

## تحلیل تجربه طراحان در مواجهه با فن آوری هولوگرافیک

یاسمن خداداده<sup>۱</sup>، شیماجهانی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی طراحی صنعتی، پردیس بین‌المللی کیش، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

<sup>۲</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد طراحی صنعتی، پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

تاریخ دریافت مقاله: ۹۵/۵/۳، تاریخ پذیرش نهایی: ۹۶/۳/۲۷

### چکیده

با پیچیده‌تر شدن مسائل طراحی و نیازهای جدید کارفرما، لزوم استفاده از فن آوری‌های نو در زمینه ارائه ایده نیز به وجود می‌آید. یکی از فن آوری‌های جدیدی که اخیراً مورد استفاده طراحان قرار می‌گیرد، هولوگرافی است که طراحان را در زمینه ارائه سه بعدی ایده‌های شان یاری می‌کند. این تحقیق، با هدف معرفی فن آوری هولوگرافی، به عنوان یکی از پدیده‌های مرتبط با واقعیت مجازی، بررسی تجربیات طراحان در رویارویی با هولوگرام‌های سه بعدی و نظرات کاربران در خصوص این فن آوری جدید انجام گردیده است. به این منظور، ابتدا در خصوص فن آوری هولوگرافی و چاپ سه بعدی تحقیق شد و بعد این دو فن آوری با هم مقایسه شدند. سپس جهت دستیابی به نظرات کاربران، ۲۷ نفر از طراحان و معماران در مواجهه با یک نمود عینی از فن آوری هولوگرافی که به وسیله برنامه‌های مجازی موجود در موبایل تهیه شده بود و یک نمونه اولیه ایجاد شده به روش چاپ سه بعدی قرار داده شدند. نتایج مطالعه نشان داد که اگرچه این فن آوری جدید برای طراحان بسیار جذاب است، ولی تعداد بیشتری هنوز تمایل به استفاده از چاپ سه بعدی دارند. همچنین عواملی چون هزینه‌ی زیاد این فن آوری و میل درونی انسان به مقاومت در برابر تغییر نیز، بر نتایج موثر می‌باشند. البته با گذر زمان، قطعاً این فن آوری کم‌هزینه‌تر و فراگیرتر خواهد شد.

### واژه‌های کلیدی

هولوگرافیک، هولوگرام، چاپ‌های سه بعدی، واقعیت مجازی.

## مقدمه

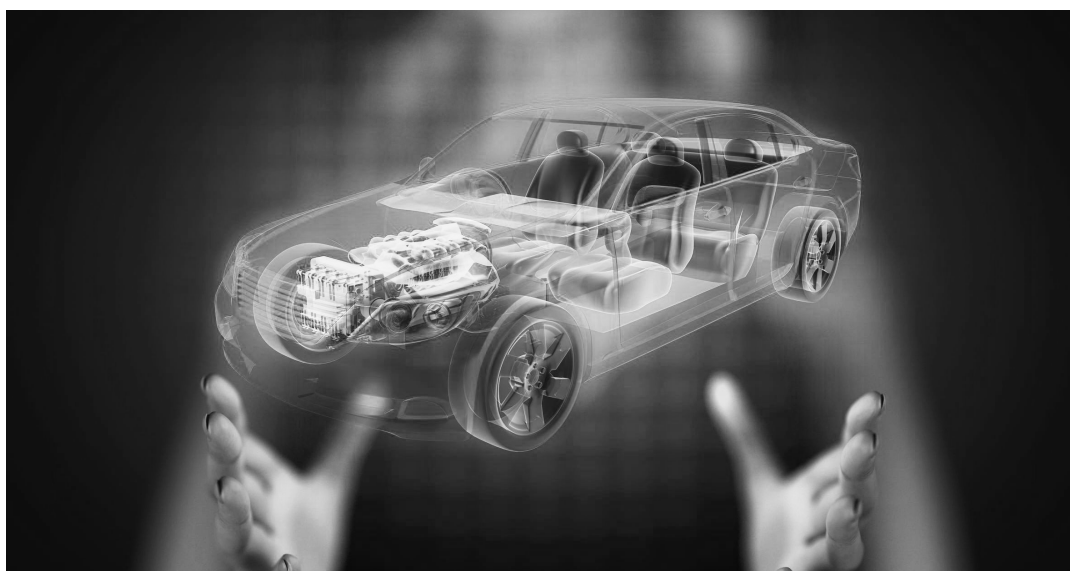
امروزه در تمامی پروژه‌های طراحی حرفه‌ای، روش‌های گوناگونی برای ارائه ایده‌ها و همچنین مدل‌ها وجود دارد. در سال‌های نه‌چندان دور، معماران و طراحان برای آنکه مدل اولیه‌ای از ایده‌ی خود به نمایش بگذارند، ناگزیر به ساخت نمونه‌هایی دستی با مواد مختلف بودند که علاوه بر صرف زمان و انرژی بسیار، به دلیل دست‌ساز بودن، از دقت پایینی برخوردار بودند. به تدریج با پیشرفت فن‌آوری، ابزارهای متفاوتی مانند برش‌های لیزری، پرینت‌های سه‌بعدی و... در اختیار طراحان قرار گرفت که سهولت ساخت را به همراه داشتند. اما این روش‌ها نیز معایب خود را دارند. امروزه با پیشرفت فن‌آوری نرم‌افزار، یکی از مناسب‌ترین ابزارها، ورود به دنیای واقعیت مجازی است. طراحان بسیاری امروزه در حیطه واقعیت مجازی مشغول به کارند، اما شاید تعداد محدودی از آنها به طور

