

A Review on the History and Concept of Some Type of Glosses

Najmeh Khalili, Razieh Jafari*

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

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 04- 10- 2023

Accepted: 17- 02-2024

Available online:12-03-2024

Print ISSN: 2251-7278

Online ISSN: 2383-2223

DOR: 20.1001.1.22517278.1402.14.1.5.0

Keywords:

Gloss

Distinctness of Image

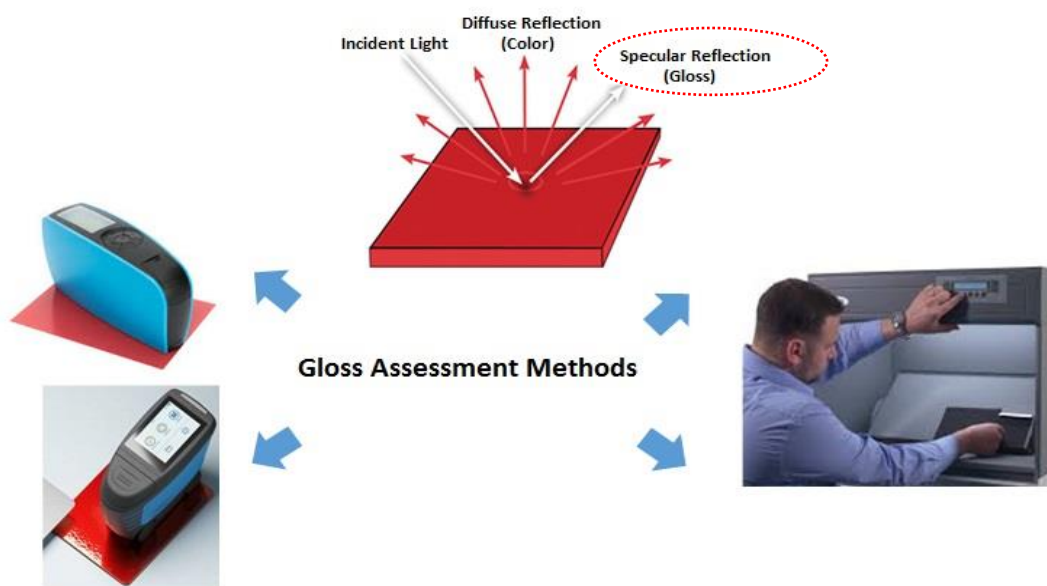
Orange peel

Appearance

Gloss meter.

ABSTRACT

One crucial aspect of object quality control involves assessing their visual properties. Objects possess three key properties that significantly contribute to their quality, beauty, and impressiveness. These properties can be primarily categorized into colorimetric characteristics and geometrical properties. Among these attributes, the gloss factor stands out as one of the most significant geometrical properties of surfaces. It profoundly impacts how people perceive an object's appearance, creating the impression of a bright and shiny surface. The evaluation of the gloss parameter holds great importance in quality control across various industries, including textiles, automotive, printing, packaging, and more. Numerous research studies have been conducted to harmonize the definition of the gloss concept, bridging the gap between instrumental measurement and human visual perception. The ultimate objective of these studies is to develop descriptive models that accurately quantify gloss and align with the results of human visual perception. This paper provides a comprehensive description and definition of the various perceptual aspects of gloss, highlighting its significance in diverse industries. Additionally, it reviews research carried out in the field, focusing on different evaluation methods and the quantification of gloss.



Corresponding author: jafari-ra@icrc.ac.ir,
rajafiut@gmail.com



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License



مروری بر تاریخچه و مفهوم چند نوع براقیت

نجمه خلیلی^۱، راضیه جعفری^{۲*}

۱- کارشناس پژوهشی، گروه پژوهشی دوباره تولید رنگ و کنترل رنگ، پژوهشکده فیزیک رنگ، پژوهشگاه رنگ، تهران، ایران، صندوق پستی ۶۵۴-۱۶۷۶۵.

۲- استادیار، گروه پژوهشی دوباره تولید رنگ و کنترل رنگ، پژوهشکده فیزیک رنگ، پژوهشگاه رنگ، تهران، ایران، صندوق پستی ۶۵۴-۱۶۷۶۵.

چکیده

یکی از جنبه‌های مهم کنترل کیفیت اجسام، ارزیابی ویژگی‌های ظاهر اجسام است. ویژگی‌های ظاهری اجسام که نقش بسیار مهمی در بیان کیفیت، زیبایی و چشمگیری محصول ایفا می‌کنند عمدتاً به دو گروه مشخصه‌های رنگی و صفات هندسی تقسیم بندی می‌شوند. در کنار ویژگی‌هایی نظیر بافتار، وضوح تصویر، پوست پرتقالی و غیره، عامل براقیت از جمله مهم‌ترین مشخصه‌های هندسی سطوح به شمار می‌آید که بر درک چشمی افراد از ظاهر اجسام بسیار موثر بوده است و موجب ادراک سطح با ظاهری درخشان و با تالو می‌گردد. ارزیابی عامل براقیت در کنترل کیفیت محصولات صنایع مختلف نظیر نساجی، خودروسازی، چاپ، بسته‌بندی و غیره بسیار حائز اهمیت است. تحقیقات مختلفی جهت هم راستایی تعریف مفهوم براقیت به لحاظ دستگاهی و درک چشمی آن صورت گرفته که هدف نهایی آنها دستیابی به مدل‌های توصیفی جهت کمی نمودن پدیده براقیت در تطابق با نتایج ارزیابی چشمی این مفهوم هستند. مقاله حاضر، ضمن توصیف و تعریف جنبه‌های مختلف ادراک براقیت و اهمیت آن در صنایع مختلف مروری بر تحقیقات صورت گرفته در حوزه روش‌های مختلف ارزیابی و کمی‌سازی براقیت خواهد داشت

اطلاعات مقاله

تاریخچه مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۷/۱۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۱۷

در دسترس به صورت الکترونیکی: ۱۴۰۲/۱۲/۲۲

شاپا چاپی: ۲۲۵۱-۷۲۷۸

شاپا الکترونیکی: ۲۳۸۳-۲۲۲۳

DOR: 20.1001.1.22517278.1402.14.1.5.0

واژه‌های کلیدی:

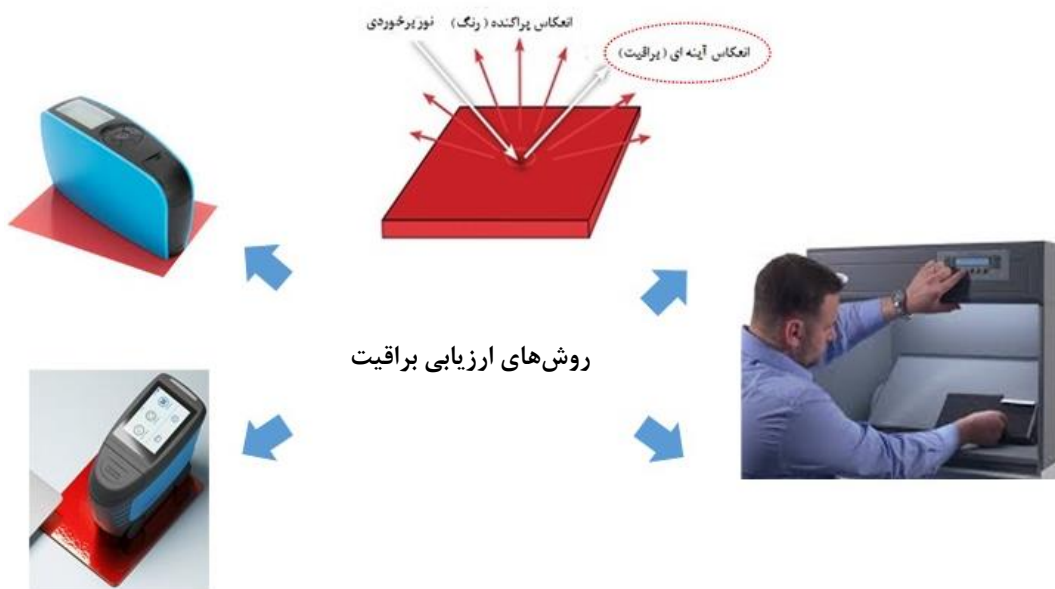
براقیت

وضوح تصویر

پوست پرتقالی

جلوه ظاهری

براقیت سنج



۱- مقدمه

درخشان^{۱۶} و براق^{۱۷} همچون سطح یک فلز داشته باشد. انسان‌ها برای لوازمی همچون خودرو، اسباب بازی، کفپوش‌ها، سرامیک‌ها، سنگ‌های تزئینی و حتی برخی لوازم منزلشان براقیت زیاد را می‌پسندند و برای برخی کالاها نظیر کاغذ، برخی پارچه‌ها و منسوجات و غیره برق را نمی‌پسندند و حتی گاهی در برخی صنایع محصولات در رتبه‌بندی‌های مختلفی از براقیت از مات تا براق ارائه می‌شوند. بنابراین ارزیابی این عامل چه از طریق دستگاهی و چه از طریق چشمی از اهمیت فراوانی برخوردار است. همه فکر می‌کنند که می‌دانند براقیت چیست و آن را به بازتابش آینه‌وار سطح تعبیر می‌کنند اما چه از نظر کیفی و چه از نظر کمی، توصیف براقیت محدود به بازتابش آینه‌ای سطح نبوده و بسیار پیچیده‌تر است. به طوری که مقدار این بازتابش آینه‌ای می‌تواند به دلایل زیر برای سطوح مختلف متفاوت باشد که این دلایل عبارتند از (۵ و ۲):

