



مروری بر کمی سازی جلوه ظاهر بصری

علی محمدعلیزاده^۱، فرهاد عامری^{۲*}، سیامک مرادیان^۲

۱- دانشجوی دکتری، گروه پژوهشی فیزیک رنگ، موسسه پژوهشی علوم و فناوری رنگ و پوشش، تهران، ایران، صندوق پستی: ۱۶۷۶۵-۶۵۴

۲- استادیار، گروه پژوهشی فیزیک رنگ، موسسه پژوهشی علوم و فناوری رنگ و پوشش، تهران، ایران، صندوق پستی: ۱۶۷۶۵-۶۵۴

۳- قطب علمی رنگ، موسسه پژوهشی علوم و فناوری رنگ و پوشش، تهران، ایران، صندوق پستی: ۱۶۷۶۵-۶۵۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۷/۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۱/۲۳ در دسترس به صورت الکترونیکی از: ۱۳۹۷/۶/۱۲

چکیده

زیبایی ظاهر، در کنار ویژگی‌های یک محصول، بدان مفهوم بخشیده و در ارتباط محصول با مشتری به طور قابل ملاحظه‌ای موثر است. لذا ابزارها و روش‌هایی که بتوانند ظاهر محصول را کمی کرده و با پاسخ‌های انسانی مرتبط سازند همواره مدنظر صنعت و محافل علمی پژوهشی بوده و هستند. در این مقاله قصد داریم تا ضمن تقسیم‌بندی ظاهر به زیر مجموعه‌هایی که اندازه‌گیری ظاهر را تسهیل کرده‌اند به دیدگاه‌هایی که سعی در کمی کردن درک انسانی از ویژگی‌های ظاهری دارند، بپردازیم. در این راستا به اهمیت ظاهر در مهندسی کانسی به عنوان ابزاری جهت ارتباط توقعات مدنظر مشتری از محصولات با پارامترهای طراحی معتبر اشاره شده و همچنین از کمیت‌سنجی نرم به عنوان یک روش، برای اندازه‌گیری ظاهر و اندازه‌گیری عینی ویژگی‌های معین ادراکی در حوزه حواس پنج‌گانه استفاده خواهد شد. نتایج حاکی از موثر بودن جلوه ظاهری کل در مهندسی کانسی و کارآمد بودن ابزار کمیت‌سنجی نرم در اندازه‌گیری آن می‌باشد که این موضوع توسط محققین مختلفی با تقسیم‌بندی جلوه ظاهری کل به زیر مجموعه‌های آن مورد ارزیابی و بررسی قرار گرفته است. واژه‌های کلیدی: جلوه ظاهری کل، جلوه ظاهری بصری، مهندسی کانسی، کمیت‌سنجی نرم.

A Review on Quantification of Visual Appearance

A. M. Alizadeh¹, F. Ameri^{*1}, S. Moradian²

1- Department of Color Physics, Institute for Color Science and Technology, P.O.Box: 16765-654, Tehran, Iran

2- Center of Excellence for Color science and Technology, Institute for Color Science and Technology, P. O. Box: 16765-654, Tehran, Iran.

Received: 26-09-2017

Accepted: 12-02-2018

Available online: 03-09-2018

Abstract

The aesthetic and pleasing properties of a product are important and significantly add to the meaning and relevance of a product. There has been a strong industrial and academic interest and need to establish hardware and/or software systems in order to quantify and link appearance properties to their human response equivalences. In this study, we intend to review models which have been proposed to quantify human perceptions of appearance features. To this end the importance of Kansei Engineering in appearance is considered. This is a tool for linking consumer expectations of products with valid design parameters. In the domain of human senses, soft metrology is used as a method for metering and objective quantification of perceptual qualities of appearance. *J. Color Sci. Tech.* 12(2018), 135-146©. Institute for Color Science and Technology.

Keywords: Total appearance, Visual appearance, Kansei engineering, Soft metrology.

۱- مقدمه

محققین مختلفی (هانتز^۱، پوینتر^۲، هاجینگز^۳) با روش‌های متفاوت به بحث و بررسی در خصوص ظاهر پرداخته‌اند [۱-۳]. هاجینگز مفهوم ظاهر کل^۴ را عنوان کرد ولی این مفهوم عمدتاً در مورد غذاها کاربرد داشته و با دیگر حواس انسان از قبیل بویایی، چشایی و ذائقه مرتبط بود. او همچنین از کلمه گشتالت^۵ شکل یا جلوه استفاده می‌کند که به عنوان نگرش کلی یا گشتالت ظاهر^۶ توضیح داده شده و شامل ارزیابی ویژگی‌های فیزیکی زیادی است که منجر به محرکه‌هایی می‌شوند که باعث درک و احساس ظاهر می‌گردند. وی معتقد است که ظاهر توسط ویژگی‌های محصول و طرح آن، محیط یا وضعیت و درک کننده که همان مشاهده کننده می‌باشد پدید آمده و می‌تواند متغیر باشد. با توجه به اینکه وضعیت ذهن مشاهده‌گر بر درک کردن تاثیرگذار است لذا اظهار نظری که در خصوص پیش‌بینی ویژگی‌های ظاهر اجسام و صحنه‌ها می‌شود براساس تجارب ذهنی فرد مشاهده کننده است. هاجینگز همچنین به این مطلب اشاره دارد که ظاهر کل یک صحنه شامل تصویر بصری از آن در درون ماست. جلوه ظاهری بصری^۷ به عنوان زیرمجموعه ظاهر کل، در زندگی روزمره ما انسان‌ها و نیز در صنایع گوناگون از اهمیت فراوانی برخوردار است. کیفیت ظاهری اولین چیزی است که فرد به هنگام انتخاب و خرید محصول بدان توجه می‌نماید. با توجه به این مساله، شناسایی و اندازه‌گیری صفات ظاهری گوناگون در صنایعی همچون خودروسازی، چاپ و بسته‌بندی، نساجی، تولید کاغذ، مواد غذایی و آرایشی بهداشتی و غیره بسیار حائز اهمیت است و لازمه آن کسب دانش کامل از فرآیندهای نوری و بصری است که در برهم‌کنش نور با شیء و چشم و مغز اتفاق می‌افتد. تا مدت‌ها کنترل جلوه ظاهری بصری در صنعت به صورت کیفی بر پایه قضاوت افراد متخصص صورت می‌گرفت. توسعه صنعت و نیز ارتقاء سلیقه مشتری، لزوم در اختیار داشتن روش‌ها و دستگاه‌های مناسب جهت اندازه‌گیری کمی، صحیح و دقیق جلوه ظاهری مطابق با ادراک بصری انسان‌ها را ایجاب نمود. این نیاز صنعت منجر به پایه‌ریزی مطالعات گسترده برای توسعه روش‌های اندازه‌گیری و مدل‌های ریاضی جهت کمی‌سازی^۸ صفات ظاهری بدان طریق که مشاهده کننده انسانی درک می‌نماید، گردید [۱].

۲- کانسی^۹، کمیت‌سنجی نرم^{۱۰} و جلوه ظاهری کل

۲-۱- نقش جلوه ظاهری کل در مهندسی کانسی

تصمیم‌گیری مشتری در هنگام انتخاب محصول، شامل پیچیدگی‌هایی است که متضمن درک حواس پنج‌گانه از مجموعه‌ای از ویژگی‌های محصول از قبیل: ظاهر، عملکرد و ترکیب محصول در کلیت مجموعه‌اش^{۱۱} می‌باشد. اولویت اصلی استاندارد ISO 9001 تمرکز بر مشتری است و از دیدگاه این استاندارد موفقیت پایدار یک سازمان زمانی حاصل می‌شود که ضمن درک نیازهای فعلی و آینده مشتریان و سایر طرف‌های ذینفع، اعتماد آنان نیز جلب و حفظ شود [۴]. لذا ابزار و روش‌هایی که بین رضایت مشتری و ویژگی‌های مهم محصول مانند رنگ، براقیت، ساختار یا ترکیبات، بافتار و غیره ارتباط برقرار نماید از اهمیت زیادی برای بخش‌های مختلف صنعت برخوردار است [۵، ۶].

