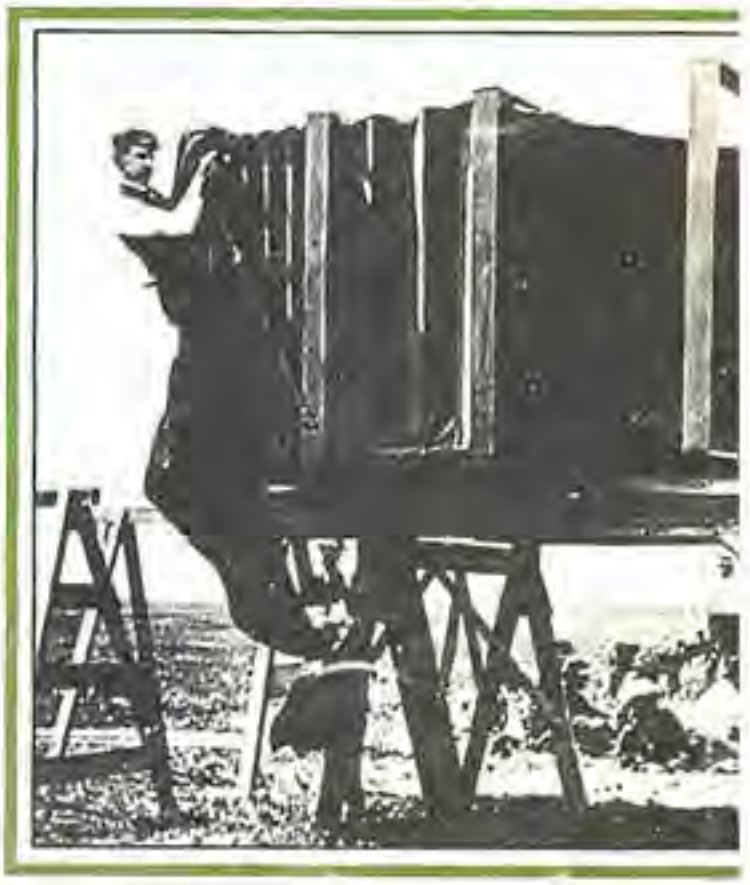
فن و هنر عکاسی

هادی شفائیه



www.ketabfarsi.ir

شرکت انتشارات علمی و فرهنگی

قیمت: ۱۳۰۰۰ ریال

۱ اندکی تاریخ

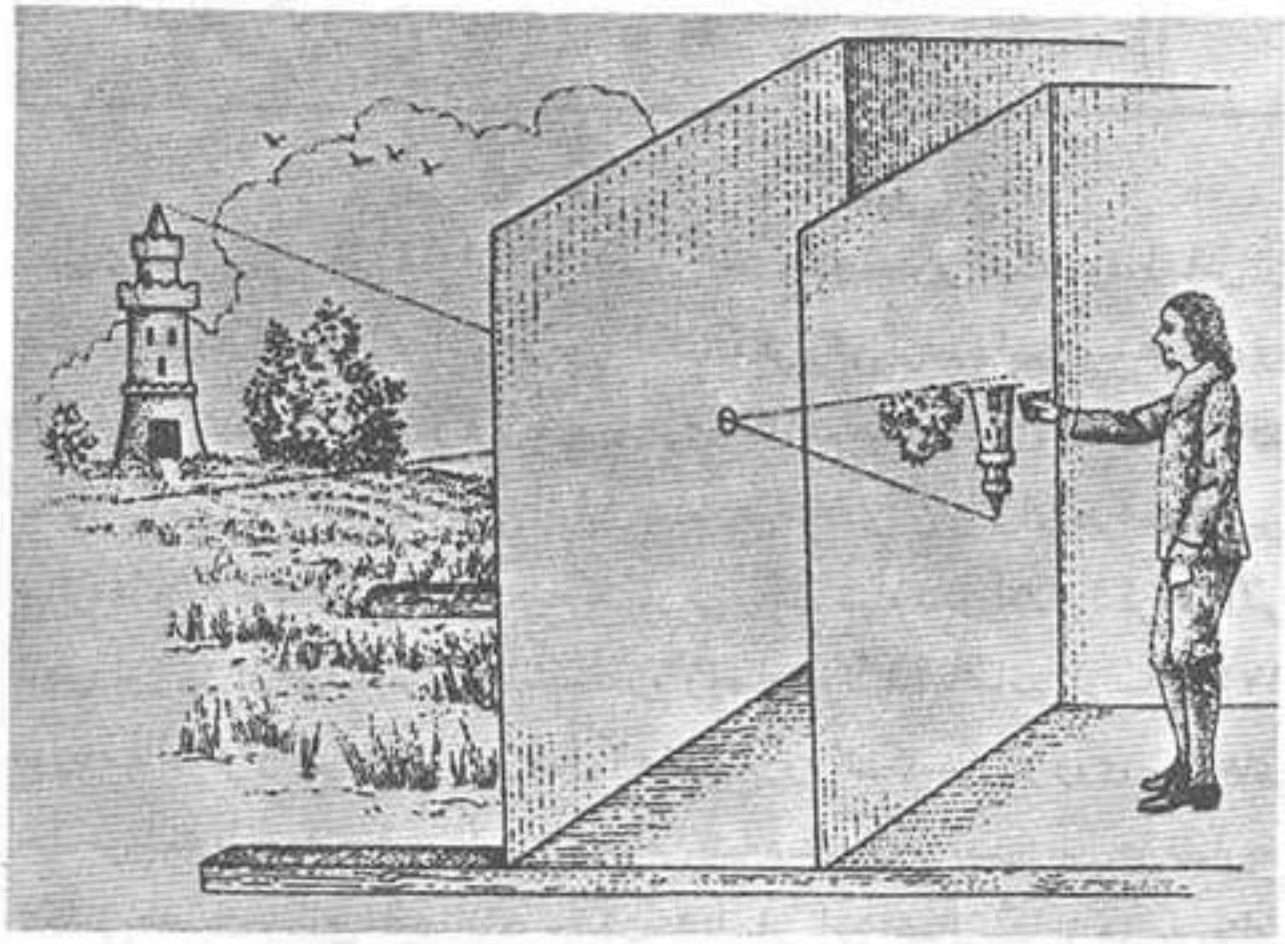
سالهای سال پیش، حتی قبل از آنکه عکاسی اختراع و تصویر ثبت شود، اساس آن یعنی جعبهٔ تاریک وجود داشت و مورد استفاده قرار می‌گرفت: این وسیلهٔ ساده را ابن هِیثَم دانشمند مسلمان در قرن پنجم هجری/ یازدهم میلادی برای مشاهدهٔ کسوف به کار برده بود و نقاشان ایتالیایی از قرن شانزدهم میلادی آن را برای طرّاحی دقیق منظره‌ها و ملاحظهٔ دورنمایی صحیح به کار می‌بردند. سیاه شدن املاح نقره در اثر تابش نور نیز از طرف برخی دانشمندان، ازجمله شولتسهٔ آلمانی از سال ۱۷۲۷ مورد مطالعه قرار گرفته بود. در سال ۱۸۰۲ وِجْوود انگلیسی بر روی سطح‌های حساس شده با نیترات نقره نقشهای شفّافی به دست آورد. این سال در تاریخ عکاسی اهمیت زیادی دارد. اما درحقیقت، شناسایی این اعمالِ جُدا از هم، به معنای کامل کلمه، اختراع عکاسی را تشکیل نمی‌داد.*

بالاخره بین سالهای ۱۸۲۲ و ۱۸۲۶ یک مخترع فرانسوی به نام نیسِفور نی‌یِپْس برای اولین بار، توانست تصویر پدید آمده در جعبهٔ تاریک را ضبط و ثبت کند و تاحدی به آن ثبات ببخشد. وی دانشمند بزرگی بود، اما برای عملی ساختن و توسعه بخشیدن به اختراع خود به همکار ثروتمندی نیاز داشت. تا اینکه در سال ۱۸۲۹ با یک فرانسوی دیگر، که نقاشی مرفّه بود و ضمناً تجربه‌های باارزشی درزمینهٔ عدسیها و جعبهٔ تاریک داشت شریک شد و هر دو در راه کشف ثبت تصویر روی صفحه‌های مسی نقره‌اندود («لوحهٔ سیمین») قدم برداشتند.

آن روزها اختراع جدید هنوز اسمی نداشت. بعد از مرگ نی‌یِپْس (۱۸۳۳)،

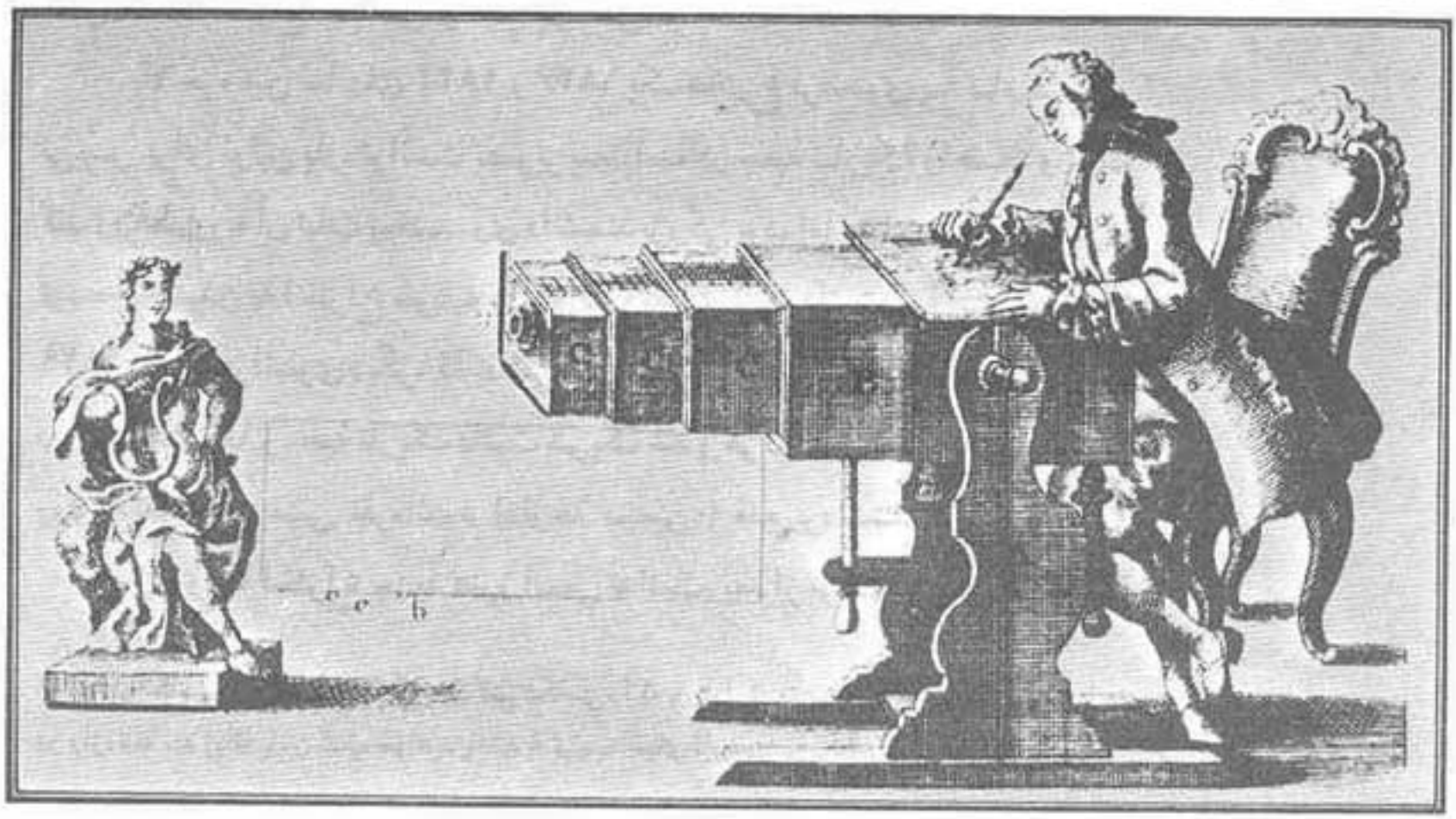
* معادل انگلیسی و فرانسوی اصطلاحات فنی عکاسی را که بار اول در متن با حروف سیاه چاپ کرده‌ایم در واژه‌نامهٔ سه زبانهٔ پایان کتاب خواهید یافت، به ترتیب الفبای فارسی.

شریکش این شیوه را داگِرئوتیپی و تصاویر آن را داگِرئوتیپ نامید، زیـرا اسم خودش لویی داگِر بود. سالها بعد، واژهٔ فتوگرافی مرکّب از دو کلمهٔ یونانی فُتوس (photos) به معنی نور و گرافوس (graphos) به معنای نوشتن جای نام قبلی را گرفت.



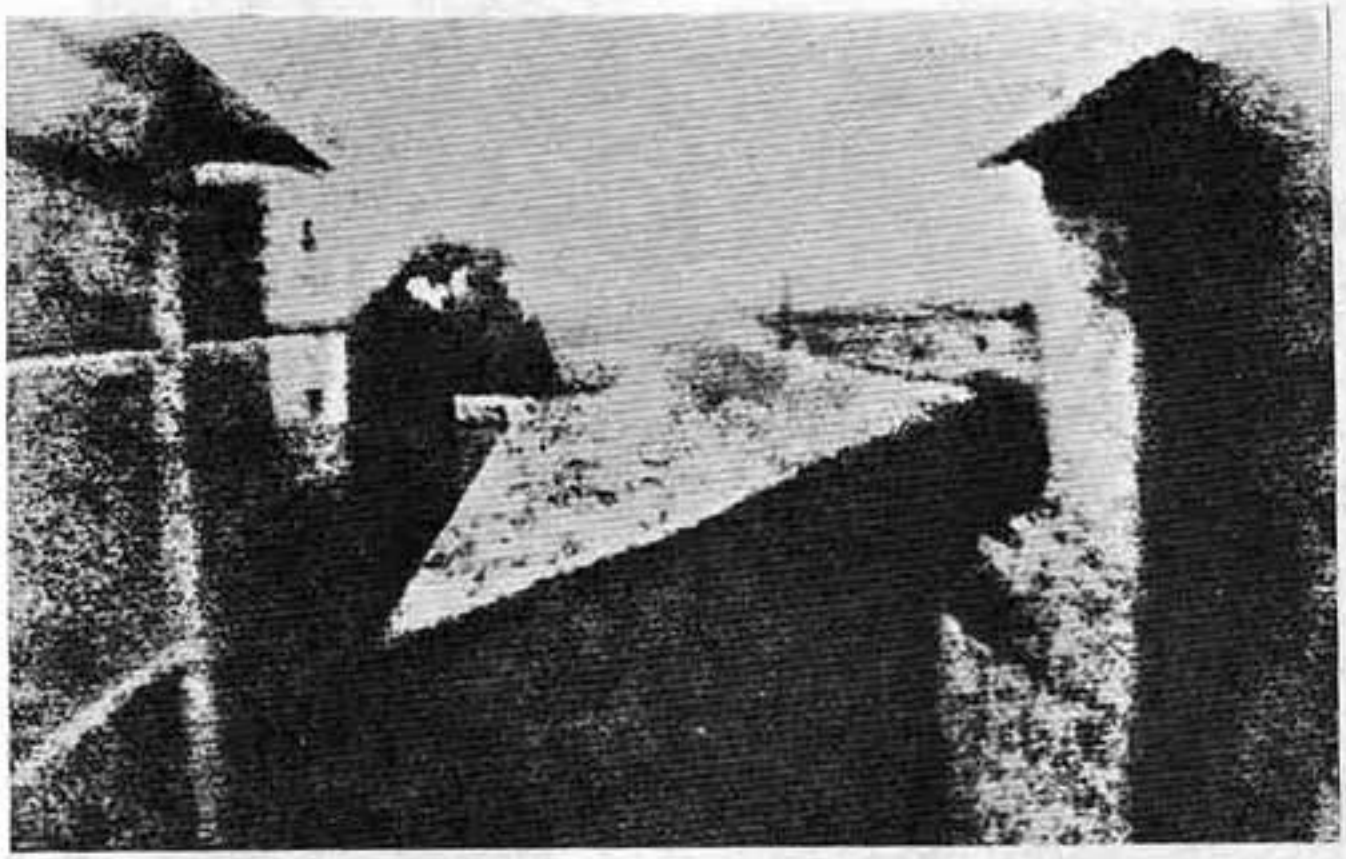
تصویر ۱
جعبه یا اتاقک تاریک که از روزنهٔ جلو آن تصویری واژگون بر دیوارهٔ عقبی افتاده است.

تصویر ۲
در قرنهای ۱۶ تا ۱۸ نقاشان اروپایی برای طراحی از دوربین جعبهٔ تاریک کمک می‌گرفتند.

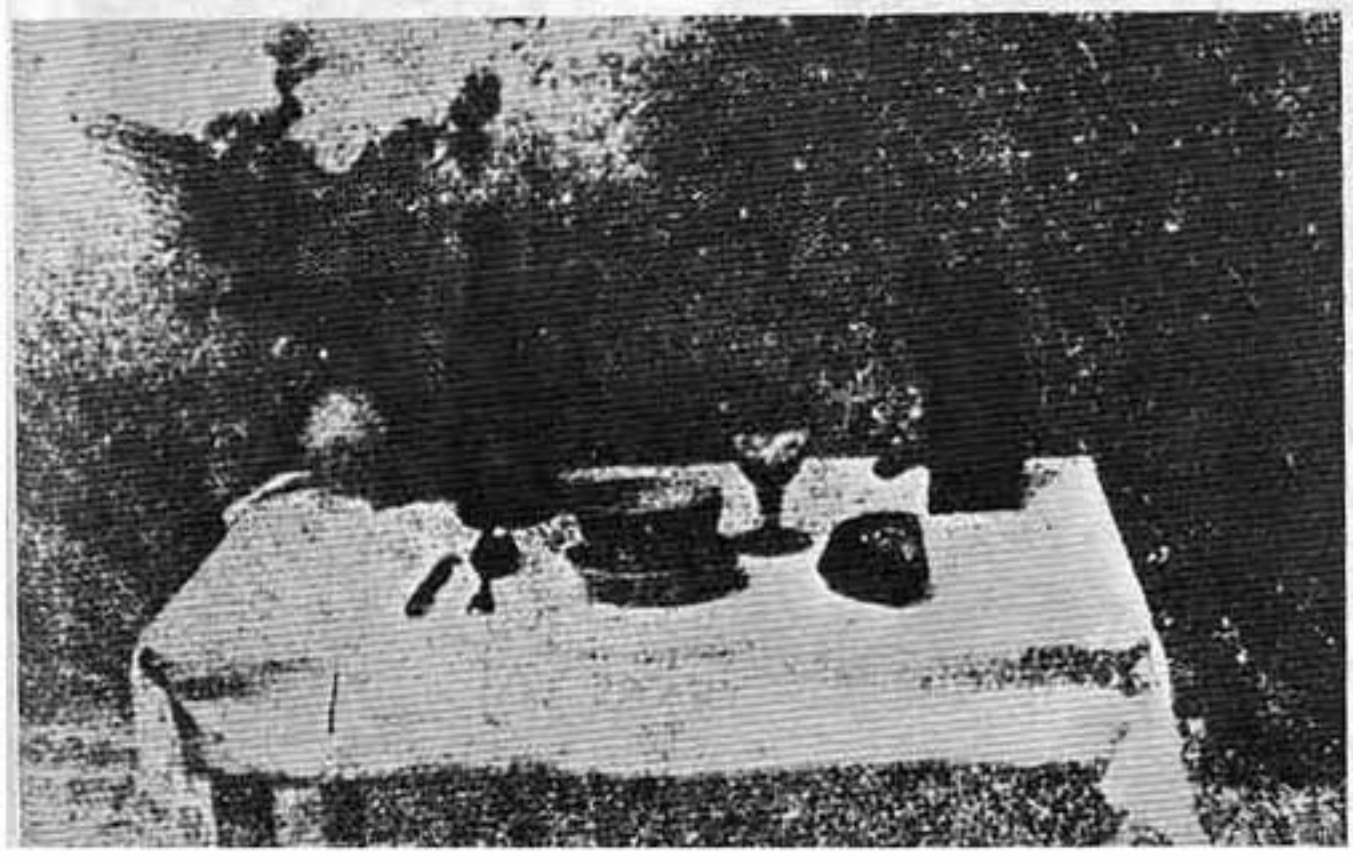


تصویر ۳

نیسفور نی پس، کسی که برای اولین بار در جهان موفق به ضبط تصویر گردید.

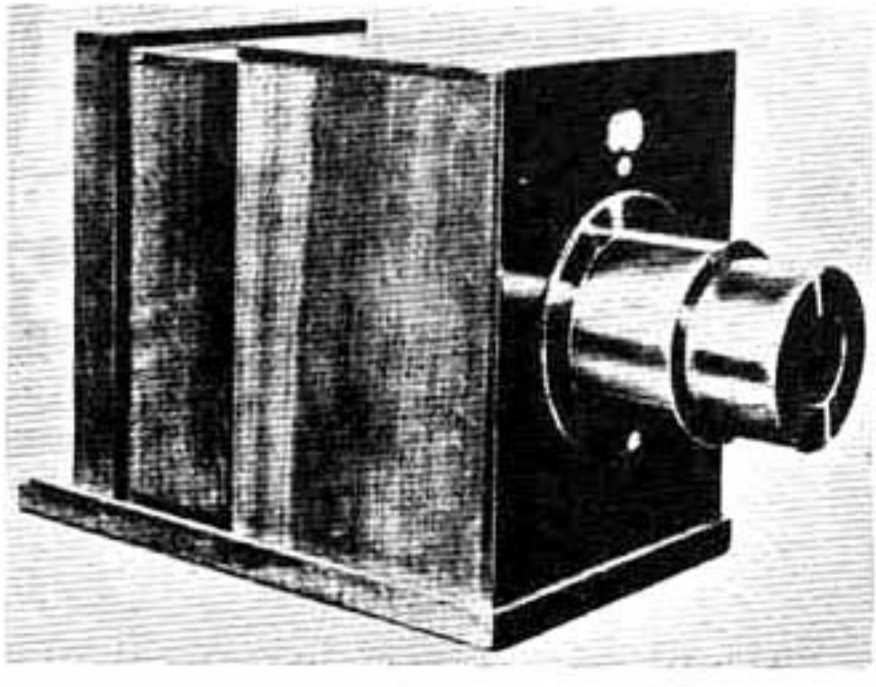


تصویر ۴
نخستین عکس جهان
ضبط شده به دست
نی پس روی لوحهٔ
قیر اندود در جعبهٔ تاریک.



تصویر ۵
عکس دیگری از عکسهای
اولیهٔ نی پس، برداشته
شده در حدود ۱۸۲۶.

تصویر ۶
لویی ژاک داگر، شریک نی پس و مبتکر شیوهٔ عکاسی روی لوحهٔ سیمین (داگرئوتیپی).

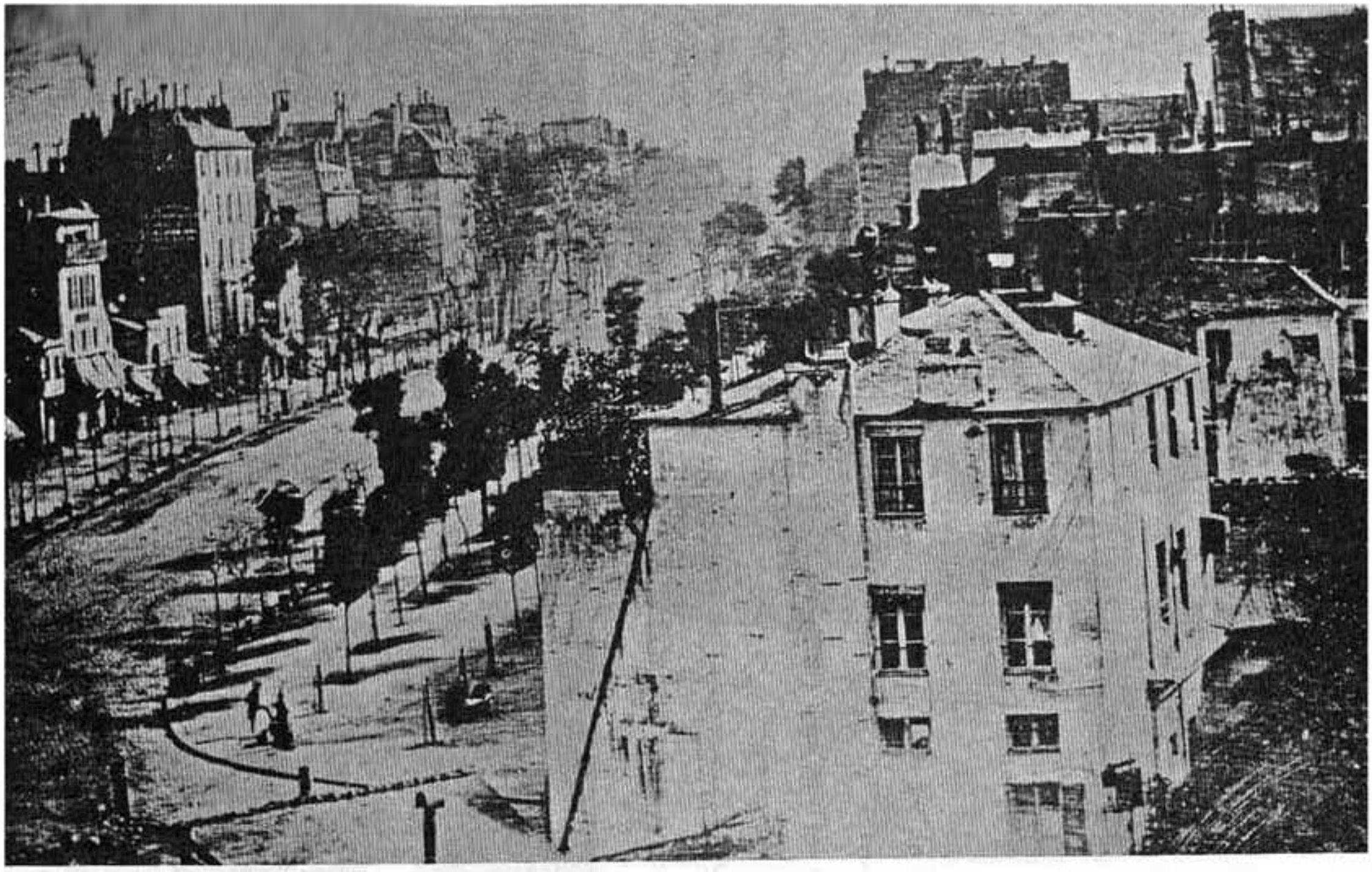


تصویر ۷
دوربین داگر که با لوحهٔ نقره‌ای کار می‌کرد.

تصویر ۸
یک عکاس نیمهٔ قرن نوزدهم با کوله بار وسایل خود شامل دوربین و سه پایه و چادر و صندوق داروها.

تصویر ۹
یک عکاس دههٔ ۱۸۵۰، پس از برپا کردن چادر، در پشت دوربین آمادهٔ عکسبرادری از «منظره».