مستقیم از مشتقات واقعیت مجازی در به وجود آوردن محصول خود بهره‌برند. یکی از فن‌آوری‌های شاخصی که امروزه به عنوان دستاورد واقعیت مجازی شناخته می‌شود، هولوگرافی است. این پدیده، مدل سه‌بعدی نورانی است که به صورت حجمی کامل از تمام زوایا دیده می‌شود. دستگاه‌های مختلفی برای این نمایش مجازی وجود دارند که هر یک برای نوعی خاص از تعاملات طراحی شده‌اند و فضایی مجازی را برای تجربه غیرواقعی کاربران تعریف می‌کنند. در واقع، یکی از اهداف اصلی واقعیت مجازی، فراهم کردن همه‌جانبه محیط پیرامون برای آوردن شرکت‌کنندگان از محیط زندگی واقعی آنها به دنیای مجازی است. بسیاری از محققین نیز علاقمند هستند تا از فن‌آوری‌های جدید، ابزارها و نرم‌افزارهای کاربردی در راه آسان‌تر رسیدن به این هدف استفاده کنند (Muhanna, 2015, 344).

## هولوگرافی

در مقدمه کتاب چشم‌اندازهای هولوگرافیک، این فن‌آوری، دانشی که از سال ۱۹۶۴ در جهان علم به وجود آمده و در چهار دهه اخیر در عرصه مهندسی، هنر و فرهنگ مورد استفاده قرار گرفته است، معرفی می‌شود (Johnston, 2006). هولوگرام، اولین بار توسط فیزیکدان مجاری بنام دنیس گابور در سال ۱۹۴۷ شناخته شد. او به این نتیجه رسید که برای بازسازی امواج شی، از منبع نور همدوس<sup>۱</sup> برای روشن کردن الگوی تداخل می‌توان استفاده کرد. او این روش را تمام‌نگاری<sup>۲</sup> (ثبت کامل) که یک واژه یونانی

مدل زنده هولوگرافیک، تمامیت ذاتی و کل پتانسیل هر شخص و هر چیزی را قابل مشاهده می‌سازد. معنای لغوی واژه‌ی هولوگرافیک در دو بخش، هولو به معنای کل و گرافیک به معنای تصویر می‌باشد. اگر اشیاء متفاوت در آب انداخته شوند و سپس آب در یک لحظه منجمد گردد و از آن نور لیزر گذرانده شود، تصویر اشیاء در آن سو ایجاد می‌گردد. حتی اگر یخ خرد شود، کوچک‌ترین خرده‌ها هم، همه این اطلاعات را در خود دارند. به این ترتیب می‌توان گفت که هر ذره نمونه‌ای از کل است (تالیوت، ۱۳۸۷، ۲۱۰).



تصویر ۱- تصویر سه بعدی هولوگرافیک.

ماخذ: (Digitaltrends, 2016)

به واقع است و با توجه به تأثیری که روی افراد دارد، عملاً واقعی محسوب می‌شود. واقعیت مجازی تلاش می‌کند، محیط‌های جدیدی خلق کند که تخیلی هستند. قلمروهای خیال‌گونه‌ای که به شیوه‌هایی منحصر به فرد واقعی به نظر می‌رسند، اما بطور مستقیم با جهان به گونه‌ای که آن را درک می‌کنیم، ارتباط ندارند (جهانی، ۱۳۹۲، ۳۶).

در واقع از واقعیت مجازی به عنوان یک رسانه یاد شده است، مانند تلفن یا تلویزیون. فن آوری‌هایی که به عنوان مثال در این مجموعه نقش سخت‌افزاری را ایفا می‌کنند، شامل: کامپیوترها، هدفون‌ها، نمایشگرهای نصب‌شونده روی سر و دستکش‌های حرکت‌سنج هستند (Biocca and Levy, 1995, 33). ما در دنیای واقعیت مجازی می‌توانیم تجربه‌هایی را به صورت مجازی لمس کنیم که امکان وقوع آن در دنیای واقعی وجود ندارد (Wilson, 1999). بعضی از صنایع خودروسازی، برای حصول اطمینان در خصوص رضایت‌مندی مشتریان خود از خودروهای جدید طراحی شده کمپانی، از سیستم‌های واقعیت مجازی استفاده می‌کنند (Ye et al., 2007, 1190). آنها به واسطه این عمل، واکنش‌ها، تجربیات و احساسات کاربر را مورد بررسی قرار می‌دهند. در واقع تجربه کاربر را زیر ذره‌بین می‌برند. تجربه کاربر را می‌توان آن‌طور که در کتاب "تجربه‌ی فن آوری" آمده است، "کیفیت تجربه کاربر در طول مدت مواجهه با محصول" دانست (McCarthy and Wright, 2004, 42). تجربه کاربر را می‌توان بررسی نتیجه‌ی عرضه، عملکرد سیستم، عاملیت، رفتار متقابل و حتی تأثیر سیستم‌های کمک به اختلالات فیزیکی معنی کرد (Cascini, 2014, 161). تعریف تجربه کاربر از دیدگاه ایزو<sup>۵</sup> بصورتی عمیق‌تر بیان شده است؛ تجربه کاربر فقط توجه به پاسخ کاربر هنگام استفاده از دستگاه نیست، بلکه واکنشی است که در مواجهه با محصول رخ می‌دهد (ISO, 2010). تمام این واکنش‌ها و پاسخ‌ها از سمت کاربر تحت تأثیر، اعتقادات، الویت‌ها، احساسات و پیشرفت‌ها می‌باشد. در یک نگاه عمیق‌تر محققان به دنبال یافتن نقش محصولات در زندگی کاربران می‌باشند (Rebello et al., 2012, 964). پاسخ‌های کاربران، پویا و در عین حال وابسته به زمینه‌ای است که در آن حضور دارند (Law et al., 2009, 719). زمینه<sup>۵</sup> ممکن است سبب به وجود آمدن انتظاراتی در کاربر شود که بر روی تجربه او در مواجهه با محصول تأثیرگذار باشد. چیزی که در پژوهش در باب تجربه کاربر مد نظر است، این است که فن آوری و تجربه مردم چگونه برهم تأثیر می‌گذارد (Ftterman, 1998, 108). حال با توجه به تعاریف ارائه شده، می‌توان به درک صحیحی از جایگاه اشیا هولوگرافیک سه بعدی در حیطه‌ی واقعیت مجازی رسید. واقعیتی که به وسیله چاپ سه بعدی هولوگرافیک به صورت مجازی ظاهر می‌شود.