کانسی احساسات لحظه‌ای و عواطفی است که ما هنگامی که در ارتباط متقابل با چیزها مانند محصولات یا سرویس‌های خدماتی قرار می‌گیریم، تجربه می‌کنیم. به مرور زمان ما به صورت خودآگاه از آنچه دوست داریم اطلاع می‌یابیم ولی ضمیر ناخودآگاه ما از قبل برای استفاده از اطلاعات حسی دریافت شده تصمیم گرفته است و از این اطلاعات روندی منطقی برای توجیه کردن یک تصمیم مهیا می‌سازد [۷].

حس‌های دریافتی در مورد یک محصول مشخص می‌تواند هر چیزی باشد: از اشتیاق تا بدگمانی، سرخوشی تا بی‌علاقگی. در اینجا هیچ درست و غلطی وجود ندارد و هر آنچه در مورد یک محصول معین احساس می‌شود، برای هر شخص خاصی دقیقاً واقعی و صحیح است. مهندسی کانسی روش شناخت ساده‌ای است برای تضمین این مسئله که محصول یا سرویس‌های مورد نظر، واکنش‌های احساسی مطلوب را موجب می‌شوند. مراحل و روش‌های اجرا به طراح اجازه می‌دهد که هیجان‌ات و عواطف لحظه‌ای کاربر را الگو قرار داده و سپس آنها را به المان‌های طراحی تبدیل نماید [۷].

مهندسی کانسی که روشی است برای تبدیل احساسات و تأثیرات عاطفی به عوامل تولید، در سال ۱۹۷۰ توسط میتسو ناگامچی^{۱۲} ابداع شد. این روش این توانایی را دارد که احساسات گوناگون را سنجش کرده و رابطه آنها را با خصوصیات تولیدات واقعی نشان دهد. در نتیجه این امکان وجود دارد که تولیدات برای ارائه دادن عواطف و حالات حسی طراحی شده باشند. این روش طراحی امروزه به عنوان یکی از محورهای توسعه حرفه‌ای توسط جامعه آماری سلطنتی انگلستان اتخاذ شده است [۷].

امروزه مردم تمایل دارند تا از محصولاتی استفاده کنند که کارایی داشته و از نظر فیزیکی کاربردی باشند، همچنین از منظر

- 1- Hunter
- 2- Pointer
- 3- Hutchings
- 4- Total appearance
- 5- Gestalt
- 6- Gestalt appearance
- 7- Visual appearance
- 8- Quantification

- 9- Kansei
- 10- Soft metrology
- 11- Gestalt
- 12- Mitsuo Nagamachi

که نیازهای اساسی را برآورده می‌سازد وجود دارد لذا طراحی محصول در جهت افزایش انگیزه مشتری و برنده شدن رقابت مهم است. در این راستا تنظیم‌کننده ارزشی به صورت شکل ۱ توسط برگمن^{۱۰} معرفی شده است که ابزاری است برای تجسم نسبی خواص مهم در طراحی (شکل، مواد، رنگ و سطح). اینکه چگونه این موارد با یکدیگر ترکیب شوند تا زیبایی و ارزش‌های اصلی را در محصول و انگیزه خرید را در مشتری ایجاد نماید توسط طراح صنعتی تعیین می‌شود. به طور مثال در شکل ۱، سیزده ارزش اصلی توسط طراح صنعتی برای وسیله حمل دوچرخه روی سقف خودرو در صنایع خودرو معرفی شده است [۱۵]. در این تنظیم‌کننده به طور مثال در طراحی سطح، تصمیم بدین شکل بوده است که مهم‌ترین عوامل که برای داشتن محصولی موفق باید مورد تحقیق قرار گیرند عبارتند از: کاربری راحت، زیبایی، طراحی با دقت، کیفیت، اعتبار حرفه‌ای؛ لذا خواص سطح مانند براقیت، رنگ و بافتار در محصول نهایی بسیار مهم می‌باشند.

گاهی ظاهر محصولات در بیننده خود باعث درکی شبیه تجربه می‌شود [۱۶]. یک مثال در این زمینه، آزمایشی است که توسط روانشناس آلمانی، کوهرل^{۱۱}، در سال ۱۹۲۹ انجام شده، او نشان داد که یک ارتباط قوی بین شکل بصری یک شکل و حسی که از آن درک می‌شود وجود دارد، بطور مثال اثر بوبا-کیکی^{۱۲} [۱۶]؛ آزمون کیکی و بوبا، این ارتباط را تا ۹۵ درصد تأیید می‌کند که احتمالی بالا و تقریباً قطعی در علم است [۱۷]. لذا در نظر گرفتن این موضوع نیز در اثرگذاری روی مشتری حائز اهمیت است.

در نهایت پیش‌بینی چگونگی درک محصول از طرف مصرف‌کنندگان بسیار مهم است. با توجه باینکه ادراک شامل ۵ حس بصورت جداگانه یا باهم است لذا چهارچوب تجربه درک محصول^{۱۳} دارای سه بعد اصلی است [۱۸، ۱۲]:

بازخورد حسی^{۱۴}: شامل ادراک محرکه تجربه شده با گیرنده‌ای است که حس می‌کند.

بازخورد شناختی^{۱۵}: سازمان‌دهی و درک آنچه دریافت می‌کنیم.

بازخورد موثر عاطفی^{۱۶}: ارتباط آنچه درک شده با تجربیات عاطفی مانند احوالات، احساسات و حالات خلق و خویی می‌باشد.

با توجه به توضیحات ارائه شده، اهمیت مهندسی کانسی در صنعت غیرقابل انکار بوده و از طرفی نقش ظاهر و اندازه‌گیری آن در این مهندسی بسیار حائز اهمیت است لذا تحقیق در این خصوص می‌تواند بسیار راه‌گشا برای صنایع مرتبط باشد.

عاطفی و ذهنی جذابیت داشته باشد. مهندسی کانسی در واقع مطالعه تعامل کاربر و محصول از آن سه نظر است که توجه خود را روی روابط و ویژگی‌های فیزیکی محصول و تأثیرات حسی آن بر مصرف‌کننده معطوف می‌دارد. در نتیجه دانشی به دست می‌دهد تا چگونه محصولات جذاب‌تری جهت رضایت کاربران طراحی شود. با توجه به مطالب ذکر شده، می‌توان مهندسی کانسی را به عنوان یک سبک (متدلوژی) در زمینه مهندسی عاطفی^۱ مطرح نمود [۷].

محرکه‌های دریافتی از محصولات، منجر به ایجاد احساس در انسان‌ها می‌گردد که در خصوص کمی کردن حس روان‌شناختی^۲ و دامنه محرکه‌ها در اثرگذار بودن، تحقیقات متعددی صورت پذیرفته است. دو مثال در این راستا عبارتند از: قانون فنچر^۳ [۸] و قانون نمایی استیونس^۴ [۹]. نحوه دیگر ارزیابی نگرش، استفاده از مقیاس معنایی است. اسگود^۵ و همکارانش با روش رتبه‌بندی معنایی^۶ درک مردم از محصول را کمی کردند بدین ترتیب که یک مقیاس معنایی^۷ متشکل از جفت صفات متقابل و متضاد توسط ۵ تا ۷ امتیاز جدا شدند. به طور مثال مشتری می‌تواند وضعیت یک محصول را توسط رتبه‌بندی جفت صفات (زبری تا صافی - سرد تا گرم - تیره تا روشن) با یک مقیاس هفت رتبه‌ای، ارزیابی نماید [۱۰].

با این حال، یکی از اجزای مهم تأثیرگذار بر زیبایی‌شناسی و نگرش به محصولات، نیازمندی یا انگیزه مشتری است. انگیزه و نیاز مشتری توسط مازلو^۸ در پنج سطح که عبارتند از: نیازهای زیست‌شناختی و روانی، نیازهای ایمنی (امنیت)، نیازهای تعلق و عشق، عزت نفس و خودشکوفایی مورد تأکید واقع شده است [۱۱]. اگر حس روان‌شناختی (S) ناشی از محرکه فیزیکی منطبق بر انتظار مشتری در خصوص انگیزه‌اش باشد، نگرش به محصول مثبت خواهد بود، یعنی طراح محصول طی یک پیام می‌تواند منجر به درک مثبت از محصول و خواصش در نزد مشتری باشد.