در سال ۱۸۳۵ شیمیدان انگلیسی تالبوت توانست روی کاغذهای شفّاف نگاتیوهای بهتری به دست آورد. بالاخره در سال ۱۸۷۴، یک شرکت انگلیسی اولین شیشه‌های خشک عکاسی را به بازار عرضه کرد و عکاسی جنبهٔ عملی به خود گرفت. امّا حمل و نقل مقدار زیادی شیشه، ازلحاظ سنگینی و شکنندگی، هنوز دایرهٔ عمل را محدود می‌کرد، تا اینکه چندی بعد فیلم جای شیشه را گرفت و عکاسی آماتوری رواج قابل ملاحظه‌ای یافت.



تصویر ۱۰ یک داگرئوتیپ سال ۱۸۳۹ که بولواری در پاریس را نشان می‌دهد و برای اولین بار تصویر یک انسان (شخصی که کفش خود را واکس می‌زند، در پایین عکس سمت چپ) در آن ضبط شده است. بقیهٔ عابران و وسایط نقلیه چون در حرکت بوده‌اند در دقایق طولانی نوردهی اثر ثابتی از خود به جا نگذاشته‌اند.

۲ دوربین عکاسی

شرط اول توفیق در کار شناخت کامل وسایل آن است. در مدت ۱۶۰ سالی که از اختراع عکاسی می‌گذرد،[۱] ساختمان دوربین پیوسته در تغییر و تحوّل و تکامل بوده است. مخصوصاً در سالهای اخیر، با سرعتی که روند اختراعات به خود گرفته، این تغییرات نیز سریعتر انجام می‌گیرد. کارخانه‌های متعدّد، دوربینهای بسیار متنوّعی عرضه می‌دارند که تعداد آنها دایماً رو به افزایش است. اما با وجود چنین تنوّعی، درحقیقت اختلاف مهمی در میان دوربینها نیست و اساس ساختمان آنها یکی است، که اینک به توصیف آن می‌پردازیم.

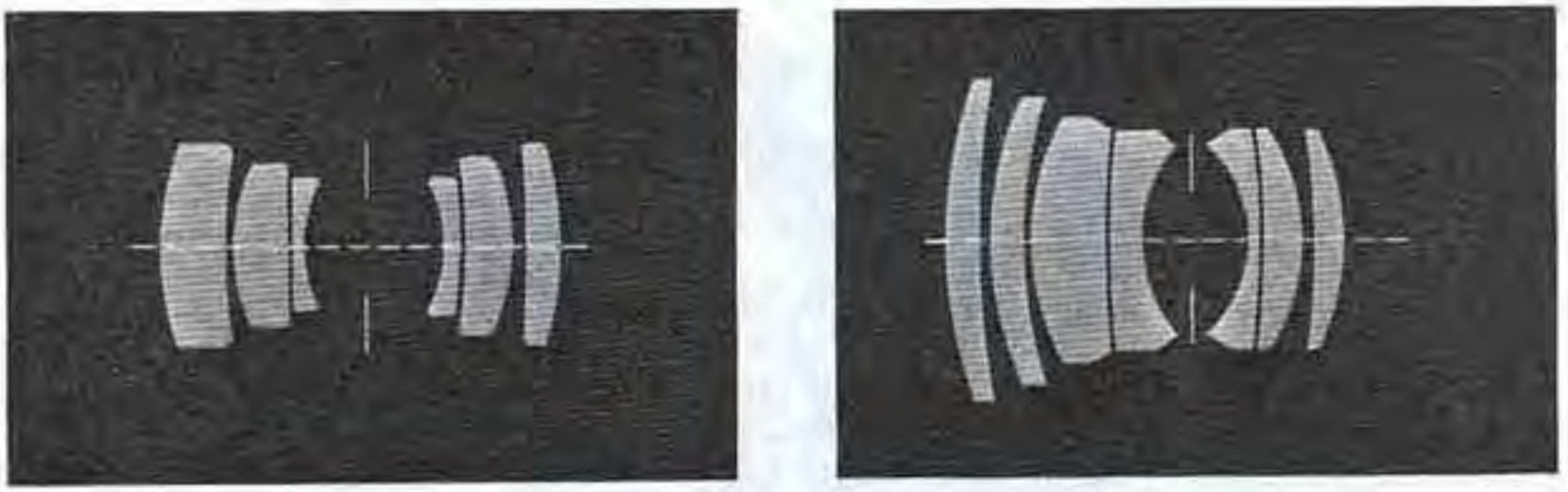
جعبهٔ تاریک. چنانکه پیشتر نیز گفته شد، در همین جعبهٔ تاریک بود که دانشمندان موفق به دیدن تصویر شدند و برای ضبط و ثبت آن کوشیدند. جعبهٔ تاریک محفظه‌ای است که یک طرف آن سوراخ ریزی دارد که نور را به داخل جعبه هدایت می‌کند. شعاعهای نور وقتی به دیوارهٔ انتهای جعبه که روبروی سوراخ است می‌تابند تصویر معکوسی تشکیل می‌دهند.

عدسی (لنز یا اُبژکتیف). اگر سوراخ جعبهٔ تاریک ریز باشد تصویر پدید آمده با

۱) سالگرد اختراع عکاسی را معمولاً به دو شکل محاسبه می‌کنند: تاریخ اولین «عکس» باقیمانده از نی‌پس (۱۸۲۶) یا اعلام چگونگی عکسبرداری به شیوه داگرئوتیپی در فرهنگستان فرانسه (۱۸۳۹). استاد شفائیه که پیداست بهای بیشتری به کار نی‌پس می‌دهند مبنای محاسبهٔ عمر عکاسی را تاریخ اول قرار داده‌اند که در زمان به پایان رساندن تألیف کتاب حاضر (۱۳۶۷ ش) ۱۶۲ سال از آن تاریخ می‌گذشته است. بر مبنای تاریخ دوم، در این هنگام که ویرایش کتاب به پایان می‌رسد (۱۳۶۸) درست ۱۵۰ سال از اختراع عکاسی می‌گذرد و به همین مناسبت نمایشگاههایی در موزه‌های بزرگ جهان برپا گردید. ــ و

وجود وضوح نسبی، بسیار کمرنگ خواهد بود و اگر برای عبور نور بیشتر سوراخ گشادتر شود، وضوح تصویر ازبین خواهد رفت.

اما اگر در برابر این سوراخ گشاد یک عدسی مُحدّب (همگرا) قرار گیرد تصویری واضح با نور زیاد به دست خواهد آمد. این عدسی محدّب یک لِنز یا اُبژکتیف ساده و ابتدایی است که برای کارهای دقیق کفایت نمی‌کند، و لازم است تعداد بیشتر عدسیهای محدّب و مقعّر (واگرا) با هم ترکیب شوند تا یک عدسی



تصویر ۱۱
مقطع چهار عدسی مرکب (لنز) که ساختمان آنها متفاوت است و هر کدام ویژگی خاص خود را دارند. هر عدسی مرکب از چند عدسی ساده (عنصر) تشکیل می‌شود.

مرکّب عکاسی بی‌عیب و نقص را پدید آورند. ما از این پس چنین عدسیهای مرکبی را به سادگی عدسی می‌خوانیم و هرگاه نیاز به استفاده از واژهٔ دقیق‌تری بود لِنز را به کار می‌بریم.

مسدود کننده. پس از اینکه با قراردادن عدسی در جلو جعبهٔ تاریک تصویر واضحی به دست آمد، لازم است مانعی نیز بر سر راه نور وجود داشته باشد تا در موقع لزوم و به مدت لازم باز یا بسته شود. زیرا بدون چنین مانعی، نور دایماً به داخل

دوربین راه خواهد یافت و پیش از اینکه امکان گرفتن عکس باشد فیلم را سیاه خواهد کرد.

این وسیله، که مسدودکننده خوانده می‌شود و ما بعداً توضیح بیشتری دربارهٔ آن خواهیم داد، به وسیلهٔ تکمه‌ای به حرکت درمی‌آید که آن را تکمهٔ عکسبرداری می‌نامیم.

دیافراگم. علاوه بر پردهٔ مسدود کننده، برای کنترل مقدار نوری که از عدسی می‌گذرد، پردهٔ دیگری به نام دیافراگم وجود دارد که از تیغه‌های نازک فلزی ساخته شده و مانند مردمک چشم کوچک و بزرگ یا تنگ و گُشاد می‌گردد. با این عمل نور کمتر یا بیشتری به داخل دوربین راه می‌یابد.

به خاطر داشته باشید که وظیفهٔ دیافراگم فقط کنترل مقدار نور نیست. نتایج مهمتری از عمل دیافراگم گرفته می‌شود که آن را در صفحات آینده شرح خواهیم داد.

وسیلهٔ میزانسازی تصویر. اگر توجه کرده باشید، وقتی به نقطه‌ای نگاه می‌کنید فقط آن نقطه را واضح می‌بینید و آنچه در فاصله‌های نزدیکتر و دورتر است ناواضح و شبح‌گونه به نظر می‌رسد. برای واضح دیدن هریک از این نقطه‌ها، عدسی چشم تغییر حالت می‌دهد تا با فاصلهٔ جدید انطباق پیدا کند و نسبت به آن تنظیم شود.

در دوربین عکاسی نیز چنین وضعی وجود دارد و برای هر فاصله‌ای باید تنظیمی به عمل آورد تا تصویری واضح و دقیق به دست آید. این عمل با پس و پیش رفتن عدسی و تغییر فاصلهٔ آن نسبت به سطح تصویر (سطح فیلم) انجام می‌گیرد. با

وجود این، بعضی از دوربینها که وسیلهٔ تنظیم فاصله ندارند (مانند دوربینهای ساده) طوری از قبل تنظیم شده‌اند که تصویر اشیاء را از فاصلهٔ ۲ متری، تا بی‌نهایت (∞) به‌طور واضح می‌گیرند.[۲] باید توجه داشت که با این دوربینها از فاصلهٔ نزدیک‌تر از ۲ متر عکس گرفته نشود.

پنجرهٔ دید (ویزور یا منظره‌یاب). برای اینکه معلوم شود چه مقدار از فضای نامحدود در داخل میدان دید عدسی واقع شده است و عکس آن گرفته می‌شود پنجره‌ای در دوربین وجود دارد که آن را پنجرهٔ دید یا ویزور می‌گویند.

اجزاء دوربین، از کوچک تا بزرگ، در اساس همین است و عمل و نتایج هر کدام نیز یکسان می‌باشد. اما باید توجه داشت که طرز به کارانداختن همین وسیله‌های مشابه در دوربینهای مختلف تفاوتهایی دارد و به علت ظرافت و دقّت فراوانی که در ساختمان دوربینها به کار می‌رود کوچکترین بیتوجّهی ممکن است ضایعات سنگینی به بار آورد. مخصوصاً در دوربینهای دقیق و گران‌قیمت، که ساختمان آنها پیچیده‌تر است، این احتمال بیشتر وجود دارد.

به همین دلیل، پیش از مطالعهٔ دقیق دفترچهٔ راهنمای دوربین و آشنایی کافی با طرز عمل آن دست به کار عکاسی نشوید. همچنین، برای گرفتن بهترین نتیجه، باید امکانات هر دستگاه را کاملاً فرا بگیرید.

دوربین خود را به کسی امانت ندهید و دوربین دیگری را عاریه نگیرید. درصورت مشاهدهٔ کوچکترین اختلال و بی‌نظمی در کار یکی از قسمتها، آن را بدون دستکاری، به متخصص مطمئن بسپارید و خود هیچوقت به باز کردن قسمتهای مختلف دوربین، مخصوصاً عدسی، اقدام نکنید. از روغنکاری دوربین کاملاً بپرهیزید.

۲) در این هنگام که کتاب به چاپ سپرده می‌شود انواع گوناگونی از دوربینهای عکاسی در بازارهای جهان برای فروش عرضه می‌گردد، از فیلمهای عدسی دار یکبار مصرف که در واقع ارزانترین دوربینهای عکاسی موجود در بازار هستند و عدسی پلاستیکی آنها از قبل برای عکسبرداری در فواصل معینی تنظیم شده گرفته تا دوربینهای «کامپکت» ۳۵ میلیمتری که تقریباً همهٔ کارها و از جمله میزانسازی تصویر را به‌صورت خودکار انجام می‌دهند، و دوربینهای مجهزتر و دقیق‌تر که به چند صورت خودکار و غیر خودکار می‌توانند عکسبرداری کنند. گرایش جدید سعی در آزاد ساختن علاقه‌مندان عکاسی و مخصوصاً عکاسان مبتدی از همّ و غم مسایل فنی دارد. ولی در عین حال هنوز بسیاری از دوربینهای قدیمی‌تر در دسترس و مورد استفاده هستند. بنابراین اصول را باید آموخت و هنگام استفاده از هر دوربینی اوّل به کتابچهٔ راهنمای آن توجه کرد.

انواع دوربین

با وجود اختلاف و تنوّع ظاهری، دوربینها را از لحاظ اندازهٔ فیلمی که به کار می‌برند می‌توان به سه گروه اصلی تقسیم کرد:

۱ ــ دوربینهای ۳۵ میلیمتری

۲ ــ دوربینهای ۶×۶ سانتیمتر

۳ ــ دوربینهای ۱۲×۹ و بزرگتر

دوربینهای ۳۵ میلیمتری

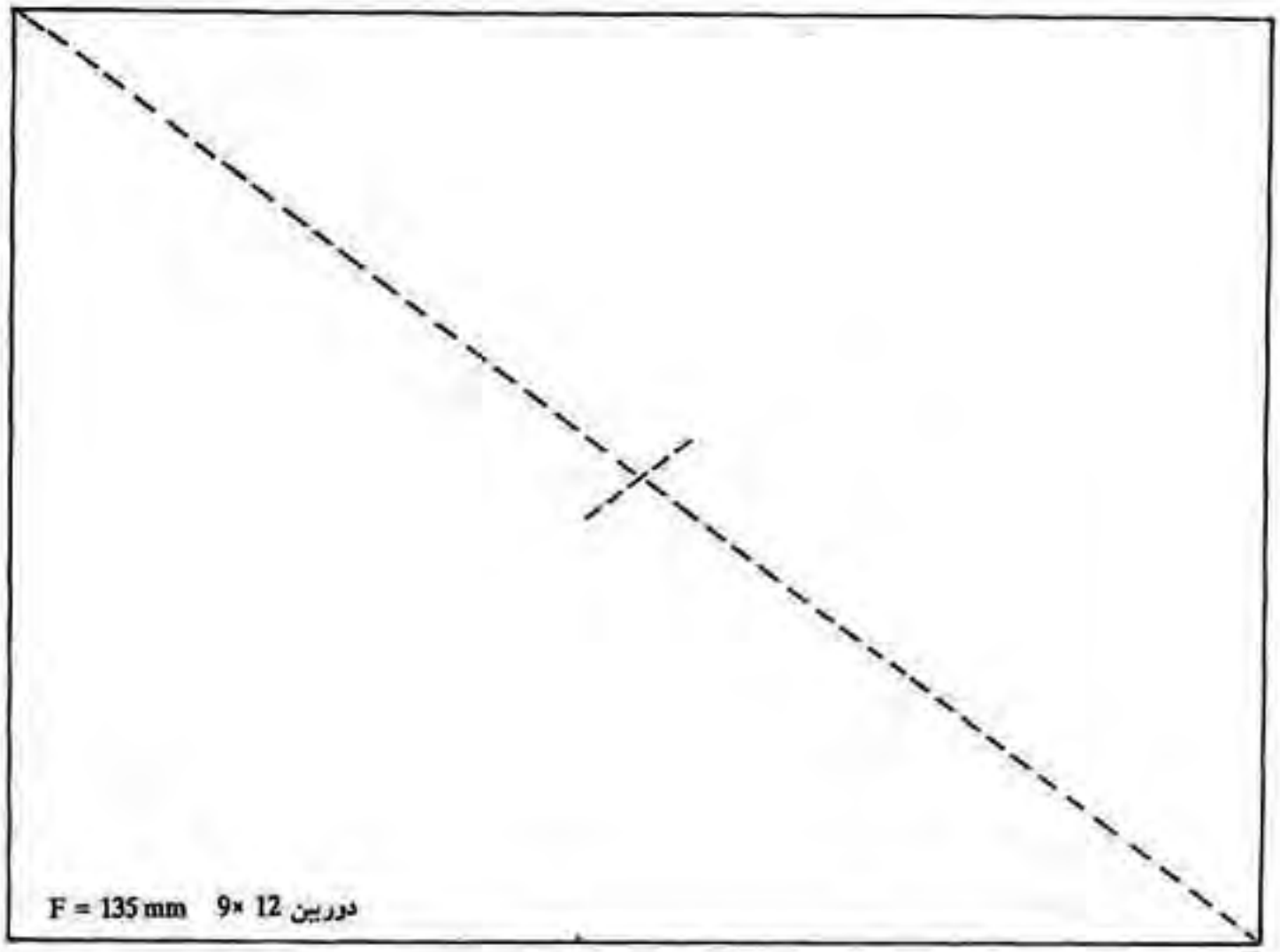
در تمام دوربینهای این گروه از فیلمهایی که در ابتدا برای فیلمبرداری ساخته می‌شد استفاده می‌شود. این فیلمها که در دو کنار آنها سوراخهای منظمی وجود دارد ۳۵ میلیمتر عرض دارند و عکسی که روی آنها گرفته می‌شود معمولاً به ابعاد ۲۴×۳۶ میلیمتر است.

علاوه بر این، دو نوع دوربین دیگر نیز وجود دارد که با استفاده از فیلم ۳۵ میلیمتری، عکسهایی در ابعاد ۲۴×۲۴ میلیمتر و ۲۴×۱۸ میلیمتر می‌گیرند. به‌طوری که مشاهده می‌کنید در هر سه نوع، یک ضلع تصویر ۲۴ میلیمتر عرض دارد، زیرا همه از فیلم واحدی استفاده می‌کنند که پهنای آن ۳۵ میلیمتر است. به همین دلیل تمام این دوربینها را که در یک گروه جا دارند «دوربینهای ۳۵ میلیمتری» می‌خوانند و به فیلم فراخور آنها هم در فروشگاهها «فیلم ۱۳۵» می‌گویند.

فیلم ۱۳۵ در یک محفظهٔ فلزی به نام کاستْ جای دارد و سَرِ فیلم از کاست بیرون است و برای اتصال فیلم به قرقرهٔ گیرندهٔ داخلِ دوربین مورد استفاده قرار می‌گیرد. وقتی فیلم از کاست خارج شد هیچگونه حفاظی در برابر نور ندارد. از این‌رو، در پایان عکسبرداری باید آن را دوباره به داخل کاست برگردانیم و سپس دَرِ دوربین را باز کنیم. در صورتی که این کار، در مورد فیلمهای نوع دیگر لزومی ندارد، زیرا که فیلم با یک نوار کاغذی سیاه محافظت می‌شود و در پایان کار، فیلم را که همراه کاغذ سیاه محافظ روی قرقرهٔ گیرنده پیچیده است می‌توان در روشنی از دوربین خارج کرد.

فیلمهای ۳۵ میلیمتری در سه اندازهٔ ۱۲، ۲۴ و ۳۶ عکسی به فروش می‌رسند.

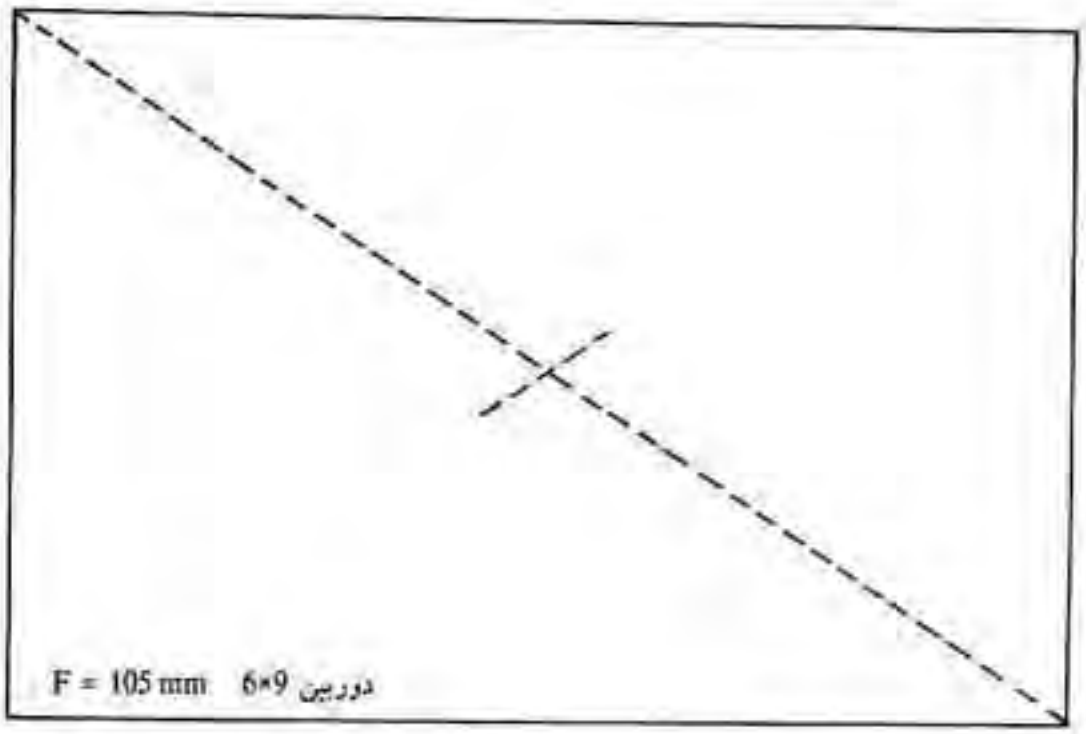
تصویر ۱۲
ابعاد واقعی سطح تصویر
چند نوع دوربین و فاصلهٔ
کانونی عدسی نرمال هر
کدام.

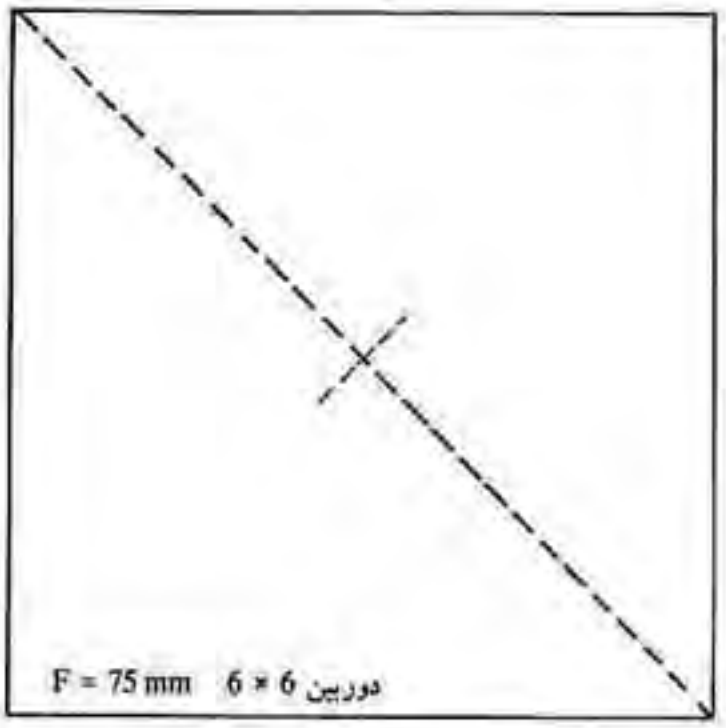


بهتر است در موقع خرید با توجه به مقدار احتمالی مصرف، نوع مناسب آن را انتخاب کرد. زیرا: فیلم بعد از عکسبرداری هرچه زودتر ظاهر شود نتیجهٔ بهتری خواهد داشت.

دوربینهای ۳۵ میلیمتری به علت کوچکی حجم و سبکی وزن، برای عکسبرداری سریع و زیاد، مناسبترند. یکی دیگر از امتیازهای این دوربینها امکانِ گرفتن ۲۴ یا ۳۶ عکس روی یک حلقه فیلم است. این امر به عکاس اجازه می‌دهد که بدون نگرانی از تمام شدن فیلم و صرفه‌جویی در مصرف آن، از یک موضوع واحد عکسهای متعددی بگیرد.

این نکته را نباید فراموش کرد که *برای به دست آوردن تصاویر جالب و خوب،*





بهتر است از هر موضوع چندین عکس در حالتهای گوناگون و از زاویه‌های مختلف و حتی با سرعت و دیافراگمهای متفاوت گرفت و هیچوقت به برداشتن تنها یک عکس اکتفا نکرد. به‌این‌ترتیب هم عکسهای بهتر و جالب‌تری به دست می‌آید و هم فیلم زودتر تمام می‌شود و به ظهور می‌رسد.

دوربینهای ۶×۶ سانتیمتر

در این دوربینها از فیلم‌هایی استفاده می‌شود که عرض آنها ۶ سانتی‌متر است و همیشه همراه با حفاظی از نوار کاغذی سیاه روی قرقره پیچانده شده است. هر حلقه فیلم می‌تواند ۱۲ عکس ۶×۶ سانتیمتر بگیرد.

این نوع فیلم را در فروشگاه‌ها «فیلم ۱۲۰» می‌خوانند، و یک نوع دیگر آن که طولش بیشتر و به اندازهٔ ۲۴ عکس است «فیلم ۲۲۰» خوانده می‌شود. علاوه بر این، دوربینهای دیگری نیز وجود دارد که آنها هم از فیلم ۱۲۰ استفاده می‌کنند ولی ابعاد و تعداد تصویر آنها متفاوت است:

- ۶×۶ سانتیمتر ۱۲ عکس
- ۶×۹ سانتیمتر ۸ عکس
- ۶×۷ سانتیمتر ۱۰ عکس
- ۶×۴٫۵ سانتیمتر ۱۶ عکس[۳]

در اینجا نیز ملاحظه می‌کنید که یک ضلع همهٔ تصاویر ۶ سانتیمتر است که همان عرض فیلم می‌باشد.

امتیاز عمدهٔ این گروه، بزرگی اندازهٔ نگاتیو آنهاست که امکان آگراندیسمانهای بزرگتری را با کیفیّت بهتر فراهم می‌آورد.

دوربینهای ۹×۱۲ و بزرگتر

فیلم این دوربینها دیگر به شکل نوار نیست و برای هر عکسبرداری از یک قطعه فیلم بریده شده استفاده می‌شود. این فیلمها را فیلم تخت می‌گویند.

