بازی‌های رایانه‌ای در محیط‌ها یا فعالیت‌های بیرون از بازی برای افزایش انگیزه، مشارکت و تعامل افراد بهره می‌برد. در واقع، گیمیفیکیشن با استفاده از الهام‌گیری از عناصر بازی مانند امتیازات، مسابقات، لوگوها، جوایز و چالش‌ها، سعی در جلب توجه و تحریک انگیزه افراد دارد (نگارنده).

منابع

- تالبوت، مایکل. (۱۳۹۸). *جهان هولوگرافیک (نظریه‌ای برای توضیح توانایی‌های فراطبیعی ذهن و اسرار ناشناخته مغز و جسم)* (ترجمه داریوش مهرجویی). تهران: هرمس.
- تصویرگران تهران. (۱۴۰۲). *تصویرسازی علمی آموزشی چیست؟* <https://tasvirsazi.ir/> تاریخ دسترسی: دی ۱۴۰۲ شمسی.
- حجت، مریم. (۱۳۷۸). *تصویرسازی و مدل‌سازی علمی (ویراستار محمدعلی کشاورز)*. تهران: مؤسسه فرهنگی مدرسه برهان.
- حقانی، محمد. (۱۳۹۶). *تصویرسازی تاریخی*. <https://scienceart.ir/article-reading-10.html>. تاریخ دسترسی: دی ۱۴۰۲ ش.
- حقانی، محمد. (۱۳۹۶). *تصویرسازی فنی*. <https://scienceart.ir/article-reading-5.html>. تاریخ دسترسی: دی ۱۴۰۲ ش.
- Businessner editorial team. (2023). *Holographic Displays in Education: Revolutionizing Learning Experiences*. <https://businessner.com/holographic-displays-in-education-revolutionizing-learning-experiences/> Jan 2024.
- Darkhanbaatar, N, Erdenebat, M, Shin, C-W, Kwon, K-C, Lee, K-Y, Baasantseren, G, & Kim, N. (2021). Three-dimensional see-through augmented-reality display system using a holographic micromirror array. *Applied optics*, Sep 1;60(25), 7545-7551. Doi: <https://doi.org/10.1364/AO.428364>
- Dolega-Dolegowski, D, Proniewska, K, & Dolega-Dolegowska, M. (2022). Application of holography and augmented reality based technology to visualize the internal structure of the dental root – a proof of concept. *Head Face Med*, 18(12). Doi: <https://doi.org/10.1186/s13005-022-00307-4>
- Dornaika, F. & Hammoudi, K. (2009). Extracting 3D Polyhedral Building Models from Aerial Images using a Featureless and Direct Approach. *Machine Vision Applications*. Doi: <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4694.6323>
- Fenesi, B, & Kim, J A. (2014). Learners misperceive the benefits of redundant text in multimedia learning. *Frontiers in psychology*, (5), 710. Doi: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00710>
- Francoy, L. (2019). *Brain Medical Imaging Futuristic Holographic Display Tablet Hologram Technology Video*. <https://www.pinterest.com/lieven17/> May 2024.
- Garrison, E, Colin, S, Lemberger, O, & Lugod, M. (2021). Interactive Learning for Nurses Through Gamification, *The Journal of nursing administration*, 51(2), 95-100. Doi: <https://doi.org/10.1097/NNA.0000000000000976>
- Henderson, P. (2018). *Siemens*. <https://behance.net/gallery/61547667/Peter-Henderson-Siemens/modules/361477687>. Jan 2024
- Horkey, A. (2023). *The juxtaposition of first-hand source material alongside printed image: an exploration of the artistic process: cicada*. <https://studentartguide.com/articles/gcse-art-exam-2013>. Jan 2024.
- Lawson-Tancred, Jo. (2023). *How Dali Became One of the First Artist Pioneers in the Field of Holographics*. <https://news.artnet.com/art-world-archives/dali-holographics-2357911> May 2024.

- Lissack, S. (2014). *Dali in Holographic Space*. https://spie.org/news/spie-professional-magazine-archive/2014-january/dali-in-holographic-space#=_ Jan 2024.
- Roth, C, Clunie, D, Vining, D; Berkowitz, S, Berlin, A, Bissonnette, J, Clark, S, Cornish, T, Eid, M, Gaskin, C, Goel, A, Jacobs, G, Kwan, D, Luviano, D, McBee, M, Miller, K, Hafiz, A, Obcemea, C, Parwani, A, Rotemberg, V, Silver, E, Storm E, Tchong, J, Thullner, K, & Folio, L. (2021). Multispecialty Enterprise Imaging Workgroup Consensus on Interactive Multimedia Reporting Current State and Road to the Future: HIMSS-SIIM Collaborative White Paper. *J Digit Imaging*. 2021 Jun;34(3):495-522.
- Sugimoto, M, Shiga, Y, Abe, M, Kameyama, S, & Azuma, T. (2016). Immersive Surgical Navigation Using Spatial Interactive Virtual Reality and Holographic Augmented Reality. *National Library of Medicine*, 117(5), 387-94. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2015.04.003>
- Sumida, S, & Jefcoat, B. (2018). Anatomy, Animation, and Visual Effects: The Reciprocal Tools of Biology and Film-Making. *Integrative and comparative biology*, 58(6), 1269-1278. Doi: <https://doi.org/10.1093/icb/icy092>
- Zhang, Q. (2022). The Role of Teachers' Interpersonal Behaviors in Learners' Academic Achievements. *Frontiers in psychology*, 17(13), 921832. Doi: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.921832>