- مقدار نور منعکس شده در جهت آینه‌ای
- نحوه و میزان نور انتشار یافته از دو طرف زاویه بازتابش آینه‌ای
- تغییر مقدار نور منعکس شده از سطح با تغییر زاویه تابش نور به سطح

همچنان که گفته شد براقیت جنبه مهمی از ادراک چشمی ما از ظاهر درخشان و براق جسم است و تاریخچه مطالعه آن به چند دوره مجزا تقسیم می‌شود. اولین مطالعات علمی روی براقیت نتیجه کار تحقیقاتی اینگرسول^{۱۸} در سال ۱۹۱۴ بود که براقیت را به‌عنوان یک کمیت تک بعدی ناشی از ویژگی ذاتی سطح معرفی نمود و اولویت این تحقیقات معرفی یک روش یا شاخص فیزیکی مناسب و قابل‌اعتماد برای اندازه‌گیری آن بود. با گذشت زمان تجربه‌های متفاوتی از درک براقیت شناسایی شد و مشخص شد درک براقیت تنها محدود به بازتابش آینه‌ای نور از سطح جسم نمی‌باشد. با آگاهی از پیچیدگی درک براقیت توسط سامانه بینایی انسان و مطرح شدن نظریه چندبعدی بودن براقیت توسط هانتز در سال ۱۹۳۷، تحقیقات گسترده‌ای با هدف شناخت مدل‌های درک براقیت با استفاده از اپتیک معکوس^{۱۹} شکل گرفت ولی نتوانست یافته‌های تجربی را بخوبی توضیح دهد. پس از آن و طی یک دهه گذشته نتایج تحقیقات نشان داد که درک براقیت نتیجه یک تعامل پیچیده بین متغیرهایی چون نورپردازی^{۲۰}، ویژگی‌های فیزیکی سطح و مشاهده‌گر^{۲۱} می‌باشد. بر اساس این نظریه‌ها، تحقیقاتی برای مطالعه ویژگی‌های سطحی جسم با محوریت رنگ و بافتار انجام شد که بررسی نتایج آنها نشان می‌دهد صفات هندسی سطح جسم نه تنها تابعی از بازتابش آینه‌ای

ظاهر^۱ اجسام یکی از مهم‌ترین منظرهای بیان کیفیت آن است. صاحبان بسیاری از صنایع بزرگ و توانمند در دنیا نظیر خودروسازی، چاپ و بسته بندی و غیره، برای حفظ بقاء خود در بازار رقابت به دنبال جلب رضایت مشتری از طریق ارتقاء کیفیت محصولات خود هستند که جلوه ظاهری محصول همچون رنگ، براقیت^۲ و درخشندگی^۳ نقش کلیدی در بیان زیبایی و انتخاب اولیه مشتری ایفا می‌کند. همچنان که گفته شد در درک جلوه ظاهری یک محصول علاوه بر رنگ، صفات هندسی^۴ سطح همچون براقیت، کدری^۵، شفافیت^۶، بافتار^۷، موجی بودن^۸ و غیره. نقش دارد. رنگ مطابق با تئوری سه رنگی^۹ در اثر عملکرد مخروطهای چشم درک می‌شود اما درک صفات هندسی توسط سامانه بینایی انسانها کاملا متفاوت و پیچیده تر است (۱). هانتز^{۱۰} در کتاب خود جلوه ظاهری اشیا را بر اساس نحوه برهمکنش میان نور و شی، به دو دسته تقسیم نموده است: صفات رنگی^{۱۱} و صفات هندسی. صفات رنگی در اثر تغییر در خصوصیات طیفی نور توسط شی پدید می‌آید در حالی که تغییر در توزیع هندسی نور توسط شی، صفات هندسی را پدید می‌آورد. درک صفات هندسی از یک طرف به عوامل فیزیکی نظیر خواص فیزیکی سطح، ابعاد نمونه، شرایط تابش^{۱۲}، هندسه تابش و مشاهده^{۱۳} و از طرف دیگر به مجموعه‌ای از عوامل فیزیکی و روانی^{۱۴} مشاهده‌کننده نظیر تیزبینی سامانه بینایی^{۱۵} (وضوح و دقت دید)، عوامل روانی، سن، جنسیت و سطح آموزش وی وابسته است و به همین دلیل است که دستگاه‌هایی که تا کنون برای سنجش صفات هندسی پدید آمده‌اند قادر به سنجش این کمیت‌ها به خوبی یک مشاهده‌کننده انسانی نیستند (۴-۲).

۲- مروری بر مطالعات انجام شده در زمینه ارزیابی براقیت

براقیت یکی از مهم‌ترین صفات هندسی سطح و جنبه مهمی از درک چشمی ما از ظاهر شیء است که باعث می‌شود سطح، ظاهری

¹ Appearance

² Gloss

³ Shininess

⁴ Geometric Attributes

⁵ Haze (cloudiness)

⁶ Transparency

⁷ Texture

⁸ Waviness

⁹ Trichromatic theory

¹⁰ Rixhard S. Hunter

¹¹ Color attributes

¹² Illumination Condition

¹³ Viewing geometry

¹⁴ Psychology

¹⁵ Visual acuity

¹⁶ Shiny

¹⁷ Luster

¹⁸ Ingersoll

¹⁹ Inverse optics

²⁰ Lighting

²¹ Observer

تعریف شود در این صورت سطح تیره‌تر براق‌تر به نظر می‌رسد. با توجه به مشهود بودن نقش تباین^۵ بین بازتابش آینه‌ای و بازتابش پراکنده و نظریه‌های موجود، ولی همچنان این موضوع در تحقیقاتی که هدف آن پیدا کردن روش استاندارد برای اندازه‌گیری دستگاهی براقیت به‌طوری که متناسب با ارزیابی چشمی آن باشد در نظر گرفته نشد (۸، ۹).

۲-۲- مفهوم چندبعدی بودن براقیت

در سال ۱۹۳۷ مقاله‌ای توسط هانتز منتشر شد. در این مقاله براقیت مواد مختلف از جمله سرامیک، فلزات و کاغذ بررسی شد و نتیجه این تحقیقات منجر به معرفی حداقل شش نوع درک چشمی از براقیت شد. این مقاله تأثیرگذار بر چگونگی ارزیابی چشمی براقیت تمرکز نمی‌کند، بلکه بر تعیین کیفیت‌هایی که باید ارزیابی شوند، تمرکز می‌کند (۱۱، ۱۰، ۲). نوع اول: براقیت آینه‌ای^۶، نوع دوم: درخشش یا برق در زوایای نزدیک سطح افق^۷، نوع سوم: براقیت تباینی^۸، نوع چهارم: کدری^۹ نوع پنجم: وضوح تصویر بازتابشی روی سطح^{۱۰}، نوع ششم: یکدستی سطح^{۱۱} یا بافتار^{۱۲}. هانتز تصریح کرد که اندازه‌گیری براقیت باید شامل یک یا چند نوع از انواع مختلف براقیت باشد تا تفاوت‌های ارزیابی چشمی و درک شده آن در نظر گرفته شود. او درک براقیت در بینایی انسان را ترکیب چندین عامل که تنها مربوط به ویژگی فیزیکی سطح نبوده و با ارزیابی کل صحنه یا تصویر شکل می‌گیرد می‌داند (۸). در جدول ۱ شش نوع براقیت که توسط هانتز معرفی شده بصورت خلاصه بیان شده است (۲).

نتایج تحقیقات هانتز نشان داد که ارزیابی براقیت همچنان که قبلاً پفوند هم اشاره کرده بود بسیار پیچیده تر از آن است که بتوان آن را با یک معیار فیزیکی ارزیابی نمود. لذا تحقیقات در زمینه براقیت با رویکرد جدید آن کلید خورد. در این تحقیقات از تئوری‌های اپتیک معکوس استفاده شد. جاد^{۱۳} در سال ۱۹۳۹ و نیز هریسون^{۱۴} و پولتر^{۱۵} در سال ۱۹۵۱ نیز از محققینی بودند که به ماهیت چندبعدی بودن براقیت و لزوم اندازه‌گیری آن در زوایای مختلف در مقابل اندازه‌گیری تنها در زاویه بازتابش آینه‌ای به منظور شناسایی کامل این عامل پی بردند.

نور از سطح است بلکه به نحوه توزیع هندسی نور بازتابش یافته از سطح نیز وابسته است و درک و پردازش این صفات توسط چشم بسیار پیچیده بوده و همچنان تلاش‌ها برای یافتن مدلی جدید و کارآمد برای تخمین جلوه ظاهر کلی (صفات رنگی و صفات هندسی) به‌طوری که در تطابق بیشتری با آنچه چشم انسان درک می‌کند باشد ادامه دارد و دستگاه‌هایی که تاکنون برای اندازه‌گیری این صفات هندسی طراحی و ساخته شده‌اند قادر به سنجش آنها بخوبی یک مشاهده‌کننده انسانی نیستند. بخش بعدی مقاله، نگاهی دارد به تشریح مفاهیم و پیشینه مطالعات انجام شده در حوزه ارزیابی مفهوم براقیت. (۱۱-۶).