در طراحی عوامل موثر در تصویر کلی از محصول، یکی از ابزارها، استفاده از تنظیم‌کننده^۹ ارزشی در مهندسی عاطفی است. چگونگی درک محصول به شدت بر تصمیم خرید توسط مشتری موثر است لذا طراحان صنعتی به دنبال ایجاد انگیزه و تجربه‌ای دلپذیر از محصولی دلخواه برای مشتریان می‌باشند [۱۴-۱۲]. زیبایی و مطلوب بودن خواص محصول در ایجاد انگیزه، علاقه، معنا و ارتباط یک محصول خاص با مشتری مهم هستند و از آنجایی که همیشه برای هر محصولی، یک جایگزین رقابتی

- 1- Affective engineering
- 2- Psychological sensation
- 3- Fechner's law
- 4- Stevens' power law
- 5- Osgood
- 6- Semantical differential
- 7- Semantic scale
- 8- Maslow
- 9- Equalizer

- 10- Bergman
- 11 Köhler
- 12 Bouba/kiki
- 13 The framework of perceptual product experience (PPE framework)
- 14- Sensorial
- 15- Cognitive
- 16- Affective

	شکل (FORM)	مواد (MATERIAL)	رنگ (COLOUR)	سطح (SURFACE)
آئرو دینامیک (Aerodynamic)				
کارآمدی (Active)				
کاربری راحت (User friendly)				
زیبایی (Esthetic)				
متفکرانه (Well thought out)				
خلاقانه (Innovative)				
قابل تنظیم (Adjustable)				
کیفی (Qualitative)				
معتبر (Prestigious)				
حرفه‌ای (Professional)				
ایمن (Secure)				
قابل اعتماد (Reliable)				
مناسب (Appropriate)				

شکل ۱: تنظیم‌کننده‌ایی با مقیاس افقی عناصر طراحی و مقیاس عمودی پیام‌های محصول (باربند دوچرخه روی سقف خودرو) تنظیم شده [۱۵].

کمیت‌سنجی نرم مجموعه‌ای از روش‌ها و مدل‌هایی می‌باشد که امکان اندازه‌گیری عینی خواص معین ادراکی در محدوده حواس پنج‌گانه را می‌دهد [۱۹]. کمیت‌سنجی نرم مستلزم اندازه‌گیری عوامل فیزیکی مناسب و توسعه مدل‌هایی است که بتواند آنها را با مقادیر ادراکی مرتبط سازد. بنابراین کمیت‌سنجی نرم از طریق اندازه‌گیری عوامل فیزیکی و توسعه مدل‌های دقیق ارتباطی قابل بررسی است [۱۹].

یک روش تفکر در خصوص موضوع کمیت‌سنجی نرم، مثال درک و اندازه‌گیری طول است. مجموعه‌ای از جعبه‌ها که اندازه آنها در حال افزایش است را مطابق شکل ۲ در نظر بگیرید. از ناظران انسانی می‌توان درخواست کرد که به درکشان از اندازه، عددی را نسبت دهند. به طور برابر ابزاری نیز مانند خط‌کش می‌توان طراحی نمود که اندازه هر جعبه را اندازه‌گیری نماید. به احتمال زیاد



شکل ۲: مشاهده و درک افزایش اندازه در مجموعه جعبه‌ها: طول به عنوان عامل فیزیکی متناظر (برای مثال برحسب متر) [۱۹].

۲-۲-۲-۲-۱- تعریف

ظاهری کل

کمیت‌سنجی نرم، توسعه روش‌های اندازه‌گیری و مدل‌های ریاضی‌ایی را پوشش می‌دهد که این مدل‌ها قادر به کمی کردن خواص مواد، محصولات و فعالیت‌هایی می‌باشند که توسط پاسخ انسانی معین گردیده‌اند. کمیت‌سنجی نرم در معنای وسیع‌تر آن تاکنون به عنوان یک شاخه از مترولوژی محسوب نگردیده و در سیستم اندازه‌گیری جهانی^۲ جایگاهی بدان اختصاص داده نشده است. البته این بدان معنی نیست که در زمینه کمیت‌سنجی نرم، مقیاس اندازه‌گیری وجود نداشته و یا تحقیقی در خصوص آن انجام نشده است زیرا پروژه‌های متفاوتی را در این راستا می‌توان یافت که معطوف بدین مفهوم بوده‌اند. بطور مثال در برنامه اندازه‌گیری تابش نور، که در آن عواملی که با رنگ درک شده از جسم مرتبط شده‌اند از طریق اندازه‌گیری‌های طیف انعکاسی و نتایج پروژه اندازه‌گیری ظاهر، محاسبه می‌شوند [۱۹].

- 1- Soft metrology
- 2- National Measurement System (NMS)

عینی فیزیکی می‌تواند به عنوان کمی‌سنجی نرم تلقی گردد. آنچه تولید می‌شود یک مقیاس اندازه‌گیری است که این امکان را فراهم می‌سازد تا پاسخ‌های ذهنی با استفاده از اندازه‌گیری‌های عینی پیش‌بینی شود (شکل ۴). بنابراین در مثال شکل ۳، روشنایی درک شده برای هر جعبه می‌تواند از روی اندازه‌گیری روشنایی نسبی آن پیش‌بینی گردد. لازم به ذکر است که ارتباط بین اندازه‌گیری‌های عینی و ذهنی که تعریف مقیاس می‌باشد لزوماً خطی نیست، ممکن است شامل بیش از یک اندازه‌گیری عینی، بیش از یک پاسخ ذهنی و حتی منعکس‌کننده تناقض در قضاوت‌های بشری باشد. برای مثال ظاهر جعبه‌ها در شکل ۳ ممکن است برحسب سطح و رنگ منبع روشنایی مورد استفاده برای دیدن جعبه‌ها که باعث تغییر در بازتاب سطح می‌گردند، تغییر کند. مثال‌های زیادی را می‌توان در خصوص پاسخ‌های انسانی و اندازه‌گیری‌های مربوطه ارائه کرد. تا به امروز اکثر این مثال‌ها مربوط به پاسخ‌های بصری یا شنیداری بوده زیرا بیشترین پیشرفت‌ها در این حوزه‌ها برای یافتن ارتباط بین اندازه‌گیری‌های عینی و ذهنی صورت پذیرفته است [۱۹].

می‌توان بین پاسخ‌های انسانی^۱ و اندازه‌گیری‌های به دست آمده با استفاده از خط‌کش^۲ ارتباط برقرار کرد. بنابراین کمی‌سنجی نرم می‌تواند قاعده‌ای برای ارتباط بین پاسخ انسانی و اندازه‌گیری فیزیکی باشد. این مثال ممکن است بدیهی به نظر برسد، زیرا ما مفهوم استفاده از خط‌کش را به عنوان یک وسیله ساده و در دسترس درک می‌کنیم [۱۹].

مثال دوم مجموعه‌ای از جعبه‌ها مطابق شکل ۳ هستند؛ برای ناظر انسانی چیزی از چپ به راست در جعبه‌ها تغییر می‌کند، اما در توضیح اینکه چه چیزی تغییر می‌کند؟ عده‌ای ممکن است آن را تغییر روشنایی، برخی تغییر چگالی و برخی دیگر تغییرات آثار جوهر به جا مانده روی کاغذ بدانند. با آزمایش نشان داده شده است که ناظرین انسانی با کمی تمرین می‌توانند پاسخ‌های نامتناقضی را در قبال تغییراتی که می‌بینند ارائه دهند. به طور برابر، اندازه‌گیری فیزیکی مناسب مانند اندازه‌گیری انعکاس، چگالی یا روشنایی برای هر جعبه می‌تواند انجام شده، و در نهایت مقیاسی که این دو اندازه‌گیری یعنی پاسخ‌های انسانی و عوامل فیزیکی را مرتبط سازد، ساخته شود.