## چاپ سه بعدی هولوگرافیک

چاپگر سه بعدی هولوگرافیک که اخیراً رشد یافته است، برای نمایش ساختار تصاویر با استفاده از کامپیوتر استفاده می‌شود

است، نامید (Johnston, 2008, 223). هولوگرافیک، عرصه‌ی بسیار گسترده‌ای است که نه تنها شامل ضبط و نمایش تصاویر سه بعدی می‌باشد، بلکه می‌توان از آن در نقش آینه‌ها، لنزها و حتی ترکیب آنها در قالب بی‌نهایت ابزارهای صنعتی استفاده کرد (Saleh and Teich, 1987, 381). چاپ سه بعدی هولوگرافیک، یکی دیگر از مشتقات این فن آوری است. به گفته هریهارن، هولوگرام‌ها معمولاً بر روی یک قطعه فیلم صاف ضبط می‌شوند اما خروجی آن همانطور که در تصویر ۱ مشاهده می‌شود، یک تصویر سه بعدی می‌باشد (Hariharan, 2002, 1).

تصویر کاملی از یک داده‌ی دو بعدی که با چرخاندن آن می‌توان تمام زوایای واقعی و دقیق آن را مشاهده کرد (تصویر ۲). مشاهده تصاویری که در عالم واقع به صورت ملموس در دسترس نیست، اما موجب ایجاد یک تصویر در فضای ذهنی می‌شود. آنچه که تحت عنوان فضای ذهنی از آن یاد می‌شود، یک تصویر شخصی از فضای فیزیکی بیرونی است. این فضای ذهنی، فضای فیزیکی بیرون را توجیه و تفسیر می‌کند (جهانی، ۱۳۹۲، ۳۷).

تأثیر فضای مجازی بر فضای ذهنی را می‌توان این‌گونه تعریف کرد که فعالیت‌های ذهنی، درونی، شخصی و درون‌گرا هستند، در حالی که صفحه تصویر، این فعالیت‌ها را بیرون‌ریزی می‌کند. این رخداد از زمان به وجود آمدن نخستین کامپیوترها پدیدار شد. آنچه این تأثیر را پذیرفتنی‌تر می‌کند، تبدیل تصویری ذهنی به عینی است. در راستای تفهیم بهتر این موضوع، باید به تفاوت ظریف میان پرسپکتیو و سه بعدی اشاره کرد. در پرسپکتیو، ناظر در فاصله‌ای معین از منظره قرار می‌گیرد تا درباره آن بحث کند، اما در سه بعدی، ناظر در منظره قرار می‌گیرد تا آن را لمس کند. در واقع، چیزی مشابه «ترومپلوی»<sup>۳</sup> عصر باروک می‌باشد؛ که تأکید بیش از اندازه بر عناصر بصری، به منظور قابل لمس کردن آنها است (Her-zogenrath, 1964, 55). می‌توان گفت خروجی فضای مجازی، در واقعیت مجازی خلاصه می‌شود. واقعیت مجازی، واقعیتی است که تأثیر واقعیت واقعی را دارد، اما دارای شکل اصیل آن نیست. نوعی شبیه‌سازی یا جایگزینی است، که دارای صحت است، نزدیک



تصویر ۲- تصویر سه بعدی نقش بسته بر صفحه فیلم.

ماخذ: (3ders, 2016)

وجود دارد. هر کاربر می‌تواند با توجه به نیازهایش، به سفارش مدل خود اقدام کند. نکته قابل توجه در امکانات این چاپگرهای سه بعدی، قرار دادن چندین زبان در یک چاپ است که باعث غلبه بر موانع زبانی و ارتباط سریع می‌باشد (O'Leary, 2013).

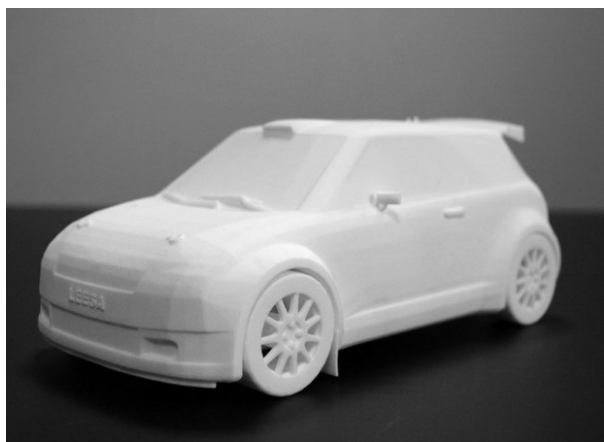
شاید قدرتمندترین ابزار ارائه‌ی اجسام سه بعدی در دنیای طراحی، در مقایسه با چاپ هولوگرافیک، چاپ‌های سه بعدی باشند که در ادامه توضیح داده خواهند شد.

## چاپ سه بعدی (پروتوتایپ سریع)<sup>۹</sup>

فرآیند چاپ سه بعدی، فرآیندی است که کاربر رایانه را قادر به ساخت طرح موجود در سیستم می‌کند (تصویر ۴).