۲-۱- ارزیابی براقیت با شاخص تک‌بعدی^۱

در اولین مطالعاتی که روی براقیت انجام شد آن را یک ویژگی صرفاً فیزیکی مربوط به سطح جسم دانسته و بر چگونگی و تدوین روش ارزیابی آن با یک شاخص مناسب کمی تمرکز داشتند. اولین مقاله‌ای که در زمینه اندازه‌گیری براقیت انتشار یافت، نتیجه کار تحقیقاتی اینگرسول در سال ۱۹۱۴ بود. او براقیت چند نمونه کاغذ را با استفاده از براقیت‌سنج طراحی شده بررسی نمود، اساس این روش براساس نور قطبی (پلاریزه) بود. با فرض اینکه بتوان براقیت را به‌طور کامل با نسبت مقدار نور بازتابش یافته آینه‌ای به مقدار نور بازتابش یافته پراکنده^۲ تعریف کرد، دستگاه این نسبت را با استفاده از فیلتر پلاریزه‌کننده در هندسه ۴۵ درجه محاسبه کرد. این دستگاه که گلازیمتر^۳ نامیده شد در کارخانه‌های کاغذسازی به منظور تعیین براقیت کاغذهای تولیدی مورد استفاده قرار گرفت (۷، ۶).

پفوند^۴ در سال ۱۹۳۰ مجدداً بازتابش آینه‌ای مواد مختلف را اندازه‌گیری کرد و براقیت سنجی را طراحی نمود که براقیت آینه‌ای سطوح را با استفاده از هندسه تابش و مشاهده ۲۰ درجه اندازه‌گیری می‌کرد. در این زمان و حتی برای چند دهه بعد، این یک فرض کلی بود که یک شاخص تک‌بعدی از براقیت وجود دارد که می‌توان آن را اندازه‌گیری نمود. علیرغم این واقعیت که مقالات متعدد تجربه‌های متفاوتی را در ادراک براقیت شناسایی کردند، بیشتر تحقیقات بر استانداردسازی روش اندازه‌گیری و جستجوی یک شاخص فیزیکی قابل‌اعتماد که سیستم بینایی نیز بتواند آن را همانگونه ارزیابی یا حداقل تخمین بزند متمرکز شد (۸، ۷). با این حال، پفوند تأکید کرد که عوامل دیگری در ادراک براقیت دخیل هستند، زیرا قبلاً ثابت شده بود که هنگام مشاهده دو جسم با ویژگی‌های سطحی یکسان اگر شاخص براقیت، نسبت بازتاب آینه‌ای به بازتاب پراکنده از سطح

⁵ Contrast

⁶ Specular Gloss

⁷ Shininess at Grazing Angles

⁸ Contrast Gloss

⁹ Haze

¹⁰ Distinctness-of-Reflected-Image Gloss

¹¹ Uniformity of Surface

¹² Texture

¹³ Judd

¹⁴ Harrison

¹⁵ Poulter

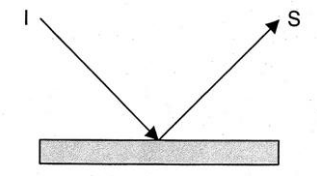
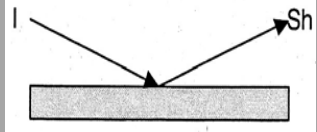
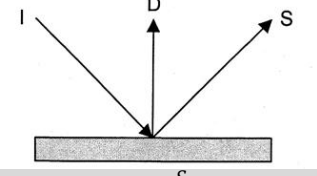
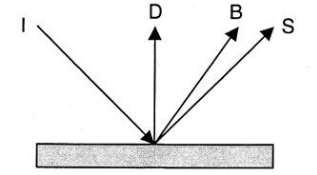
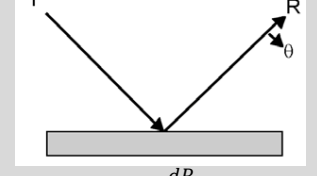
¹ Single Objective Index

² Diffusely Reflected Light

³ Glarimeter

⁴ Pfund

جدول ۱: شش نوع براقیت معرفی شده توسط هانت (۲).
Table 1: Six types of gloss introduced by Hunter (2).

Types of Gloss	Visual Evaluation	Refrance Function	Types of Surfaces
Specular gloss	Shininess, brilliance of high lights	 $G \propto \frac{S}{I}$	Medium-gloss surfaces of book paper, paint, plastics, etc.
Sheen	Shininess at grazing angles	 $G \propto \frac{Sh}{I}$	Low-gloss surfaces of paint, paper, etc.
Contrast gloss or luster	Contrast between specularly reflecting areas other areas	 $G \propto \frac{S}{D}$	Low-gloss surfaces of textiles fiber, yarn and cloth, newsprint, bond paper, diffuse- finishes metal, hair, fur, etc
Absence of bloom gloss	Absence of haze, or milky appearance, adjacent to reflected highlights	 $G \propto \frac{B-D}{I}$	High-and semigloss surfaces in which reflected highlights may be seen
Distinctness of image gloss	Distinctness and sharpness of mirror image	 $G \propto \frac{dR}{d\theta}$	High-gloss surfaces of all types in which mirror images may be seen
Surface uniformity gloss	Surface uniformity freedom from visible non-uniformities such as texture	Not a function of reflectance	Medium-to-high gloss surfaces of all types

دستگاه‌های براقیت‌سنج تنها قادر به رتبه‌بندی براقیت یکسری نمونه بطور مثال از کم به زیاد بودند (۱۴-۱۱). این نظریه به تدریج توسعه یافت به طوری که در سال ۱۹۵۲ میدلتون^۲ و مونگال^۳ با مطالعه براقیت برف تازه به این نتیجه رسیدند که براقیت برف بسیار متأثر از زاویه تابش و مشاهده است به طوری که در زوایای دور از زاویه تابش، برف بازتابش بالایی داشته و این در حالی است که در زاویه آینه‌ای

به عقیده آنها ادراک براقیت نه تنها تابعی از میزان نور بازتابش یافته در جهت آینه‌ای از سطح است، بلکه به عرض نقطه اوج^۱ بازتابش آینه‌ای نیز وابسته است یا به عبارتی براقیت ترکیبی از بازتابش آینه‌ای به همراه بازتابش تباینی و بازتابش پراکنده در کنار عوامل دیگر است. بنابراین نتیجه‌ای که از یک براقیت‌سنج متداول بدست می‌آید با آنچه مشاهده‌کننده انسانی ارزیابی می‌نمود تطابق نداشت و

² Middleton

³ Mungal

¹ Peak

برای ضبط وضوح تصویر منعکس شده روی سطح استفاده شد که مستقل از روشنایی بود. به این ترتیب ادعای هانتر مبنی بر اینکه وضوح تصویر و براقیت آینه‌ای دو بعد جداگانه در ادراک براقیت هستند در این تحقیقات نیز تایید شد و براقیت به‌عنوان یک کمیت چندبعدی در نظر گرفته شد (۱۷).

در سال ۱۹۹۳ سیو^۹ در بررسی نتایج ارزیابیهای چشمی براقیت نتیجه گرفت که درک براقیت از یک مشاهده‌کننده به مشاهده‌کننده دیگر متفاوت است و دلیل آن را تفاوت سلیقه‌ای افراد در نظر گرفتن بازتابش محیط اطراف به همراه بازتابش آینه‌ای شی بیان نمود. وی در نتیجه تحقیقاتش عنوان کرد همان‌طور که رنگ متاثر از سه عامل منبع نوری که جسم را روشن می‌کند، بازتابش خود جسم و مشاهده‌کننده است درک براقیت هم متاثر از عواملی همچون مشاهده‌کننده، شرایط نوردهی، روشنایی، بازتابش آینه‌ای، بافتار سطح، درخشش‌های برجسته نورانی و ویژگی‌های آنها و تصویر بازتابش یافته روی سطح است. وی در مطالعاتش سه جنبه متفاوت برای درک براقیت را منتشر نمود که عبارتند از جنبه‌های فیزیکی، فیزیولوژی و روان - فیزیک به عنوان مثال براقیت و تمامی جنبه‌های ظاهری مربوط به آن مانند شیری شدن، به نحوه‌ی توزیع هندسی نور منعکس شده از سطح شیء بستگی دارد (جنبه فیزیکی). سپس این نور سامانه بینایی انسان را تحریک می‌نماید (جنبه فیزیولوژیکی)؛ و در نهایت محرکه‌های ایجاد شده توسط کورتکس^{۱۰} مغزی مورد تفسیر و بررسی قرار گرفته (جنبه روانی-فیزیکی). وی بر این نکته تاکید نمود که با توجه به چندبعدی بودن براقیت امکان اندازه‌گیری آن با یک دستگاه واحد به‌طوری که نتایج آن با قضاوت چشمی تطابق داشته باشد امکان پذیر نیست و دستگاه‌های موجود که تا کنون برای اندازه‌گیری براقیت در محیط‌های صنعتی و تجاری توسعه داده شده‌اند و تنها با دو بعد براقیت هانتر هماهنگ بودند نظیر دستگاه براقیت‌سنج معمولی و دستگاه دوری-گان که قادر به اندازه‌گیری براقیت آن‌گونه که مشاهده‌کننده‌های انسانی آن را ارزیابی می‌کنند نیستند (۱۸). علاوه بر این ابعاد فیزیکی و ادراکی براقیت از یک رابطه خطی پیروی نمی‌کنند و سخت‌ترین مسئله در این حوزه ایجاد پلی بین جنبه‌های ادراکی ظاهر براق سطح و عوامل فیزیکی این کمیت است. این رویکرد جدید ادراک براقیت منجر به شکل‌گیری تحقیقات جدیدی در این زمینه شد. بطور مثال در سال ۲۰۰۱، فروردا^{۱۱} و همکارانش یک مدل فیزیکی روانی بر پایه تصاویر مصنوعی برای ادراک براقیت سطح پیشنهاد نمودند که ابعاد آن هم بصورت فیزیکی و هم بصورت ادراکی معنادار باشد و بخوبی حساسیت ادراکی اختلافات براقیت را نیز در برگیرد. در این پژوهش از روش تجزیه و