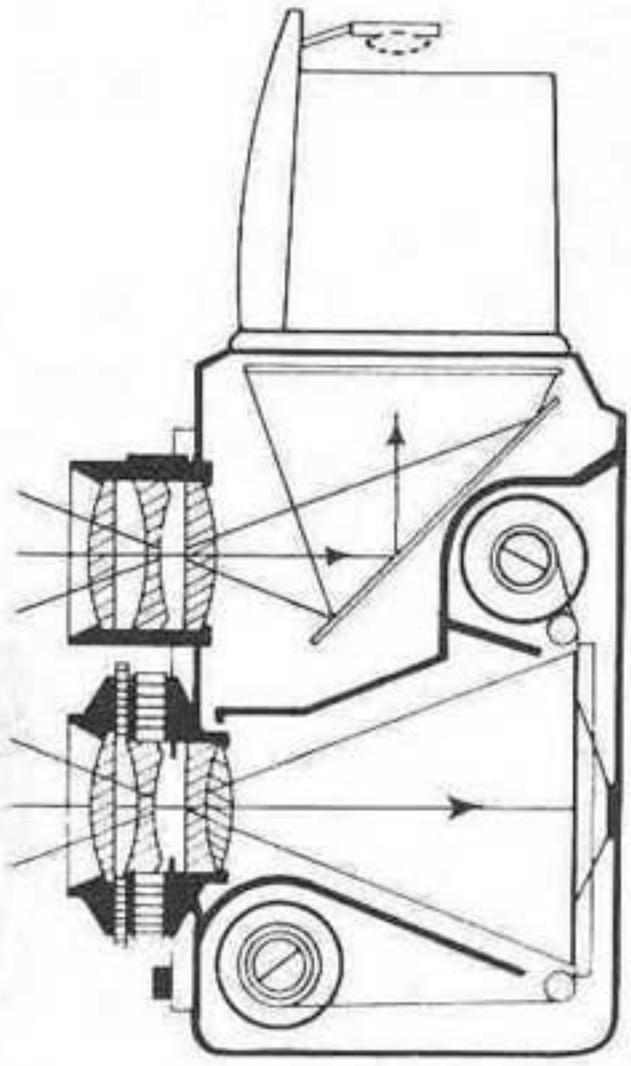
چون عکاسی با دوربینهای بزرگ باید حتماً روی سه‌پایه انجام بگیرد، استفاده از اینگونه دوربینها در همه‌جا میسّر نیست و مانند دوربینهای کوچک سرعت عمل ندارند. مزیّت این دوربینها، بزرگی قابل‌توجّه نگاتیو آنهاست که از طرفی امکان آگراندیسمانهای بسیار بزرگ را با بالاترین کیفیّت فراهم می‌آورد و از طرف دیگر *رتوشهای دقیق و خوب را ممکن می‌سازد*، کاری که با فیلمهای کوچکتر ابداً میسّر نیست.

۳) یک اندازهٔ متفاوت، عکس ۶×۸ سانتیمتر است که با دوربین حرفه‌ای GX680 شرکت فوجی (ژاپن) گرفته می‌شود. این دوربین که در سال ۱۹۸۹ به بازار عرضه شد می‌تواند ۹ عکس روی فیلم ۱۲۰ و ۱۸ عکس روی فیلم ۲۲۰ بگیرد. ــ و

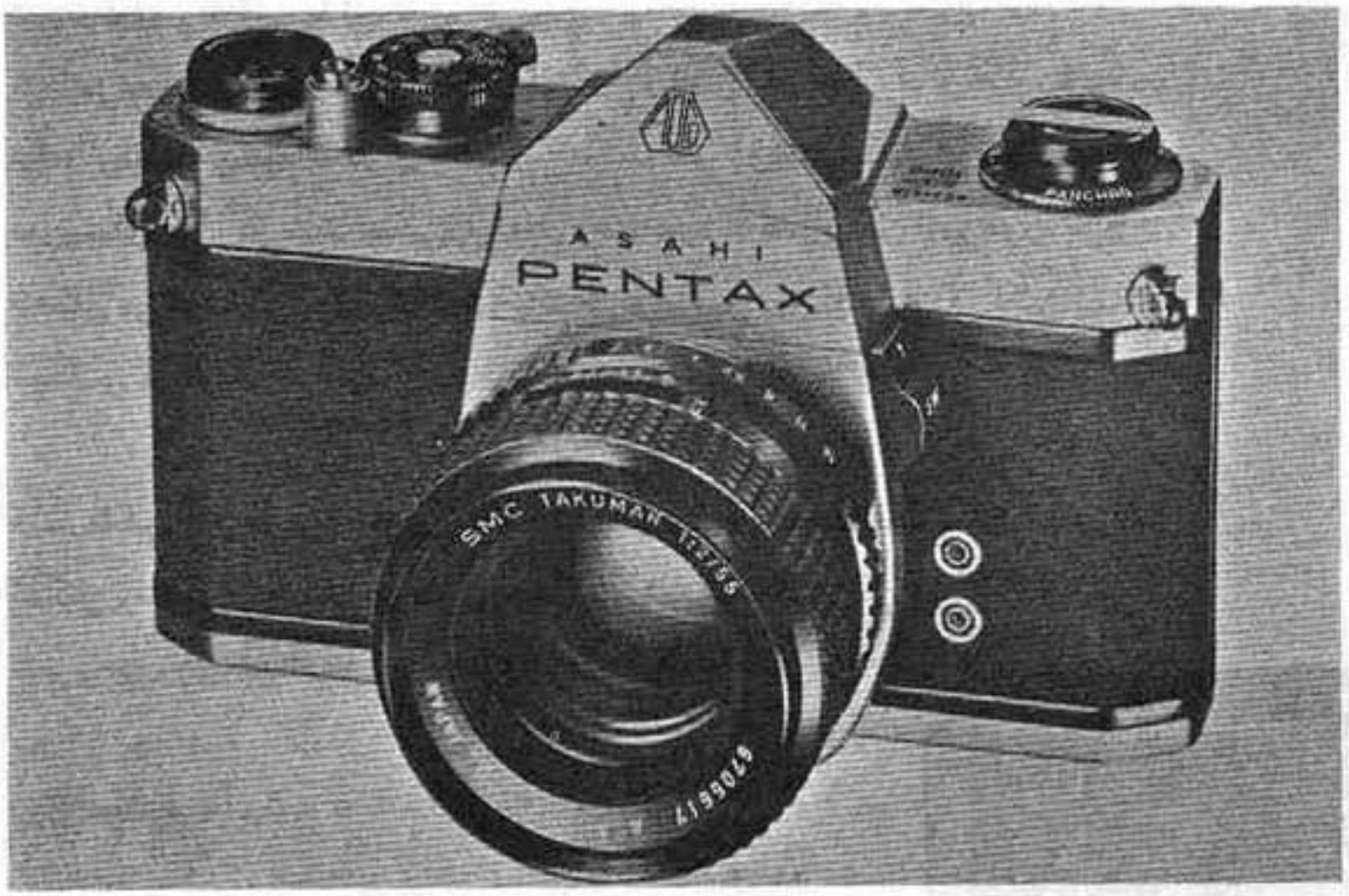
دوربینهای رِفْلِکْسْ یا انعکاسی

در بعضی از دوربینها برای دیدن موضوع و یافتن کادر مناسب از یک پنجرهٔ ساده استفاده می‌شود که در آن چشم مستقیماً موضوع را می‌بیند. در بعضی از دوربینهای دیگر در پشت عدسی، آیینه‌ای وجود دارد که تصویر پس از برخورد با آن منعکس می‌شود و بر روی یک شیشهٔ مات می‌افتد. این دوربینها را رِفْلِکْسْ یا انعکاسی می‌گویند که خود بر دو نوع‌اند:

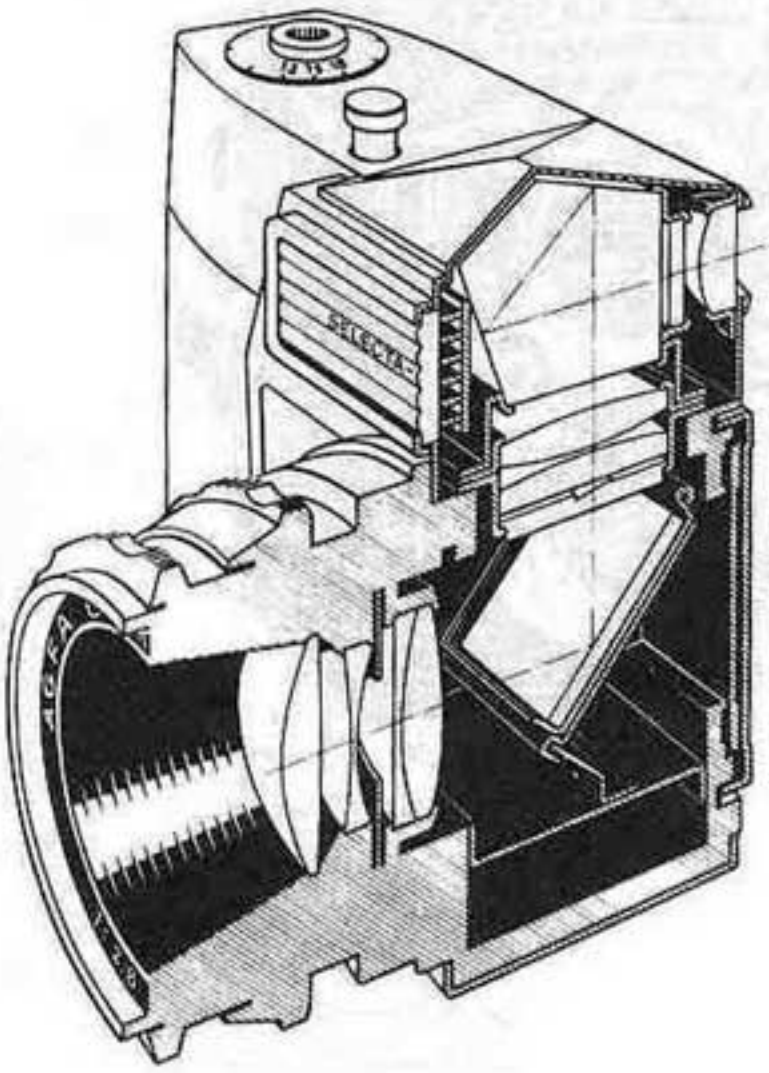
۱ــ رفلکس با دو عدسی. در اینگونه دوربینها بدنه از دو اتاقک کاملاً مجزّا تشکیل یافته که هریک دارای عدسی جدا ولی مشابهی است: یکی برای انعکاس تصویر بر روی شیشه مات و دیگری برای گرفتن عکس.



تصویر ۱۳
دوربین عکاسی رفلکس (انعکاسی) با دو عدسی. عدسی بالا برای میزان‌سازی تصویر و کادربندی است و عدسی پایین برای عکسبرداری.



تصویر ۱۴
دوربین رفلکس تک عدسی. آینهٔ ۴۵ درجه که تصویر را به پنجرهٔ منظره یاب می‌فرستد و هنگام عکسبرداری کنار می‌رود در مقطع دوربین به خوبی دیده می‌شود.



۲ ــ رفلکس تک‌عدسی. در این نوع دوربین هر دو عمل با عدسی واحدی انجام می‌گیرد. این نوع که بیشتر در دوربینهای ۳۵ میلیمتری به آن برمی‌خوریم و اکثراً عدسیهای قابل تعویض دارند در سالهای اخیر به شدت موردتوجه قرار گرفته‌اند و در حال‌حاضر بیشتر دوربینهایی که در دنیا ساخته می‌شود از این نوع است.[۴]

*

دوربینهای ۳۵ میلیمتری را تا چندی پیش «دوربینهای مینیاتور» هم می‌گفتند. مدتی است دوربینهای کوچکتری (به نام «زیر مینیاتور») نیز رواج یافته که در آنها از فیلمی به عرض ۱۶ میلیمتر استفاده می‌شود و تصویری به ابعاد ۱۷×۱۲ میلیمتر می‌گیرند. از طرف اکثر کارخانه‌های سازندهٔ وسایل عکاسی، انواع مختلفی از این دوربینها، از ساده و ارزان گرفته تا کامل و گرانقیمت به بازار عرضه شده است.

علاوه بر آنچه گفته شد، دوربین منحصر به فردی به نام مینوکس نیز در اندازه‌ای کوچکتر با تجهیزات کامل ساخته می‌شود که بیشتر به کار جاسوسی می‌خورد تا کار هنری!

*

در مورد انواع دوربینها به همین مختصر اکتفا می‌شود، زیرا از نقطه نظر ساختمان و تجهیزات به قدری تنوّع در میان دوربینها وجود دارد که توضیح و

۴) پُر فروشترین دوربینهایی که در حال حاضر ساخته می‌شوند دوربینهای ۳۵ میلیمتری «کامپکت» (Compact به معنی جمع و جور یا درهم فشرده) هستند که بیشتر آنها میزانسازی تصویر، نورسنجی و نوردهی (تنظیم درجهٔ دیافراگم و سرعت مسدود کننده) را خود به خود انجام می‌دهند و حتی اگر نور برای گرفتن عکس کافی نبود فلاش کوچک دوربین خود به خود بالا می‌جهد و فعّال می‌شود. جلو بردن فیلم پس از هر بار عکسبرداری و بازگردانیدن فیلم به کاست نیز بر عهدهٔ موتور کوچک دوربین و باتری آن گذاشته شده و عکاس در حقیقت کاری ندارد جز آنکه پنجرهٔ منظره یاب را به چشمش بچسباند و تکمهٔ عکسبرداری را بفشارد. اولین دوربینهای کامپکت دارای یک عدسی با فاصلهٔ کانونی ۳۵ تا ۴۰ میلیمتر بودند و زاویهٔ نسبتاً باز عدسی برای گرفتن عکسهای گروهی خانوادگی و دوستانه بسیار مناسب بود. مدلهای جدیدتر اغلب یا دارای دو عدسی هستند (یک زاویه باز و یک تله فوتوی خفیف برای گرفتن پُرتره)، و یا به عدسی زوم با فاصلهٔ کانونی متغیر از حالت زاویه باز تا تله فوتو مجهز می‌باشند. بعضی از مدلهای هم علاوه بر این برای عکسبرداری در زیرآب و یا در هوای برفی و بارانی در داخل پوشش ضد آب قرار دارند. کارخانه‌های بزرگ سازندهٔ دوربین هر سال چند مدل جدید دوربین کامپکت به بازار می‌فرستند و در حقیقت بیشترین نوآوری در زمینهٔ اتوماتیسم دوربینهای عکاسی اول در مدلهای کامپکت مشاهده می‌شود. ــ و

تشریح یکایک آنها غیرضروری است. هرکس با توجه به نوع حرفه و نیاز خود بهتر است دوربین مناسبی انتخاب کند و به طرز کار آن کاملاً مسلّط شود.

اما در هر حال نباید فراموش کرد که: *یک تصویر جالب و پُرارزش نمی‌تواند فقط حاصل کار دستگاهی بیروح باشد. این، عکاس هنرمند است که با داشتن اطلاعات فنی کافی، با بهره‌گیری از ذوق و استعداد و معلومات هنری خود و با در آمیختن همهٔ آنها با افکار و احساسات خویش قادر است اثری ارزنده خلق کند، نه دوربین گرانقیمتِ خودکار!*

۳

عدسی یا لنز

شکی نیست که مهمترین قسمت هر دوربین عکاسی عدسی یـا لنز آن است. کـیفیّت هر تصویر، از وضوح کامل در تمام نقاط گرفته تا فقدان کج‌شکلی و هر نوع انحنا و اِعْوِجاج خطوط و غیره بستگی به طرز ساختمان و جنس شیشه و مـواد پـدیدآورندهٔ عدسی و همچنین وضع قرار گزفتن اجزاءِ سازنده، آن دارد. بدیهی است کـه بـهای عدسی نیز به همهٔ این عوامل مستقیماً مربوط می‌شود.

همهٔ این مسائل را کارشناسان و سازندگان عدسیها بررسی و حـل کـرده‌انـد و آنچه دانستنش برای مصرف‌کننده لازم است به شکل اعداد و ارقام روی حلقـهٔ جلو عدسی حک گردیده است.

مشخّصاتی که روی حلقهٔ هر عدسی دیده می‌شود عبارت است از:

۱ ــ نام. کارخانه‌ها برای هریک از انــواع لنزهای خود (از لحـاظ جنس عدسی

تصویر ۱۵
مشخصات فنی هر عدسی (قدرت نورگیری و فاصلهٔ کانونی آن) بر روی حلقه‌ای در جلو آن حک شده است.

و ترکیب اجزاءِ آن) نام مخصوصی انتخاب می‌کنند، مانند تِسار، هِلیار، اِلمار، دیستاگن و غیره

۲ ــ قدرت. آخرین درجهٔ گُشادی دیافراگم هر عدسی معرّف قدرت آن است که به شکل زیر نشان داده می‌شود:

(f/۲) ۱:۲ یا (f/۱٫۸) ۱:۱٫۸ یا (f/۱٫۲) ۱:۱٫۲

برای به‌دست آوردن این اعداد، قُطر بازترین دیافراگم عدسی را اندازه‌گیری و بر فاصلهٔ کانونی آن تقسیم می‌کنیم (معمولاً قطر عدسی بیرونی هر لنز با قطر بازترین دیافراگم همان لنز برابر است). مثلاً در یک لنز با فاصلهٔ کانونی ۵۰ میلیمتر، اگر قُطر بازترین دیافراگم آن ۲۵ میلیمتر باشد، قدرت عدسی به شکل زیر محاسبه می‌شود:

$$\frac{۲۵}{۵۰} = \frac{۱}{۲}$$ یا ۱:۲

برعکس این محاسبه هم امکان دارد، یعنی می‌توانیم فاصلهٔ کانونی را بر قطر دیافراگم تقسیم کنیم:

$$\frac{۵۰}{۲۵} = ۲$$ یا f/۲

بدینگونه هرچه عدسی بیرونی لِنز بزرگتر باشد، دیافراگم نیز خواهد توانست بیشتر باز شود و در نتیجه لنز از قدرت نورگیری بیشتری برخوردار خواهد شد. به این ترتیب یکی عدسی f/۱٫۲ قوی‌تر از یک عدسی f/۱٫۸ و آن هم به نوبهٔ خود قوی‌تر از یک عدسی f/۲ خواهد بود.

تعداد اجزاءِ تشکیل دهندهٔ یک لنز، که هر یک از آنها خودش یک عدسی است و عُنصر نامیده می‌شود، در بالا بردن قدرت نورگیری لنز نقش مهمی دارد. حداکثر قدرت یک لنز پدید آمده از سه عنصر f/۳٫۵ و از چهار عنصر f/۲٫۸ خواهد بود. برای رسیدن به قدرتهای بیشیر، تعداد بیشیری عدسی باید در ساختمان لنز به‌کار برده شود.

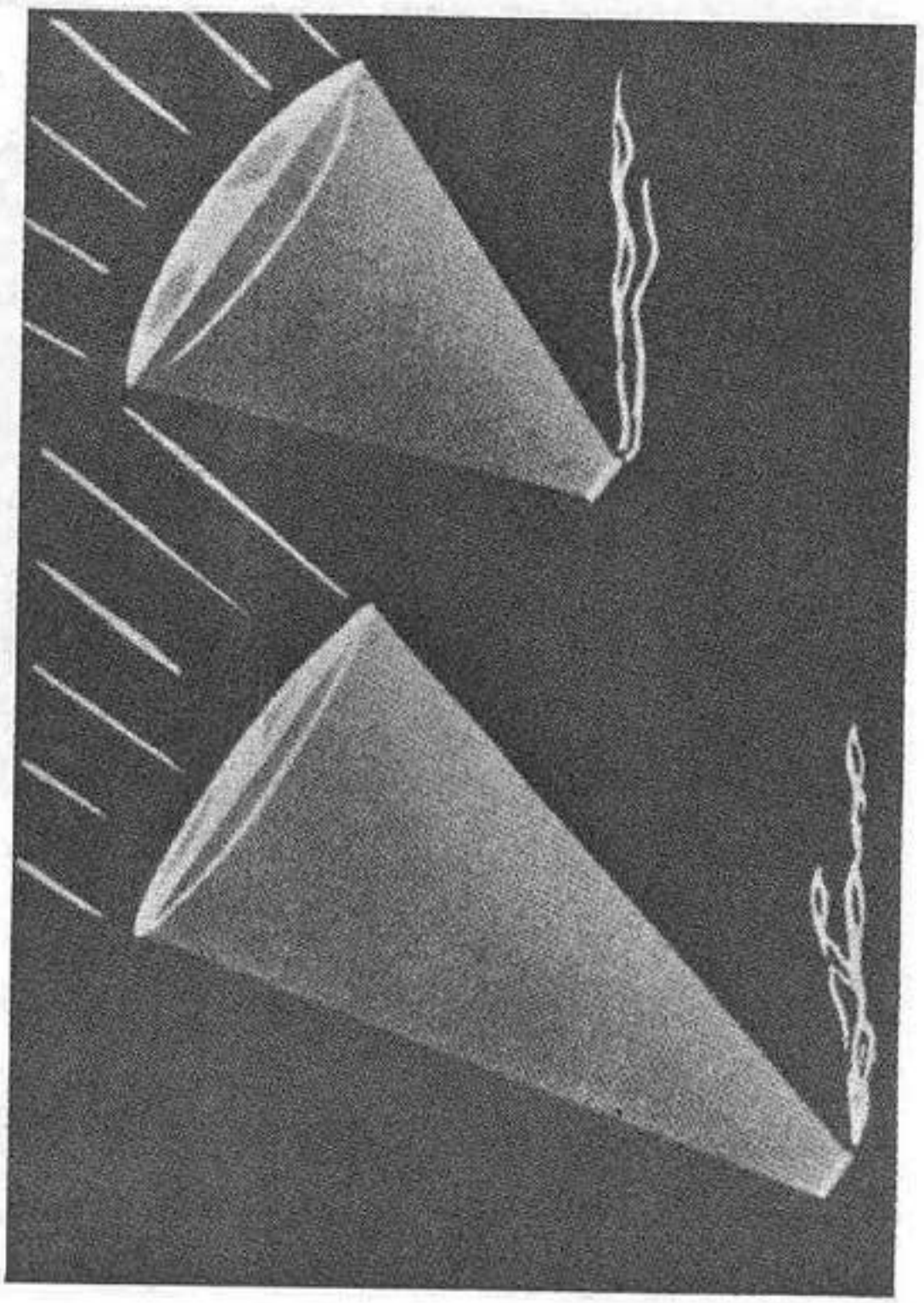
۳ ــ فاصلهٔ کانونی. روی حلقهٔ جلو لنز، در کنار رقم قدرت، عدد دیگری وجود دارد که نشان دهندهٔ فاصلهٔ کانونی آن است.

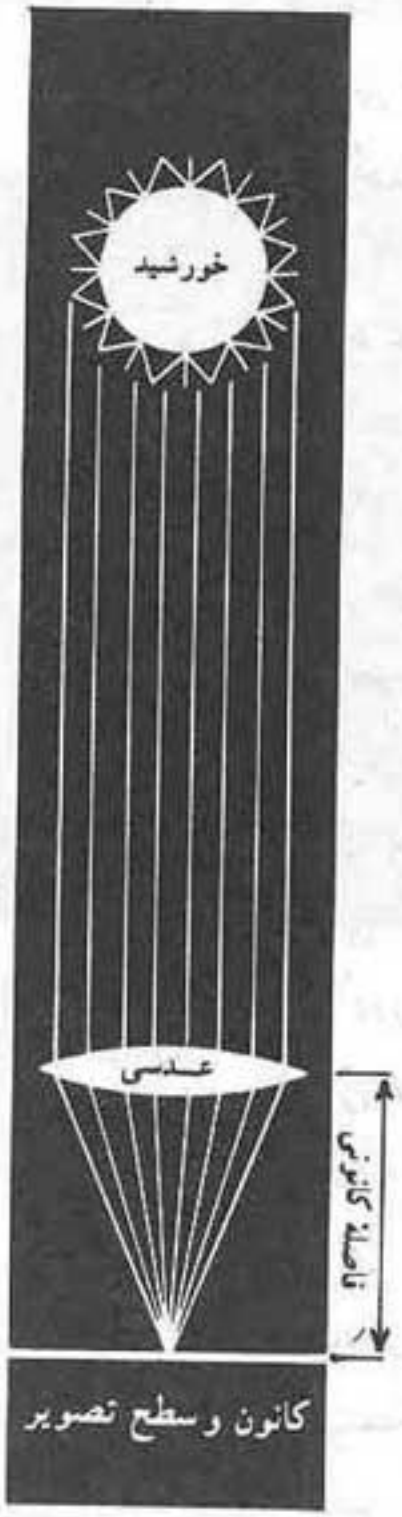
برای همهٔ ما پیش آمده است که روزی با یک ذره‌بین (عدسی محدّب یا همگرا) کاغذ و یا سیگاری را به کمک نور خورشید آتش زده باشیم. نقطه‌ای که اشعهٔ خورشید در آن متمرکز می‌شود و کاغذ آتش می‌گیرد **کانون** عدسی است.

به بیان علمی‌تر: پرتوهای نوری که از فاصلهٔ بی‌نهایت (∞) به یک عدسی محدّب برسد، پس از عبور از عدسی در یک نقطه جمع می‌شود که آنجا را کانون عدسی می‌گویند و فاصلهٔ کانون را تا مرکز اُپتیکِ عدسی، **فاصلهٔ کانونی** می‌نامند، که در یک عدسی معینّ همیشه ثابت است.

تصویر ۱۶
یک عدسی محدّب قوی، در محاسبه با یک عدسی محدّب ضعیف، فاصلهٔ کانونی کوتاهتری دارد.

تصویر ۱۷
پرتوهای نور پس از گذشتن از عدسی در کانون آن متمرکز می‌شوند.





باز هم به بیانی دیگر: فاصلهٔ کانونی، فاصله‌ای است میان نـقطهٔ اِنکسارِ نـور و تصویرِ واضحِ موضوعی که در بی‌نهایت واقع شده است.

عدسیهای تشکیل دهندهٔ یک لنز که هر کدام دارای کـانون جـداگانه‌ای هستند وقتی با هم ترکیب شوند کانون مشترکی پیدا می‌کنند که فاصلهٔ آن از مرکز اُپتیک لنز روی حلقهٔ لنز نوشته می‌شود. کانون هر لنز، هنگامی که برای بی نـهایت (∞) تـنظیم شده باشد، در وسط سطح تصویر (جایی که سطح فیلم قرار دارد) واقع است.

هر لنز دارای زاویهٔ دید خاصی است که هرچه در داخل آن قرار بگیرد عکسش گرفته می‌شود.

به نسبت کوتاهی یا بلندی فاصلهٔ کانونی این زاویه تغییر می‌کند: بـدینگونه کـه هر چه فاصلهٔ کانونی کوتاهتر باشد زاویهٔ دید بازتر خـواهد بـود و هر قـدر فـاصلهٔ کانونی بلندتر شود زاویهٔ دید بسته‌تر خواهد شد. همین امر موجب پیدایش عدسیهای گوناگون می‌شود.

انواع عدسی

دید انسان بر خلاف عکس حدود کاملاً معیّن و مشخصّی ندارد و زاویهٔ آن بیش از ۱۴۰ درجه است. اما همهٔ آنچه در میدان دید انسان واقع مـی‌شود همزمـان واضح به‌نظر نمی‌رسد. از این مقدار، فقط آنچه در داخل زاویه‌ای برابر با ۴۵ درجـه بـاشد از وضوحی نسبی بـرخوردار است. از ایـنرو، روی دوربـینها مـعمولاً لنزی سوار می‌کنند که زاویهٔ دید آن در حدود ۴۵ درجه باشد تا تصویـری شبیه بـه دیـد مـتعارف انسان ایجاد کند. چنین لنزی را بر روی هر دوربینی عدسی نُرمال می‌گویند که فاصلهٔ کانونی آن تقریباً برابر با قُطر سطح تصویر همان دوربین است. اگـر ایـن عدسی را روی دوربین دیگری نصب کنیم که دارای سطح تصویر بزرگتر یا کوچکتری بـاشد، عدسی، دیگر همان پوشش تصویری را نـخواهد داشت و بـرای آن دوربـین عدسی نُرمال به حساب نخواهد آمد.