استریولیتوگرافی به عنوان اولین دستگاه چاپ سه بعدی در یک شکل تجاری، شناخته می‌شود (Bassoli, 2007, 148). اولین چاپ سه بعدی، تقریباً از اواخر دهه ۱۹۸۰ به وجود آمد که در آن زمان، فن‌آوری ساخت پروتوتایپ سریع نامیده شد. اولین نمونه‌ی این وسیله، به عنوان اختراع ثبت شده توسط دکتر کداما در ژاپن در ماه می همان سال ساخته شد (Wijk, 2013).

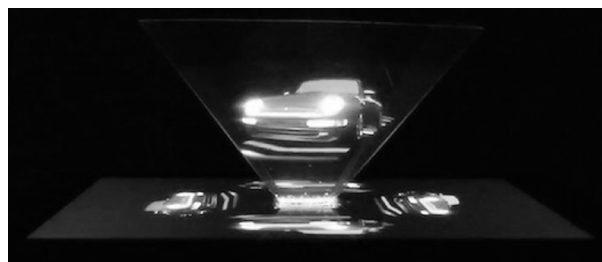
چاپ سه بعدی، یک روش تولید متفاوت است که اساس آن بر مبنای تکنولوژی پیشرفته‌ای است که مواد را به صورت لایه لایه در مقیاس میلی‌متر اضافه می‌کند تا شی مورد نظر شکل گیرد. این در حالیست که تکنولوژی‌های متداول ساخت یک شی سه بعدی، نیازمند به خرد کردن مواد سازنده از قطعات بزرگ به قطعات کوچک هستند که در این فرآیند درصد زیادی از مواد هدر می‌رود و یا به صورت تزریق در قالب هستند که هزینه و زمان بسیار زیادی جهت ساخت قالب لازم است. از این رو می‌توان گفت که چاپ سه بعدی فرآیندی است که باعث کاهش هزینه و ذخیره زمان می‌شود (Basoli, 2007, 148). با این حال به لحاظ مصرف انرژی، از روش‌های دیگر بسیار پرمصرف‌تر است. تحقیقاتی که در دانشگاه لایبورا درباره‌ی چاپگرهای سه بعدی انجام شده است، نشان می‌دهد که زمانی که مقداری پلاستیک، به وسیله لیزر یا گرما نرم می‌شود، چاپگرهای سه بعدی ۵۰ تا ۱۰۰ بار بیشتر از قالب‌گیری تزریقی با یک



تصویر ۴ - چاپ سه بعدی.  
ماخذ: (3ders, 2015)

راه (Monde et al., 1995, 132). هولوگرام در صفحه، برای ارائه یک راه حل سریع از درک فضایی مفهوم طراحی ظاهری می‌شود و بصورت یک لایه‌ی نازک فیلم قابل لوله کردن، چاپ می‌شود (Tung and Jeong, 2000). با گرفتن نور یک چراغ ساده، می‌توان تصویری سه بعدی را که بر صفحه این فیلم نقش می‌بندد، ملاحظه کرد. اصول ساخت استریوگرام<sup>۱۰</sup> هولوگرافیک و تصاویر دوبعدی، در این چاپگر سه بعدی استفاده شده است. استفاده از این وسیله آسان است و زمان زیادی را صرف تولید یک تصویر هولوگرافیک نمی‌کند. ضمن اینکه چاپ هولوگرافیک دارای قابلیت ضد شکستن است (Monde et al., 1995, 132). جدیدترین فناوری چاپ، قادر به پرداخت سه بعدی و برنامه‌ریزی از روی برنامه بی‌آی ام<sup>۱۱</sup> به تصاویر هولوگرافیکی است که به طراحان و معماران، امکانی جدید در تصور پروژه از مرحله طراحی تا ساخت را می‌دهد (Tung and Jeong, 2000). برخلاف مدل‌های چاپ سه بعدی، چاپ هولوگرافیک از امواج ضربانی لیزر برای ذخیره‌کردن مدل سه بعدی به صورت فیلم استفاده می‌کند. زمانی که یک روشنایی به وسیله یک منبع نور ایجاد شود، مدل سه بعدی با وضوح تصویری بسیار بالا از فیلم ظاهر می‌شود و بگونه‌ای در فضا واقعی به نظر می‌رسد که در شما حس چنگ زدن به آن به وجود می‌آید. این چاپ‌ها را می‌توان به وسیله اتودسک مایا، اتودسک استودیوی سه بعدی مکس، اسکچ آپ گوگل، راینو آوئا، اتودسک اتوکد و رویت ایجاد کرد (Hayes, 2013, 32). در حال حاضر، برنامه‌های کاربردی<sup>۱۲</sup> برای نصب بر روی گوشی موبایل، موجود است که توانایی تبدیل تصاویر دو بعدی به سه بعدی هولوگرافیکی را دارند. تصویر ۳، یک مدل ساخته شده به وسیله موبایل را نشان می‌دهد.

یکی از ویژگی‌های متمایزکننده‌ی فن‌آوری هولوگرافیک، قابلیت نگهداری عکس‌های سه بعدی بصورت نسخه‌های تخت ثابت است. بعد از گذشت سال‌ها می‌توان به این تصاویر مراجعه نموده و بدون نیاز به کامپیوتر یا نرم‌افزاری خاص، آنها را مشاهده کرد. چاپ‌های سه بعدی هولوگرافیک، قابل حمل، ضد آب و ماندگار هستند و دارای قابلیت کپی‌کردن می‌باشند. این اشیای سه بعدی نورانی می‌توانند تمام رنگی یا تک رنگ باشند. اطلاعات پیچیده با جزئیاتی بسیار دقیق، شفاف و رنگی، با دقتی بسیار بالاتر از مدل‌های فیزیکی نمایش داده می‌شوند. این هولوگرام‌ها، دارای قابلیت ترکیب چهار عکس در یک چاپ هولوگرافیک که از جهات مختلف قابل دیدن باشد، را دارا هستند. همچنین امکان دیدن یک تصویر، مراحل پروژه، طراحی‌های جایگزین، یا قبل و بعد از آن



تصویر ۳ - تصویر سه بعدی هولوگرافیک به وسیله موبایل.