اصلا براق به نظر نمی‌رسد و دلیل آن این است که سطح برف تازه، از میلیون‌ها بلور برف با شکل منحصر به فرد تشکیل شده است و این ساختارهای سه‌بعدی نور را در همه جهات پراکنده می‌کنند در حالی که صفحات صاف و تخت یخ بازتابش بالایی در زوایه آینه‌ای داشته و بسیار براق به نظر می‌رسند. بنابراین ساختار میکروسکوپی سطح نیز می‌تواند در ادراک براقیت که همان ساختار ماکروی جسم است موثر باشد. آزمایشگاه هوش مصنوعی در دانشگاه MIT در مطالعات غیررسمی خود اینگونه اعلام نمود که درک براقیت نتیجه حداقل دو پدیده چشمی است: یکی بازتابش آینه‌ای که سطح تخت جسم همانند یک آینه، تصاویری از محیط اطراف را روی سطح خود منعکس می‌کند و دیگری نقاط بسیار درخشان در سطح که گاهی اوقات از آنها به‌عنوان درخشش‌های برجسته نورانی^۱ سطح نیز یاد می‌شود (۱۵). نتایج تحقیقاتی که توسط لاون^۲ در سال ۱۹۷۳ و دیگر محققین انجام شد نشان دادند که نه تنها این درخشش‌های برجسته نورانی در درک براقیت سطح نقش دارند بلکه جهت و موقعیت قرارگیری آنها، شکل و اندازه آنها نیز اهمیت دارد لذا مدل‌های ارائه شده بر پایه اپتیک معکوس نیز نتوانست یافته‌های تجربی را بخوبی توضیح دهد (۱۶).

اودانل^۳ و بلمیر^۴ در سال ۱۹۸۶ تلاش‌هایی با هدف ارائه یک مدل فیزیکی برای اندازه‌گیری براقیت به‌طوری که با ارزیابی چشمی براقیت ارتباط خوبی داشته باشد انجام دادند. آنها ارتباط بین ۶ نوع براقیت چشمی معرفی شده توسط هانتر را با روش مقیاس‌گذاری چندبعدی^۵ مطالعه نمودند و نهایتاً به یک مدل تک‌بعدی^۶ برای اندازه‌گیری براقیت رسیدند که با توجه به محدودیت‌های شرایط تابش و مشاهده برای این مدل و کاربرد آن برای محرک‌های خاص این مدل چندان کاربردی نبود. در این مدل فیزیکی از دستگاه براقیت‌سنج^۷ (برای اندازه‌گیری کنتراست آینه‌ای^۸ نور از سطح) و از دستگاه دوری-گان برای اندازه‌گیری وضوح تصویر، استفاده شد. البته باید به این نکته اشاره نمود که در آزمایشات قبلی از دستگاه گلازیمتر استفاده می‌شد که در واقع همان براقیت‌سنج بوده و نسبت بازتابش آینه‌ای به بازتابش پراکنده را اندازه‌گیری می‌کرده است. همچنان که گفته شد در این مدل از براقیت‌سنج برای ضبط بازتابش آینه‌ای نور استفاده شد که وابسته به روشنایی بوده و با اولین بعد براقیت معرفی شده توسط هانتر مرتبط بود و از دستگاه دوری-گان

¹ Brilliance of highlights

² Lavin

³ O'Donnell

⁴ Billmeyer

⁵ Multi-Dimensional Scaling

⁶ Unidirectional

⁷ Gloss meter

⁸ Specular Contrast

⁹ Seve

¹⁰ Cortex

¹¹ Ferwerda

این زمینه حتما قبل از ارزیابی براقیت، شرایطی برای فاصله منبع نور، جسم و مشاهده‌گر تعیین و استانداردسازی شود (۲۱).
 پایداری براقیت^۸ از دیگر موضوعاتی است که در برخی از تحقیقات به این موضوع پرداخته شده است. پایداری براقیت به مفهوم ثابت بودن درک براقیت یک سطح در برابر تغییرات هندسه سه‌بعدی آن اشاره دارد. مطالعات نشان می‌دهد اگرچه شدت روشنایی رسیده به چشم به نحو قابل توجهی از یک هندسه به هندسه دیگر تغییر می‌کند ولی نتایج ارزیابی اختلاف براقیت در تابش‌های مختلف بسیار شبیه به هم هستند و سیستم بینایی انسان یک عملیات تعدیل را برای تمام این تغییرات انجام می‌دهد و همه این مشاهدات شواهدی بر پایداری براقیت هستند علاوه بر این عواملی چون هندسه تابش و توزیع شدت نور، شکل سطح و برخی ویژگی‌های مادی سطح نظیر زبری، صافی سطح و شرایط مشاهده^۹ مختلف نیز باعث ایجاد انحرافات در پایداری درک براقیت می‌شوند که به سادگی پایداری رنگی قابل توصیف و ارزیابی نیست. در سال ۱۹۹۸ نیشیدا^{۱۰} و شینیا^{۱۱}، توانایی مشاهده‌گران در بازسازی بازتابش سطح را با تغییر شکل هندسی سطح بررسی کردند و هدف آنها در این مطالعه بررسی این مسئله بود که چگونه می‌توان پایداری ویژگی‌های بازتابش سطح را با دسترس بودن اطلاعات بازتابش و شکل جسم تخمین زد (۲۲). در تحقیق دیگری در سال ۲۰۰۳ فلیمنگ^{۱۲} و همکارانش، پایداری براقیت و تخمین بازتابش سطح را با استفاده از تصاویر منعکس شده روی سطح گوی‌های کروی شکل براق در شرایط روشنایی مختلف بررسی نمودند. نتایج تحقیقات آنها نشان داد پایداری براقیت در روشنایی دنیای واقعی بهبود می‌یابد. آنها اذعان داشتند که یک جسم براق همیشه براق خواهد ماند مادامی که تصویری از دنیای واقعی را بازتاب نماید (۲۳). در تحقیقات دیگری در سال ۲۰۱۰ به نقش و وابستگی سه عامل شامل اطلاعات حرکتی^{۱۳} نمایش استاتیک در مقابل دینامیک، اطلاعات مربوط به اختلاف عمق^{۱۴} و اطلاعات رنگ سطح (حاصل از بازتابش پراکنده و آینه‌ای) در پایداری براقیت اشاره دارد. همان‌طور که قبلاً اشاره شد در این تحقیق نیز پایداری براقیت به توانایی تخمین قابل‌اعتماد رفتار بازتاب سطح مستقل از شکل سه‌بعدی آن اطلاق می‌شود. اختلاف عمق یکی از مواردی است که در این پژوهش به آن پرداخته شده است. بطور مثال وقتی شما یک جسم سه‌بعدی را در دست دارید و به آن نگاه می‌کنید هر چشم، نگاهی مستقل به آن دارد و با توجه به تفاوت

تحلیل چندبعدی تصویر با استفاده از یک مدل ریاضی استفاده شد. آنها از روش آماری مقیاس بندی چندبعدی^۱ با نام "ام-دی-اس"^۲ استفاده کردند که با اندازه‌گیری فاصله‌های بین جفت نمونه‌ها، فضایی ساخته می‌شد که قادر به شرح ساختار کلی مجموعه اطلاعات بود. آماره "ام-دی-اس" می‌تواند جواب‌هایی با هر تعداد از ابعاد با بهترین انطباق با اطلاعات را ارائه دهد. آنها نشان دادند در این فضای چندبعدی تنها دو بعد معنادار برای ادراک براقیت وجود دارد یک بعد بر پایه تباین تصویر^۳ بازتابش یافته روی سطح و دیگری بر پایه وضوح و تیزی^۴ تصویر بازتابش یافته روی سطح. ولی این دو بعد بدست آمده در این تحقیق قابل تعمیم به دنیای واقعی ادراک براقیت نبود (۱۹).

نتایج تحقیقات دیگری در سال ۲۰۱۲ که توسط مارلو^۵، کیم^۶ و آندرسون^۷ انجام شد نشان داد که شکل سه‌بعدی جسم نیز می‌تواند تاثیر مستقیمی بر براقیت درک شده از سطح جسم داشته باشد به طوری که تنها در یک میدان روشنایی، ادراک براقیت سطح می‌تواند تا ۸۰ درصد بصورت تابعی از شکل سه‌بعدی جسم متغیر باشد. بنابراین شکل جسم تاثیر قابل توجهی روی بازتابش نور از سطح جسم دارد. بطور مثال اگر دو جسم با شکل هندسی متفاوت از یک ماده یکسان تهیه شوند درک براقیت ظاهری آنها کاملاً متفاوت خواهد بود ولی در نقطه مقابل اگر دو جسم از دو ماده کاملاً متفاوت ولی با شکل هندسی یکسان تهیه شوند با توجه به اینکه خواص بازتابشی این دو ماده کاملاً با هم متفاوت است ولی براقیت ظاهری آنها مشابه خواهد بود. علاوه بر این نتایج بررسی‌ها نشان داد عوامل روشنایی و شکل جسم تاثیر قابل توجهی روی براقیت درک شده دارند ولی تجزیه و تحلیل منحنی‌های توزیع طیفی نور بخوبی قادر به توجیه این ارتباطات نبود (۲۰).