عدسی‌های زاویه باز. چنانکه گفته شد، زاویهٔ دید هر عدسی با فاصلهٔ کـانونی آن نسبتِ معکوس دارد. یعنی هر چه فاصلهٔ کانونی کوتاهتر باشد زاویهٔ دید بازتر خواهد شد. پس اگر سطح تصویر ثابت باشد (یعنی در یک دوربـین مـعیّن) بـا بـرداشتن

۱

۲

۳

۴

تصویر ۱۸
یک نقطهٔ دید با چهار عدسی:
۱) «چشم ماهی» (بسیار عریض)؛
۲) زاویه باز (واید)؛
۳) نرمال؛
۴) تله فوتو.

عدسی نُرمال و گذاشتن عدسی دیگری که فاصلهٔ کانونی آن کوتاهتر باشد زاویهٔ دید بازتر خواهد شد و بدون تغییر دادن جای دوربین و عقب بردن آن، امکان گرفتن عکس از فضای بیشتری به وجود خواهد آمد.

عدسیهای زاویه باز برای عکسبرداری از ساختمانهای بزرگ، سالنها و همچنین اتاقهای کوچکی که دیوارهای آن اجازه عقب رفتن به عکاس نمی‌دهد یگانه وسیلهٔ عکسبرداری هستند.

عدسیهای تله فوتو. برعکس وضع پیش، در این مورد فاصلهٔ کانونی عدسی بلندتر از عدسی نُرمال و زاویهٔ دید آن تنگتر است، که در نتیجه فضای کمتری را در همان سطح تصویر جای می‌دهد و برای رسیدن به مقصود عمل درشت نمایی انجام می‌گیرد. بدینگونه است که بدون نزدیک شدن به موضوعی می‌توان از آن تصویر درشت به‌دست آورد. از این عدسیها، در عکسبرداری از پرندگان و حیوانات وحشی و همچنین جزئیات نقوش جالب بناهای تاریخی و نظایر آن استفاده می‌شود.

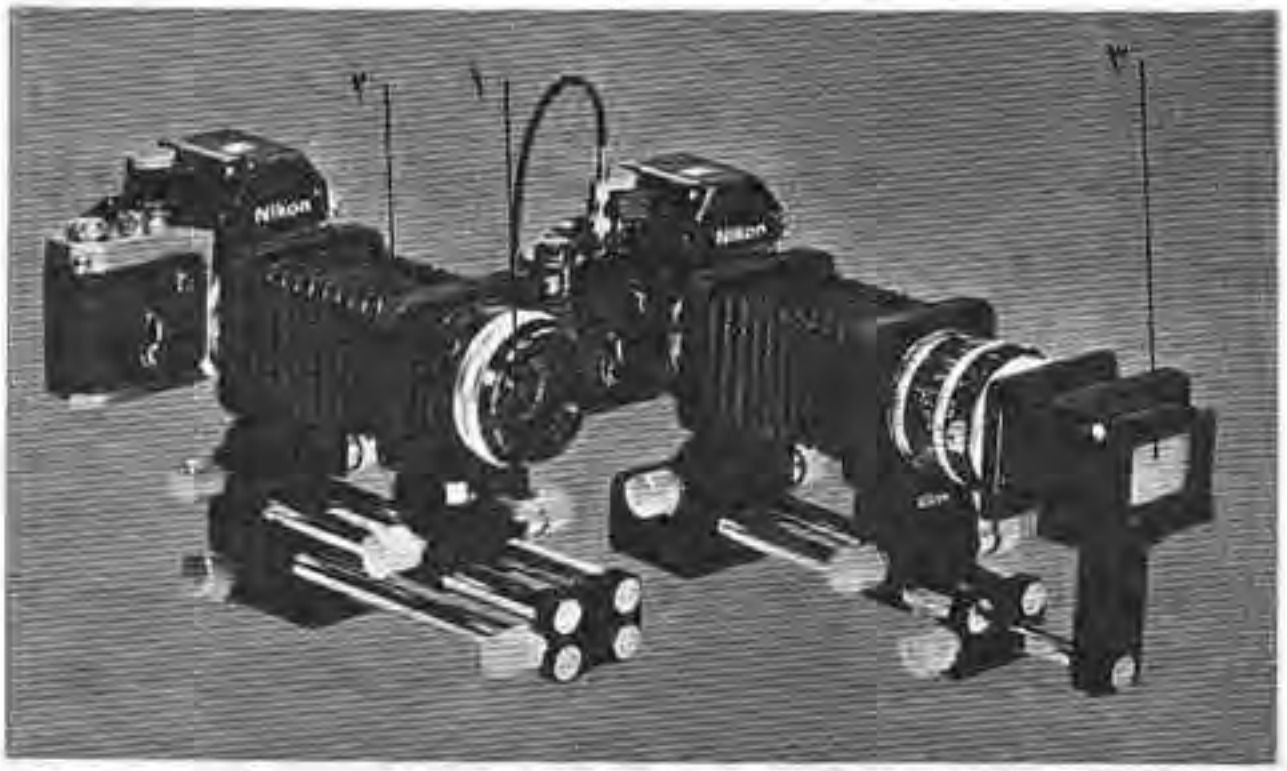
زوم، یا عدسی با فاصلهٔ کانونی متغیّر. این عدسی در اصل برای سینما ساخته شد و سالها به علت کیفیت پایین تصویر آن در عکاسی اقبالی ندید، اما اخیراً با رفع معایب مورد توجه فراوان قرار گرفته است و در دوربینهای ۳۵ میلیمتری زیاد به کار می‌رود.

عدسی زوم فقط با دوربینهای رفلکس تک عدسی قابل استفاده است و همهٔ امکانات فواصل کانونی واقع در بین دو حدّ عدسی را در اختیار عکاس می‌گذارد. مثلاً با عدسی زوم ۱۸۰ ـ ۴۰ کارخانهٔ زایس به نام واریو ـ زونار * که فاصلهٔ کانونی آن از ۴۰ میلیمتر در حالت زاویهٔ باز تا ۱۸۰ میلیمتر در حالت تله فوتو تغییر می‌کند، از تمام امکانات عدسیهای واقع در میان این دو فاصلهٔ کانونی می‌توان سود جُست[۵].

عدسیهای زوم از شگفتیهای اُپتیک عصر ما هستند، بعضی از آنها حتی مرکّب از ۲۰ عنصر می‌باشند و هنگام تغییر کانون به‌طور گروهی به حرکت در می‌آیند.

عدسی ماکرو برای عکسبرداری از فواصل نزدیک. معمولاً با عدسی نُرمال می‌توان

۵) رواج عدسیهای زوم امروزه از مرز همهٔ پیش‌بینیهای قبلی فراتر رفته است. مدتها بحث بر سر این نکته بود که آیا دقت و قدرت تفکیک عدسیهای زوم به اندازهٔ عدسیهای غیر زوم همان سازنده هست یا کمتر است. در این میان عدسیهای زوم موفق شدند قدرت خود را به خوبی نشان بدهند و اعتماد جدی‌ترین عکاسان را نیز به خود جلب کنند. در نتیجه کسانی که با چند عدسی قابل تعویض کار می‌کنند اغلب میل دارند که یک عدسی زوم هم در جمع عدسیهای خود داشته باشند. کارخانه‌های عدسی سازی زومهای مختلفی را برای فروش عرضه می‌کنند، از زومهای زاویه باز تا تلهٔ خفیف (مثلاً ۲۸ تا ۸۵ میلیمتر) گرفته تا زومهای تمام تله فوتو (مثلاً ۱۸۰ تا ۶۰۰ میلیمتر کارخانهٔ نیکون). برای دوربینهای فیلمبرداری و ویدئوی آماتوری معمولاً یک عدسی زوم بسیار پُر دامنه ساخته می‌شود که تصویر را از حالت زاویه باز به حالت تله فوتوی کاملاً مشخص می‌رساند. ــ و



تصویر ۱۹
وسایل عکسبرداری
ازفواصل بسیار
نزدیک:
۱) عدسی ماکرو؛
۲) فانوس و ریل‌های
تنظیم فاصله؛
۳) وسیلهٔ اضافی برای کپی
کردن اسلاید یا
نگاتیوهای کوچک.

تا فاصلهٔ ۵۰ سانتیمتری از اشیاء عکس گرفت. اما اگر لازم باشد از چیزهای کوچکی مثل سکه یا تمبر پُست عکس بگیریم باید نزدیکتر برویم، در حالی که عدسی دیگر نمی‌تواند برای فواصل کمتر تنظیم شود و تصویر واضحی پدید بیاورد. وسایل گوناگونی برای حلّ مشکل عکسبرداری از نزدیک وجود دارد. ساده‌ترین آنها عدسی کمکی عکسبرداری از نزدیک است که روی عدسی اصلی سوار می‌شود و به کمک آن می‌توانیم نزدیکتر برویم. این عدسیهای کمکی که معمولاً چیزی جز یک عدسی محدّب ساده بیش نیستند با قدرتهای مختلفی ساخته می‌شوند.

یک وسیلهٔ دیگر حلقه‌های توخالی مخصوصی است که بین عدسی اصلی و بدنهٔ دوربین بسته می‌شود و آنها را حلقه‌های افزایش فاصله می‌نامند، و به کمک آنها به دست آوردن تصاویر واضح از اشیاء کوچک میسّر است. همین کار را به شکلی بهتر با وسیلهٔ دیگری که یک نوع فانوس چرمی است می‌توانیم انجام بدهیم. این وسیله که آن را فانوس افزایش فاصله می‌خوانیم از یک طرف به بدنهٔ دوربین و از طرف دیگر به انتهای عدسی متصل می‌شود و اجازه می‌دهد عدسی به شکلی کنترل شده به موضوع نزدیک بشود یا از آن فاصله بگیرد. با عدسی نُرمال دوربین و فانوس می‌توان از اشیاء کوچک عکسبرداری کرد و نتایج نسبتاً رضایت بخش گرفت ولی بهترین نتیجه زمانی به دست می‌آید که به جای عدسی نُرمال از عدسی ماکرو یا عدسی مخصوص عکسبرداری از نزدیک استفاده کنیم. این عدسیها طوری طراحی شده‌اند که معایبی چون اِعْوِجاج و بدنمایی را که ممکن است در عدسیهای

دیگر به‌هنگام عکسبرداری از نزدیک ظاهر شود پیدا نمی‌کنند. با عدسی ماکرو می‌توان از اشیاء کوچک طوری عکسبرداری کرد که اندازهٔ تصویر روی فیلم از خود شیٔ بزرگتر باشد. اینگونه عکاسی را **فتوماکروگرافی** می‌نامند و نباید آن را با **فتومیکروگرافی** یا عکسبرداری از اشیاء خیلی ریز در زیر میکروسکوپ اشتباه کرد.

پوشاندن عدسیها با لایهٔ ضد انعکاس.

گفتیم که برای از بین بردن معایب لنزها (اعوجاج، بد شکلی و غیره) آنها را از چندین عدسی ترکیب می‌کنند. متأسفانه این کار سبب انعکاسهای متعدّد در سطوح «هوا ـ شیشه» می‌شود و به حدّ قابل ملاحظه‌ای از قدرت نور لنز کم می‌کند. علاوه بر این از کنتراست تصویر نیز می‌کاهد.

بدیهی است که به نسبت افزایش تعداد عدسیهای سازندهٔ هر لنز، انعکاس و برگشت نور نیز بیشتر خواهد شد. زیرا در هر یک از سطحهای مشترک «هوا ـ شیشه» تقریباً ۵ درصد برگشت ایجاد می‌شود. به عبارت دیگر اگر در لنزی هفت سطح «هوا ـ شیشه» وجود داشته باشد جمعاً ۳۵ درصد اُفت نور خواهیم داشت.

برای جلوگیری از چنین اتلافی، سطح عدسیها را با یکی از ترکیبات فلوئور از قبیل فلوئورورِ منیزیم یا فلوئورورِ مضاعفِ آلومینیم و سُدیم می‌پوشانند.

به علت وجود همین مواد است که وقتی عدسیها از روبه‌رو در برابر نور قرار می‌گیرند رنگهای آبی، زرد، نارنجی، سبز روشن یا بنفش در آنها به چشم می‌خورد اما نوری که از لایهٔ پوشانندهٔ عدسی می‌گذرد هیچگونه رنگی به خود نمی‌گیرد.

امروزه عدسی پروژکتورها، اگراندیسورها، میکروسکوپها، دوربینهای چشمی، تلسکوپها و دیگر دستگاهها همگی بدینگونه در برابر انعکاس نور مجهز می‌شوند. این پوشش، لایه‌ای ظریف و حسّاس است و به هنگام نظافت عدسی ممکن است آسیب ببیند. برای پاک کردن عدسیها بهتر است از فوتک و بُرسهای بسیار نرمی که برای این منظور ساخته می‌شود استفاده کرد. کاغذهای مخصوصی نیز برای پاک کردن عدسیها وجود دارد که بی‌ضرر و خوب است.

درپوش عدسیها را جز در موقع لزوم بر ندارید. عدسیها را در معرض رطوبت و تابش مستقیم نور خورشید قرار ندهید. آنها را در کمال پاکیزگی نگهدارید زیرا

گرد و غبار از وضوح تصویر می‌کاهد و در نتیجه کنتراست آن را کم می‌کند. اگرچه اغلب استفاده از جیر را برای پاک کردن عدسیها توصیه می‌کنند ولی ما چنین کاری را اشتباه می‌دانیم زیرا ممکن است سبب خراشیده شدن عدسی بشود. از به کار بردن هرگونه مایعی حتی محصولاتی که برای پاک کردن عدسی ساخته می‌شوند، جداً خودداری کنید. در صورتی که گرد و غبار به داخل لنز راه یافته باشد به هیچ‌وجه آن را شخصاً پاک نکنید. این کار را از کارشناس مطمئنی بخواهید.

ظهور لکه‌های زرد در داخل لنز خبر از جدا شدن عدسیها می‌دهد. این وضع در نتیجهٔ زمین خوردن دوربین یا نرم شدن چسب بین عدسیها پیش می‌آید برای جلوگیری از این وضع باید از قرار دادن دوربین در جای گرم خودداری کرد. و سرانجام، لنزها را باید از نور شدید و بخارهای زیان‌آوری که از بیشتر مواد شیمیایی متصاعد می‌شود محافظت نمود.

۴ مسدود کننده‌ها

در دوربینهای عکاسی جدید معمولاً از دو نوع مسدودکننده استفاده می‌شود:

مسدودکنندهٔ مرکزی ـ تیغه‌ای

از تیغه‌های فلزی تشکیل یافته و در میان عدسیهای لنز، با چند میلیمتر فاصله از دیافراگم، جای دارد و مانند دیافراگم از مرکز به طرف خارج باز می‌شود. دستگاه بسیار دقیق و ظریفی که شباهت زیادی به چرخ و دنده‌های داخل ساعتهای کوکی دارد زمان باز و بسته شدن آن را تنظیم می‌کند.

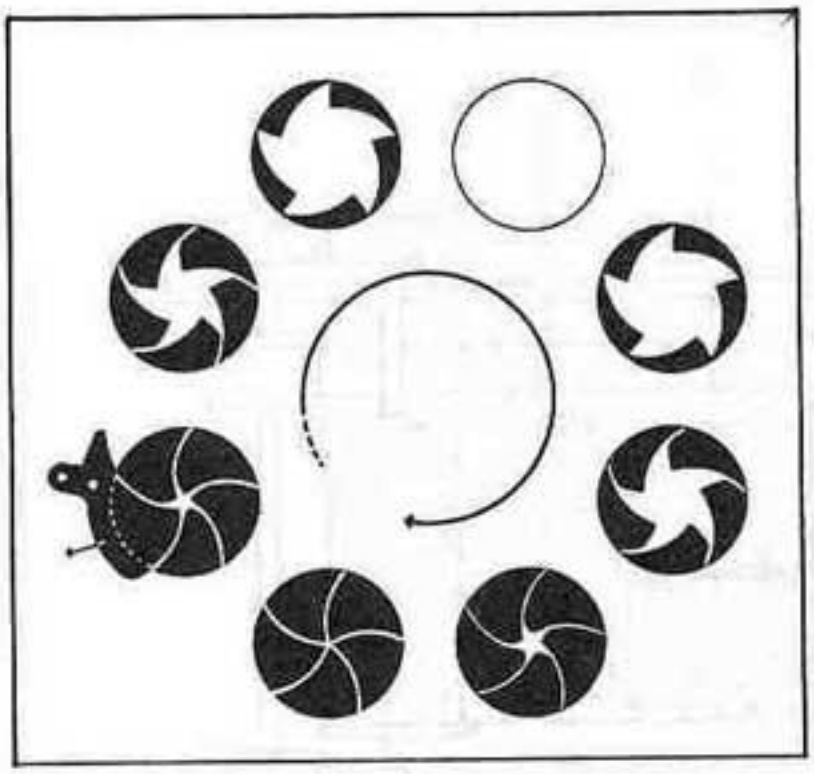
مسدودکننده‌های مرکزی ـ تیغه‌ای که مشهورترین نوع آن کومپور* نام دارد به سرعتهای مختلفی از یک ثانیه تا $\frac{۱}{۵۰۰}$ ثانیه عمل می‌کنند. این سرعتها به ترتیب عبارتند از:

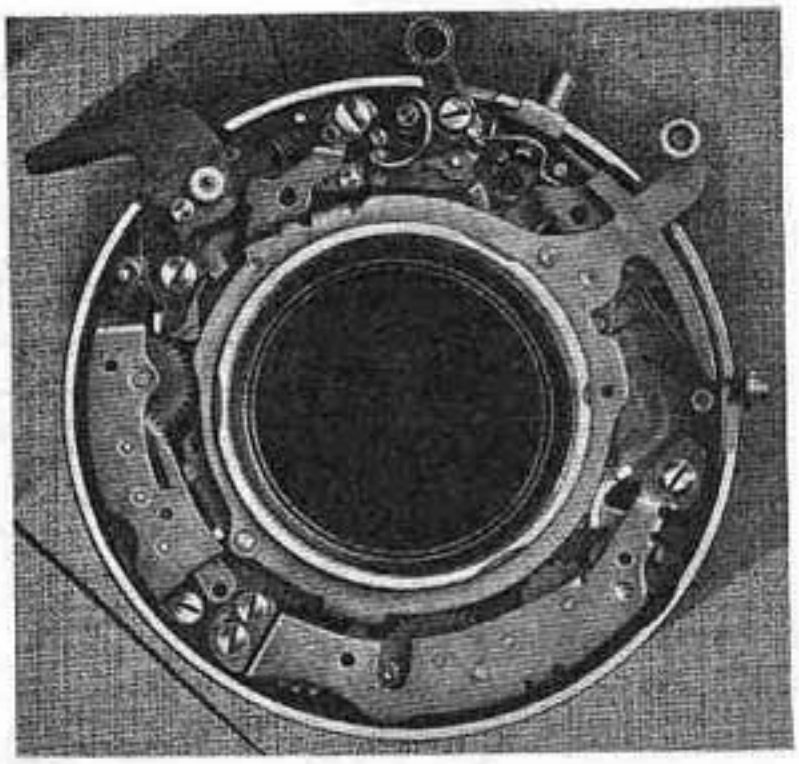
۱ ثانیه، $\frac{۱}{۲}$ ثانیه، $\frac{۱}{۴}$، $\frac{۱}{۸}$، $\frac{۱}{۱۵}$، $\frac{۱}{۳۰}$، $\frac{۱}{۶۰}$، $\frac{۱}{۱۲۵}$، $\frac{۱}{۲۵۰}$ و $\frac{۱}{۵۰۰}$

که در روی دوربین به شکل ۱، ۲، ۴، ۸، ۱۵ و غیره نشان داده می‌شود. حداکثر سرعت عمل مسدودکننده‌های مرکزی ـ تیغه‌ای $\frac{۱}{۵۰۰}$ ثانیه است.

به‌طوریکه می‌بینید، در هر یک از درجه‌های سرعت، مقدار نوری که به دوربین راه می‌یابد نسبت به درجهٔ بالاتر و پایین‌تر، نصف یا دو برابر است. مثلاً اگر سرعت $\frac{۱}{۳۰}$ را در نظر بگیریم، مقدار نوری که در این سرعت وارد دوربین می‌شود نصف مقدار نوری است که در سرعت $\frac{۱}{۱۵}$ می‌تواند وارد شود و دو برابر مقداری است که در سرعت $\frac{۱}{۶۰}$ داخل می‌گردد.

چون مسدودکنندهٔ مرکزی ـ تیغه‌ای جزئی از لنز است و در داخل آن جای دارد، لذا در دوربینهایی از آن استفاده می‌شود که لنزهای ثابت و غیرقابل تعویض دارند، البته به استثنای دوربینهای بزرگ.



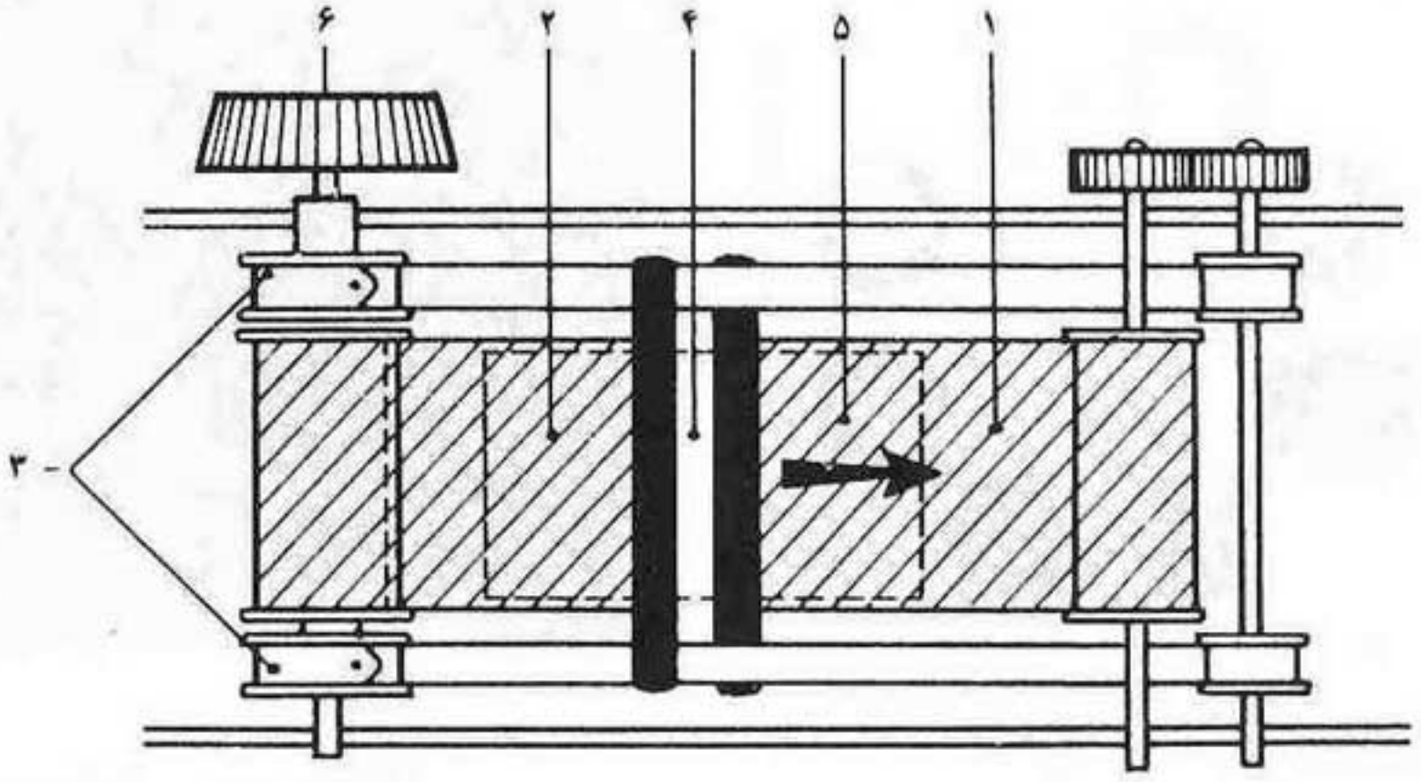


تصویر ۲۰
ساختمان داخلی یک مسدود کنندهٔ مرکزی ــ تیغه‌ای و طرز کار آن.

مسدودکنندهٔ کانونی ـ پرده‌ای

به طوری که از اسم آن پیداست در سطح کانونی عدسی جای دارد، یعنی در نزدیکترین فاصله نسبت به فیلم. به‌همین علت نیز جای آن همیشه در بدنهٔ دوربین است و در موقع تعویض عدسی، مانع رسیدن نور به فیلم می‌شود. متداولترین نوع مسدودکننده‌های کانونی ـ پرده‌ای از دو پردهٔ پارچه‌ای سیاه ساخته می‌شود که به هنگام عمل، به موازات هم با فاصله‌ای متغیّر، از یک طرف سطح تصویر به طرف دیگر آن حرکت می‌کند. ضمن این حرکت و تغییر مکان است که از شکاف میان دو پرده، نور به سطح فیلم می‌تابد و تصویر به تدریج بر آن نقش می‌بندد. هرچه سرعت مسدودکننده بیشتر باشد شکاف بین دو پرده کمتر می‌شود. بدینگونه معلوم می‌گردد که برخلاف مسدودکننده‌های مرکزی ـ تیغه‌ای، که به همهٔ سطح فیلم به یکباره نور می‌دهند در این‌جا فیلم، به نسبت تغییر مکان پرده‌ها، اندک اندک، نور می‌بیند.

در سرعتهای کم (تا $\frac{۱}{۳۰}$ ثانیه در بیشتر دوربینها، تا $\frac{۱}{۶۰}$ ثانیه در بعضی و تا $\frac{۱}{۱۲۵}$ ثانیه در تعداد بسیار کمی) فاصلهٔ بین دو پرده به اندازهٔ تمام سطح فیلم است؛ یعنی یک پرده کاملاً کنار رفته، در حالی که پردهٔ دوم هنوز به دنبال آن راه نیفتاده است. هنگامی که پردهٔ اول تمام سطح فیلم را آزاد گذاشت پردهٔ دوم به حرکت درمی‌آید. همین است که استفاده از فلاش را امکان می‌بخشد. در صورت استفاده از زمانهای کوتاهتر، جرقهٔ فلاش فقط قسمتی از فیلم را که هنوز پردهٔ مسدودکننده نپوشانده



تصویر ۲۱
شمای مسدود کنندهٔ کانونی ــ پرده‌ای.
۱) پردهٔ اول
۲) پردهٔ دوم
۳) فنرها
۴) شکاف قابل تنظیم
۵) سطح فیلم
۶) دستگیره

است تحت‌تأثیر قرار می‌دهد. یعنی تمام عکس گرفته نمی‌شود.

حداکثر سرعت عمل مسدودکننده‌های کانونی ـ پرده‌ای معمولاً $\frac{۱}{۱۰۰۰}$ ثانیه است ولی در بعضی به $\frac{۱}{۲۰۰۰}$ ثانیه نیز رسیده است. در این دوربینها، در مسدودکننده به جای پارچه از تیغه‌های فلزی فوق‌العاده نازک استفاده می‌شود.[۶] تمام دوربینهای رفلکس که عدسی قابل تعویض دارند از مسدودکنندهٔ کانونی ـ پرده‌ای استفاده می‌کنند.