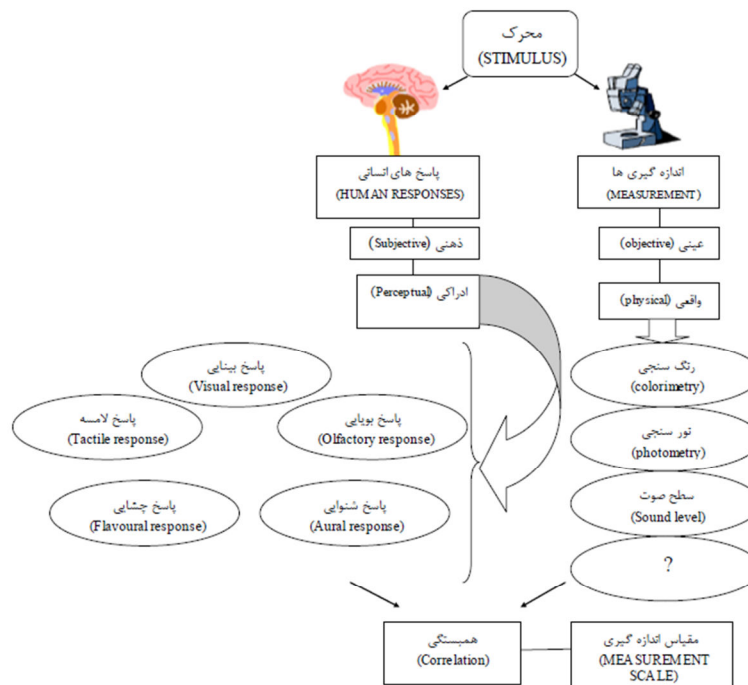
- 1- The 'soft' measure
- 2- The physical measure

۲-۲-۲- اندازه‌گیری مقیاس‌ها

تحقیق در زمینه ارتباط بین پاسخ‌های ذهنی انسان و اندازه‌گیری‌های



شکل ۳: مجموعه‌ای از جعبه‌های متفاوت [۱۹].



شکل ۴: ارتباط بین پاسخ‌های انسانی به یک محرک، اندازه‌گیری‌های فیزیکی از آن محرک و مقیاس اندازه‌گیری به دست آمده [۱۹].

- **واقعی**^۱: خصوصیات فیزیکی جسم که توسط حواس ما قابل تشخیص بوده و عواملی چون محیط اطراف، ویژگی‌های منبع نوری و عوامل فردی (از قبیل پیری، معلولیت و غیره) در درک ما از آن موثر است.
- **فیزیولوژیک**^۲: وظیفه و ارتباط اندام‌ها است، وقتی که گیرنده‌های انسانی تحت تاثیر محرک‌های فیزیکی قرار گرفته و سیگنال‌ها به کورتکس مغز منتقل شده و ایجاد حس می‌کند.
- **روانشناختی**^۳: زمانی ایجاد می‌شود که احساسات (به عنوان یک مطلب شناخته شده) توسط کورتکس تفسیر می‌گردد و این تفسیر متاثر از واکنش‌های ژنتیکی و اکتسابی (مانند: حافظه (دفعات قبل)، فرهنگ، مد و ترجیحات) است.

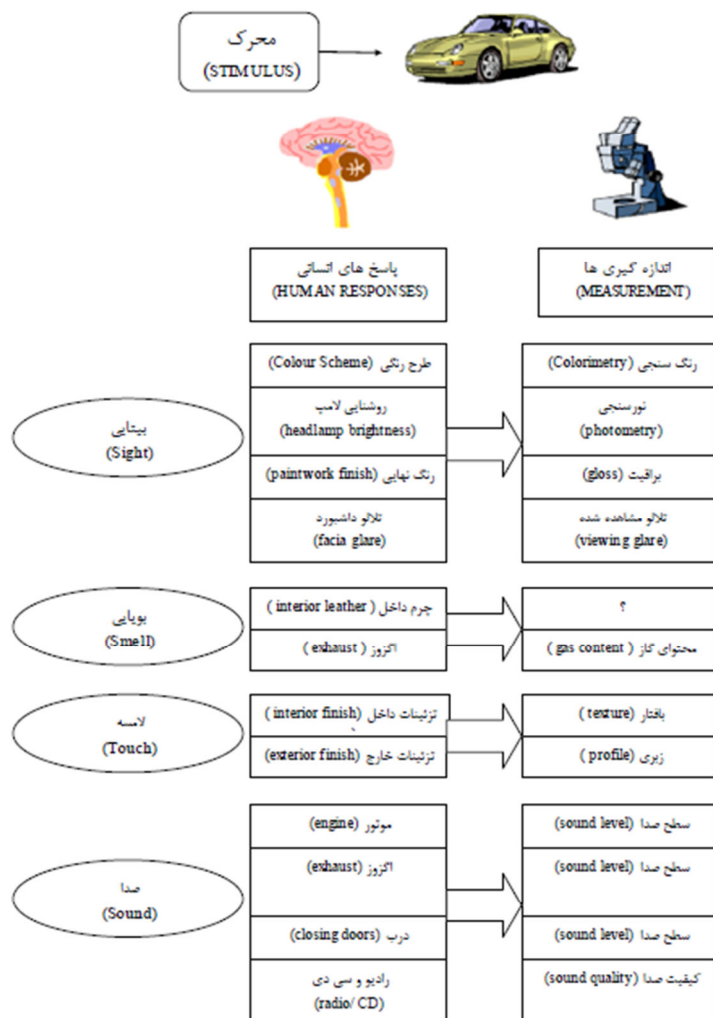
- 1- Physical
- 2- Physiological
- 3- Psychological
- 4- Preferences

شکل ۵ کمیت‌سنجی نرم مربوط به یک محصول مورد مصرف (یک خودرو) را بیان می‌کند. در این مثال به ارتباط بین اندازه‌گیری فیزیکی عینی و پاسخ ذهنی انسانی اشاره شده است. همان‌طور که بیان شد این ارتباط ممکن است یک مدل ساده خطی یا یک مدل پیچیده باشد که تنها از طریق فرآیند شبکه عصبی قابل درک است. بنابراین جهت فرآیند توسعه معیارهای تحت عنوان کمیت‌سنجی نرم، ضروری است که مفاهیم مدل‌سازی ریاضی و تمام پیش‌فرض‌های آن لحاظ گردد [۱۹].

۲-۳- جلوه ظاهری کل

جلوه ظاهری کل توصیفی است از شکل، اندازه، بافتار، براقیت و هر ویژگی از شیء که امکان تشخیص آن توسط حواس پنج‌گانه (بصری، لمسی، بویایی، شنیداری، و طعم) و تفسیر آن توسط مغز به عنوان ظاهر کلی یک شیء را می‌دهد [۱۹، ۲۰].

جلوه ظاهری کل می‌تواند به عنوان ترکیبی از سه جنبه جلوه ظاهری توصیف شود:



شکل ۵: برخی پاسخ‌های انسانی مربوط به خودرو به همراه اندازه‌گیری‌هایی که ممکن است با مقیاس‌ها مرتبط باشد [۱۹].

۳- دیدگاه‌های مختلف در تعریف جلوه ظاهری بصری

استاندارد ASTM(D284-a) جلوه ظاهری بصری یک شیء را به عنوان کلیه ادراکات بصری از آن شیء، شامل اندازه، شکل، رنگ، بافتار، براقیت، شفافیت، پشت‌پوشی و غیره، جداگانه یا با هم، تعریف می‌کند [۲۴]. با وجود این که مشاهده کننده انسانی جلوه ظاهری را به سهولت درک می‌نماید، صفات ظاهری نتیجه‌ای از برهم‌کنش بسیار پیچیده نور با شیء می‌باشند که این برهم‌کنش خود متأثر از ترکیب نور تابیده، ویژگی‌های نوری شیء و سازوکار ادراک انسان است [۲۵]. چنین برهم‌کنشی می‌تواند در قالب انعکاس آینه‌ای، انتشار^۷، جذب^۸ و انتقال^۹ رخ دهد.