در سال ۲۰۱۳ تحقیقات بسیار اندکی در مورد تاثیر فاصله مشاهده‌گر تا نمونه و تاثیر آن روی درک براقیت انجام شد و نتایج این تحقیقات نشان داد با توجه به اینکه در فواصل نزدیک، مشاهده‌گر قادر به تشخیص بافتارها و ناهمواری‌های چشمی سطح می‌باشد که روی درک براقیت تاثیر بسزایی دارند ولی در فواصل دور، مشاهده‌گر قادر به تشخیص واضح این بافتارهای چشمی نیست لذا فاصله مشاهده‌گر تا نمونه نیز می‌تواند از عوامل تاثیرگذار روی ادراک براقیت سطح باشد و در این تحقیق توصیه شده با توجه به عدم وجود استانداردها در

⁸ Gloss Constancy

⁹ Viewing Condition

¹⁰ Nishida

¹¹ Shinya

¹² Fleming

¹³ Motion

¹⁴ Disparity

¹ Multi-dimensional scaling

² MDS

³ Image Contrast

⁴ Distinctness and Sharpness

⁵ Marlow

⁶ Kim

⁷ Anderson

اندازه‌گیری دستگاهی براقیت بر اساس مفاهیم کاملاً فیزیکی صورت می‌گیرد. مطابق با تعریف ارائه شده توسط استاندارد، براقیت آینه‌ای نسبت شار نور بازتابش شده از سطح یک شی در جهت بازتابش آینه‌ای و برای یک منبع نوری معین، به شار نور بازتابش شده از سطح یک شیشه سیاه صیقلی به عنوان مرجع در جهت بازتابش آینه‌ای تحت شرایط کاملاً یکسان می‌باشد. ضریب انکسار شیشه سیاه مرجع باید برابر با ۱/۵۶۷ باشد. واحد اندازه‌گیری براقیت G_S مقدار براقیت شیشه سیاه مرجع برای تمامی زوایای تابش برابر با $100 GU$ در نظر گرفته می‌شود. رابطه ۱ رابطه مورد استفاده برای اندازه‌گیری براقیت آینه‌ای را نشان می‌دهد (۲۷، ۱۷، ۶).

$$G_S = \frac{R_{Sample}^S}{R_{Standard}^S} \quad (1)$$

در این رابطه، G_S براقیت آینه‌ای، R_{Sample}^S مقدار بازتابش آینه‌ای نمونه و $R_{Standard}^S$ مقدار بازتابش آینه‌ای شیشه سیاه صیقلی مرجع می‌باشد.

برای اندازه‌گیری براقیت از دستگاه‌های براقیت‌سنج متداول استفاده می‌شود که براقیت سطح را سه زاویه ۶۰، ۲۰ و ۸۵ درجه اندازه‌گیری می‌کنند. انتخاب هندسه مناسب جهت اندازه‌گیری براقیت از اهمیت فراوانی برخوردار است. طبق روش استاندارد ASTM D523، براقیت ابتدا تحت هندسه ۶۰ درجه اندازه‌گیری می‌شود در صورتی که مقدار براقیت از $70 GU$ بیشتر و به عبارت دیگر سطح براق باشد، اندازه‌گیری تحت هندسه ۲۰ درجه انجام می‌گیرد. برای سطوح مات می‌تواند که مقدار براقیت آنها در زاویه ۶۰ درجه از $10 GU$ کمتر است، اندازه‌گیری در زاویه ۸۵ درجه صورت می‌گیرد و برای مقادیر بین $70-10 GU$ گزارش براقیت در زاویه ۶۰ درجه مناسب است. انتخاب این زوایا برای سطوح مختلف بر اساس رتبه‌بندی چشمی براقیت ۱۳ شیشه سیاه رنگ از مات تا براق و مقایسه نتایج این رتبه‌بندی با مقادیر دستگاهی براقیت اندازه‌گیری شده تحت سه هندسه ۲۰، ۶۰ و ۸۵ درجه بوده است. نتایج این مقایسه در شکل ۱ نشان داده شده است (۲۷، ۲۶).

۳-۲- درخشش در افق^۲

برق درک شده از یک سطح در زوایای نزدیک به سطح افق نسبت به نور فرودی، برق یا درخشش در افق تعریف می‌شود. درخشش در افق و براقیت آینه‌ای، اگرچه هر دو قدرت بازتاب آینه‌ای را بیان می‌کنند ولی لزوماً وابسته نیستند و ممکن است در مواردی هم براقیت آینه‌ای و هم درخشش در افق وجود داشته باشد.

زاویه هر چشم تصویری متفاوت از آن در پرده شبکه ساخته می‌شود که مغز این دو تصویر را با هم مقایسه کرده و با توجه به اختلاف عمقی که در تصاویر وجود دارد به شما درکی از عمق و فاصله شی را خواهد داد و بدین ترتیب شما قادر به درک سه‌بعدی جسم خواهید بود. به‌رغم آنکه در سطوح براق برخی از قسمت‌های سطح دارای درخشش‌های برجسته و نورانی بوده و برخی از قسمت‌های دیگر بازتابش‌های پراکنده دارند و حتی در فام‌های مختلف با توجه به نقش بازتابش پراکنده این شرایط متفاوت تر نیز خواهد بود، سیستم بینایی انسان قادر به پردازش و مقایسه دقیق این تصاویر در شدت‌های مختلف نور می‌باشد. ولی با این حال عوامل مورد بحث در این تحقیق نیز قادر به تشریح واضح فرایند و سازوکار سیستم بینایی انسان در تخمین شکل سه‌بعدی و ارتباط آن با پایداری براقیت نبودند و فقط به ارتباط برخی عوامل همچون نقش نقاط درخشنده و نورانی در تخمین شکل سه‌بعدی و نقش بازتابش پراکنده و آینه‌ای در فام‌های مختلف و تاثیر آنها بر پایداری براقیت اشاره داشتند (۲۴). بطور کلی در نتایج کلیه این مطالعات به ماهیت پیچیده بودن پردازش چشم و مغز در ادارک پدیده‌های فیزیکی رنگ و برق اشاره شده است به طوری که در برخی از تحقیقاتی که در سالهای ۲۰۱۴ شکل گرفت پردازش براقیت توسط مغز را مستقل از پردازش دیگر خصوصیات فیزیکی سطح مانند رنگ و بافتار می‌دانند و این احتمال وجود دارد که پردازش اطلاعات این دو پدیده در قسمت‌های جداگانه‌ای در مغز انجام شود این در حالی است که در برخی از مطالعات دیگر پردازش براقیت را به طور نزدیکی با پردازش دیگر خصوصیات سطح نظیر بافتار و بازتاب مرتبط می‌دانند (۲۶، ۲۵). بطور کلی نتایج نشان می‌دهند درک پدیده چندبعدی براقیت توسط سامانه بینایی انسان کاملاً متفاوت بوده و ترکیبی از برهم‌کنش عواملی همچون منبع نوری، سطح، محیط اطراف و مشاهده‌کننده می‌باشد و تلاش‌ها تاکنون برای ارائه یک مدل فیزیکی برای تخمین کمی براقیت همچنان ادامه دارد. در ادامه به معرفی انواع براقیت و روش‌های اندازه‌گیری که تاکنون برای ارزیابی آنها معرفی شده می‌پردازیم.

۳- انواع براقیت

۳-۱- براقیت آینه‌ای

براقیت آینه‌ای به درخشش مشاهده شده در سطح شی در مقایسه با درخشش یک سطح براق مرجع اطلاق می‌شود. نسبی بودن ارزیابی به این علت ضروری است که چشم نمی‌تواند قضاوت و برآورد مطلق از میزان درخشش سطح داشته باشد از این رو ارزیابی چشمی براقیت آینه‌ای سطح نیازمند مقایسه نسبی است. امروزه با وجود دانستن این حقیقت که براقیت یک پدیده صرفاً فیزیکی نیست و به گفته هانتز حداقل شش بعد متفاوت برای درک چشمی براقیت وجود دارد ولی

¹ Gloss Unit

² Sheen

$$G_c = \left[1 - \frac{R_s}{R_d} \right] \times 100 \quad (2)$$

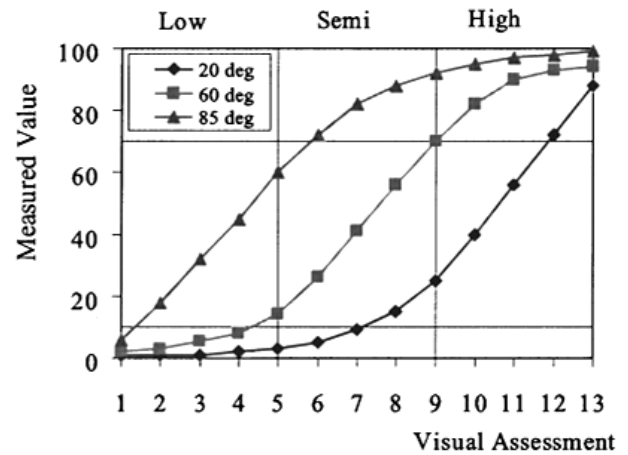
در رابطه ۲، G_c براقیت تباینی، R_s مقدار بازتابش آینه‌ای و R_d مقدار بازتابش پراکنده از سطح می‌باشد که تحت زاویه نرمال از سطح مورد اندازه‌گیری قرار می‌گیرد (۲).