۶) کارخانه‌های سازندهٔ دوربین و وسایل اصلی آن پیوسته می‌کوشند سرعت حداکثر مسدود کننده‌های کانونی ــ پرده‌ای دوربینهای خود را افزایش دهند. این کار از دو راه صورت می‌گیرد: اول با استفاده از فلزهای کمیاب سبک (چون تیتانیوم) و دوم با تغییر مسیر حرکت مسدود کننده از جهت افقی به جهت عمودی که مسیر کوتاهتری است. در این زمان در جدیدترین دوربین شرکت نیکون ــ مدل F4 ــ بالاترین سرعتهای مسدود کننده ۱/۴۰۰۰ و ۱/۸۰۰۰ ثانیه است و بالاترین سرعت مجاز برای استفاده از فلاش الکترونیک ۱/۲۵۰ ثانیه . ــ و

۵ دیافراگم و میدان وضوح

گفتیم که پرده‌ای مانند مردمک چشم مقدار نور را کنترل می‌کند. این پرده نیز مانند مسدودکنندهٔ مرکزی ـ تیغه‌ای، از تیغه‌های فلز ساخته شده و یک حلقهٔ چرخنده که بر روی آن اعدادی نوشته شده کار این تیغه‌ها را تنظیم می‌کند و با چرخش به راست یا چپ سبب باز و بسته شدن آن می‌گردد. اعدادی که از برابر یک شاخص ثابت می‌گذرند درجه‌های دیافراگم را نشان می‌دهند.

درجه‌های استاندارد دیافراگم به شرح زیر است:

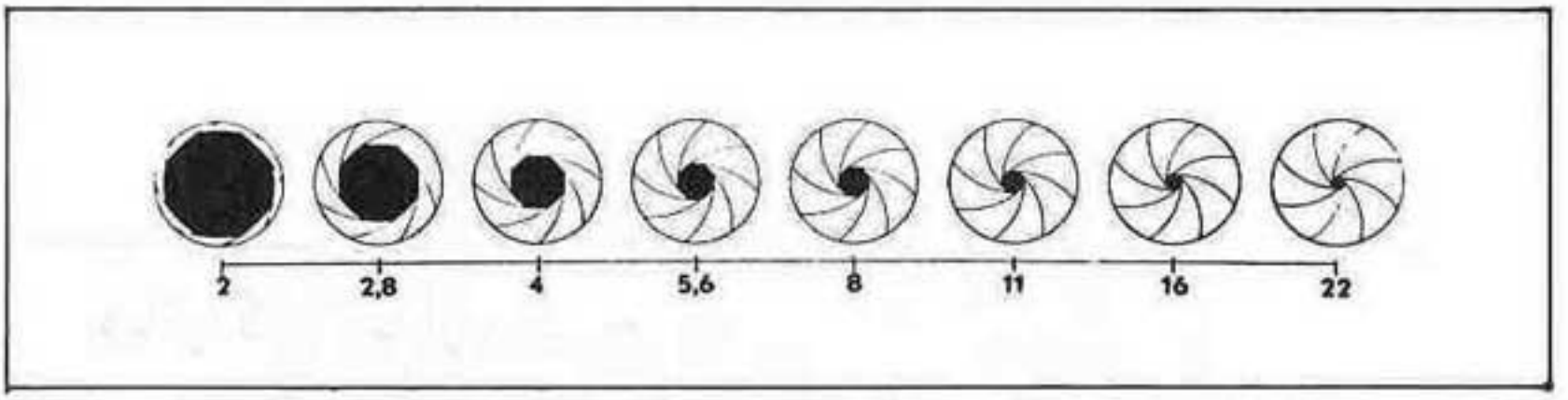
۲۲ و ۱۶ و ۱۱ و ۸ و ۵/۶ و ۴ و ۲/۸ و ۲ و ۱/۴ که در آنها کوچکترین عدد نشانهٔ گشادترین دهانه است و هرچه اعداد بزرگتر شوند نشاندهندهٔ دیافراگم بسته‌تری خواهد بود.

همان‌طور که قبلاً گفتیم گشادی نسبی دیافراگم از تقسیم فاصلهٔ کانونی عدسی بر قطر دیافراگم به‌دست می‌آید. مثلاً: یک عدسی با فاصله کانونی ۵۰ میلیمتر، که دیافراگم آن، در بازترین شکل ۲۵ میلیمتر قطر دارد، دارای فراخی حداکثر f/۲ خواهد بود:

$$۵۰ : ۲۵ = ۲$$

درجه‌های دیافراگم چنان محاسبه و تنظیم شده‌اند که اگر دیافراگم یک درجه بسته‌تر شود مقدار نوری که از آن می‌گذرد نصف، و اگر یک درجه بازتر گردد دوبرابر خواهد شد. مثلاً: نوری که از دیافراگم f/۱۱ می‌گذرد نصف f/۸ و دو برابر f/۱۶ است. به طوری که در مورد درجه‌های مسدودکننده دیدیم، در آنجا نیز چنین وضعی وجود دارد. در نتیجه، مقدار نوری که در سه وضع زیر به فیلم می‌رسد یکسان خواهد بود:

$\frac{۱}{۶۰}$ ثانیه با f/۸ — $\frac{۱}{۳۰}$ ثانیه با f/۱۱ — $\frac{۱}{۱۵}$ ثانیه با f/۱۶



تصویر ۲۲
درجه‌های دیافراگم از بازترین (f/۲) تا بسته‌ترین (f۲۲). گشودن یک درجه مقدار نور را دو برابر و بستن یک درجه مقدار نور را نصف می‌کند.

در اینجا سئوال زیر پیش می‌آید:

در حالی که ما می‌توانیم با دیافراگم بازتر، مدت زمان کوتاهتری به فیلم نور بدهیم و با سرعت بیشتری عکس بگیریم، بستن دیافراگم که موجب کاهش سرعت می‌شود، چه فایده و نتیجه‌ای می‌تواند داشته باشد؟

میدان وضوح

میدان وضوح منطقه‌ای است که در پس و پیش فاصلهٔ تنظیم شده وجود دارد. بهتر است قبلاً توضیحی در مورد مفهوم وضوح بدهیم: یک تصویر وقتی واضح است که نقطه‌های آن حقیقتاً به شکل «نقطه» درآمده باشد. و زمانی ناواضح است که نقطه‌ها در میان لکه‌های کوچک کم‌وبیش گسترده‌ای غوطه‌ور باشند. این لکه‌ها را دایره‌های ابهام می‌نامند.

در حقیقت درجات مختلف وضوح به میزان توقّعات بستگی دارد. یک فیلم کوچک که باید در حد قابل توجهی بزرگ شود لازم است از وضوح مطلق برخوردار باشد: مانند وضوح $\frac{۱}{۳۰}$ میلیمتر، یعنی که قطر دایرهٔ ابهام در آن نباید از $\frac{۳۰}{۱۰۰}$ میلیمتر تجاوز کند. برای فیلمهای بزرگتر وضوح $\frac{۱}{۲۰}$ یا حتی $\frac{۱}{۱۰}$ نیز ممکن است قابل قبول باشد.

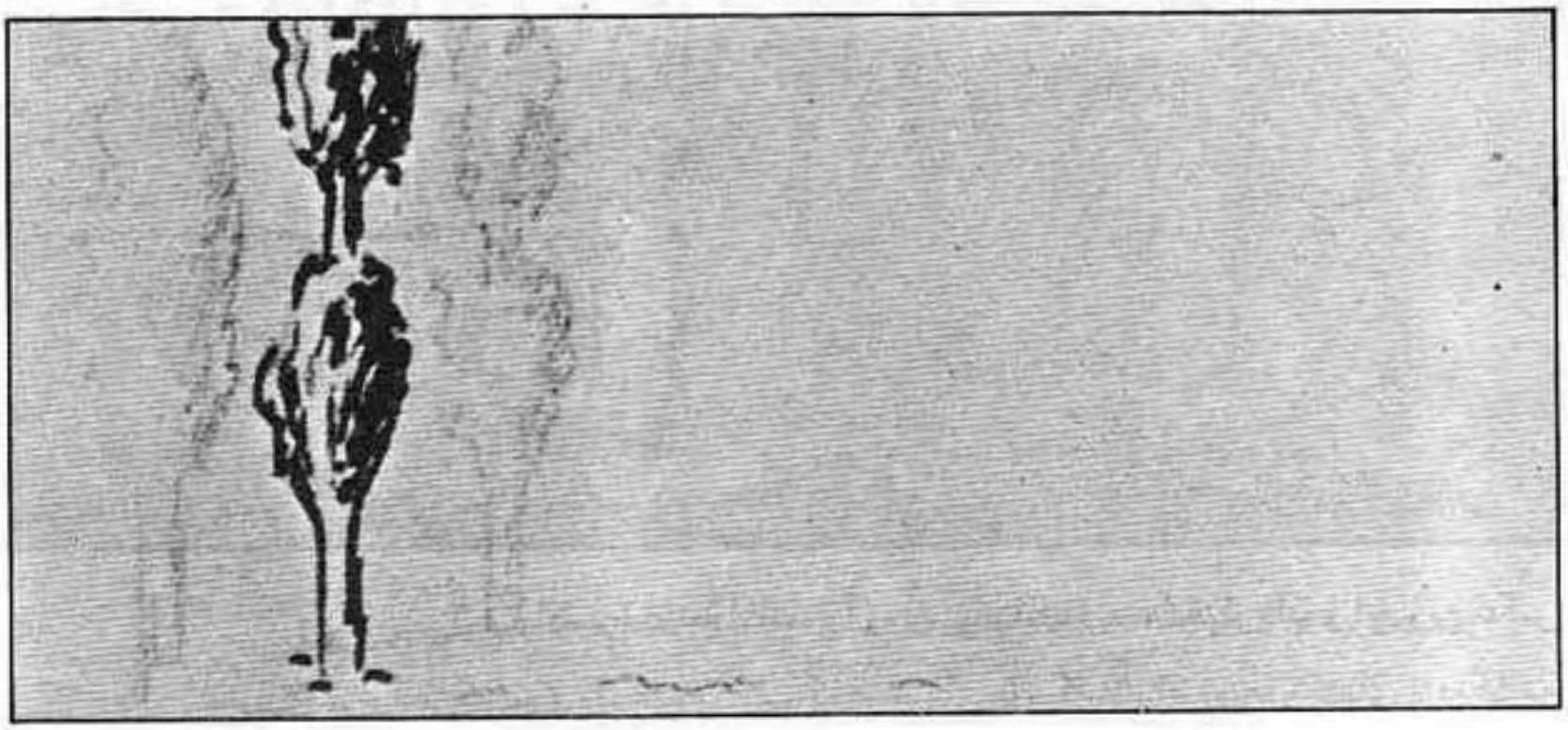
وضوح تصویر به عوامل گوناگونی بستگی دارد: از قبیل کیفیّت عدسی، بستگی یا گشادی دیافراگم و مخصوصاً دقّتی که در انتخاب فاصلهٔ تنظیم به‌عمل می‌آید. این بدان معنی است که قواعد و اصول عُمق میدان را باید به دقت مورد مطالعه قرار بدهیم.

برای روشن شدن مطلب آزمایشهای زیر را انجام می‌دهیم:

در کنار جاده‌ای که درختهایی به فواصل معیّن و مرتّب در حاشیهٔ آن کاشته شده دوربین را قرار داده با بازترین دیافراگم عدسی به ترتیب عکسهایی می‌گیریم:

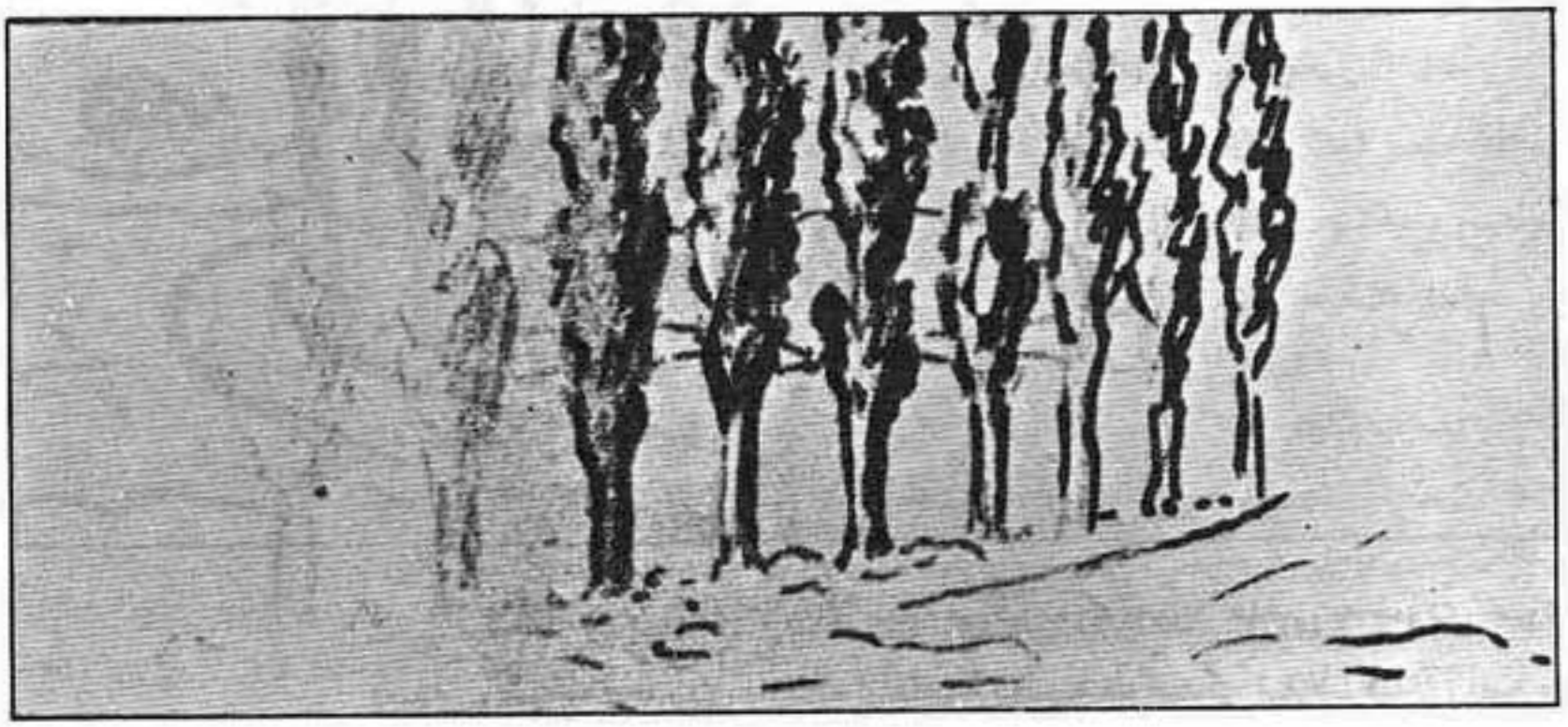
۱ ــ دوربین را برای فاصلهٔ نزدیک (درخت دوم) تنظیم می‌کنیم و عکس می‌گیریم. در این عکس فقط فاصلهٔ تنظیم شده واضح دیده می‌شود.

تصویر ۲۳
عدسی روی درخت دوم تنظیم شده است.



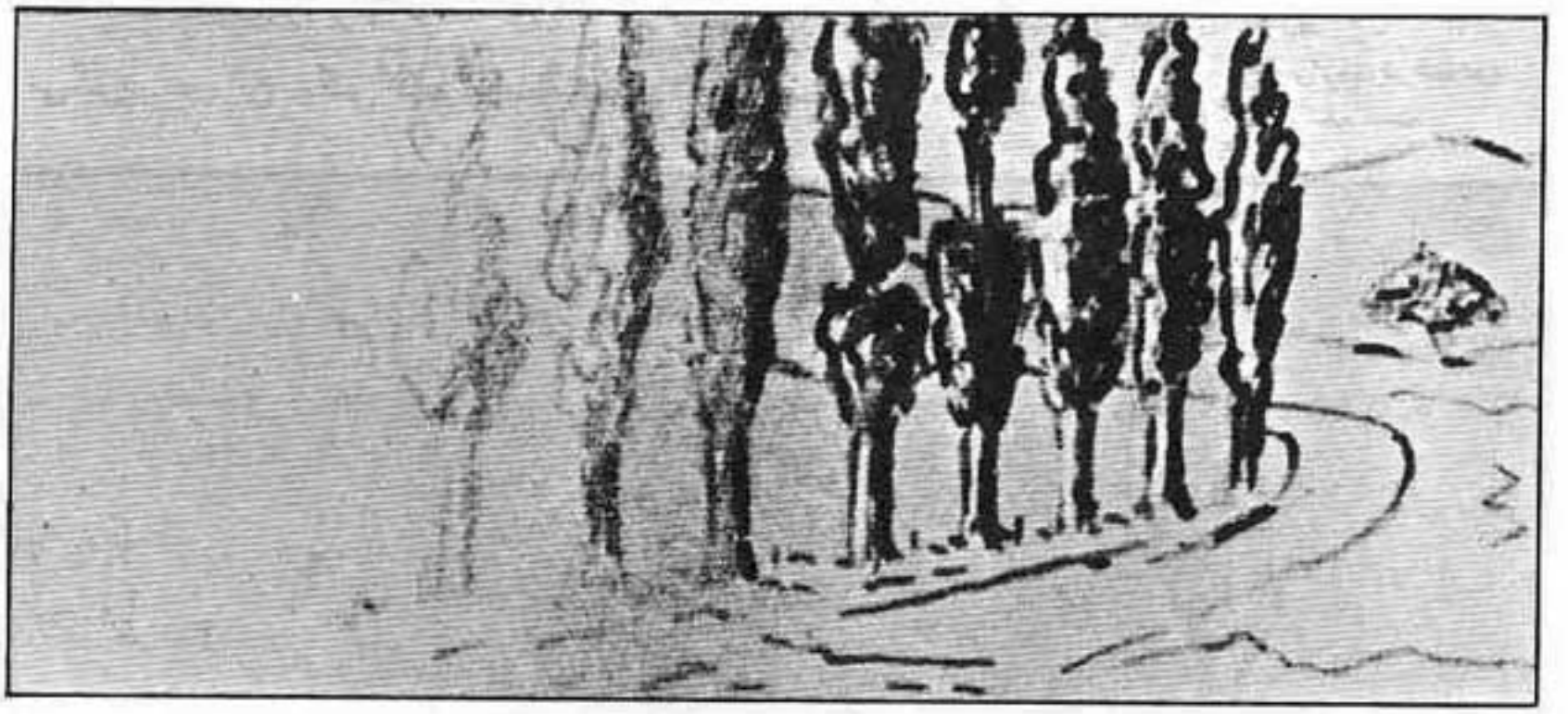
۲ ــ دوربین را برای فاصلهٔ متوسط (درخت ششم) تنظیم کرده و عکسی می‌گیریم. این دفعه مشاهده می‌کنیم که درختان بیشتری به صورت واضح دیده می‌شوند (از فاصلهٔ تنظیم شده ۴ درخت به طرف عقب و ۲ درخت به طرف جلو).

تصویر ۲۴
عدسی روی درخت ششم تنظیم شده است.



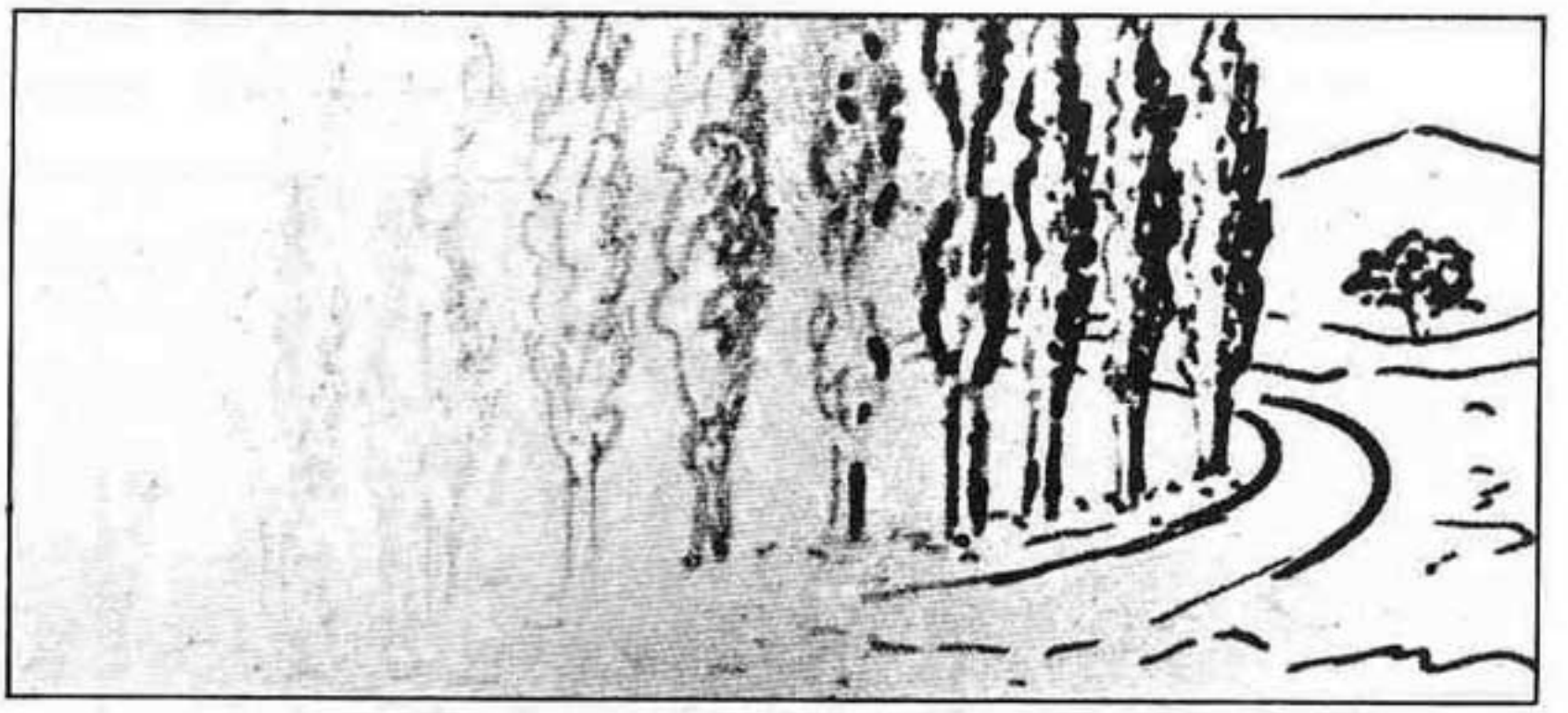
۳ ــ عکس سوّم را با تنظیم برای فاصلهٔ دور می‌گیریم و می‌بینیم که وضوح در هر دو جهت گسترش قابل‌توجّهی می‌یابد. اما نسبتِ «بیشتر به طرف عقب و کمتر به طرف جلو» حفظ می‌شود. این وضع همیشه یکسان و نسبت آن $\frac{۱}{۳}$ به $\frac{۲}{۳}$ است.

تصویر ۲۵
عدسی روی درخت تنهم تنظیم شده است.



۴ ــ بالاخره درجهٔ فاصله را روی بی‌نهایت (∞) قرار داده و آخرین عکس را می‌گیریم و مشاهده می‌کنیم که درختهای دور کاملاً واضح و درختهای نزدیک به کلی محو دیده می‌شود.

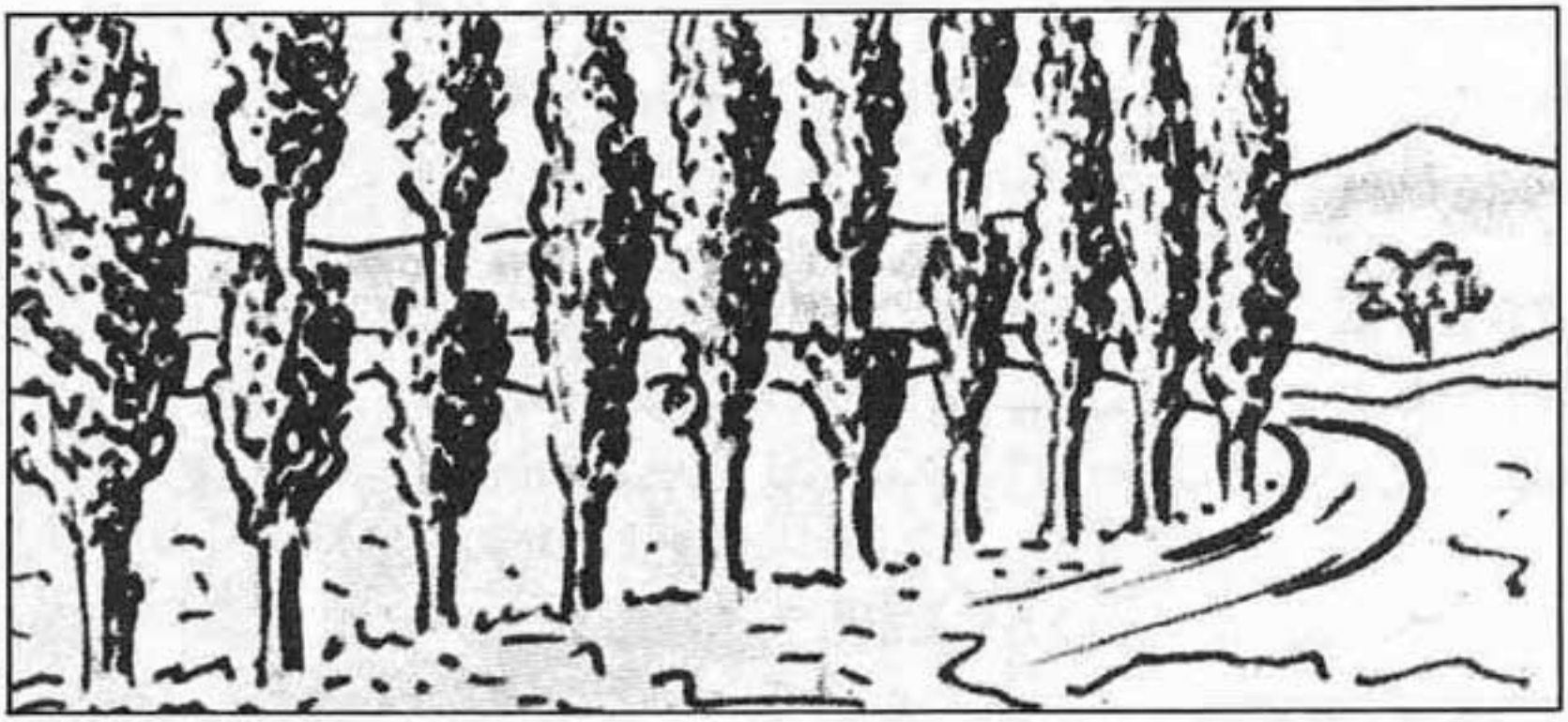
تصویر ۲۶
عدسی روی بی‌نهایت تنظیم شده است.



از آزمایشها و مشاهدات بالا نتیجه می‌گیریم که معمولاً عدسی به خودی خود «میدان وضوح» محدودی دارد که از فاصلهٔ تنظیم شده اندکی به طرف دوربین و

مقدار بیشتری به طرف عقب است. اما هیچوقت در تمام سطوح و نواحی «وضوح کامل» وجود ندارد.