- 1- Impact image
- 2- Sensory image
- 3- Sensory viewpoint
- 4- Emotional viewpoint
- 5- Intellectual viewpoint
- 6- Visual appearance
- 7- Scattering
- 8- Absorption
- 9- Transmission

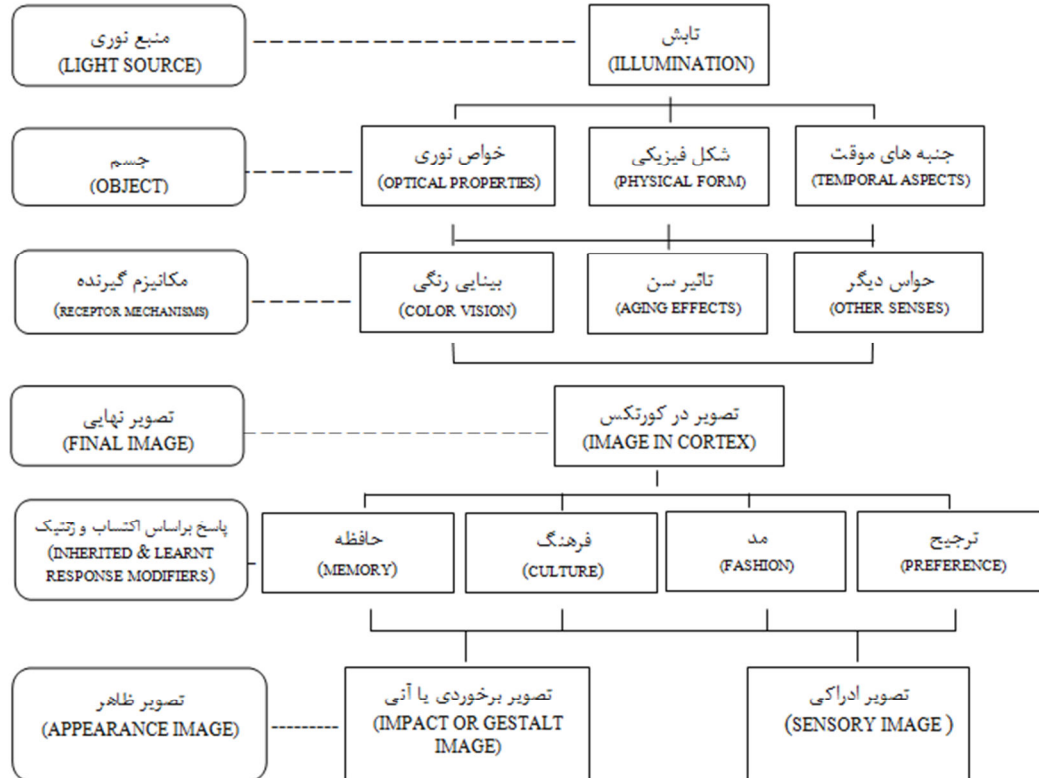
شکل ۶ عوامل موثر بر جلوه ظاهری کل را که منتج به دو تصویر ظاهری می‌شود، بطور خلاصه نشان می‌دهد:

- **تصویر برخوردی یا آنی^۱**: شامل تشخیص اولیه جسم یا صحنه به علاوه یک عقیده یا قضاوت اولیه؛
- **تصویر حسی^۲**: در این حالت از سه دیدگاه برای ایجاد ظاهر کلی استفاده می‌شود:
 - **دیدگاه حسی^۳**: افکار مربوط به رنگ، براقیت و غیره جسم را توضیح می‌دهد؛
 - **دیدگاه عاطفی^۴**: احساسات مربوط به رنگ، براقیت و غیره است؛

- **دیدگاه خردمندانه^۵**: فارغ از دو دیدگاه ذکر شده دیگر جنبه‌های مرتبط با شیء را پوشش می‌دهد [۲۲، ۲۱].

ظاهر کلی ارتباط نزدیکی با مدل و چهارچوب‌های ارتباطی درک محصول داشته و می‌تواند جهت کمی کردن درک و رضایت مشتری با استفاده از کمیت‌سنجی نرم برای ارتباط عوامل انسانی و فیزیکی استفاده شود.

جلوه ظاهری بصری^۶ بعنوان زیرمجموعه جلوه ظاهری کل یک شیء، مشاهده نتیجه برهم‌کنش نور با شیء می‌باشد که در زیر به بررسی آن پرداخته خواهد شد.



شکل ۶: مفهوم جلوه ظاهری کل [۲۳].

از دیدگاه^۴ CIE(175:2006) جلوه ظاهری به دو صورت تعریف گردیده است [۲۳]:

(۱) جنبه بصری که باعث شناسایی اجسام می‌شود.
 (۲) در مطالعات روان‌شناسی، دریافت بصری از صفت‌های طیفی و هندسی می‌باشد که در آن شرایط تابش و مشاهده لحاظ شده است. لوزانو^۵ در نقد نگرش CIE بیان می‌کند [۳۴] که تعریف اول مبهم است زیرا کدام جنبه از دیدن، یا اینکه چه چیزهایی دیده می‌شود را مشخص نمی‌کند و می‌تواند تقریباً برای هر چیزی بکار رود، حتی خواب دیدن. با این تعریف هر چیزی که فرد بتواند ببیند، به عنوان ظاهر توصیف می‌شود، از جمله تجسمات. تعریف دوم بهتر است اما محدوده "مطالعات روان‌شناسی" مشخص می‌سازد که این تعریف نمی‌تواند برای مواد یا اجسامی که مرتبط با این مطالعات نمی‌باشند بکار رود. لذا لوزانو تعریف زیر را پیشنهاد می‌کند:
 به منظور طبقه‌بندی و اندازه‌گیری، ظاهر، یک ویژگی روان فیزیکی مواد و اجسام است که به واسطه برخورد نور (توسط منبع نوری تعریف شده)، توسط انسان در موقعیت هندسی تعریف شده، تشخیص، مشاهده و درک می‌گردد. ظاهر متشکل از رنگ، سزیا و موقعیت فضایی^۶ یا بافتار است [۳۴].

۴- کنترل جلوه ظاهری بصری

کمی کردن ظاهر یک شیء یا یک صحنه موضوع بسیار پیچیده‌ای است [۱]. یکی از مشکلات در این خصوص، برداشت متفاوت از هر ظاهری است. آیا این غذا سالم و جهت میل کردن مطلوب است؟ ظاهر این اتومبیل تا چه اندازه منطبق بر تصور ما می‌باشد؟ آیا ویژگی‌های سطح برای کار ما کافی است؟ بنابراین اندازه‌گیری‌های کمی هر ظاهر، باید به گونه‌ای باشد که بتواند در زمینه پاسخ به تمام سوالات ما در جهت تائید یا عدم تائید آن موضوع کمک نماید [۳۵].

یکی از اهداف اندازه‌گیری‌ها، ایجاد اطمینان از کنترل کیفیت مناسب در حین فرآیند تولید است ولیکن چندبعدی بودن فرآیند اندازه‌گیری بدلالی از جمله ویژگی‌های محصول و حتی شاید کاربردهای متفاوت محصول به پیچیدگی این امر می‌افزاید. لذا داشتن مقیاسی بنام مقیاس ظاهری بعید به نظر می‌رسد، ولی از طرفی یافتن پارامترهای فیزیکی برحسب خواص نوری که قابل اندازه‌گیری بوده و دامنه کاربردی وسیعی داشته باشند ضروری به نظر می‌رسد [۳۵].

با توجه به تعداد عوامل موثر بر جلوه ظاهری، در اختیار داشتن شاخص‌های تک عددی به منظور کمی سازی جلوه ظاهری محصول،

در یک تقسیم‌بندی دیگر، هانت^۱ جلوه‌های ظاهری اشیاء را به دو دسته تقسیم نموده است: صفات رنگی^۲ و صفات هندسی^۳ [۱]. کلیه-ی صفات رنگی اشیاء در اثر ایجاد تغییر در ویژگی‌های طیفی نور توسط شیء بروز می‌کنند. در حالی که تغییر در توزیع هندسی نور سفید توسط شیء، صفات هندسی از قبیل براقیت آینه‌ای، وضوح تصویر و بافتار سطحی را پدید می‌آورد.
 اخیراً اصطلاح سزیا^۴ برای وجهی از ظاهر، به غیر از رنگ توسط کایوانو^۵ پیشنهاد شده است [۲۶] که به سه بخش زیر تقسیم می‌گردد [۲۷].

- جذب^۶، ویژگی سطوح یا اجسام در جذب یا نشر دوباره نور می‌باشد که منجر به احساس تاریکی یا برعکس آن یعنی روشنایی (نرخ تابش تشعشع)^۷ در فرد می‌گردد.
- پراکندگی^۸، ویژگی از سطوح یا اجسام که باعث انحراف نور از مسیر عادی انعکاس یا انتقال می‌شود.
- نفوذپذیری^۹ براساس نسبت بین مقادیر نور دیده شده بواسطه انتقال، انعکاس یا هر دو تعریف می‌شود و نقطه مقابل آن پشت پوشی^{۱۰} است.