۳-۵- وضوح تصویر بازتابشی روی سطح

وضوح تصویر که گاهی با نماد اختصاری DOI نیز نشان داده می‌شود به توانایی یک سطح با براقیت آینه‌ای زیاد در تشکیل تصویری واضح همچون آینه گفته می‌شود. این جنبه از براقیت گاهی اوقات جلوه آینه مانند^۲ نامیده می‌شود که به هنگام ارزیابی وضوح تصویر، تمرکز مشاهده‌کننده روی تصویر تشکیل شده روی سطح جسم است نه خود سطح. با پیشرفت روزافزون فناوری در انواع پوشش‌ها به‌ویژه پوشش‌های سطح خودرویی و اهمیت جلوه ظاهری روکش خودرو در انتخاب اولیه مشتری، بنابراین اندازه‌گیری عواملی چون وضوح تصویر، کدری، پوست پرتقالی^۳ بعنوان معیارهایی برای ارزیابی کیفیت ظاهر سطح روکش اهمیت زیادی پیدا کرده است. این عامل بصورت دستگاهی با تعیین میزان نور بازتابش یافته در زوایای نزدیک بازتابش آینه‌ای و در مقیاس صفر تا صد درصد تعریف می‌شود که برای سطوح براق کاملاً تخت با بالاترین وضوح تصویر مقدار این کمیت صد درصد بوده که با افزایش پوست پرتقالی و عوامل دیگر که منجر به کاهش وضوح تصویر تشکیل شده می‌شود مقدار این کمیت کاهش یافته و به صفر نزدیک می‌شود. طبق استانداردهای ASTM E430 و ASTM D5767، هنگامی که زاویه تابش ۳۰ یا ۲۰ درجه است مقدار بازتابش در زاویه ± 0.3 نسبت به زاویه بازتابش آینه‌ای با دستگاه اندازه‌گیری شده و مقدار این کمیت مطابق رابطه ۳ محاسبه می‌شود.

$$DOI (\%) = \left(\frac{R_s - R_{0.3}}{R_s} \right) \times 100 = \left(1 - \frac{R_{0.3}}{R_s} \right) \times 100 \quad (3)$$

در رابطه ۳، $R_{0.3}$ مقدار بازتابش نور در زاویه ± 0.3 درجه نسبت به زاویه انعکاس آینه‌ای است. و R_s مقدار بازتابش نور در زاویه بازتابش آینه‌ای است. متداولترین دستگاهی که برای اندازه‌گیری وضوح تصویر استفاده می‌شود دستگاه گونیوفتومتر است که بر اساس استانداردهای ذکر شده در این بخش و رابطه ۳ این کمیت را اندازه‌گیری می‌کنند (۳۰-۲۹، ۱۳، ۶). از دیگر روش‌های ارزیابی وضوح تصویر که اخیراً در حال توسعه می‌باشد ارزیابی کیفیت تصویر تشکیل شده روی سطح است به این روش به اختصار RIQ^۴ گفته می‌شود و برای اندازه‌گیری کمیت وضوح تصویر پوشش‌های بسیار بازتابنده یا پوشش‌هایی با براقیت پایین دقیقتر می‌باشد. علاوه بر این



شکل ۱: مقادیر دستگاهی براقیت آینه‌ای ۱۳ شیشه سیاه اندازه‌گیری شده تحت سه هندسه متفاوت به‌عنوان تابعی از رتبه‌بندی چشمی براقیت آنها (۲۸).

Figure 1: The instrumental specular gloss values of 13 black glasses were measured under three different geometries as a function of their visual gloss rankings (28).

ولی بطور معمول اصطلاح درخشش در افق به منظور تشریح براقیت نمونه‌های مات مورد استفاده قرار می‌گیرد که وقتی تحت زوایای نرمال و عمود بر سطح مشاهده می‌شوند، مات به نظر می‌رسند در حالی که با مشاهده تحت زوایای نزدیک به سطح افق (معمولاً ۸۵ درجه) براق و درخشنده دیده می‌شوند. برای اندازه‌گیری این عامل از دستگاه براقیت‌سنج در زاویه ۸۵ درجه استفاده می‌شود (۱۷، ۶).

۳-۴- براقیت تباینی (تالو)

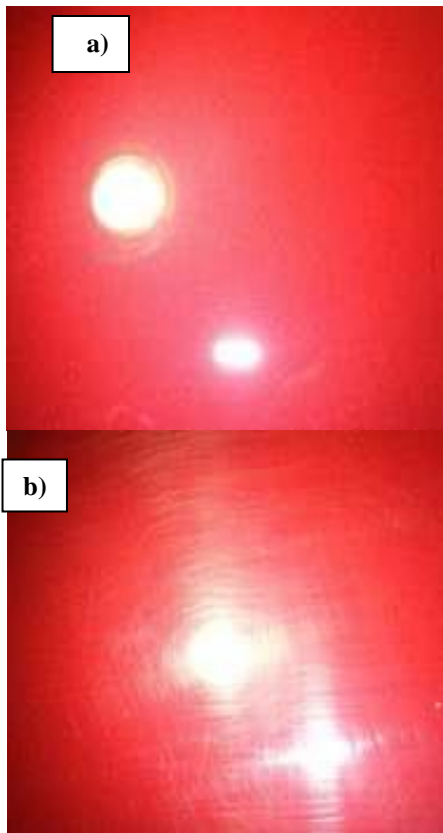
براقیت تباینی درخشش درک شده از یک سطح به دلیل تباین بین بازتابش آینه‌ای و بازتابش پراکنده سطح است. براقیت تباینی و براقیت آینه‌ای هر دو به شدت نور بازتابش شده در زاویه مساوی با زاویه تابش اشاره دارند. با این حال، تعاریف آنها متفاوت است: اولی نسبت به نور فرودی تعریف می‌شود در حالی که دومی نسبت به بازتابش پراکنده تعریف می‌شود. این نوع براقیت در مورد سطوح با براقیت پایین که عموماً تصویری واضح از منبع نور روی سطح آنها قابل مشاهده نیست، مطرح می‌شود و گاهی تحت عنوان جلا^۱ نیز شناخته می‌شود. مقادیر عددی مربوط به براقیت تباینی می‌تواند نسبت بازتابش آینه‌ای به بازتابش پراکنده یا نسبت تفاوت بین بازتابش آینه‌ای و پراکنده به شدت نور فرودی باشد (۱۳، ۶). به منظور تعیین میزان براقیت تباینی سطح، مقدار بازتابش آینه‌ای با مقدار بازتابش پراکنده از سطح مورد مقایسه قرار می‌گیرد. برای این منظور از رابطه ۲ استفاده می‌شود.

² Mirror-Like Effect

³ Orange peel

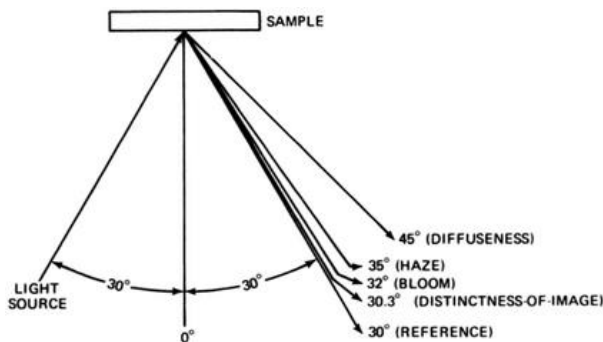
⁴ Reflected Image Quality

¹ Luster



شکل ۲: تصویر بازتابش یافته روی سطح روکش با مقادیر زیاد (a) و متوسط (b) شاخص کدری (۲۶).

Figure 2: The reflected image on the surface, with high a) and medium b) haze values (26).



شکل ۳: طرح‌واره‌ای از هندسه اندازه‌گیری عوامل وضوح تصویر و کدری (شیری‌شدن) (۲).

Figure 3: The measurement geometry of distantness of image and haze (bloom) parameters (2).

۳-۷- یک‌دستی سطح یا بافتار

یک‌دستی سطح در اینجا مستقل از بافتارها و ناپیکنواختی‌های فیزیکی قابل لمس روی سطح روکش است و به ناپیکنواختی‌های درک شده توسط چشم در سطح روکش که اصطلاحاً بافتار چشمی^۴

زمانی که پوشش‌هایی با کیفیت بسیار بالا داریم به‌طوری‌که پوست پرتقالی یا موجی بودن آن بسیار ناچیز است و اندازه‌گیری کمیت DOI دیگر قادر به بیان این اختلافات کم نیست در حالی‌که چشم قادر به درک این اختلافات می‌باشد استفاده از این روش مفیدتر می‌باشد (۱۳). در بخش ۳-۷ یکی دیگر از روش‌های دستگاهی اندازه‌گیری وضوح تصویر با دستگاه موج‌سنج شرح داده شده است.