## مقایسه ویژگی‌های چاپ هولوگرافیک و چاپ سه بعدی

با توجه به مطالب گفته شده در مورد خصوصیات هر کدام از این دو نمونه، می‌توان آنها را با هم مقایسه کرد. به این منظور در جدول ۱ به مقایسه‌ی ویژگی‌های چاپ‌های سه بعدی و چاپ‌های هولوگرافیک سه بعدی پرداخته می‌شود و سپس در جداول ۲ و ۳ هزینه انجام هر نمونه، مورد بررسی و مقایسه قرار می‌گیرد. جدول ۲ و ۳ با توجه به قیمت‌های موجود در بازار، تدوین شده‌اند. با توجه به تفاوت پارامترهای ارائه شده در جداول ۲ و ۳ که کار مقایسه را دشوار می‌کند، برای درک بهتر از مقایسه هزینه این دو فن آوری، هزینه ساخت دو مدل اتومبیل با ابعاد یکسان  $۲۰۳۵ \times ۱۳۸۰ \times ۱۵۸۰$  میلیمتر که در تصاویر ۲ و ۴ نشان داده شده‌اند، ارائه می‌گردد. هزینه ساخت مدل هولوگرافیک ۱۶۶۷ دلار و مدل چاپ سه بعدی ۶۵ دلار است. اگرچه هزینه ساخت مدل هولوگرافیک بسیار بالاتر از چاپ سه بعدی است، لیکن با توجه به لزوم ساخت مدل‌های متعدد برای اعمال تغییرات در حالت

عنصر مشابه هم وزن، انرژی الکتریکی مصرف می‌کنند (Samuel and Huang, 2013). در سال ۲۰۰۹، تحقیقاتی در واحد تولیدات بی‌خطر محیطی دانشگاه ام آی تی انجام شد و مشخص گردید که لیزری که برای مخلوط کردن ذرات آهن تابیده می‌شود، هزار بار بیشتر از انرژی است که برای ریخته‌گری سنتی و ماشین کاری استفاده می‌شود (Gutowski et al., 2009). در سال‌های اخیر چاپگرهای سه بعدی از قالب پروتوتایپ‌های صنعتی و فرآیند تولید فراتر رفته است و بصورت تکنولوژی در دسترس برای شرکت‌های کوچک یا حتی افراد عام درآمده است. این چاپگرها با دقت‌های متفاوت برای کارهای مختلف در بازار عرضه می‌گردند. مثلاً برای مدلسازی کارهای ظریف، نظیر طلا و جواهر، از دستگاه‌هایی با دقت بالاتر و حساسیت بیشتر استفاده می‌شود. در عین حال فرآیند چاپ سه بعدی امکان شخصی‌سازی را به وجود می‌آورد، قابلیت‌هایی که بتوان در لوای آن بر اساس نیازهای شخصی کاربر، شی را به وجود آورد. هر کاربر می‌تواند با توجه به نیازهایش به سفارش مدل خود اقدام کند. ضمن آن که از هزینه‌ها، زمان و تلاشی که در جهت تولید یک شی صورت می‌گیرد، می‌کاهد (Berman, 2012, 161).

جدول ۱- مقایسه ویژگی‌های چاپ هولوگرافیک و چاپ سه بعدی.

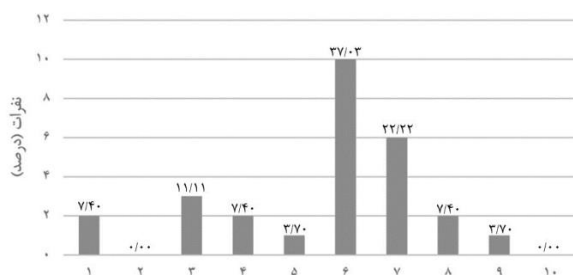
ویژگی‌ها و قابلیت‌ها	چاپ هولوگرافیک	چاپ سه بعدی
امکان حمل و نقل به نقاط دور از دسترس	✓	
ماندگاری در طولانی مدت	✓	
قابلیت ضد آب بودن	✓	✓
قابلیت کپی کردن همزمان	✓	
توانایی تبدیل به تصاویر متحرک	✓	
نگهداری آسان	✓	✓
دارای طیف رنگ	✓	
نمایش اطلاعات پیچیده	✓	
ارائه‌ی جزئیات دقیق	✓	
ارائه به زبان‌های مختلف	✓	
امکان دیدن مراحل پروژه	✓	
هدر رفت مواد		✓
دسترسی آسان		✓
مضر بودن مواد مورد مصرف		✓
پایداری مواد مورد مصرف	✓	
امکان شخصی سازی		✓
مصرف بالای انرژی‌های فسیلی		✓

اما فهم جزئیات در مدل هولوگرافیک، سریع تر و آسان تر صورت می گیرد. پویایی، شبیه سازی واقعیت، زنده بودن در فضا، رنگ و نور، از جمله ویژگی های مدل هولوگرافیک هستند که از نظر طراحان، باعث جذب مخاطب در نگاه اول می شوند. به منظور ارائه ایده در شرایط یکسان، مدل هولوگرافیک به جهت داشتن قابلیت پویانمایی، سهولت در ساخت و اجرا، هایتک بودن، صرفه جویی در مصرف مواد و پایداری، مورد استقبال بیشتری قرار گرفت. قیمت بالای تولید مدل هولوگرافیک، باعث می شود در این رقابت، مدل سه بعدی به صرفه تر به نظر برسد و تمایل بیشتری نسبت به استفاده از آن باشد. همچنین افراد برای درک بهتر تمایل زیادی به لمس مدل داشتند از این رو ۵۷/۳٪ افراد ترجیح می دهند به جای آنکه مدل مجازی را با جزئیاتی بیشتر داشته باشند، بتوانند مدل سه بعدی را لمس کنند (تصویر ۵).