و حالا با استفاده از دیافراگم آزمایشهای دیگری انجام می‌دهیم:



تصویر ۲۷
دیافراگم بسته و فاصلهٔ عدسی روی درخت ششم تنظیم شده است. همه جای تصویر میزان است.

دوربین را برای فاصلهٔ متوسط تنظیم کرده دیافراگم را یک درجه می‌بندیم.[۷] مشاهده می‌کنیم که تصویر کمنور شد اما میدان وضوح گسترش یافت. دیافراگم را یک‌درجهٔ دیگر می‌بندیم؛ تصویر باز هم کمنورتر می‌شود ولی میدان وضوح گسترش بیشتری پیدا می‌کند (همیشه به نسبت $\frac{۱}{۳}$ و $\frac{۲}{۳}$). دیافراگم هرچه بسته‌تر شود، میدان وضوح عمیقتر می‌گردد و در عین حال نور کمتری از عدسی عبور می‌کند. در نتیجه برای جبران کاهش نور، مدت عکسبرداری را باید طولانی‌تر کنیم.

حال اگر بخواهیم از منظرهٔ مورد بحث عکسی بگیریم که در آن از نزدیکترین نقطهٔ عکس (پلان اول یا پیشزمینه) تا دورترین نقطه (پلان دور یا پسزمینه) کاملاً واضح دیده شود باید از دیافراگم کاملاً بسته استفاده کنیم، اما بهتر است این کار را با محاسبهٔ صحیح انجام بدهیم. مثلاً اگر دوربین را برای فاصلهٔ نزدیک (درخت دوم)

۷) در بیشتر دوربینهای انعکاسی جدید بستن یک درجهٔ دیافراگم تصویر را کمنورتر نمی‌کند. این بدان علت است که در اینگونه دوربینها ترتیبی داده شده که در همه حال، حتی موقعی که دیافراگم کاملاً بسته است، عکاس تصویر داخل منظره‌یاب را با بازترین دیافراگم و بیشترین نور ممکن ببیند. برای مشاهدهٔ تأثیرات بسته شدن دیافراگم روی کیفیت تصویر در این قبیل دوربینها باید روی تکمهٔ مخصوصی که برای همین امر پیش‌بینی شده ــ و تکمهٔ Preview (مشاهده پیش از عکسبرداری) نام دارد ــ فشار آورد. ــ و

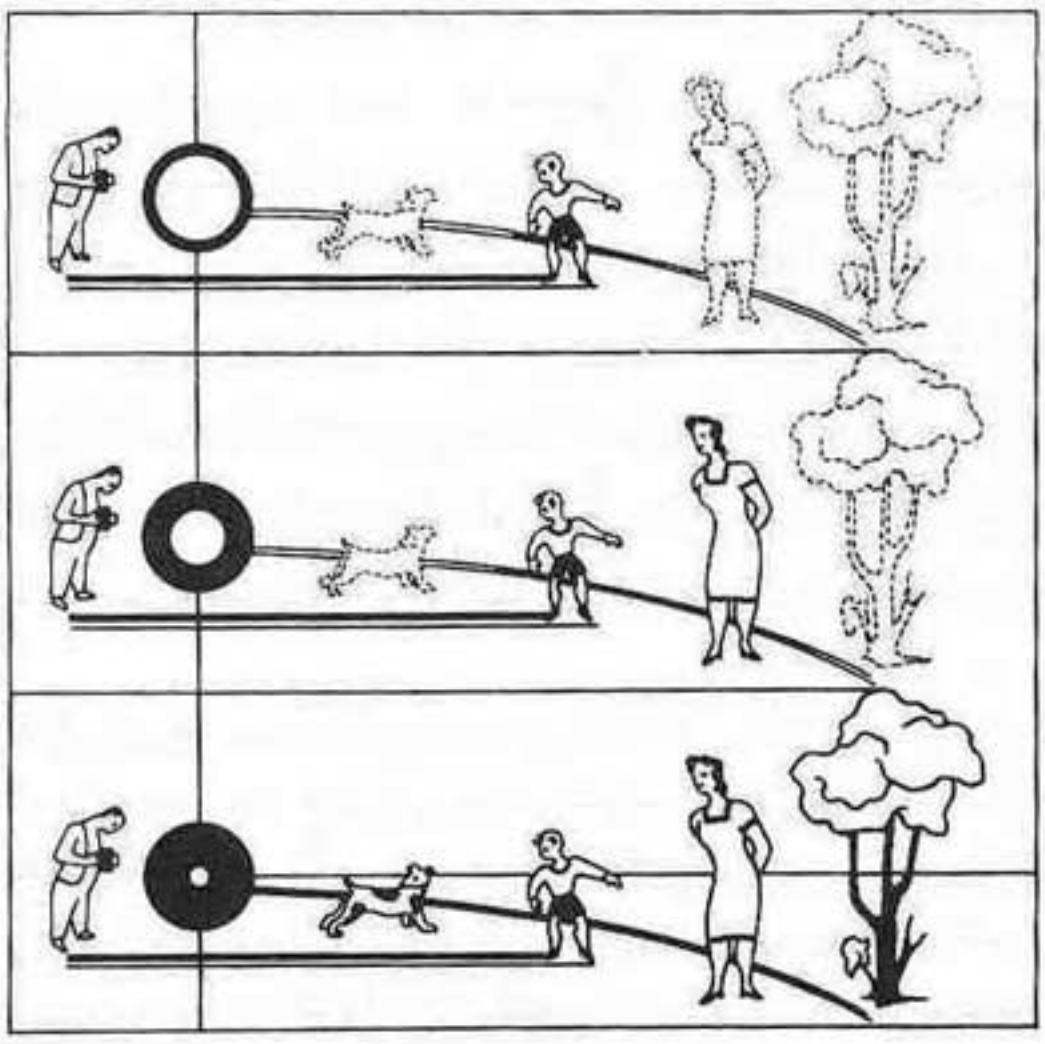
تنظیم کنیم و دیافراگم را کاملاً ببندیم اشتباه کرده‌ایم. زیرا بسته بودن دیافراگم باعث می‌شود مدت عکسبرداری را طولانی کنیم و این سرعت کم مسدودکننده امکان دارد خودش اشکالهای تازه‌ای پدید بیاورد، مثلاً در اثر وزش باد درختها تکان بخورند یا هنگام عکسبرداری دوربین در دست تکان بخورد.

برعکس، اگر دوربین برای بی‌نهایت (∞) تنظیم شود نه تنها از لحاظ بسته بودن دیافراگم، مشکل بالا همچنان وجود خواهد داشت، بلکه نقاط نزدیک نیز از میدان وضوح خارج خواهد شد.

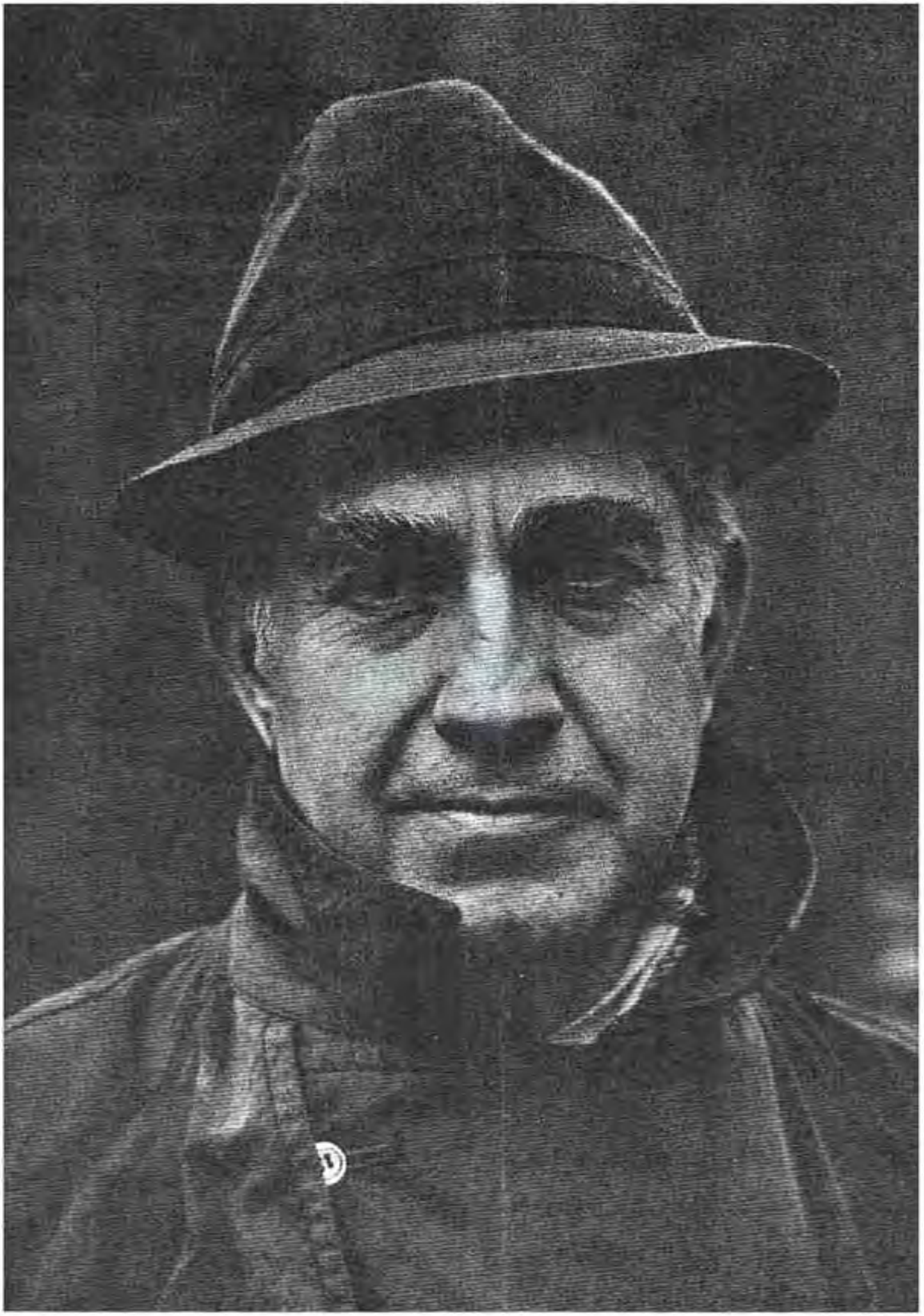
روش صحیح تنظیم عدسی برای فاصلهٔ متوسط و در عین حال استفاده از درجات دیافراگم متوسط (۸ یا ۱۱) است. بدین ترتیب میدان وضوح از پلان اول تا دورها امتداد خواهد یافت، بدون اینکه از عبور نور در حد زیادی جلوگیری شده باشد.

از آنچه گفتیم نتیجه می‌گیریم که عمق میدان وضوح به چند عامل بستگی دارد

۱ ــ دیافراگم. که هر چه بسته‌تر باشد برعمق میدان افزوده می‌شود و هر چه بازتر باشد عمق میدان وضوح کاهش می‌یابد. از این عامل در بسیاری موارد می‌توان سود



تصویر ۲۸
بستن دیافراگم عمق میدان وضوح را افزایش می‌دهد. در هر سه حالت عدسی برای موضوع دوم تنظیم شده است.



تصویر ۲۹
باز نگاه داشتن دیافراگم، مخصوصاً در عدسی‌های تله فوتو، عمق میدان وضوح را کاهش می‌دهد و موضوع اصلی را از زمینه جدا می‌سازد.

جُست: مثلاً وقتی از شخصی عکس می‌گیریم که پشت سرش چیزهای گوناگونی وجود دارد که موجب جلب توجه و مزاحمت است، کافی است عدسی را دقیقاً روی آن شخص تنظیم کنیم و دیافراگم را در حد امکان باز نماییم. در این حال محوی زمینه سبب بهتر دیده شدن موضوع اصلی عکس خواهد شد.

و اگر بخواهیم عکسی بگیریم که همه جای آن کاملاً واضح باشد، از بسته‌ترین دیافراگم استفاده می‌کنیم.

۲ ــ فاصلهٔ دوربین تا موضوع. که هر چه بیشتر باشد عمق میدان وضوح نیز بیشتر خواهد بود.

۳ ــ فاصلهٔ کانونی عدسی. که با عمق میدان وضوح نسبت معکوس دارد، به این معنی که هر چه فاصلهٔ کانونی عدسی کوتاهتر باشد عمق میدان وضوح بیشتر خواهد بود.

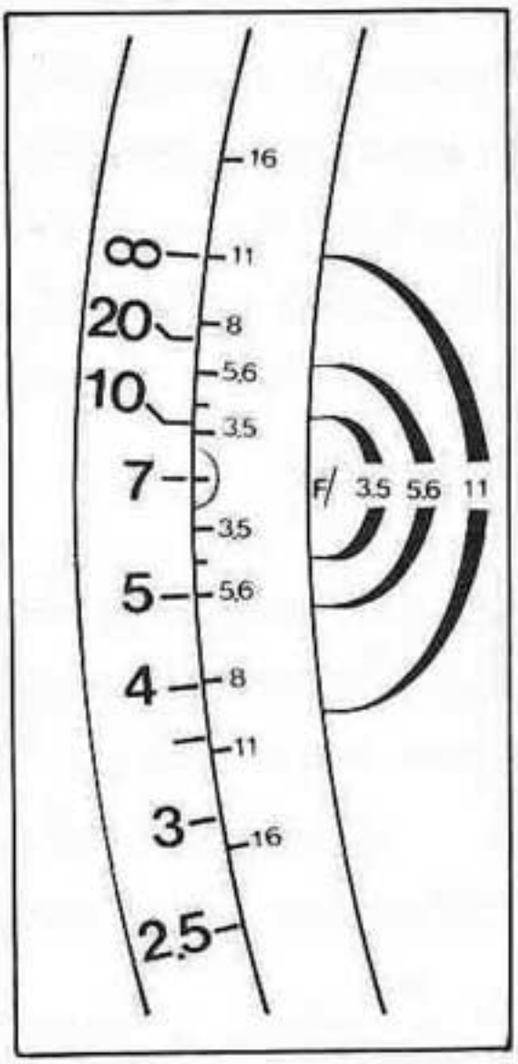
*

سابقاً برای محاسبهٔ میدان وضوح عدسیها، جدولهایی تنظیم می‌کردند که با مراجعه به آنها معلوم می‌شد که در صورت تنظیم دوربین روی فاصلهٔ معینی و با استفاده از درجهٔ دیافراگم معینی ، عمق میدان وضوح از کجا تا به کجا خواهد بود. این جدولها برای عدسیهای مختلف تهیه شده بود و مراجعه به آنها معمولاً کار دست و پاگیری بود. مدتی است که این جدولها را به شیوه‌ای ساده به روی عدسیها منتقل کرده‌اند. در نتیجه به راحتی و به سرعت می‌توان از آنها استفاده کرد.

استفاده از عمق میدان

هرگاه امکان تعویض عدسی دوربین ، وجود داشته باشد، ما خواهیم توانست بر «عمق میدان» مسلط شویم. اگر بخواهیم همهٔ پلانهای تصویر واضح باشد بهتر است از یک عدسی با فاصلهٔ کانونی کوتاه (زاویه باز) و دیافراگم بسته استفاده کنیم. برعکس، اگر بخواهیم موضوعی را از زمینهٔ درهم و شلوغ آن جدا کنیم، کافی است از یک عدسی با فاصلهٔ کانونی بلند (تله فوتو) و دیافراگم باز کمک بگیریم.

جداسازی یک موضوع واضح، مانند چهرهٔ انسان، از اطراف و جوانب محو



تصویر ۳۰
جدول عمق میدان وضوح روی حلقهٔ درجه‌های دیافراگم عدسی.

تصویر ۳۱
یک عکس با عمق میدان زیاد: از جلو تا عقب عکس همه چیز میزان است.

آن، کاری است که حال و هوایی شاعرانه به تصویر می‌بخشد، و در عین حال یکی از شیوه‌های عکاسی خوب محسوب می‌شود.

تنظیم فاصله (میزانسازی تصویر)

برای اینکه تصویر کاملاً واضح باشد، لازم است عدسی دقیقاً برای فاصله‌ای که موضوع را از دوربین جدا می‌کند، تنظیم شود. این عمل اهمیت اساسی دارد و به هیچ وجه نباید از آن غفلت کرد. وجود فاصله یاب جُفت شده با عدسی در همهٔ دوربینهای مجهّز هدفی جز تسهیل این عمل ندارد.

سابقاً تنظیم فاصله در دو مرحله انجام می‌گرفت:

۱ ــ تخمین یا تعیین فاصلهٔ میان موضوع و دوربین.

۲ ــ تنظیم عدسی برای این فاصله.

تنظیم فاصله با دوربینهای ساده. با این دوربینها که فاصله یاب ندارند، لازم است که فاصله به طور تقریبی تعیین و عدسی برای آن تنظیم شود. تخمین فاصله بدون کمک وسیله در حقیقت کاری است جسورانه و مخاطره آمیز. در مورد موضوعهایی که بین ۷ تا ۱۰ متر با دوربین فاصله دارند کار چندان دشوار نیست. از طرف دیگر تحمل عدسی نیز (به علت عمق میدان) کمک می‌کند. اما برای فاصله‌های نزدیک، مخصوصاً هنگامی که از دیافراگمهای باز استفاده می‌کنیم، احتمال اشتباه و خراب شدن عکس بسیار زیاد است.[۸]

استفاده از فاصله‌یاب. فاصله‌یاب یا تله متر دستگاهی چشمی است که براساس روی هم افتادن دو تصویر ساخته شده و سنجش و تعیین فاصله میان یک شیء و دستگاه را امکانپذیر می‌سازد. فاصله‌یاب معمولاً از یک آینه و یک منشور تشکیل یافته که آینهٔ آن می‌تواند دور محور خود بچرخد. وظیفهٔ آینه عبارت است از فرستادن تصویری از شیءِ موردنظر برسطح منشور که آن‌هم حالت منعکس کننده‌وآینه‌ای‌دارد،

۸) هرگاه ناچار باشیم یک دوربین قدیمی غیرانعکاسی را که فاصله‌یاب هم ندارد برای عکسبرداری آماده کنیم مطمئن‌ترین راه متر کردن و یا حتی قدم کردن فاصلهٔ موضوع تا دوربین است. ولی امروزه عدسیهایِ خود میزانساز (اتوفکوس) به نحو روزافزونی دارند رواج پیدا می‌کنند و در بسیاری از موارد، مخصوصاً عکسبرداری خبری کار عکاس را آسان‌تر می‌سازند. پیدایش این نوع عدسیها یکی دو دهه طول کشیده است و حالا کار در مرحله‌ای است که مشکلات اولیهٔ آن حل شده و دارد کاربرد عام پیدا می‌کند. اولین عدسیهای خود میزانساز گاه با استفاده از بازتاب امواج صوتی خیلی کوتاه و گاه با استفاده از بازتاب پرتوهای فروسرخ (ماوراء قرمز) فاصلهٔ موضوع تا دوربین را اندازه می‌گرفتند و به کمک یک موتور کوچک خود را برای فاصلهٔ اندازه‌گیری شده تنظیم می‌کردند. بعضی از عدسیها نیز از راه رساندن تصویر به حداکثر کنتراست میزان می‌شدند. ولی جدیدترین و ظاهراً مؤثرترین شیوه در حال حاضر روش کشفِ فاز (phase detection) نام دارد که پرتوهای رسیده از مرکز تصویر را به کمک دو عدسی کوچک از هم تفکیک و با وسایل الکترونیک تجزیه و تحلیل می‌کند. اطلاعات به دست آمده سپس در ریز پردازندهٔ دوربین با نشانه‌هایی که به عنوان مرجع از قبل ذخیره شده‌اند مقایسه می‌شوند. هرگاه هر دو دسته اطلاعات رسیده با نشانه‌های مرجع وفق بدهند تصویر میزان است و هرگاه وفق ندهند نتیجهٔ مقایسه معلوم می‌کند که اجزاء داخلی عدسی باید در چه جهتی حرکت کنند تا تصویر میزان شود و فرمان حرکت به موتور عدسی داده می‌شود. این کارها البته در یک چشم به هم زدن انجام می‌گیرد و تصویر به اندازه‌ای سریع میزان می‌شود که حتی عکسبرداری پشت سرهم از یک موضوع متحرک (در حال حاضر تا یک عکس در ثانیه) به کمک این نوع عدسیهای خود میزانساز عملی است. ــ و

منشور شفاف است. از یک سو اشعه‌ای را که از رو به رو به آن رسیده از خود می‌گذراند و از سوی دیگر، اشعهٔ منعکس شده از آینهٔ متحرک را دوباره انعکاس می‌دهد. تصویری که مستقیماً از شیء دیده می‌شود ثابت و پُر رنگ است، اما تصویری که از آینه منعکس می‌شود و پس از انعکاس دوباره در منشور به چشم ما می‌رسد کمرنگ و متحرک می‌باشد. با چرخاندن آینه، این تصویر با تصویر ثابت تلاقی می‌کند و روی آن می‌افتد. در این زمان اگر به اعداد حک شده روی محور آینه نگاه کنیم فاصلهٔ میان شیء و فاصله‌یاب معلوم می‌گردد.

فاصله یاب و دوربینهای رفلکس. در اکثر دوربینهای رفلکس ۳۵ میلیمتری، مزایای تنظیم فاصله با فاصله‌یاب و مشاهدهٔ تصویر بر روی شیشه مات با هم وجود دارد. فاصله‌یاب در زمان عکسبرداری از اشیاء خیلی نزدیک از کار می‌افتد، در حالی که شیشه مات همچنان قابل استفاده است و دقیقترین کادربندی را ممکن می‌سازد. تصویر به همان وضع و حالت و در همان قطعی دیده می‌شود که عکسش گرفته خواهد شد.

تنظیم فاصله با سیستم رفلکس

رفلکس تک عدسی. این نوع دوربین دارای شیشه ماتی است که در بالای آن جای دارد. اشعه‌ای که از عدسی می‌گذرد پس از برخورد با آینه یا منشوری که با زاویهٔ ۴۵ درجه قرار گرفته روی شیشه مات می‌افتد و تصویری در آنجا ایجاد می‌کند؛ به کمک همین تصویر، تنظیم دقیق عدسی برای موضوع امکان می‌یابد.

با وجود دقّتی که فاصله‌یابها دارند، تنظیم بر روی شیشه مات نیز همچنان طرفداران زیادی دارد. در روی شیشه مات، تماشای «تصویر نهایی» پیش از گرفتن آن امکان دارد و از اینرو ترکیب بندی و کادرگیری تصویر راحت‌تر انجام می‌شود.

بیشتر دوربینهای رفلکس تک عدسی دارای لنزهای قابل تعویض هستند. سیستم تنظیم فاصله، که در عین حال برای دیدن و کادربندی مورد استفاده قرار می‌گیرد، برای همهٔ عدسیها به طور خودکار عمل می‌کند و هر نوع اختلاف دید را عملاً از بین می‌برد. مسدود کنندهٔ این دوربینها همگی از نوع کانونی ـ پرده‌ای است.

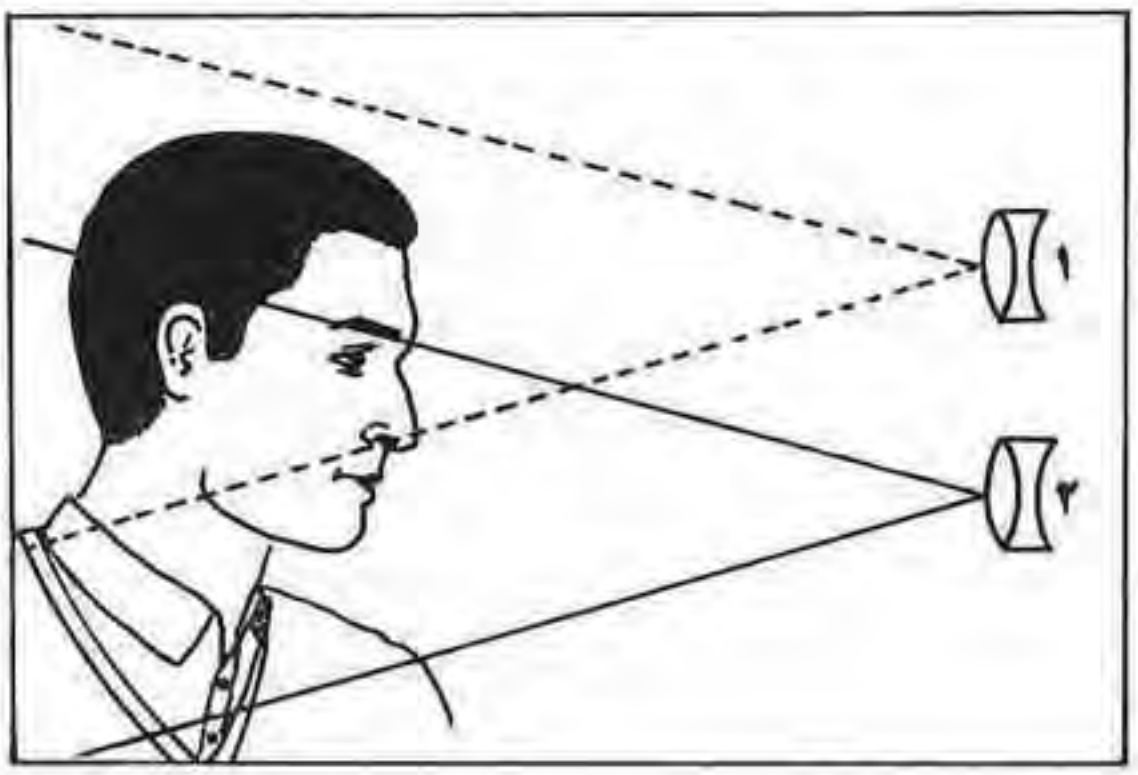
دوربینهای رفلکس با دو عدسی. چنانکه قبلاً نیز گفتیم، این دوربینها از دو قسمت کاملاً مجزا تشکیل یافته‌اند: قسمت زیرین برای گرفتن تصویر و قسمت بالایی برای دیدن، که هر دو با هم حرکت می‌کنند و برای فواصل مختلف تنظیم می‌شوند. روی هر یک از این دو قسمت عدسی جداگانه‌ای سوار شده که هر دو دارای فاصلهٔ کانونی برابر هستند.

اختلاف دید یا پارالاکس. از آنجا که دو عدسی روی دو محور جداگانه سوار شده‌اند، در فواصل نزدیکتر از ۲ متر، زاویهٔ دید آنها با هم اختلاف پیدا می‌کند. در چنین مواردی لازم است که مرکز تصویر اصلاح شود تا آنچه روی شیشه مات دیده می‌شود با تصویری که روی فیلم ضبط می‌شود اختلاف نداشته باشد.