نکته مهم که باید خاطر نشان شود این است که خواص جذب نه تنها تابع تشعشع بلکه تابع تشعشع منتقل یا منعکس شده نیز می‌باشد و از دیدگاه روان فیزیکی شار تابشی منتقل یا منعکس شده از نظر ناظر استاندارد CIE است که تحت عنوان $V(\lambda)$ شناخته می‌شود [۲۸]. کایوانو همچنین در خصوص توضیح ارتباط بین جلوه ظاهری اجسام و محرک‌های ذهن انسان، رویکردی نشانه شناختی^{۱۱} داشته، به گونه‌ای که تفاوت‌های ظاهری منجر به محرک‌هایی می‌شود که براساس آن ذهن به تفسیر آن محرک می‌پردازد [۲۹].

همچنین در ۳۰ سال گذشته اصطلاح جلوه ظاهری رنگی توسط هانت^{۱۲} [۳۰]، پوینتر و همکارانش^{۱۳} [۳۱] و پوینتر [۳۲] برای توضیح رنگ تحت انواع مختلف نور که در مکان‌های متفاوت پدید می‌آید استفاده شده است. لازم به ذکر است که فهرست کاملی از این شرایط و مدل‌ها در مرجع ۳۳ آورده شده است.

- 1- Richard S. Hunter
- 2- Color attributes
- 3- Geometric attributes
- 4- Cesia
- 5- Caivano
- 6- Absorption, or absorptivity
- 7- luminosity
- 8- Diffusion
- 9- Permeability
- 10- Opacity
- 11- Semiotic
- 12- Hunt
- 13- Pointer et al

14- Comission International Del' Eclairage (CIE)

15- Lozano

16- Spatiality

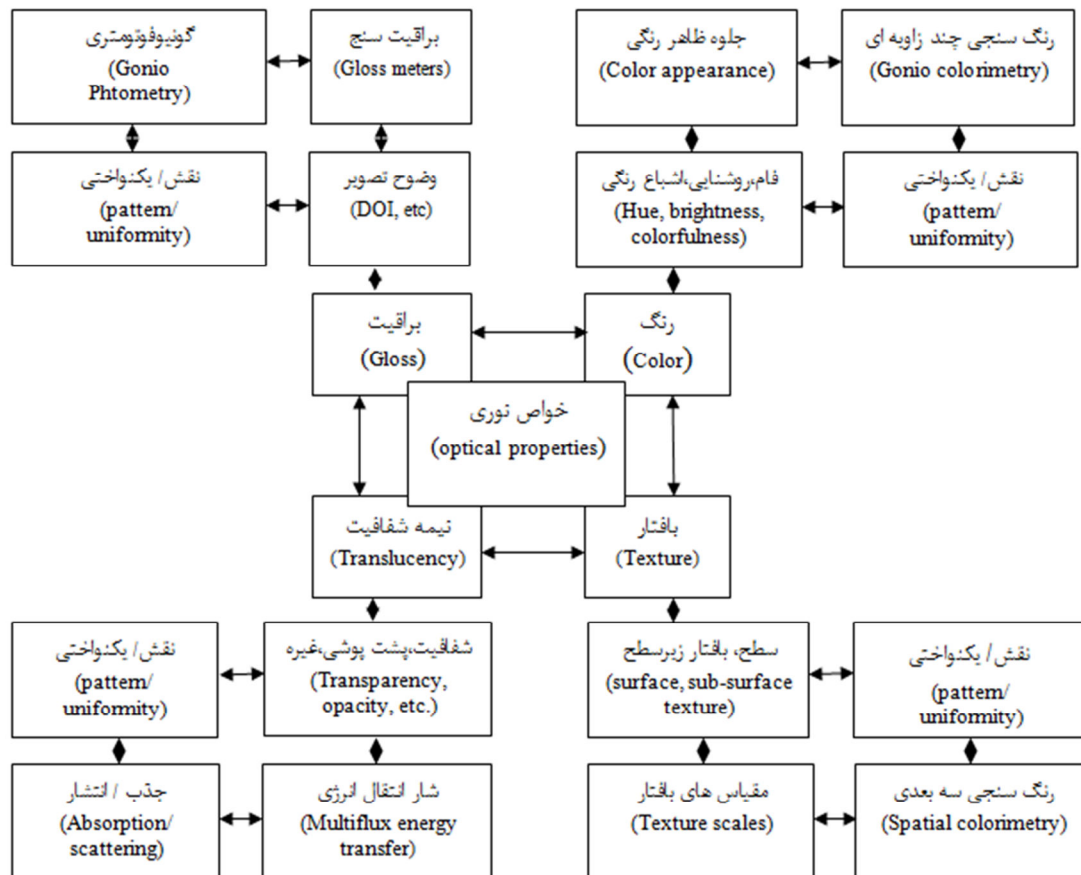
۱-۴- رنگ

رنگ در درک تمام خواص نوری نقش داشته و به خوبی توسط سیستم رنگ‌سنجی^۳ CIE اندازه‌گیری می‌شود. اشاره به این نکته ضروری است که سیستم اندازه‌گیری رنگ CIE، اگرچه مشکلات زیادی را حل کرده است ولیکن نتوانسته جلوه ظاهری سطوح رنگی را تعیین کند. در ۲۵ سال گذشته پیشرفت‌های زیادی در خصوص تهیه مدل‌های جلوه ظاهری رنگی سطوح رنگی حاصل شده است. مثال‌هایی از این مدل‌ها، عبارتند از: مدل‌هانت^۴ در سال ۱۹۸۲ و مدل‌های CIECAM در سال‌های ۱۹۹۷ و ۲۰۰۲. این مدل‌ها علاوه بر در نظر گرفتن سطح روشنایی^۵ و رنگ منابع نوری^۶ اثر محیط^۷ و تطبیق را نیز در نظر گرفته‌اند.

- 1- Translucency
- 2- Surface texture
- 3- Colorimetric
- 4- Hunt model
- 5- Illumination level
- 6- Light source
- 7- The effect of the surround

بسیار مورد توجه صنعت است. کارآمدی چنین شاخص‌هایی در ارزیابی کمی جلوه ظاهری توسط سامانه چشم/ مغز انسان مشخص می‌شود. در این راستا در تحقیقات انجام شده قبلی توسط عامری و همکارانش نتایج رضایت‌بخشی از بررسی ارتباط میان عوامل بصری و دستگاهی براقیت، وضوح تصویر و پوست پرتقالی به دست آمده و شرایط برای تعریف یک شاخص عددی جلوه ظاهری هندسی به منظور پیش‌گویی جلوه ظاهری هندسی روکش‌های سطح خودرویی آکروماتیک فراهم گردیده است [۴۰-۳۶].

CIE(175:2006) بسته به نوع برهم‌کنش نور با شیء، صفات ظاهری را به چهار دسته رنگ، براقیت، نیمه شفافیت^۱ و بافتار سطح^۲ تقسیم نموده است [۲۳] که اندازه‌گیری تمام این موارد شاید در آینده‌ای نزدیک مقدور باشد [۴۱]. شکل ۷ چهارچوبی توسعه یافته از برهم‌کنش نور با شیء است که چهار جزء اصلی را بسط داده و ارتباطات ممکن بین آنها را نشان می‌دهد. این چهارچوب می‌تواند به عنوان راهنما در حوزه‌هایی که نیازمند تحقیقات بیشتر هستند مفید واقع شود. در ادامه به توضیح مختصر چهار عامل پرداخته خواهد شد.



شکل ۷: چهارچوب توسعه یافته اجزاء چهارگانه ظاهر بصری و ارتباطات مابین [۲۳].

انعکاس ابری^{۱۱} [۴۵].

۳-۴- نیمه شفافی

نیمه شفافی حالتی بین شفاف^{۱۲} و پشت پوشی کامل است. در مفهوم جلوه ظاهری کل نیمه شفافی نقش مهمی ایفا می کند زیرا یک شیء نه تنها به دلیل رنگش بلکه به دلیل نحوه برهم کنش آن با نور اعم از اینکه نور را عبور می دهد، منعکس می کند یا انتشار می دهد نیز متفاوت می شود [۳۵].