۳-۶- شیری‌شدن (کدری)^۱

پدیده شیری‌شدن یا کدری مشابه براقیت تباینی است با این تفاوت که شیری‌شدن در زوایای نزدیک به زاویه بازتابش آینه‌ای مشاهده می‌گردد. در این حالت نیز مشابه با وضوح تصویر، تمرکز مشاهده‌کننده روی تصویر منعکس شده روی سطح جسم است با این تفاوت که این حالت به وجود هاله‌ای شیری‌رنگ که اطراف تصویر تشکیل شده روی سطح را احاطه کرده اشاره دارد و بصورت مه‌گونگی، شیری‌شدن و کدری در ظاهر تصویر بازتابی روی سطح جلوه می‌نماید. در شکل ۲ دو تصویر منعکس شده از منبع نوری در سطح روکش قابل رویت است که در قسمت الف تصویر تشکیل شده با هاله‌ای شیری‌رنگ محصور شده که نشان دهنده مقدار بالای شاخص کدری است و در تصویر قسمت ب، عرض هاله اطراف تصویر بسیار نازک شده و مقدار این شاخص در حد متوسط می‌باشد. همان‌طوری که ملاحظه می‌شود در شکل قسمت الف، مه‌گونگی تصویر بازتابیده شده روی سطح به طور قابل‌ملاحظه‌ای در مقایسه با تصویر قسمت ب افزایش یافته است (۳۱، ۳۰، ۱۷).

برای اندازه‌گیری میزان شیری‌شدن (کدری)، مقدار بازتابش آینه‌ای در زاویه ۳۰ درجه با مقدار بازتابش در زوایای ۲ و ۵ درجه نسبت به بازتابش آینه‌ای (جهت اندازه‌گیری شیری‌شدن در زاویه باریک^۲) و در زاویه ۱۵ درجه نسبت به بازتابش آینه‌ای (جهت اندازه‌گیری شیری‌شدن در زاویه پهن^۳) مقایسه می‌شود. رابطه ۴ نحوه محاسبه شیری‌شدن را نشان می‌دهد.

$$H_X = \left[\frac{R_{X^\circ}}{R_S} \right] \quad (4)$$

در رابطه ۴، R_S باز هم بازتابش آینه‌ای در زاویه ۳۰ درجه و R_X مقدار بازتابش در زاویه‌های ۲، ۵ یا ۱۵ درجه نسبت به زاویه بازتابش آینه‌ای که در اینجا برابر با ۳۰ درجه نسبت به خط عمود است، می‌باشد. شکل ۳ طرح‌واره‌ای از هندسه اندازه‌گیری وضوح تصویر و شیری‌شدن را توسط دستگاه گونیومتر نشان می‌دهد (۲۹، ۲۰).

¹ Absence-of Bloom (Haze)

² Narrow Angle Haze

³ Wide Angle Haze

⁴ Visual Texture

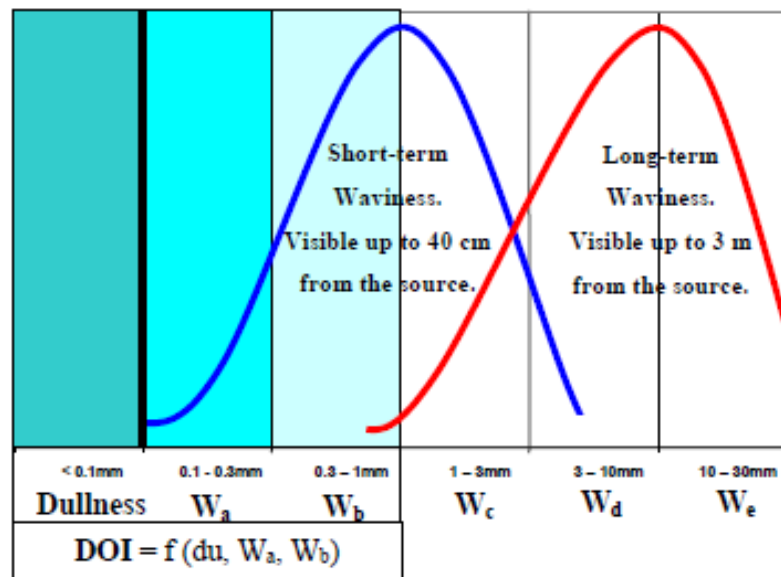
از ساختارهای سطح (Dullness, Wa, Wb, Wc, Wd, We) در مقیاس ۰ تا ۱۰۰ گزارش می‌شوند. ساختارهایی با سایز ۱۰ تا ۳۰ میلی‌متر در فاصله ۳ متری قابل مشاهده هستند و تحت عنوان طول موج‌های بلند سطح^۴ "LW" شناخته می‌شوند و ساختارهای کوچک در محدوده ۰/۱ تا ۱ میلی‌متر تنها در فواصل خیلی نزدیک قابل مشاهده هستند و تحت عنوان طول موج‌های کوتاه سطح^۵ "SW" شناخته می‌شوند. شکل ۴ طیف ساختاری یک سطح را که توسط دستگاه موج‌سنج اندازه‌گیری شده نشان می‌دهد. تحقیقات در سال‌های اخیر نشان داده یکی دیگر از عوامل تاثیرگذار روی کیفیت و تیزی تصویر تشکیل شده در سطوح براق ساختارهای ریز سطح می‌باشند لذا برای اندازه‌گیری نور پراکنده شده توسط ساختارهای کوچک‌تر از ۰/۱ میلی‌متر، یک دوربین CCD در زاویه ۲۰ درجه در دستگاه‌های موج‌سنج مدل Wavescan DOI تعبیه شده است که با کمک آن می‌توان مقدار نور پراکنده شده توسط ساختارهای ریز سطح را تحت عنوان عوامل "Dullness" اندازه‌گیری نمود به این ترتیب در این دستگاه‌ها، عامل وضوح تصویر بصورت تابعی از موجهای کوتاه سطح (Wa و Dullness, Wb) تعریف می‌گردد و امکان اندازه‌گیری این عامل با این دستگاه که کاملاً متفاوت با یک دستگاه گونیوفتومتر است امکان‌پذیر می‌باشد (۳۳-۳۶، ۴).

گفته می‌شود اطلاق می‌شود. این نایخنوختی‌ها ناشی از اندازه، شکل و آرایش یافتگی رنگدانه‌های ورقه‌ای در سطح روکش و نیز عوامل دیگری همچون زبری زیرآیند فلزی، ضخامت فیلم و فرمول‌بندی آن می‌باشند که باعث ایجاد پستی و بلندی‌هایی در سطح روکش و بازتابش نور در جهات مختلفی می‌شوند.

نواحی که نور را در راستای چشم مشاهده‌کننده منعکس می‌کنند روشن‌تر از سایر نواحی به نظر می‌رسند و به این ترتیب تباین^۱ بین نواحی تیره و روشن باعث ایجاد یک الگوی موجی روی سطح روکش شده که به پدیده پوست پرتقالی^۲ معروف است.

مطابق با استاندارد ASTM E284، پوست پرتقالی نوعی بی‌نظمی سطحی است که همانند پوست یک پرتقال مشاهده می‌گردد این پدیده تاثیر نامطلوبی روی جلوه ظاهری سطوح بسیار براق همچون روکش‌های سطح خودروبی داشته و کاهش براقیت و وضوح تصویر را بدنبال دارد (۲۶، ۲۷). همچنان که قبلاً گفته شد زمانی که مشاهده‌کننده روی تصویر منعکس شده روی سطح تمرکز دارد شاخص‌هایی همچون براقیت، وضوح تصویر و کدری را ارزیابی می‌کند ولی زمانی که روی خود سطح تمرکز دارد پوست پرتقالی و موجی‌بودن سطح را مشاهده می‌نماید. در روش دستگاهی پوست پرتقالی با دستگاه موج‌سنج^۳ سنجیده می‌شود. این دستگاه پروفایل‌های اپتیکی سطح را نقطه به نقطه در فواصل ۰/۰۲۷ سانتی‌متری ضبط نموده و برای مشابه سازی با قدرت تفکیک چشم انسان در فواصل مختلف، مقدار سیگنال‌ها با استفاده از توابع فیلتر ریاضی در چندین محدوده طول موجی مختلف از ۰/۱ تا ۳۰ میلی‌متر بصورت میانگین دامنه موج‌ها تحت عنوان "ساختارهای سطح" گزارش می‌کند. هر یک

- ¹ Contrast
² Orange-peel
³ Wave Scan
⁴ Long wave
⁵ Short wave



شکل ۴: نتایج اندازه‌گیری دستگاه DOI Wave scan شامل طیف ساختاری سطح و عامل وضوح تصویر بصورت تابعی از موجهای کوتاه سطح (۴).

Figure 4: Measurement results of DOI wave scan device include the structure spectrum of surface and distinctness of image parameter as a function of surface shortwaves (4).

اختصاص داده شد. ولی همچنان با گذشت سال‌ها، تلاش‌ها برای یافتن مدلی جدید و کارآمد برای تخمین جلوه ظاهر کلی (صفات رنگی و صفات هندسی) به طوری که در تطابق بیشتری با آنچه چشم انسان درک می کند باشد ادامه دارد و تبدیل به چالشی بزرگ در صنایع بزرگی همچون خودروسازی شده است بطوری که شرکت‌های بزرگ همچون جنرال موتور، پژو، دایمر کرایسلر، فورد و غیره هر یک برای ارزیابی صفات هندسی از مدل‌های متفاوتی که تابع وزن‌های مختلفی از عواملی همچون براقیت، وضوح تصویر، پوست پرتقالی و کدری است استفاده می کنند و در برخی از شرکت‌ها نیز هنوز ارزیابی کیفیت جلوه ظاهری با روش‌های ارزیابی چشمی صورت می‌گیرد.