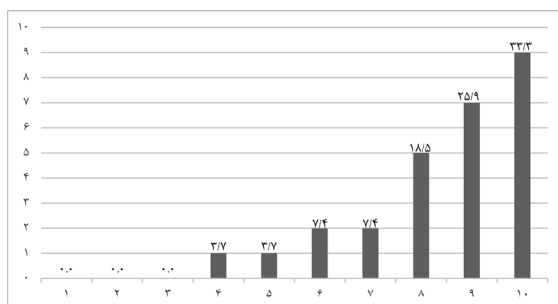
تصویر ۵- میزان تمایل به لمس مدل.

در مورد میزان اعتماد افراد به این فن آوری جدید، با توجه به نتایج به دست آمده میتوان گفت که این قابلیت اعتماد در بیشتر از نصف افراد مورد مطالعه وجود دارد. همانطور که نمودار ارائه شده در تصویر ۶ نشان میدهد، تجمع داده ها از حد میانه نمودار بالاتر است. یعنی ۶۶/۷٪ از افراد مورد مطالعه می توانند بیش از حد متوسط به مدل مجازی (هولوگرافیک) اعتماد کنند.



تصویر ۶- میزان اعتماد سازی مدل هولوگرافیک.

در حالی که ۸۵/۱۵٪ از افراد، بیش از ۵۰٪ به مدل های پرینت سه بعدی اعتماد می کنند (تصویر ۷).



تصویر ۷- میزان اعتماد سازی مدل سه بعدی.

فیزیکی نسبت به مدل هولوگرافیک که تغییرات در دنیای مجازی انجام می شود و قبل از چاپ نهایی می توان آنها را اعمال کرد، تا حدودی توجیه اقتصادی دارد. به منظور انجام مقایسه ی دقیق تر دو تکنیک یاد شده، مطالعه ای به صورت نظرسنجی انجام شده است که در ادامه به آن پرداخته خواهد شد.

## روش مطالعه

در این بخش دو مدل از یک خودرو، به روش های چاپ سه بعدی و هولوگرام سه بعدی (به وسیله اپلیکیشن موبایل) تهیه گردید. سپس تعدادی پرسشنامه در دسترس ۱۳ دانشجوی کارشناسی ارشد طراحی صنعتی، ۱۰ دانشجوی کارشناسی ارشد معماری و ۴ استاد طراحی صنعتی قرار داده شد. در بین این افراد، ۱۱ نفر دارای سابقه کار حرفه ای طراحی بودند. قبل از تحویل پرسشنامه به افراد، دو مدل یاد شده به نمایش گذاشته شد تا زمانی را به بررسی و آشنایی بیشتر با مدل ها صرف کنند. سپس در زمان پاسخگویی هر دو نمونه از مقابل افراد برداشته شد تا بستر پاسخگویی به چهارده سوال مربوطه فراهم شود. افراد از زوایای گوناگونی چون میزان اعتماد به مدل ها، کیفیت دریافت و ماندگاری اطلاعات و جزئیات، قابلیت ملموس بودن، توانایی درک و تمایل به استفاده از هر یک از آنها و میزان تسهیلات در روند ایده پردازی و مدت زمان نگهداری، مورد پرسش قرار گرفتند.

## یافته ها

بر اساس نتایج به دست آمده از مطالعه، به نظر افراد شرکت کننده، مدل سه بعدی ملموس تر از مدل هولوگرافیک است،

جدول ۲- قیمت چاپ هولوگرافیک.

رنگ	قطر (میلی متر)	قیمت (دلار آمریکا)	متریال
طبیعی	۳	۶۴,۹۵	پی آل ای
آبی	۱/۷۵	۳۱,۰۰	ای بی اس
سفید	۳	۲۳,۰۰	پی سی
طبیعی	۰/۳	۱۰۴,۳۵	پی وی ای

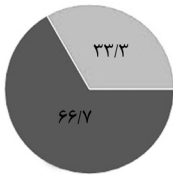
ماخذ: (3ders, 2015)

جدول ۳- قیمت چاپ سه بعدی.

انتخاب	اندازه (میلی متر)	قیمت (دلار آمریکا)
رنگی	۲۵۵*۱۹۵	۳۴۲,۳۹
رنگی	۴۵*۲۹۰	۹۳۶,۴۹
رنگی	۶۰*۴۵۰	۱۸۷۴,۵۵
رنگی	۸۵*۶۰۰	۲۶۵۶,۲۷

مخاطبان با در نظر گرفتن همه جنبه‌های دو مدل، بیشتر گرایش به انتخاب مدل فیزیکی برای ساخت مدل اولیه خود داشتند که در تصویر ۸، قابل مشاهده است (تصویر ۱۰). در انتهای فرآیند پرسش، در حالی که امکان مشاهده هیچ یک از مدل‌ها برای افراد وجود نداشت، از آنها خواسته شد که اعلام کنند جزئیات و اجزای کدام مدل را بیشتر بخاطر سپرده‌اند. همانطور که در تصویر ۱۱ دیده می‌شود، ۵۸/۳٪ از افراد مدل فیزیکی و ۴۱/۷٪ مدل هولوگرافیک را بهتر به خاطر داشتند.