اگر جسمی از میان موادی به طور کامل دیده شود، آن مواد شفاف نامیده می شود. اگر فقط تصویری تار^{۱۳} از میان مواد دیده شود (به دلیل اثر پراکندگی^{۱۴}) با درجه معینی از شفافیت روبرو هستیم و می توانیم درباره نیمه شفافیت بحث کنیم، لذا تعریفی واحد و ساده از نیمه شفافی بعید به نظر می رسد. خواص نیمه شفافی می تواند به عنوان خواص عینی و قابل مشاهده^{۱۵} آبی از پشت پوشی یا شفافیت نیز تعریف شود [۳۵].

۴-۴- بافتار سطح

از دیدگاه ASTM، بافتار سطح، ساختار مرئی سطح می باشد که وابسته به اندازه و نحوه قرارگیری اجزاء کوچک تشکیل دهنده مواد است [۲۴].

این تعریف کامل نیست: زیرا باید بین بافتار وابسته به فیزیک، توپولوژی^{۱۶}، بافتار متغیر در صفحه و بافتار زیر سطح^{۱۷} با بافتارهایی که وابسته به تغییرات فضایی بوده و در اثر نایکنواختی مواد رنگزا بوجود می آیند تفاوت قائل شویم. همچنین می توان بین تغییرات دوبعدی و سه بعدی سطح نیز تمایز قائل شد. ملاحظه دیگر تفاوت بین نقش^{۱۸} و بافتار سطح است. نقش، یک بخش ذاتی سطح است در صورتی که بافتار سطح مربوط به درک این نقش است و تابع متغیرهایی مانند جهت تابش نور و فاصله مشاهده می باشد [۳۵].

به منظور مشخص شدن نمره بافتار سطح باید از ابزار اندازه گیری سطح استفاده شود. این ابزار معمولاً شامل یک قلم فلزی با نوک کوچک و یک گیج اندازه گیری می باشد. گیج تبدیل، حرکت بالا و پایین قلم بر روی سطح را بصورت سیگنال به یک پردازنده ارسال می کند و پردازنده سیگنال دریافتی را بصورت عدد نمایش می دهد.

حداقل دو متغیر دیگر نیز در مدل های در حال توسعه، جهت جلوه ظاهری نمونه های رنگی مطرح می باشد که عبارتند از: (۱) هندسه تابش / مشاهده (۲) اثر تغییرات موضعی^۱ که به نوعی اندازه گیری نایکنواختی سطوح فیزیکی است [۳۵]. سطوح نه یک انتشار دهنده کامل^۲ هستند و نه یکنواخت^۳، لذا CIE دو هندسه (هندسه ۴۵°:۰° و هندسه ۸°:۰°) را جهت زوایای تابش و بازتابش پیشنهاد داده است [۳۵].

در بسیاری از حالات از جمله وقتی که انعکاس آینه ای مهم است، هندسه های فوق کافی نیست؛ لذا راهکاری کامل ولیکن پرزحمت، اندازه گیری تابع توزیع انعکاسی دوسویه^۴ (BRDF) می باشد؛ در این روش، دستگاه قادر است که زوایای تابش نور و مشاهده کننده را در هر زاویه ای تنظیم نماید.

عامل موثر دیگر بر جلوه ظاهری نمونه های رنگی، اثر تغییرات موضعی است در این حالت وجود نایکنواختی و بافتار سطح می تواند با چرخش یا برگرداندن از مکان اولیه نمونه منجر به تغییر رنگ شود که این موضوع در مورد مواد در هم بافته شده مانند پارچه و مواد پرزدار مانند مخمل و فرش اتفاق می افتد.

۲-۴- براقیت

تعریف CIE از براقیت (یک سطح) عبارت است از [۴۲]:

براقیت یکی از ابعاد جلوه ظاهری است، که بواسطه آن نورهای منعکس شده از روی سطح جسم به عنوان خواص انتخابی سطح درک می شود.

درک براقیت وابسته به روش انعکاس نور از سطح جسم در جهت آینه ای و یا نزدیک به جهت آینه ای است. پس از مطالعات گسترده، هریسون^۵ در سال ۱۹۵۱ نتیجه گرفت که براقیت سطح یک پدیده فیزیکی صرف نیست بلکه یک گشتالت^۶ روانشناختی است، که به ارزیابی فیزیکی وضعیت، به عنوان یک کل می پردازد [۴۳]. همچنین وی بیان داشت که در درک براقیت، علاوه بر مقدار نور منعکس شده از سطح، وضوح تصویر نیز نقش مهمی دارد [۴۴]. مطالعات دقیق تری توسط اداتل^۷ و بیل مایر^۸ در سال ۱۹۸۷ در خصوص براقیت بصری انجام شد، آنها بین سه نوع براقیت تمایز قائل شدند، این سه نوع براقیت عبارت بودند از: وضوح تصویر^۹، انعکاس آینه ای^{۱۰} و

- 10- Specular gloss
- 11- Reflection haze
- 12- Transparency
- 13- Blurred
- 14- Diffusion effect
- 15- Objective properties
- 16- Topological
- 17- Sub-surface
- 18- Pattern

- 1- The effect of local variation
- 2- Perfectly diffuse
- 3- Uniform
- 4- Bidirectional reflectance distribution function (BRDF)
- 5- Harrison
- 6- Gestalt
- 7- O'Donnell
- 8- Billmeyer
- 9- Distinctness of image gloss

مغز اتفاق می‌افتد ضروری است.

مفاهیمی چون مهندسی کانسی در کنار ابزارهای چون کمیت‌سنجی نرم در درک و مدل کردن جلوه ظاهری کل نقش مهمی دارند، لذا بررسی یکی از زیرساخت‌های جلوه ظاهری کل تحت عنوان جلوه ظاهری بصری و در پی آن چهار عامل مرتبط با خواص نوری اجسام به نام‌های رنگ، براقیت، نیمه‌شفافیت و بافتار مد نظر محققین قرار گرفته و اثرپذیری این موارد از یکدیگر در درک پدیده‌های ظاهری روشن شده است.

این که بتوان جلوه ظاهری کل را اندازه گرفته و عددی بدان اختصاص داد شاید بسیار دشوار باشد زیرا مثلا درک کلی هر انسانی با حواس پنج‌گانه از جلوه ظاهری کل یک محصول متضمن نکات ژنتیکی و اکتسابی است که می‌تواند بسیار گسترده و متنوع باشد، لذا رویکرد به‌گونه‌ای بوده است که اجزاء و زیرمجموعه‌های جلوه ظاهری کل اندازه‌گیری شود.

تاکنون در حوزه جلوه ظاهری بصری به عنوان زیرمجموعه جلوه ظاهری کل، رنگ، براقیت، نیمه‌شفافیت و بافتار به صورت تک تک با دستگاه‌ها اندازه‌گیری شده‌اند ولیکن این دستگاه‌ها به صورت کامل، منطبق بر درک بصری انسان‌ها نبوده و از طرفی اثرگذاری این پدیده‌ها بر یکدیگر را نیز مشخص نمی‌کنند، لذا افق پیش رو در این خصوص، طراحی دستگاه‌ها یا مدل‌هایی است که ضمن تاثیرپذیری از نقش عوامل موثر بر یکدیگر، انطباق بیشتری با درک بصری انسان‌ها داشته باشد.

- 1- Grained
- 2- Texture primitives
- 3- Pattern recognition

1. R. S. Hunter, The measurement of appearance. Second edition ed.: Wiley Interscienc, 1987.
2. M. Pointer, A framework for the measurement of visual appearance. CIE Publication, (2006), 175-2006.
3. J. Hutchings, Food color and appearance 2nd edition. USA: Aspen Pulisher Inc, 1999.
4. ISO 9001: 2015, Quality management systems. Requirements, European Committee for Standardization, Brussels.
5. H. Nagano, S. Okamoto, Y. Yamada, Visual and sensory properties of textures that appeal to human touch. *Int. J. Affect Eng*, 12(2013), 375-384.
6. B. G. Rosen, L. Eriksson, M. Bergman, Kansei, surfaces and perception engineering. *Surf. Topogr Metrol Prop.* 4(2016), 033001.
7. L. Zhang, Creating a better product experience in organic cereal packaging design. Graduate Theses and Dissertations, 2013.
8. GT Fechner, *Vorschule der Aesthetik (Leipzig: Breitkopf & Härtel)*. 1897.
9. S. S. Stevens, E. H. Galanter, Ratio scales and category scales

لازم به ذکر است که سیستم‌هایی نیز برای اندازه‌گیری وجود دارند که با سطح تماس پیدا نمی‌کنند [۳۵].