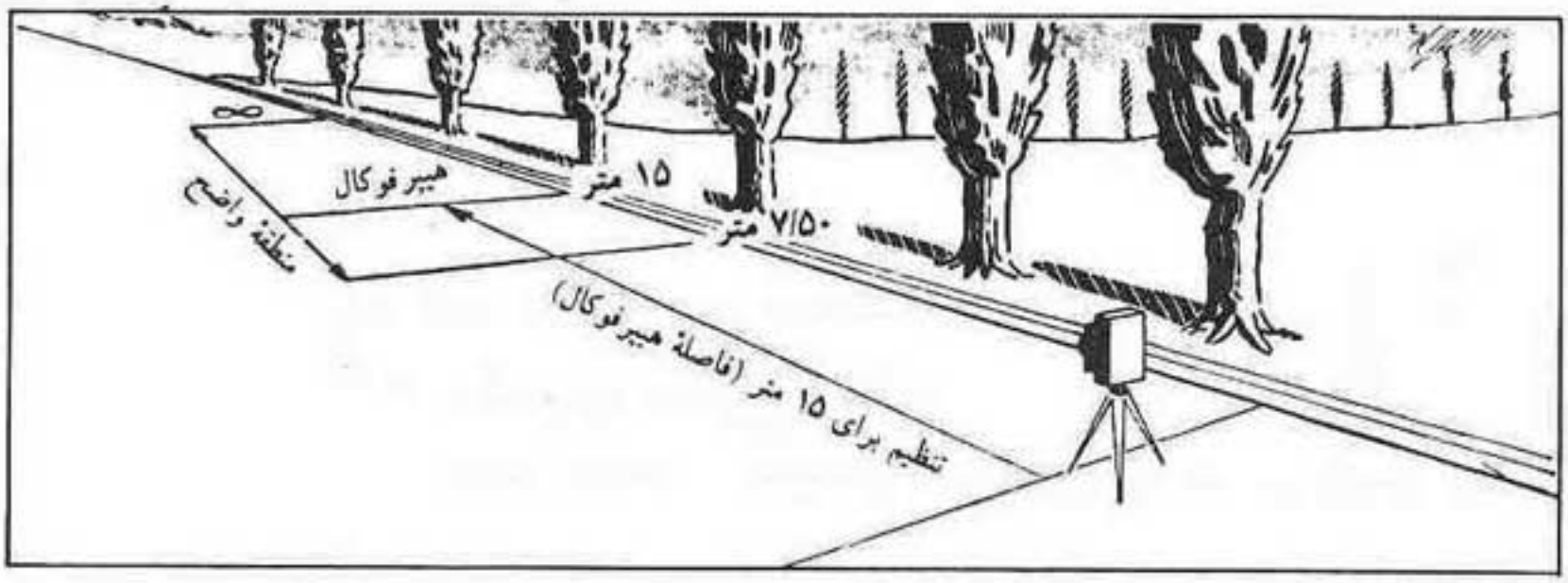
اصلاح اختلاف دید. با دو خطی که اکثراً در نزدیکی مرکز شیشه مات این نوع دوربینها رسم می‌کنند می‌توان مرکز تصویر را به راحتی تعیین کرد. یک خط برای فاصلهٔ یک متر و خط دوم برای فاصلهٔ ۲ متر در نظر گرفته شده است (در دفترچهٔ راهنمای این دوربینها توضیحات لازم چاپ شده است).

در عکسبرداری از اشیاء خیلی نزدیک که با استفاده از عدسی کمکی انجام می‌گیرد، اختلاف دید بسیار زیاد است و برای اصلاح آن حتماً باید دقت شود.

در دوربینهای غیر رفلکس، که دارای پنجرهٔ دید یا ویزُر جدا از عدسی هستند،



تصویر ۳۲
اختلاف دید یا پارالاکس، این مشکل معمولاً در دوربین‌های با دو عدسی هنگام عکسبرداری از نزدیک پیش می‌آید.



تصویر ۳۳
فاصلهٔ هیپرفوکال، وقتی عدسی روی فاصلهٔ هیپرفوکال تنظیم شده باشد، میدان وضوح از نصف فاصلهٔ هیپرفوکال تا بی‌نهایت امتداد می‌یابد.

نیز مسئله اختلاف دید وجود دارد و در عکسبرداریهای نزدیکتر از ۲ متر باید به آن توجه داشت.

فاصلهٔ هیپر فوکال

پیش از «بی‌نهایت مطلق» فاصله‌ای وجود دارد که عملاً در آنجا اجسام تا بی‌نهایت واضح هستند. این همان جایی است که به آن فاصلهٔ هیپر فوکال گفته می‌شود. به تعریف دیگر: «فاصلهٔ میان عدسی و اولین نقطهٔ وضوح هنگامی که عدسی با بازترین دیافراگم برای بی‌نهایت (∞) تنظیم شده باشد.»[۹]

برای مثال، ردیف درختان کنار جاده را در نظر می‌گیریم: اگر دربازترین دیافراگم، دوربین را برای بی‌نهایت (∞) تنظیم کنیم، خواهیم دید که از یک فاصلهٔ معین به بعد همهٔ درختان واضح هستند. فاصلهٔ واقع در میان دوربین و اولین نقطهٔ وضوح را فاصلهٔ هیپر فوکال می‌نامند. حال اگر دوربین را برای این فاصله (فرضاً ۱۵ متر) تنظیم کنیم از نصف آن (یعنی ۷٫۵ متر) تا ∞ عکس به طور واضح گرفته خواهد شد.

۹) برای اینکه فاصلهٔ هیپرفوکال بهتر درک شود تعریف دیگری را از کتاب *دوربینها و عدسیها* تألیف مایکل فریمن نقل می‌کنیم: «فاصلهٔ هیپرفوکال عبارت است از فاصلهٔ نزدیکترین نقطه‌ای که وقتی عدسی را روی بی‌نهایت تنظیم کرده باشیم دقیق و واضح به نظر برسد. این فاصله در درجات مختلف دیافراگم متفاوت است. اگر عدسی را روی این نقطه تنظیم کنیم عمق میدان وضوح در پشت آن تا بی‌نهایت امتداد می‌یابد.» و ما باید اضافه کنیم که امتداد میدان وضوح در جلو آن تا نصف فاصلهٔ آن نقطه تا عدسی، یعنی نصف فاصلهٔ هیپرفوکال خواهد بود. ــ و

۶ فیلمها یا سطوح حساس

اولین سؤالی که معمولاً هر کسی به هنگام گذاشتن فیلم در دوربین از خودش می‌کند این است که فیلم رنگی باشد یا فیلم سیاه و سفید؟ و آنگاه سؤالهای بعدی: سیاه و سفید ضعیف، متوسط یا قوی؟ رنگی مثبت یا منفی؟ جواب این سؤالها برحسب شرایط عکسبرداری، ذوق و سلیقهٔ شخصی، وسایل عکاسی مورد استفاده و کاربُرد عکسها، فرق می‌کند.[۱۰]

اگر پروژکتور اسلاید دارید و می‌خواهید مثلاً از یک نمایشگاه گل تصاویری «بچینید»، بی‌شک فیلم رنگی مثبت را انتخاب خواهید کرد. اگر در نظر دارید که از حوادث و وقایعی در شرایط نوری نامساعد عکس بگیرید حتماً دوربین خود را با فیلم سیاه و سفید خیلی سریع مجهزّ خواهید کرد. برای جشنهای تولد و دیگر اجتماعات شاد و پُرنشاط خانوادگی، که هر کس آرزومند نگهداری خاطرات شیرین آن است، فیلم رنگی نگاتیو خواهد توانست کمک شایانی به شما انجام دهد، زیرا امکان تکثیر عکسهای آن بر روی کاغذ رنگی وجود دارد و هر یک از حاضران در جشن می‌توانند یک یا چند نسخه از آنها را داشته باشند.

۱۰) رواج فیلمهای رنگی و سیاه و سفید در دنیا در حال حاضر کاملاً برعکس گذشته شده است. در گذشته هر عکاس می‌خواست شروع به عکاسی بکند با فیلم سیاه و سفید می‌کرد، در حالی که امروز اگر تعمّد هم داشته باشد که حتماً با فیلم سیاه و سفید شروع کند برای یافتن فیلم آن و برای یافتن مکانی که فیلمش را ظاهر و چاپ کنند مسئله خواهد داشت. در حالی که فیلم رنگی را می‌تواند همه جا بخرد و برای ظهور چاپ به هر عکاسخانه‌ای بسپارد. بدون شک در حال حاضر فیلم نگاتیو رنگی پُرمصرفترین فیلم در جهان است و با حساسیتهای گوناگون از ISO ۱۰۰/۲۱ تا ISO ۱۶۰۰/۳۳ و ای بسا بالاتر برای فروش عرضه می‌شود. عکسبرداری سیاه و سفید هنوز منسوخ نشده و طرفداران خاص خود را دارد ولی در واقع به یک رشتهٔ تخصّصی از عکاسی تبدیل شده است که علاقه‌مندان آن بیشتر کارهای آن را خود انجام می‌دهند.

برای جوابگویی به نیازهای گوناگون، فیلمهای عکاسی مختلفی وجود دارد که نتایج متفاوتی از آنها به دست می‌آید. پس، نسبت به هدفی که در نظر است، باید انتخابی کرد که با آن بهتر مطابقت داشته باشد.

فیلمهای سیاه و سفید

از فیلم سیاه و سفیدی که در دوربین است، پس از عکسبرداری و ظهور تصاویر منفی یا نگاتیو به دست می‌آید که آنها را باید بر روی کاغذ عکاسی چاپ کرد تا به تصاویر مثبت یا پوزیتیو تبدیل شوند.

ساختمان فیلم سیاه و سفید

فیلم از یک نوار نرم و شفّاف، که جنس آن معمولاً تری آسِتاتِ سلولز است ساخته می‌شود که بر روی آن یک لایهٔ حسّاس گسترده شده است. این لایهٔ نازک از جنس ژلاتین است که بلورهای املاح نقرهٔ حسّاس به نور با آن مخلوط شده است. حسّاسیّت این لایه نسبت به نور و همچنین خواص دیگر آن، بستگی به ترکیبات آن و شیوه‌ای دارد که برای ساختن آن به کار برده شده است. در میان صنایع مختلف، کمتر صنعتی است که مانند ساختن فیلم عکاسی به ماشینهای مرکب و پیچیده، ظریف‌کاری و دقّت زیاد نیازمند باشد.

بررسی لایهٔ حسّاس در فیلمهای عکسبرداری نشده در زیر میکروسکپ نشان می‌دهد که بلورهای حسّاس به نور اکثراً به شکل دانه‌های سه گوش یا شش گوش دیده می‌شوند. بلورهای بزرگتر حسّاسیت بیشتری نسبت به نور دارند. از اینجا معلوم می‌شود که چرا فیلمهای خیلی حسّاس همواره نگاتیوهای درشت دانه‌تری در مقایسه با فیلمهای ضعیف ایجاد می‌کنند. وقتی در کارخانه، مادهٔ حسّاس آماده شد، آنرا بر روی قشر پایه که ورقهٔ شفّافی است می‌ریزند. پس از سفت شدن لایهٔ حساس، فیلم که به شکل یک نوار عریض و طویل است به اندازه‌های مختلف بریده می‌شود و به شکلهای گوناگون (نواری با پشت‌بند کاغذ؛ توی کاسِت، تک تک و غیره) بسته‌بندی می‌گردد.

هر فیلمی دارای خواص زیر است:

- سرعت
- دانه‌بندی و قدرت تفکیک
- حسّاسیّت در برابر رنگها
- دامنهٔ عمل
- کُنتراست

روی جعبهٔ فیلم، جز نام تجارتی فیلم، اندازه و سرعت آن چیزی ذکر نمی‌شود. اما به طوری که خواهیم دید، دانه‌بندی و قدرت تفکیک، دامنهٔ عمل و کنتراست فیلم هم بستگی به همین سرعت دارد.

سرعت یا حسّاسیّت

سرعت ویژگی مهم فیلم است که شناخت آن برای تنظیم کارکرد دوربین، برحسب نوری که دریافت می‌کند، بسیار ضروری است. به هنگام استفاده از دوربینهای مجهزّ به نورسنج و یا نورسنج دستی مستقل، سرعت فیلم حتماً باید به دستگاه سنجش نور منتقل شود تا بتواند به درستی محاسبات لازم را انجام دهد.[۱۱] از اوایل پیدایش شیشه‌های حسّاس عکاسی واحدها یا درجه‌های مختلفی از طرف سازندگان برای نشان دادن سرعت و قدرت شیشه‌ها و فیلمها انتخاب شده بود که به تدریج اکثر آنها متروک شد و فعلاً تنها سیستم امریکایی ASA (که نامش را از مؤسسهٔ استانداردهای امریکا گرفته است) و سیستم آلمانی DIN (که نامش از مؤسسهٔ استانداردهای صنعتی آلمان گرفته شده) و یک سیستم جدیدتر، مرکّب از هر دو واحد اندازه‌گیری رواج دارند.

سیستم ASA. بر حسب تصاعد حسابی بنا شده است و با دو برابر شدن رقم، سرعت فیلم نیز دو برابر می‌شود. مثلاً یک فیلم ۱۰۰ ASA دو برابر سریعتر از فیلم

۱۱) بسیاری از دوربینهای خودکار جدید می‌توانند درجهٔ حسّاسیّت فیلمی را که در دوربین گذاشته می‌شود خود به خود خوانده و به سیستم نورسنجی دوربین منتقل کنند. این عمل به کمک علائمی که روی کاست فیلم نقش می‌شود و **کُدگذاری dX** (dX coding) نام دارد انجام می‌گردد. در داخل دوربین در جایی که کاست فیلم جا داده می‌شود نوار باریک حساسی نصب شده که وقتی در تماس با کاست فیلم قرار گرفت رمز درجهٔ حساسیت فیلم را می‌گیرد. ــ و

۵۰ ASA است و نصف سرعت فیلم ۲۰۰ ASA را دارد. در اکثر جاها از این سیستم استفاده می‌شود.

سیستم DIN. در اروپای غربی رایجتر است و بر حسب تصاعد لگاریتمی عمل می‌کند؛ در آن افزایش هر ۳ درجه به معنی دو برابر شدن سرعت است. مثلاً یک فیلم ۲۱ DIN دو برابر سریعتر از فیلم ۱۸ DIN و دو برابر کندتر از فیلم ۲۴ DIN است.

برای روشن شدن موضوع می‌توان گفت: وقتی به جای فیلم ۵۰ ASA(۱۸ DIN) از فیلم ۱۰۰ ASA (۲۱ DIN) استفاده می‌شود، برای اینکه مقدار نور رسیده به سطح فیلم متناسب با سرعت بیشتر فیلم جدید باشد، کافی است دیافراگم یک درجه بسته شود یا زمان یک درجه کوتاهتر گردد.

سیستم ISO. نامش را از سازمان جهانی استانداردها گرفته و به توصیهٔ همین سازمان کارخانه‌های سازندهٔ فیلم آن را به کار می‌برند. در این سیستم هر دو واحد اندازه‌گیری در کنار هم نشان داده می‌شوند، به این شکل: ISO ۱۰۰/۲۱

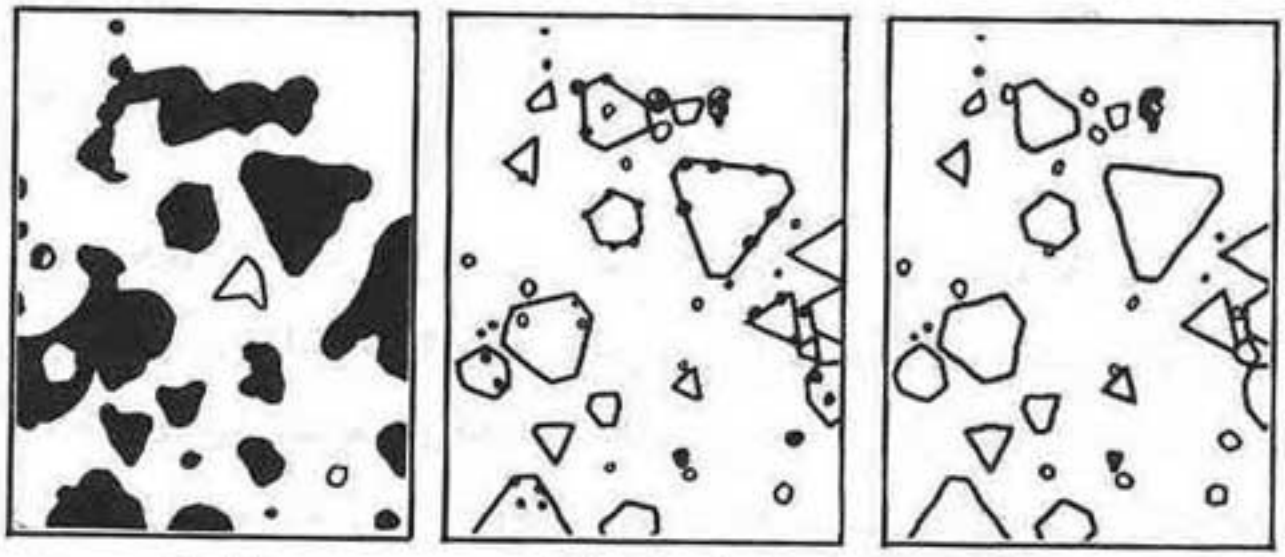
دانه‌بندی و قدرت تفکیک

بلورهای املاح نقره پس از اینکه تحت تأثیر نور قرار گرفتند و از حمام ظهور گذشتند تصویری به وجود می‌آورند که از **دانه‌های نقرهٔ فلزی** تشکیل یافته است. حجم دانه‌های نقره متناسب با بلورهای نقره خواهد بود: فیلمهای سریع، که لایهٔ حساس آنها حاوی مقدار زیادی بلورهای درشت نمک نقره است، تصاویری ایجاد می‌کنند که وقتی خیلی بزرگ شوند، نسبت به فیلم‌های کُند که بلورهای حساس آنها حجم کوچکتری دارند، دانه‌های بیشتری را نمایان خواهند ساخت.

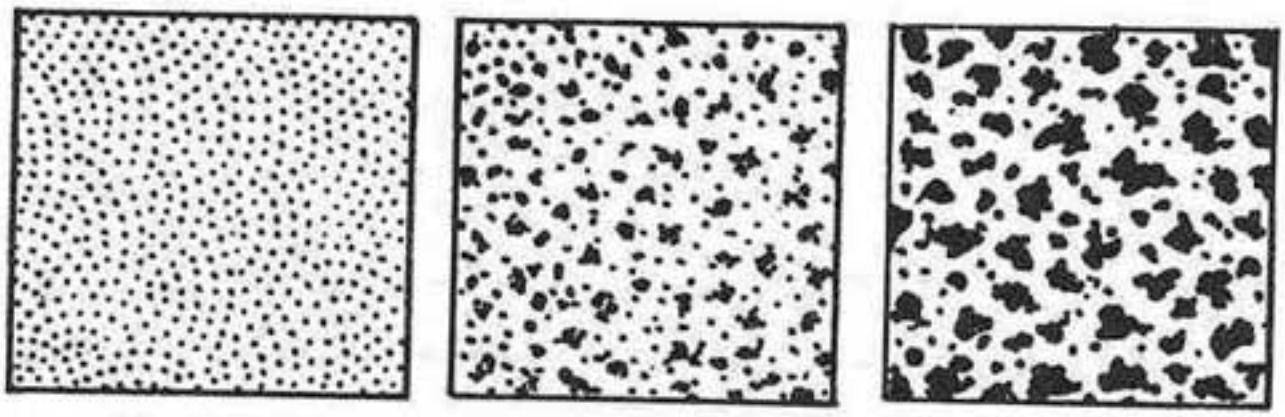
فیلم سریع = دانه‌های درشت

فیلم کُند = دانه‌های ریز

برای بزرگ کردن عکس و رساندن آن به یک اندازهٔ معیّن، مثلاً ۲۴ × ۱۸ سانتیمتر، هرچه تصویر منفی (نگاتیو) کوچکتر باشد تصویر مثبت یعنی عکس باید بیشتر بزرگ شود، و از آنجا که دانه با سرعت فیلم مربوط است نه با قطع آن، لذا



تصویر ۳۴
۱) بلورهای نقره در لایهٔ حساس ظاهر نشده؛ ۲) در نیمه راه ظهور؛ ۳) در پایان ظهور.

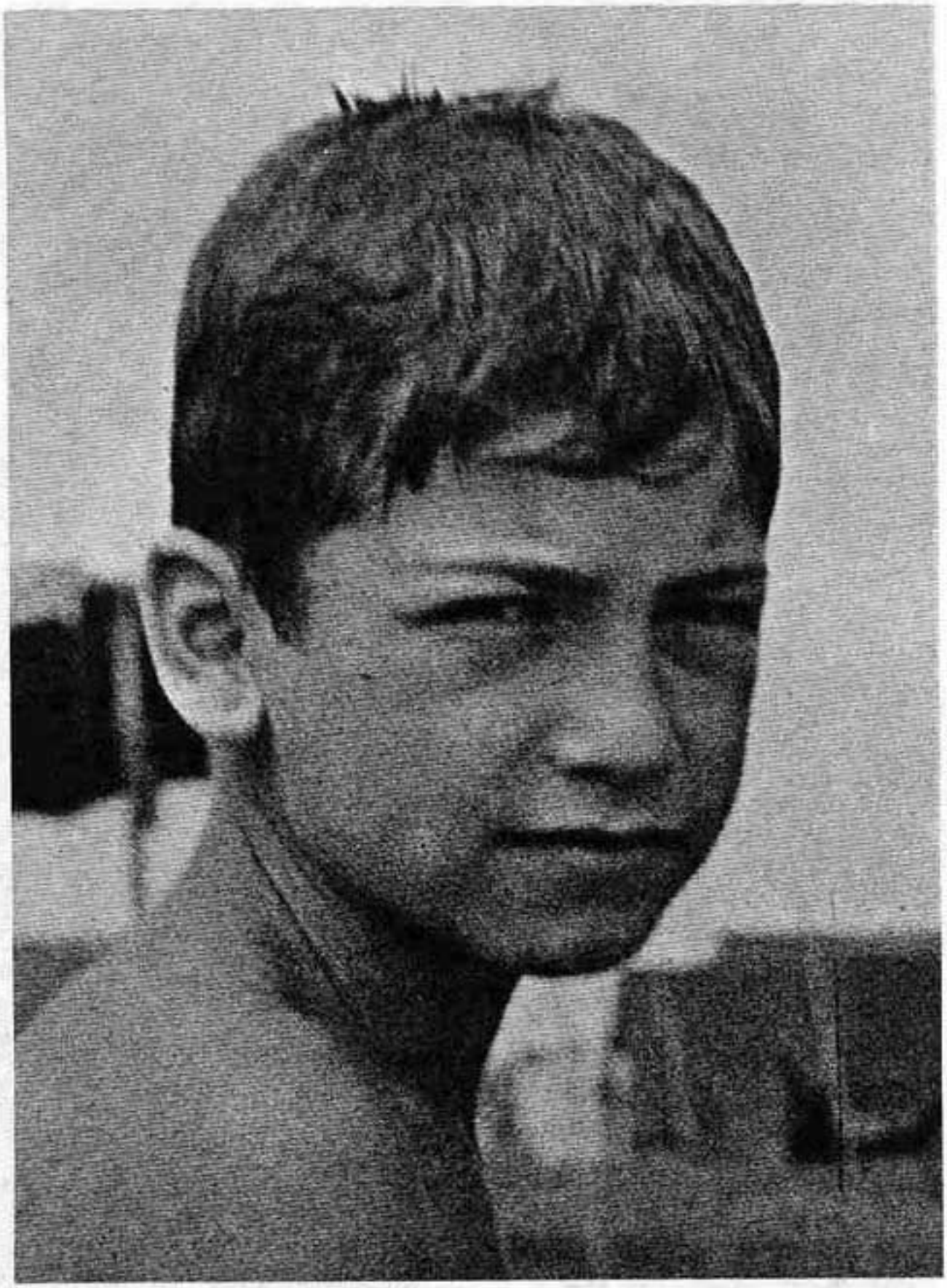


تصویر ۳۵
اندازهٔ دانه‌ها در سه نوع فیلم: ۱) فیلم سریع؛ ۲) فیلم متوسط؛ ۳) فیلم کند.

تصویری که از یک فیلم بزرگ تهیه شده باشد نسبت به عکسی که از یک فیلم کوچکتر به دست آمده است دانه‌های بسیار کمتری نمایان خواهد ساخت. از اینرو، برای آگراندیسمانهایی در اندازه‌های برابر، نگاتیو ۳۶ × ۲۴ میلیمتر در مقایسه با نگاتیو ۶ × ۶ سانتیمتر نیاز بیشتری به ریزی دانه‌ها خواهد داشت.

اندازهٔ دانه‌ها به عوامل دیگری نیز بستگی دارد که تا حد زیادی می‌توان آنها را تحت کنترل قرار داد: مانند محاسبهٔ صحیح نور به هنگام عکسبرداری، مواد سازندهٔ محلول ظهور، درجهٔ حرارت محلول و غیره.

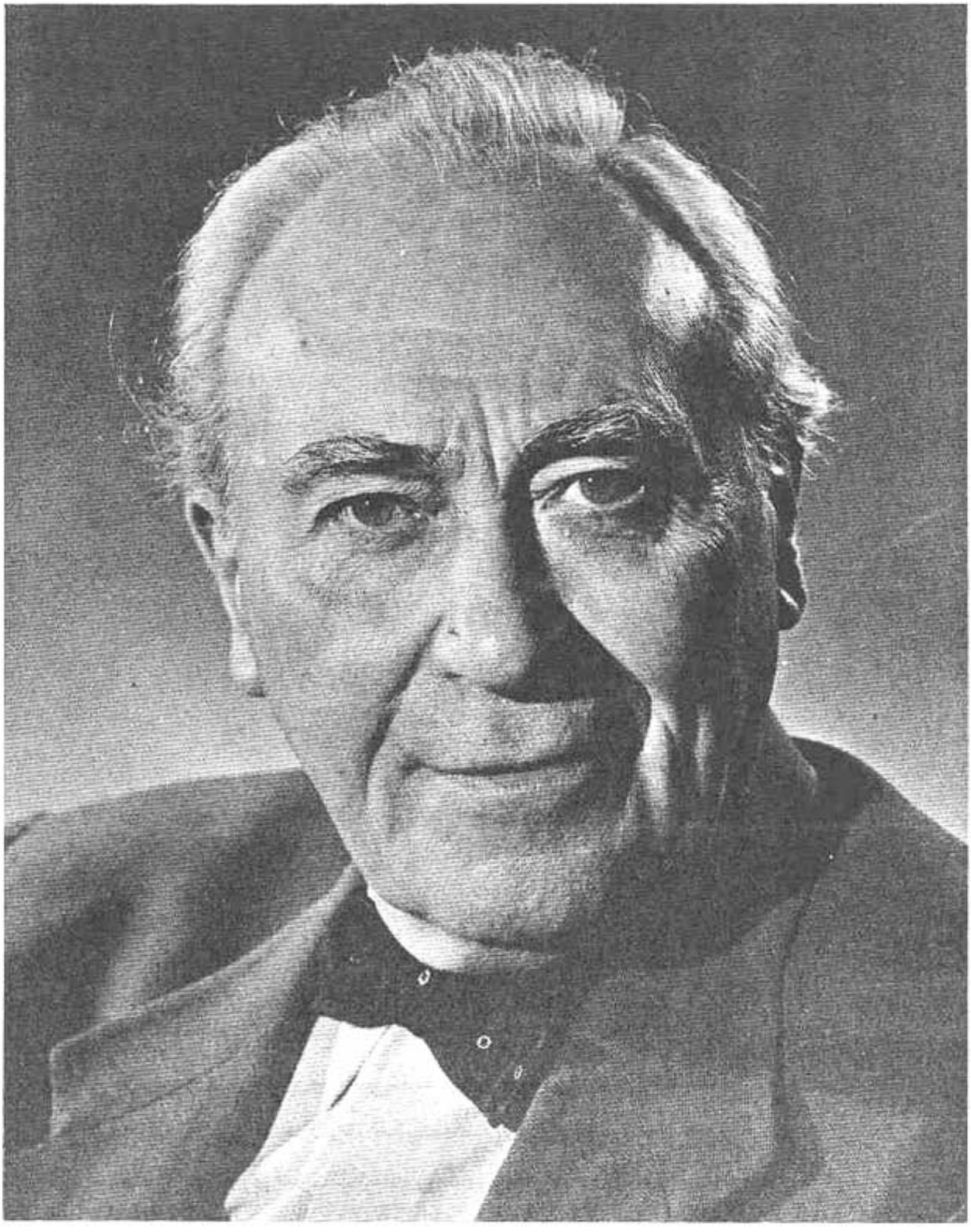
از آنجا که «عکس» دارای ساختمان به هم پیوسته نیست و در بین دانه‌های نقره فاصله‌های خالی وجود دارد، لذا جزئیاتی از موضوع را، که کوچکتر از دانه‌های تشکیل دهندهٔ تصویر باشند، فیلم نمی‌تواند ثبت کند. برای تعیین قدرت و قابلیت یک فیلم در ثبت کوچکترین جزئیات دریافت شده از عدسی (که آنرا قدرت تفکیک لایهٔ حساس می‌گویند) تعداد خطوط معیار مخصوصی را که در هر میلیمتر تصویر نگاتیو (در روی فیلم) به کمک میکروسکپ می‌توان تشخیص داد، می‌شمارند. این



تصویر ۳۶
استفاده از فیلم سریع و آگراندیسمان زیاد باعث بیرون زدن دانه‌های نقره شده است.