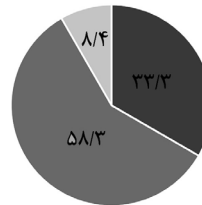
● مدل فیزیکی  
● مدل مجازی



تصویر ۱۰- میزان انتخاب هر کدام از مدل‌ها توسط مخاطبین.

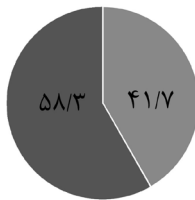
۵۸/۳٪ از افرادی که مورد سوال قرار گرفتند، معتقدند که مدل هولوگرافیک روند ایده‌پردازی را تسهیل می‌کند، ۳۳/۳٪ مدل سه‌بعدی و بقیه هردو مدل را تسهیل کننده دانستند (تصویر ۸). بیش از نیمی از پاسخ دهندگان، مدل‌های فیزیکی خود را تا آنجا که امکان نگهداری وجود داشته باشد، حفظ می‌کنند، ولی متعقدند که این مدل‌ها جاگیر بوده و پس از مدتی مزاحم هستند. در حالیکه مدل هولوگرافیک برای نگهداری بسیار مناسب‌تر است و جای کمتری می‌گیرد (تصویر ۹).

● مدل فیزیکی  
● مدل مجازی  
● هر دو



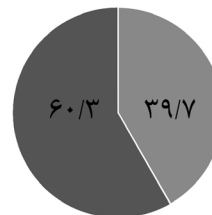
تصویر ۸- میزان تسهیل ایده‌پردازی توسط هر کدام از مدل‌ها.

● مدل فیزیکی  
● مدل مجازی



تصویر ۱۱- ماندگاری در حافظه.

● مدل فیزیکی  
● مدل مجازی



تصویر ۹- مدت زمان نگهداری مدل پرینت سه‌بعدی.

## نتیجه

آن، کاملاً محسوس است. یک نگاه اجمالی به مدل یا محصول، فرد را تحریک به دریافت اطلاعات بیشتر در مورد آن خواهد کرد. در واقع کلیت درک شده از یک پرینت سه‌بعدی هولوگرافیک، به سرعت اتفاق خواهد افتاد. هولوگرام باعث افزایش درصد ذخیره اطلاعات و کاهش بار اطلاعات شناختی می‌شود. این فناوری، باعث تأثیر بر حافظه درازمدت مشاهده‌کنندگان می‌شود. نمی‌توان از آلودگی‌هایی که در خلال تولید مدل سه‌بعدی به واسطه مواد مورد مصرف آن ایجاد می‌شود، چشم پوشید. همچنان که از سبز و پایدار بودن مدل‌های هولوگرافیک نمی‌توان غافل شد. بنابراین، توجه به فاکتور پایداری، یکی از مثبت‌ترین خصوصیت‌های مدل هولوگرافیک است. بعضی از طراحان، درباره علل انتخاب مدل سه‌بعدی فیزیکی به این نکته اشاره کردند که وقت و هزینه کمی صرف این فرآیند می‌شود. اما موضوع حائز اهمیت این است که گاهی اوقات، برای رسیدن به نتیجه مطلوب، نیاز به تکرار چاپ سه‌بعدی هست و این دقیقاً با پایداری در تناقض است. نمی‌توان تجربه‌ای را که کاربر در فضای واقعیت مجازی به دست می‌آورد از نظر انداخت، چرا که تجربه‌ای است فارغ از عالم واقع که در آن

تجسم سه‌بعدی، طراحان را قادر به توسعه‌ی بسیاری از جنبه‌های روند طراحی می‌سازد. با توجه به ویژگی‌های منحصر به فرد مدل سه‌بعدی هولوگرافیک، طراح در تجربه‌ی استفاده از آن دچار نوعی تناقض می‌شود. هیجان مواجه شدن با یک مدل سه‌بعدی نورانی که در فضا حضوری جذاب و پویا دارد، از یک سو و عدم اعتماد و اطمینان از سوی دیگر به جهت غیرقابل لمس بودن آن، طراح را در انتخاب ابزار کمی محتاط نشان می‌دهد. اما برای ماندن در شرایط مغشوش و شلوغی که در پروژه‌های بزرگ وجود دارد و اطمینان دادن به کارفرما در جلوگیری از هزینه‌های اضافی ساخت مدل‌های مکرر، استفاده از این فن آوری، امری ضروری به نظر می‌رسد. از سوی دیگر، با گذشت زمان، هزینه ساخت مدل‌های هولوگرافیک قطعاً کاهش چشمگیری خواهد یافت. طبق نتایج مطالعه، بیش از نیمی از افراد، بیشتر از حد متوسط به مدل مجازی اعتماد داشتند. همچنین نیاز طراحان برای نشان دادن جزئیات، آماده‌سازی مدل در کمترین زمان و راحتی در حمل و نقل و نگهداری سهل الوصول مدل به شدت احساس می‌شود؛ لذا میل به استفاده از این تکنولوژی با وجود بدیع و ناآشنا بودن

به استفاده از روش چاپ سه بعدی هستند. یکی از دلایل کشش به روش های قبلی، مقاومت درونی در برابر تغییرات و فن آوری های جدید است. از آنجا که زمان زیادی از به وجود آمدن هولوگرام های سه بعدی نمی گذرد، مورد قبول قرار گرفتن آن از جانب طراحان، ملزم به گذر زمان است، لذا نگارندگان برای این باورند که توسعه تحقیقاتی در زمینه هولوگرام ها، دنیای جدیدی پیش روی طراحان قرار خواهد داد.