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر حاصل از تحقیق مستقل نویسندگان می‌باشد و از پشتیبانی و حمایت پژوهشگاه رنگ برای انجام این مطالعه تشکر و قدردانی می‌گردد.

تعارض منافع

هیچگونه تعارض منافی در این مقاله توسط نویسندگان بیان نشده است.

۴- نتیجه‌گیری

مروری بر مطالعات انجام شده در زمینه ادارک براقیت نشان می‌دهد بر خلاف تصور که در ابتدا براقیت را یک پدیده تک‌بعدی و صرفاً فیزیکی دانسته و آن را با براقیت‌سنج‌های معمولی اندازه‌گیری می‌کردند اما هیچ‌گاه ارتباط مناسبی بین نتایج چشمی و دستگاهی این کمیت وجود نداشت و از دستگاه‌ها صرفاً برای رتبه‌بندی براقیت اجسام مختلف استفاده می‌شد. این نظریه با مطالعاتی که روی ابعاد متفاوت براقیت انجام شد به سرعت رد شد و روشن شد که درک براقیت محدود به یک بعد نبوده و تنها اندازه‌گیری این عامل نمی‌تواند در ارزیابی کیفیت جلوه ظاهری کارساز باشد. بدین ترتیب با روشن شدن مفهوم چندبعدی بودن جلوه ظاهری سطح، اندازه‌گیری عوامل دیگری همچون وضوح تصویر، پوست پرتقالی و کدری مطرح گردید و مشخص گردید درک این صفات هندسی توسط سامانه بینایی انسان بسیار پیچیده بوده و نه تنها به عوامل فیزیکی سطح بلکه به عوامل فیزیولوژیکی و روانی مشاهده‌کننده نیز وابسته است بطوری که دستگاه‌هایی که تاکنون برای اندازه‌گیری این صفات هندسی طراحی و ساخته شده اند قادر به سنجش آنها بخوبی یک مشاهده‌کننده انسانی نیستند. لذا بخش بزرگی از مطالعات در اثبات چندبعدی بودن براقیت و معرفی ابعاد مختلف آن و توسعه دستگاه‌ها و روش‌های استاندارد برای اندازه‌گیری انواع مختلف براقیت

۵- مراجع

1. Khalili N, Ameri F. Effect of illumination/observation geometries on visual assessment of certain geometric attributes of automotive Paints. *J Color Sci Tech*. 2013;7:323-330. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.17358779.1392.7.4.6.1> [In Persian].
2. Hunter RS, Harold RW. *The measurement of appearance*. 2nd ed. New York: Wiley, 1987.
3. Jafari R, Ameri F, Khalili N, Effect of some appearance factors on blackness perception of automotive finishes from the customer viewpoint. *J Color Sci Tech*. 2016;10:185-193. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.17358779.1395.10.3.6.0> [In Persian].
4. Khalili N, Ameri F. A review on the Appearance Control Methods in Automotive Finishes. *J Stud Color World*. 2013;3:3-12. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.22517278.1392.3.3.2.8> [In Persian].
5. Pointer M.R, Ji Wi, Luo RM, Dakin J. Gloss as an aspect of the measurement of appearance. *J Opt Soc Am A Opt Image Sci Vis*. 2006;23:22-33. <https://doi.org/10.1364/JOSAA.23.000022>.
6. Hanson AR. *Good Practice Guide for the Measurement of Gloss*, National Physical Laboratory Report, No.94, 2006.
7. Safi M, Khalili N, Arabi M. Effect of various opacifiers on color parameters and gloss of glazed tiles. *J Color Sci Tech*. 2012;5:253-261. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.17358779.1401.16.3.1.7> [In Persian].
8. Fairchild MD, *Color appearance models*, Second edition, Wiley Inter science, 2005.
9. Pfund AH, The measurement of gloss. *J Opt Soc Am A Opt Image Sci Vis*. 1930;20(1):23-25.
10. Hunter RS. Methods of determining gloss. *J Res Natl Bur Stand*. 1937;18(1):19-41.
11. Chadwick AC, Kentridge RW. The Perception of gloss. *A Rewied. J Visres*. 2015;109(Part B):221-235. <https://doi.org/10.1016/j.visres>.
12. Mondonneix G, Chabrier S, Mari JM, Gabillon A. Tahitian pearls luster assessment automation. In 2017 IEEE Applied Imagery Pattern Recognition Workshop (AIPR), Washington, DC, USA: IEEE, 2017:1-9. <https://doi.org/10.1109/AIPR.2017.8457974>.
13. <https://www.rhointstruments.com/faqs/>"Why buy an IQ not a gloss meter.
14. Harrison V. Poulter S, Gloss measurement of papers – The effect of luminance factor. *Br J Appl Phys*. 1951;2(4):92. <http://dx.doi.org/10.1088/0508-3443/2/4/302>.
15. Middleton WEK, Mungall AG. The luminous directional reflectance of snow. *J Opt Soc Am*. 1952;42(8):572-579.

16. Beck J, Prazdny S. Highlights and the perception of glossiness. *attention, perception, & psychophysics*, 1981;30(4):407-410. <https://doi.org/10.3758/BF03206160>.
17. Billmeyer FW, O'Donnell FX D, Visual gloss scaling and multidimensional scaling analysis of painted specimens. *J Color Res Appl*. 1987;12(6):315-326. <http://dx.doi.org/10.1002/col.5080120606>.
18. Sève R. Problems connected with the concept of gloss. *J Color Res Appl*. 1993;18(4):241-252. <https://doi.org/10.1002/col.5080180407>.
19. Ferwerda JA, Pellacini F, Greenberg DP. A psychophysically based model of surface gloss perception. *Proceedings of SPIE*, 2001;4299:291-301. <https://doi.org/10.1117/12.429501>.
20. Marlow P, Kim J, Anderson BL. The role of brightness and orientation congruence in the perception of surface gloss. *J Vision*, 2011;11(9). <http://dx.doi.org/10.1167/11.9.16>.
21. Leloup F. B, Obein G, Pointer MR, Hanselaer P. Toward the soft metrology of surface gloss: A review. *J Color Res Appl*. 2013;39(6):559-570. <http://dx.doi.org/10.1002/col.21846>.
22. Nishida SY, Shinya M. Use of image-based information in judgments of surface-reflectance properties. *J Opt Soc Am A*. 1998;15(12):2951-2965. <https://doi.org/10.1364/JOSAA.15.002951>.
23. Fleming RW, Dror RO, Adelson EH. Real World Illumination and the perception of surface reflectance properties. *J Vis*. 2003;3(3):347-368. <https://doi.org/10.1167/3.5.3>.
24. Wendt G; Faul F, Ekroll V, Mausfeld R. Disparity, motion, and color information improve gloss constancy performance. *J Vis*. 2010;10(9):7,1-17. <https://doi.org/10.1167/10.9.7>.
25. Cavina-Pratesi C, Kentridge. RW, Heywood CA, Milner AD, Separate channels for processing form, texture, and color: evidence from FMRI adaptation and visual object agnosia, *cerebral cortex*. 2010;20(10):2319-2332. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhp298>. Epub 2010 Jan 25.
26. Cavina-Pratesi C, Kentridge RW, Heywood CA, Milner AD. Separate processing of texture and form in the ventral stream: evidence from FMRI and visual agnosia, *Cerebral Cortex*. 2010;20(2):433-446. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhp111>.
27. International Organization of Standards, ASTM D523:2014, Standard Test Method for Specular Gloss. USA: ASTM; 2014.
28. International Organization of Standards, ASTM E430:2011, Standard Test Method for Measurement of Gloss of High-Gloss Surfaces by Abridged Goniophotometry. USA: ASTM; 2011.
29. International Organization of Standards, ASTM D5767:2018, Test Method for Instrumental Measurement of Distinctness-of-Image Gloss of Coated Surfaces. USA: ASTM; 2018.
30. Novo-gloss IQ, Goniophotometer Instrument Manual, Rohopoint Instrument LTD.
31. Boeckler GK, Measuring gloss and reflection properties of surfaces, *J. Tappi*, 1996;79(9). <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:114775250>.
32. International Organization of Standards, ASTM E284:2012, Standard Test Method for Standard Terminology of Appearance. USA: ASTM; 2012.
33. Hemashankar G, Correlation between visual perception and waviness measurements for coated surface, Master Thesis; University of Windsor, 2008.
34. Gradischnig H. First experience with the wave scan DOI and correlation to the visual perception, 6th Wave-scan User Meeting, Konigsdrof, Germany: BYK- Gardner, Gerestried, Germany, 2004.
35. Wave-scan DOI, The new generation for understanding the appearance of coatings, 9th BYK-Gardner European User Meeting, 2010.
36. Ma J, Xu H, Luo M, Cui G. Color appearance and visual measurements for color samples with gloss effect, *Chin Opt Lett*. 2009;7:860-872. <http://dx.doi.org/10.3788/COL20090709.0869>.

How to cite this article:

Khalili N, Jafari R. A Review on the History and Concept of Some Type of Glosses. *Stud color world*. 2024;14(1):57-69. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.22517278.1402.14.1.5.0> [In Persian].