پاسخ انسانی به بافتار می‌تواند با عناوینی چون: لطافت، زبری و دانه‌دانه بودن^۱ طبقه‌بندی شود که به ترتیب می‌شود با عبارتی چون صافی، زبری و موج‌دار بودن سطح آن را توصیف نمود. انتخاب هر کدام از این لغات به‌گونه‌ای است که بتواند بیانگر واقعی تغییرات باشد. بلوک‌های تشکیل دهنده یک بافتار به عنوان عناصر اصلی یک بافتار، معمولا بافتار بدوی^۲ نامیده شده و نحوه ارتباط فضایی این عناصر با یکدیگر منجر به فرآیند طبقه‌بندی بافتارها می‌شود. برای رسیدن به این طبقه‌بندی، روش‌های تجزیه و تحلیل زیادی استفاده می‌شود. این روش‌ها شامل شناسایی مفاهیم الگو^۳ و تجزیه و تحلیل ویژگی‌هایشان می‌باشد که در رشته‌های علمی مختلف از قبیل: تشخیص پزشکی، زمین شناسی، زلزله شناسی و غیره استفاده می‌شود [۳۵].

۵- نتیجه‌گیری

تلاش پژوهشگران در این حوزه پاسخ به این سوال است که آیا امکان ساخت دستگاهی که ظاهر بصری را اندازه‌گیری کند وجود دارد؟ احتمالا خیر! تنها راه پیش رو، تهیه مقیاس‌هایی است که بین داده‌های ذهنی و اندازه‌گیری‌های عینی ارتباط برقرار نماید. هر چند این امر به دلیل گستردگی، شاید بایستی به صنعتی خاص و حتی محصولی خاص محدود شود. ادراک پدیده‌های ظاهری تحت تاثیر مجموعه‌ای از عوامل فیزیکی، فیزیولوژیکی و روانی قرار دارد، لذا جهت شناسایی و اندازه‌گیری پدیده‌های ظاهری، کسب دانش کامل از فرآیندهای نوری و بصری که در برهم‌کنش نور با شیء و چشم و

۶- مراجع

- for a dozen perceptual continua. *J. Exp. Psychology*. 54(1957), 377.
10. CE. Osgood, The measurement of meaning, Urbana, IL: University of Illinois Pres, 1943.
11. A. H. Maslow, A theory of human motivation. *Psychological review*, 5(1943), 370.
12. R. Monö, Design for product understanding, Stockholm: Libe, 1997.
13. K. Krippendorff, The semantic turn: A new foundation for design. *ARTIFACT-ROUTLEDGE*. 1(2006), 51-58.
14. S. Vihma, Products as representations: A semiotic and aesthetic study of design products. Vol. 14. 1995: University of Art and Design Helsinki.
15. M. Bergman, B. G. Rosén, L. Eriksson. Surface appearance and impression. in *KEER* (Kansei Engineering and Emotion Research), Penghu, Taiwan, Department of Industrial Design, National Cheng Kung University, 2012.
16. W. Köhler, Gestalt Psychology, new York, Liveright; tr. it. a c. di G. de Toni. La psicologia della Gestalt, 1929.
17. VS. Ramachandran, EM. Hubbard, Synaesthesia: A

- window into perception, thought and language. *J. Consciousness Stud.* 8(2001), 3-34.
18. A. Warell, Modelling perceptual product experience—Towards a cohesive framework of presentation and representation in design. in *Design & Emotion 2008; Proceedings of the 6th International Conference on Design & Emotion*, 2008.
19. M. Pointer, New directions—Soft metrology requirements for support from mathematics statistics and software. NPL Report CMSC, 2003.
20. M. E. McKnight, J. W. Martin, M. Galler, Conference report: Workshop on advanced methods and models for appearance of coatings and coated objects. *J. Res. Nat. Inst. Stand. Technol.* 102(1997), 489-496.
21. J. B. Hutchings, The importance of visual appearance of foods to the food processor and the consumer. *J. Food Quality.* 1(1977), 267-278.
22. J. Hutchings, The continuity of colour, design, art, and science. The philosophy of the total appearance concept and image measurement. *Color Res. Appl.* 20(1995), 296-306.
23. CIE 175:2006, A Framework for the measurements of visual appearance. central Bureau of the international commission on illumination, CIE, Paris. 2006.
24. ASTM D 284 – 05a, Standard Terminology of Appearance. Vol. 06.01. 2006, West conshohocken, PA: ASTM.
25. M. E. Nadal, E. A. Thompson, NIST reference goniophotometer for specular gloss measurements. *J. Coat. Technol.* 73(2001), 73-80.
26. J. L. Caivano, *Cesia: A system of visual signs complementing color.* *Color Res. Appl.* 16(1991), 258-268.
27. J. L. Caivano, *Appearance (cesia): Variables, scales. solid.* *Farbe.* 39(1993), 115-126.
28. CIE. *Proceedings 6th Session.* 1924. Paris: Central Bureau of the CIE.
29. J. L. Caivano, *Semiotics and cesia: Meanings of the spatial distribution of light. in Colour and psychology. From AIC Int. Meeting.* 1997.
30. R. Hunt, The specification of colour appearance. Concepts and terms. *Color Res. Appl.* 2(1977), 55-68.
31. M. Pointer, J. Ensell, L. Bullock, Grids for assessing colour appearance. *Color Res. Appl.* 2(1977), 131-136.
32. M. R. Pointer, The concept of colourfulness and its use for deriving grids for assessing colour appearance. *Color Res. Appl.* 5(1980), 99-107.
33. M. D. Fairchild, *Color appearance models.* Second edition ed. Wiley Interscience, 2000.
34. R. D. Lozano, A new approach to appearance characterization. *Color Res. Appl.* 31(2006), 164-167.
35. C. Eugène, Measurement of total visual appearance: A CIE challenge of soft metrology. in 12th IMEKO TC1 & TC7 Joint Symposium on Man, Science & Measurement. 2008.
36. F. Mirjalili, S. Moradian, F. Ameri, Derivation of an instrumentally based geometric appearance index for the automotive industry. *J. Coat. Technol. Res.* 11(2014), 853-864.
37. F. Mirjalili, S. Moradian, F. Ameri, A new approach to investigate relationships between certain instrumentally measured appearance parameters and their visually perceived equivalents in the automotive industry. *J. Coat. Technol. Res.* 11(2014), 341-350.
۳۸. ف. عامری، س. مرادیان. ف. میرجلیلی، جلوه ظاهری روکش‌های سطح خودروبی، بخش اول: مروری بر مهم‌ترین ویژگی‌های ظاهری. نشریه علمی ترویجی مطالعات در دنیای رنگ. ۳(۱۳۹۱)، ۴۰-۲۹.
۳۹. ف. عامری، س. مرادیان. ف. میرجلیلی، جلوه ظاهری روکش‌های سطح خودروبی. بخش دوم: روش‌ها و دستگاه‌های اندازه‌گیری. نشریه علمی ترویجی مطالعات در دنیای رنگ. ۱(۱۳۹۲)، ۱۱-۳.
۴۰. ف. عامری، بررسی همبستگی وضوح تصویر حاصله از ارزیابی چشمی با دو نوع دستگاه متفاوت اندازه‌گیری این پارامتر، نشریه علوم و فناوری رنگ. ۹(۱۳۹۴)، ۸۳-۸۹.
41. N. Dekker, E. J. J. Kirchner, R. Super, G. J. van den Kieboom, Total appearance differences for metallic and pearlescent materials: contributions from color and texture. *Color Res. Appl.* 36(2011), 4-14.
42. CIE, *International Lighting Vocabulary*, CIE Publ. No. 17.4, Vienna, 1987.
43. V. Harrison, S. Poulter, Gloss measurement of papers—the effect of luminance factor. *British J. Appl. Phys.* 2(1951), 92.
44. V. Harrison, S. Poulter, Gloss measurement of high gloss papers. *Research (London)*, 1954, 7, 128-132.
45. F. W. Billmeyer, F. X. O'Donnell, Visual gloss scaling and multidimensional scaling analysis of painted specimens. *Color Res. Appl.* 12(1987), 315-326.