کنترل دقیق از طرف سازندگان اجرا می‌شود؛ برای ما کافی است بدانیم که:

- هرچه فیلم کُندتر باشد قدرت تفکیک بیشتری دارد.
- سرعت، دانه‌بندی و قدرت تفکیک، ویژگیهایی هستند که ارتباط متقابل دارند.



تصویر ۳۷
نکچهرهٔ پروفسور رومن گیرشمن، باستان‌شناس فرانسوی. به علت استفاده از فیلم دانه ریز و آگراندیسمان کم، اثری از دانه‌های نقره دیده نمی‌شود. عکس از مؤلف.

حسّاسیّت در برابر رنگها

لایهٔ حسّاس فیلمها و شیشه‌های عادی فقط به اشعهٔ «بنفش ــ آبی» نور سفید حسّاس است، یعنی رنگهای دیگر در آن تأثیری ندارد و عکس‌شان گرفته نمی‌شود. از اینرو در موقع تهیهٔ ترکیبات ژلاتینی برای ساختن لایهٔ حساس، مواد شیمیایی بسیار مرکّبی از سری سیانین‌ها (برای رنگهای نارنجی و قرمز) اریتروزین و اِئوزین (برای زرد و سبز) به آن می‌افزایند تا فیلمها حسّاسیّت گسترده‌ای نسبت به تمام رنگهای طیف کسب کنند. چنین فیلمهایی را پانکروماتیک می‌نامند. برای عکسبرداری از موضوعهای تکرنگ (مثل نمونهٔ حروفچینی کتابها) از فیلمهای دیگری که اُرتوکروماتیک خوانده می‌شوند می‌توان استفاده کرد. این فیلمها نسبت به رنگ قرمز حسّاس نیستند.

فیلمهای معمول بیشتر پانکروماتیک هستند ولی حسّاسیت همهٔ آنها یکسان نیست: فیلمی به رنگ آبی و فیلم دیگری به قرمز حسّاسیّت بیشتری دارد. شاید در برگ مشخصات فیلم دو درجهٔ سرعت برای آن نوشته شده باشد که یکی برای نور روز و دیگری برای نور مصنوعی است. عملاً، اکثر فیلمهای پانکروماتیک در نور روز سرعت بیشتری دارند، چون در نور لامپ‌های الکتریکی اشعهٔ «آبی ــ بنفش» کمتری وجود دارد، در صورتی که فیلمهای مزبور بیش از اشعهٔ سبز و قرمز به این اشعه حسّاس‌اند. از این اختلاف سرعت اغلب چشم‌پوشی می‌شود، زیرا از طرفی عکاسان آماتور کمتر با نور چراغ کار می‌کنند و از طرف دیگر دامنهٔ عمل فیلمها قادر به تحمّل آن است.

دامنهٔ عمل

در تصاویر سیاه و سفید، نواحی مختلف موضوع به وسیلهٔ اختلاف روشنی یا کُنتراست مشخص می‌شود. در یک منظرهٔ آفتابی، نور روشن‌ترین جاها تا ۵۰ برابر روشنی سایه‌هاست، و در این مورد می‌گوییم که اختلاف روشنی موضوع ۱ به ۵۰ است. اما در یک روز بارانی که آسمان ابری و خاکستری رنگ است نسبت مزبور ممکن است تا ۱ به ۵ کاهش یابد. در وضع ضدنور، هنگامی که خورشید تقریباً در برابر دوربین است، نسبت این اختلاف به ۱ به ۱۰۰۰ می‌رسد.

همهٔ فیلم‌ها، نمی‌توانند اختلافهای روشنی صحنه را به خوبی ارائه دهند.

جدول ۱. اختلاف روشنی (کنتراست) در موضوعهای گوناگون

موضوع	اختلاف روشنی			
مناظر طبیعت در موقعی که آفتاب می‌درخشد	از	۱:۲۵	تا	۱:۳۰
مناظرطبیعی در زمانی‌که آسمان را ابرپوشانده	از	۱:۴	تا	۱:۱۰
مناظر طبیعی در هوای آفتابی به شرط وجود اشیایی تیره در جلو عکس	از	۱:۳۰	تا	۱:۶۰
مناظر طبیعی در هوای آفتابی به شرط وجود اشیایی روشن در جلو عکس	از	۱:۱۰۰	تا	۱:۱۰۰۰
مناظر ضدنور	از	۱:۲۰۰	تا	۱:۱۰۰۰
مناظر در هوای مه‌آلود	از	۱:۲	تا	۱:۴
داخل ساختمانهای بدون پنجره		۱:۱۰		
داخل ساختمانهای با پنجره	تا	۱:۱۰۰۰	و بیشتر	
صورت اشخاصی که موهای روشن دارند		۱:۱۰		
صورت اشخاصی که موهای تیره دارند		۱:۱۰۰		

حداکثر اختلاف روشنی که یک فیلم معیّن قادر به ارائهٔ صحیح آن است فاصلهٔ نوردهی درست نام دارد. در صورتی که فیلمی فاصلهٔ نوردهی درست آن بیشتر از کُنتراست موضوع باشد دارای دامنهٔ عمل کافی است، و این بدان معنی است که ما عملاً می‌توانیم با آن تا حدودی با اشتباه در محاسبهٔ نور عکس بگیریم (این اشتباه، خواه در انتخاب دیافراگم باشد خواه در درجهٔ سرعت مسدود کننده)، و نگاتیوی به دست بیاوریم که در موقع آگرائدیسمان نتیجهٔ خوب از آن گرفته شود.

هر قدر موضوع دارای کُنتراست کمتری باشد دامنهٔ عمل فیلم وسیعتر خواهد بود. و بالعکس؛ در یک موضوع پُر کنتراست دامنهٔ عمل بسیار کاهش خواهد یافت و یا اصلاً وجود نخواهد داشت. اما همیشه و در هر حال محاسبهٔ صحیح و انتخاب سرعت و دیافراگم دقیق بهترین تصاویر را به وجود می‌آورد. فیلمهای سریع معمولاً از وسعت عمل بهتری برخوردارند، در صورتی که فیلمهای کُند اشتباهات کم و بیش بالاتر از صد در صد را، که حدود یک درجهٔ دیافراگم باشد، ابداً تحمل نمی‌کنند.

کُنتراست لایهٔ حساس

فیلم نگاتیو، موضوع را با رنگهای سیاه و سفید و نیمسایه‌های خاکستری میان آن دو ارائه می‌کند. در بین سفیدی خالص (شفافیت کامل نگاتیو) و سیاهی (تیره‌ترین و ناشفاف‌ترین ناحیهٔ نگاتیو) هر چه تعداد نیمسایه‌ها یا خاکستریهای قابل تشخیص و تمیز از یکدیگر بیشتر باشد، کُنتراست فیلم پایین‌تر خواهد بود. بعضی فیلمها تصویری از موضوع پدید می‌آورند که در آن جز سیاهی و سفیدی (جاهای شفاف) چیزی نیست (بدون خاکستری). چنین فیلمهایی معمولاً در صنعت گرافیک و چاپ به کار برده می‌شوند.

در فیلمهای پانکروماتیک معمولی نیز کُنتراست می‌تواند متغیّر باشد. معمولاً فیلمهای کُند دارای کُنتراست بیشتری نسبت به فیلمهای سریع هستند.

انواع فیلمهای سیاه و سفید برحسب سرعت

چنانکه گفته شد، فیلمها با قدرت و سرعتهای گوناگونی ساخته می‌شوند. انواع معمول آنها و موارد استفادهٔ هر کدام عبارت‌اند از:

فیلم خیلی کُند (ISO ۲۵/۱۵). برای موضوعهای ساکن و بیحرکت. به علت ریزی زیاد دانه‌های نقره تهیهٔ عکسهای خیلی بزرگ از این نگاتیوها، بدون دیده شدن دانه، ممکن است.

فیلم کُند (ISO ۵۰/۱۸). برای کنار دریا، روی برف، دشت و بیابان و هر جای وسیع و باز و در زیر نور خورشید این فیلمها ترجیح دارد. با اینکه دانه‌های آنها خیلی ریز است معهذا در صورت وجود نور کافی با آنها می‌توان با سرعت $\frac{۱}{۱۲۵}$ ثانیه و دیافراگم ۱۶ کار کرد.

فیلم متوسط (ISO ۱۰۰/۲۱). در مواقعی که برنامهٔ خاصی در بین نیست و احتمال عکسبرداری مخصوصی وجود ندارد بهتر است یک فیلم متوسط در دوربین باشد. این فیلمها با داشتن دانه‌های نسبتاً ریز، از قدرت و سرعت کافی نیز بهره‌مند هستند.

فیلم سریع (ISO ۲۰۰/۲۴). موقعی که سرعت عمل زیاد و دیافراگم بسته ضروری باشد، باید از این نوع فیلمها استفاده شود.

فیلم خیلی سریع (ISO ۴۰۰/۲۷). در شرایط نامساعد نور، وقتی سرعت عمل نیز لازم باشد، این فیلمها کمک شایانی انجام می‌دهند.

فیلم فوق‌العاده سریع (ISO ۱۰۰۰/۳۱ تا ISO ۱۰،۰۰۰/۴۱). این فیلمها با قدرت و سرعت فوق‌العادهٔ خود عکسبرداری در ضعیف‌ترین نور را امکانپذیر می‌سازند. اغلب آنها، برعکس فیلمهای معمولی، نسبت به نور چراغ بیش از نور خورشید حسّاسند.

لازم به تذکر است که سرعت فوق‌العاده، بدون دانه‌های درشت ممکن نیست. بنابراین در عکسهای بزرگ از دیده شدن آنها نباید ناراحت شد.

برای سنجش دقیق نور وسیله‌ای به نام **نورسنج** وجود دارد اما در فضای باز

جدول ۲. مقایسهٔ درجه‌های حسّاسیّت فیلمها و سطوح حسّاس

ISO[1] جهانی	ASA[2] امریکایی	DIN[3] آلمانی	ISO	ASA	DIN
۲۵/۱۵	۲۵	۱۵	۲۰۰/۲۴	۲۰۰	۲۴
۳۲/۱۶	۳۲	۱۶	۲۵۰/۲۵	۲۵۰	۲۵
۴۰/۱۷	۴۰	۱۷	۳۲۰/۲۶	۳۲۰	۲۶
۵۰/۱۸	۵۰	۱۸	۴۰۰/۲۷	۴۰۰	۲۷
۶۴/۱۹	۶۴	۱۹	۵۰۰/۲۸	۵۰۰	۲۸
۸۰/۲۰	۸۰	۲۰	۶۴۰/۲۹	۶۴۰	۲۹
۱۰۰/۲۱	۱۰۰	۲۱	۸۰۰/۳۰	۸۰۰	۳۰
۱۲۵/۲۲	۱۲۵	۲۲	۱۰۰۰/۳۱	۱۰۰۰	۳۱
۱۶۰/۲۳	۱۶۰	۲۳			

1) International Organization for Standardization

2) American Standards Association

3) Deutsche Industrie Norm

بدون احتیاج به آن نیز می‌توان با استفاده از جدول شمارهٔ ۳ نتایج کاملاً خوب و درستی به دست آورد.

جدول ۳. چگونگی محاسبهٔ نور در فضای باز برای فیلمهای متوسط ISO ۸۰/۲۰ تا ISO ۱۲۵/۲۲

سرعت: ۱/۱۰۰ یا ۱/۱۲۵ ثانیه	آفتاب درخشان	آفتاب در پشت ابر نازک	ابری روشن	ابری تیره	سایهٔ مجاور آفتاب
۱ ــ موضوعهای روشن مانند برف، ماسه‌های کنار دریا و بیابان، ساختمانهای سفید، اشخاص سفیدپوست با لباسهای روشن	f/۱۶	f/۱۱	f/۸	f/۵٫۶	f/۴
۲ ــ موضوعهای متوسط مانند کوه، دشت و صحرا، ساختمانهای آجری، اشخاص با لباسهایی به رنگ متوسط	f/۱۱	f/۸	f/۵٫۶	f/۴	f/۲٫۸
۳ ــ موضوعهای تیره مانند تمام سبزیها، جنگل، چمن و غیره، شخص سیاهپوست با لباس قهوه‌ای و نظایر آنها	f/۸	f/۵٫۶	f/۴	f/۲٫۸	f/۲

این جدول برای بهار و پاییز مناسب است. در تابستان دیافراگمها باید یک درجه بسته‌تر باشد. در تمام احوال، درجات بالا از یک ساعت بعد از طلوع آفتاب تا یک ساعت به غروب مانده معتبر است. در اوایل و آخر روز نور بیشتری لازم است (دیافراگم بازتر یا زمان بیشتر). در صورت استفاده از فیلم ISO ۲۰۰ کافی است با حفظ درجات دیافراگم مذکور، به جای سرعت ۱/۱۲۵ ازسرعت $\frac{۱}{۲۵۰}$ ثانیه استفاده شود. برعکس، با فیلم ISO ۵۰ سرعت را باید یک درجه پایین آورد ($\frac{۱}{۶۰}$).

چون موضوعها همگی ساکن و بیحرکت نیستند و حتی سرعت حرکت آنها فرق می‌کند لذا همهٔ عکسها را با سرعت واحد نمی‌توان گرفت. از طرف دیگر، موضوع معینّی را که سرعت یکنواخت دارد از هر جهت و در همه حال ممکن نیست با یک سرعت بدون تکان‌خوردگی‌عکاسی‌کرد. با مراجعه به جدول شمارهٔ ۴،می‌توان محاسبات لازم را به عمل آورد.

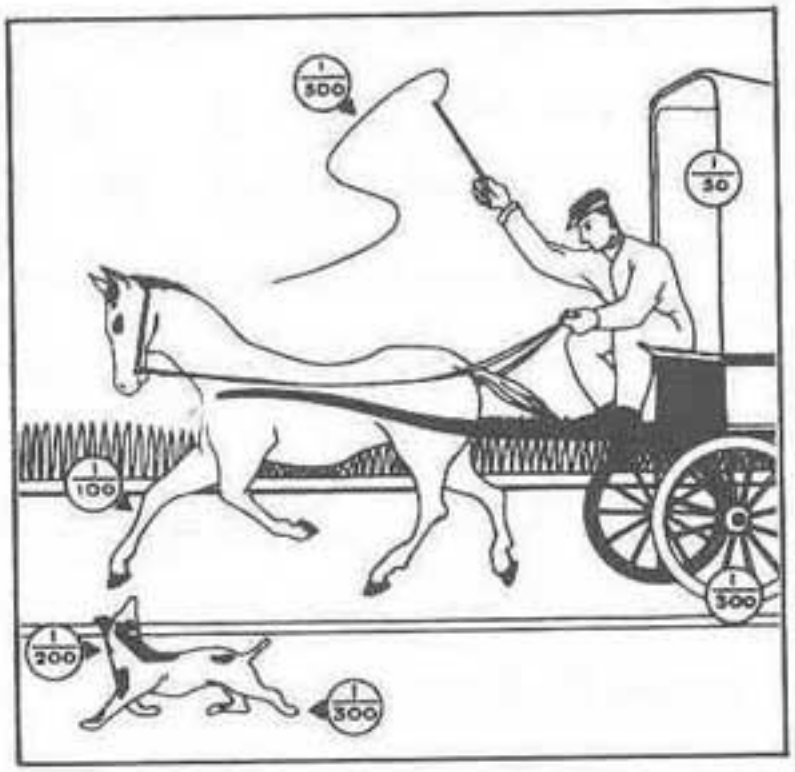
جدول ۴. حداقل سرعت عکسبرداری از موضوعهای متحرک

برای عکسبرداری از موضوعهایی که در فاصله‌ای مساوی ۱۰۰ برابر فاصلهٔ کانونی عدسی در حال حرکتند[1]	جهت حرکت نسبت به دوربین[2]		
	↑ ↓	↙ ↗	← →
مناظر طبیعت که در آن درختها و یا آب به طور آرام تکان می‌خورد	—	—	۱/۳۰
اشخاصی که راه می‌روند ، ماشینهایی که آهسته حرکت می‌کنند	۱/۳۰	۱/۶۰	۱/۱۲۵
راه‌پیمایی سریع، مناظر کوچه و خیابان با حرکت ماشینها، راه رفتن عادی اسبها	۱/۶۰	۱/۱۲۵	۱/۲۵۰
مسابقات دو، دوچرخه‌سواری عادی، ماشینها با سرعت متوسط، اسبها در حال یورتمه	۱/۱۲۵	۱/۲۵۰	۱/۵۰۰
عملیات ورزشی، مسابقات دوچرخه‌رانی	۱/۲۵۰	۱/۵۰۰	۱/۱۰۰۰
ماشینها با سرعت تمام، حرکتهای سریع ورزشی، چهارنعل و یا پرش اسب	۱/۵۰۰	۱/۱۰۰۰	۱/۲۰۰۰

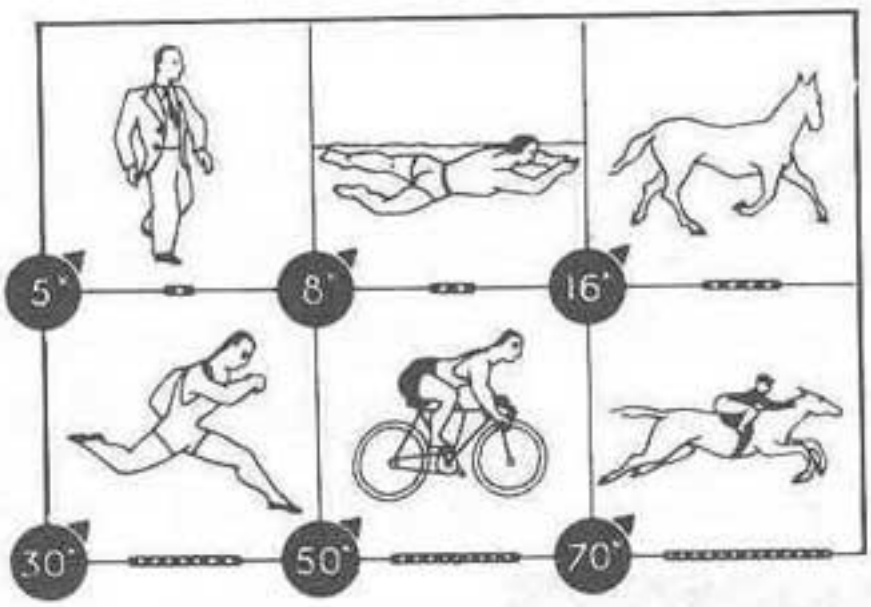
۱) مثلاً با دوربین ۶ × ۶ که فاصلهٔ کانونی آن ۸۰ میلیمتر است:

۸متر = ۸۰۰۰میلیمتر = ۱۰۰ × ۸۰

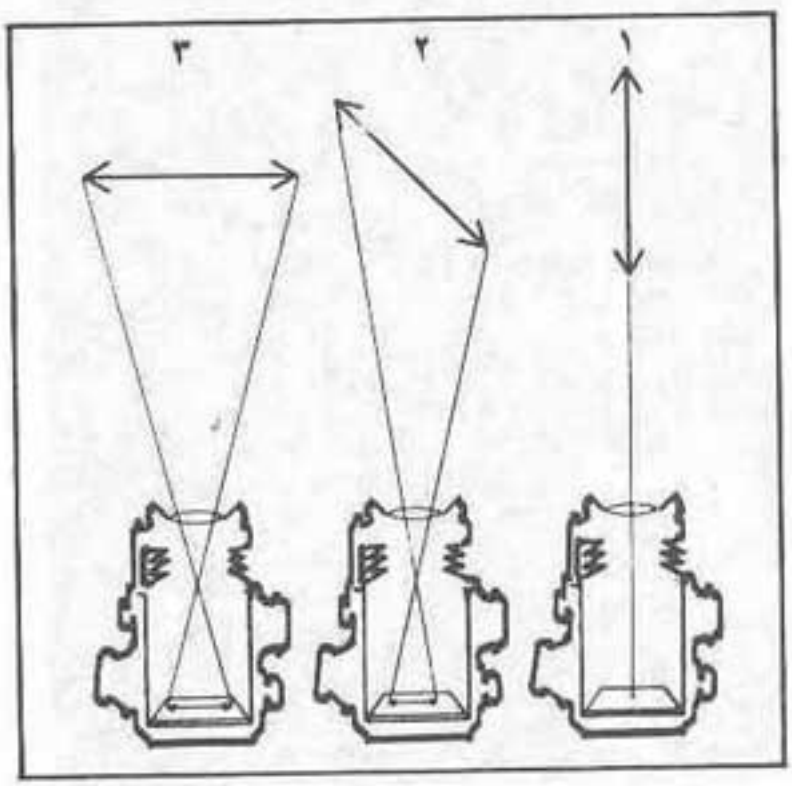
۲) نگاه کنید به تصویر ۴۰.



تصویر ۳۸
قسمتهای مختلف یک موضوع متحرک سرعتهای متفاوتی دارند و «منجمد» کردن آنها در تصویر نیاز به سرعتهای متفاوت مسدود کننده دارد.



تصویر ۳۹
سرعت حرکت چند نوع موضوع متحرک برحسب کیلومتر در ساعت.



تصویر ۴۰
جهت حرکت موضوع نسبت به دوربین: ۱) در امتداد محور عدسی؛ ۲) به صورت مایل نسبت به محور عدسی؛ ۳) عمود بر محور عدسی.

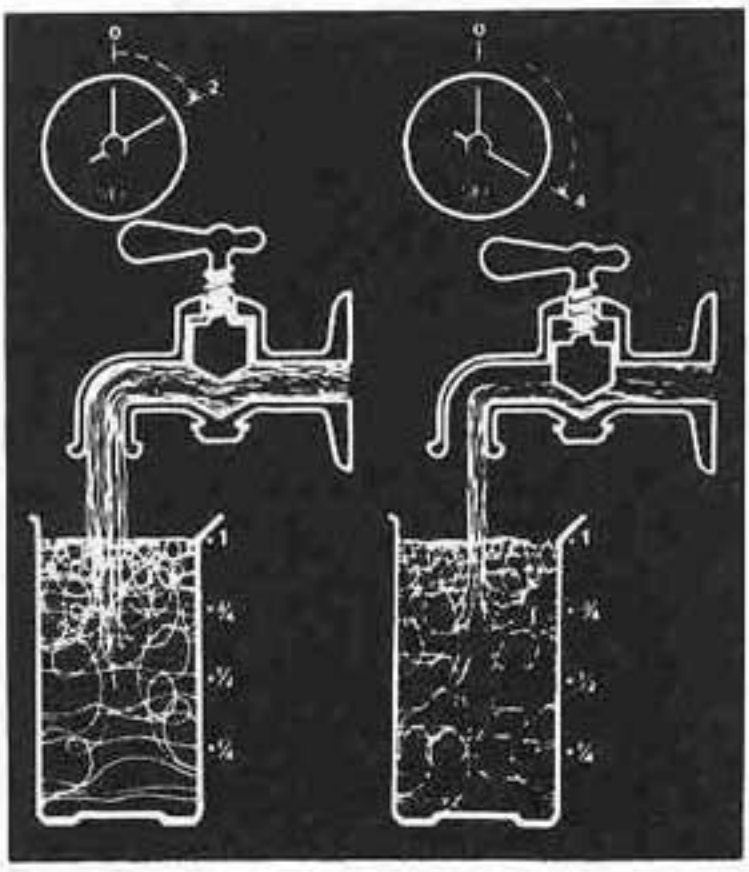
چنانکه قبلاً نیز گفته شد، درجه‌های سرعت و دیافراگم چنان تقسیم و تنظیم شده است که از هر درجه به درجهٔ دیگر، مقدار نور دو برابر و یا نصف می‌شود: مثلاً اگر سرعت $\frac{1}{60}$ ثانیه را در نظر بگیرید خواهید دید که در یک طرف آن ۱/۳۰ و در طرف دیگر ۱/۱۲۵ ثانیه وجود دارد. درجه‌های دیافراگم نیز چنین است؛ اگر دیافراگم ۱۱ را به طور مثال انتخاب کنید مقدار نوری که از آن عبور می‌کند دو برابر دیافراگم ۱۶ و نصف دیافراگم ۸ است.

بدین ترتیب با افزودن یا کاستن هریک درجهٔ سرعت لازم است یک درجه دیافراگم نیز باز یا بسته شود. مثال: داریم عکسی با دیافراگم f/۱۱ و سرعت ۱/۶۰ ثانیه می‌گیریم. اگر بخواهیم سرعت یا دیافراگم را یک درجه کم یا زیاد کنیم باید به شکل زیر عمل شود:

۱/۳۰ و f/۱۶ یا | ۱/۶۰ و f/۱۱ | یا ۱/۱۲۵ و f/۸

در هر سه وضع، مقدار نوری که به سطح فیلم می‌رسد یک اندازه است.

این موضوع را به شکل زیر می‌توان بهتر توجیه و تفهیم کرد:
لازم است که یک منبع معیّن از آب پر شود، اگر دهانهٔ شیر گُشاد باشد و آب بیشتری از آن بگذرد، در مدت کوتاهتری منبع پر خواهد شد. برعکس اگر دهانه تنگ باشد آب کمتری خواهد گذشت و پر شدن منبع زمان بیشتری لازم خواهد داشت.



تصویر ۴۱
تأثیر نور بر لایهٔ حساس شبیه به عمل شیر آب در پُر کردن یک ظرف است. هرقدر آب بیشتری از شیر بگذرد پُرشدن ظرف در زمان کوتاه‌تری انجام می‌گیرد.