به ازای هر تغییری، مجبور به پرداخت هزینه و صرف زمان نیست. لذا طراح یا کاربر براحتی می تواند تغییرات عظیم و آنی را در طرح خود اعمال کند. بررسی هولوگرام های سه بعدی، فرصتی را برای طراحان و معماران در راستای شناخت و استفاده هرچه بهتر این دانش در دنیای طراحی فراهم می آورد.

بنابراین آنچه که در این پژوهش حاصل شد، علی رغم تمام ویژگی های مثبت فن آوری هولوگرافی، طراحان کماکان علاقمند

## پی نوشت ها

Design for Interactive Systems (formerly known as 13407) (ISO, Part 210).

Johnston, S. F (2006), *In Holographic Visions: A History of New Science*, University of Glasgow, UK.

Johnston, S. F (2008), *Holograms: A Cultural History*, *Leonardo: Art Science and Technology*, (41) 3, 223-229.

Law, E; Roto, V; Hassenzahl, M; Vermeeren, A and Kort, J (2009), *Understanding, scoping and defining user experience: A survey approach*, Proceedings of the 27th International Conference on Human Factors in Computing System, USA, 719-728.

McCarthy, J and Wright, P (2004), *Technology as experience*, Cambridge, MIT Press, USA.

Monde, M; Uematsu, T; Toda, T; Ohnuma, K and Yoshizumi, Y (1995), *Holographic Three Dimensional Printer Using GalVanOmeter Scanners*, *Optical Review*, (2) 2, 132-134.

Muhanna, M. A (2015), *Virtual reality and the CAVE: Taxonomy, interaction challenges and research directions*, *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, (27) 3, 344-361.

O'LEARY, A (2013), *3-D Printers to make things you need or like*, New York Times.

Rebello, F; Noriega, p.M; Duarte, E and Soares, M (2012), *Using Virtual Reality to Assess User Experience*, *Human Factors and Ergonomics Society, 18th Triennial Congress of the International Ergonomics Association*, Lisbon, 954-982.

Saleh, B. E. A and Teich, M. C (1987), *Fundamentals of Photonics*, 2nd ed. USA: Wiley.

Samuel H., Huang, P. L. (2013), *Additive manufacturing and its societal impact: a literature review*, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, (67) 5-8, 1191-1203.

Tung, H and Jeong, W. K (2000), *Holography 2000*, SPIE, Austria.

Wijk, A. V (2013), *3D Printing with Biomaterials*, IOS Press, Netherland.

Wilson, J (1999), *Virtual environments applications and applied ergonomics*, *Applied Ergonomics*, (3) 1, 3-9.

Ye, J; Badiyani, S; Raja, V and Schlegel, T (2007), *Human-Computer Interaction, HCI Applications and Services*, Springer Berlin Heidelberg, Germany.

Digitaltrends (2016), <https://www.digitaltrends.com/dt-best-of-everything/Sighted on 1/3/2016>

3dprint (2015), <http://3dprint.com/86444/holograph-viewer-3d-printed/Sighted on 1/3/2016>

3ders (2016), <http://www.3ders.org/articles/20160404-forum8-develops-holographic-projection-mapping-display-for-3d-printed-models.html Sighted on 1/3/2016>

۱) امواج نوری با طول موج یکسان یا تقریباً یکسان که رابطه فازی ثابتی بین آنها برقرار است (Coherent).

۲) در هولوگرام یا تمام نگاری، اطلاعات مربوط به هر سه بُعد در تصویر ثبت شده است و ناظر از دیدن تمام نگاشت احساس برجستگی در تصویر می کند.

3 Trompe-L'oeil.

4 ISO.

5 Context.

۶ یک هولوگرام متحرک است و به این صورت ایجاد می شود که در هنگام نگاشت آن، فریم های مختلفی از یک تصویر در حال حرکت به ترتیب و به صورت مجزا در مقابل نور لیزر قرار داده شده و توسط نور لیزر روی سطح حساس به نور ثبت می شود.

۷ نرم افزار تحلیل آماری (IBM).

8 Application.

۹ ساخت سریع مدل اولیه.

10 High Technology.

## فهرست منابع و مراجع

تالپوت، مایکل (۱۳۸۷)، *جهان هولوگرافیک*، ترجمه داریوش مهرجویی، نشر هرمس، تهران.

جهانی، شیما (۱۳۹۲)، *خانه ای برای گوته*، پایان نامه کارشناسی رشته معماری، دانشگاه شیراز.

Bassoli, E. A. G (2007), *3D printing technique applied to rapid casting*, *Rapid Prototyping Journal*, (13) 3, 148-155.

Berman, B (2012), *3-D printing: The new industrial revolution*, *Business Horizons*, (55) 2, 155-162.

Biocca, F and Levy, M (1995), *Communication in the age of virtual reality*, L. Erlbaum Associates Inc, USA.

Cascini, F. P (2014), *A framework for user experience, needs and affordances*, *Design Studies*, (35) 2, 160-179.

Fttermann, D. M (1998), *Ethnography: Step by step*, 2nd ed, SAGE, Chicago.

Gutowski, T., Branham, M., Dahmus, J., Jones, A., Thiriez, A. and Sekulic, D (2009), *Thermodynamic Analysis of Resources Used in Manufacturing Processes*, *Environmental Science & Technology*, (43) 5, 1584-1590.

Hariharan, P (2002), *Basics of Holography*, Cambridge University Press, UK.

Hayes, J (2013), *a New Way to Go 3D - Zebra Imaging to Partner with Autodesk*, Product Lifecycle Management, Autodesk Inc, USA.

Herzogenrath, E. B (1964), *The Cinema of Tod Browning: Essays of the Macabre and Grotesque*, Jefferson, Mcfarland company inc, UK.

ISO (2010), *Ergonomics of human system interaction*, Human-Centered