فیلم‌ها و کاغذهای عکاسی چگونه ساخته میشود؟

امولسیون‌های حساس

هادی شفائیه

اگر مقداری برمورپتاسیم[1] و یدورپتاسیم[2] را درمحلولی از ژلاتین حل‌کرده ودرحالیکه آنرا به شدت وبدون توقف بهم میزنند با فشار وقدرت عمل نیترات نقره[3] بدان داخل‌کنند خمیری به دست میآیدکه نسبت به نورحساسیت‌دارد ودرحقیقت همان لایه‌ی حساس[4] است‌که روی فیلم‌ها کشیده میشود وبه وسیله‌ی آن عکسبرداری امکان‌پذیر میگردد. در طی این عملیات، نقره‌ی نیترات نقره با برمور و یدور پتاسیم ترکیب شده، برمور نقره[5] و یدور نقره[6] ایجاد میشود.

این املاح متبلور[7] نقره درمحلول ژلاتین قابل‌حل نبوده ودرآنجا به حال **تعلیق**[8]، مانند قطعات بسیار ریزکره و پنیر درداخل شیر، باقی میماند. درنتیجه‌ی بهمزدن شدید، املاح معلق بطوریکنواخت دراین خمیر تقسیم میگردد.

میزان حساسیت بلورهای ملح نقره نسبت به نور بستگی دارد: با حرارت محلول‌ها، جنس وغلظت ژلاتین، درجهٔ **تکامل**[9]، طبیعت ومقدار املاح حل شده.

تکامل چیزی‌نیست جز گرم‌کردن‌امولسیون‌درمدت‌معین، تاآنجا که خواص فتوگرافیك دلخواه را به دست آورد. این عمل با افزودن مقداری آمونیاك به نیترات نقره سهل‌تر انجام میگیرد (طریقه‌یی‌که ازطرف Gantois Van Monckhoven کشف شده‌است). درنتیجهٔ **ماتوراسیون**، امولسیون‌ها حساسیت بیشتری‌کسب میکنند.

بلافاصله بعد ازماتوراسیون، امولسیون را میگذارند تا **سفت** گردد وبرای این منظور آنرا چند ساعت درمیان یخ قرار میدهند.

امولسیونی‌که بدین ترتیب به دست آمده خالص نیست و درآن نیترات پتاس و سایر باقی‌مانده‌های فعل و انفعالات شیمیایی وجود داردکه باید به وسیله‌ی **ششتشو** حذف‌گردد. ازاینرو ابتدا آنرا به وسیله‌ی پرس مخصوص به قطعات‌کوچك تقسیم میکنند. طریقه‌های مختلفی برای اینکار متداول است که یکی ازآنها به شرح زیر است:

امولسیون را دراستوانه‌ی بزرگی‌که کف‌آن‌ازنقره ساخته شده و مانند دوش حمام و سر آب‌پاش سوراخ سوراخ است میریزند وآنرا فشار میدهند تا ازسوراخها به شکل دانه‌هایی خارج‌گردد. این‌دانه‌ها به‌وفور شستشو داده میشود وسپس‌برای چکیدن آب به انتظار میماند. طی این عملیات، مواد حذف شدنی درآب حل شده املاح نقره‌ی غیرقابل حل (برمور، یدور، کلرور) در امولسیون باقی میماند.

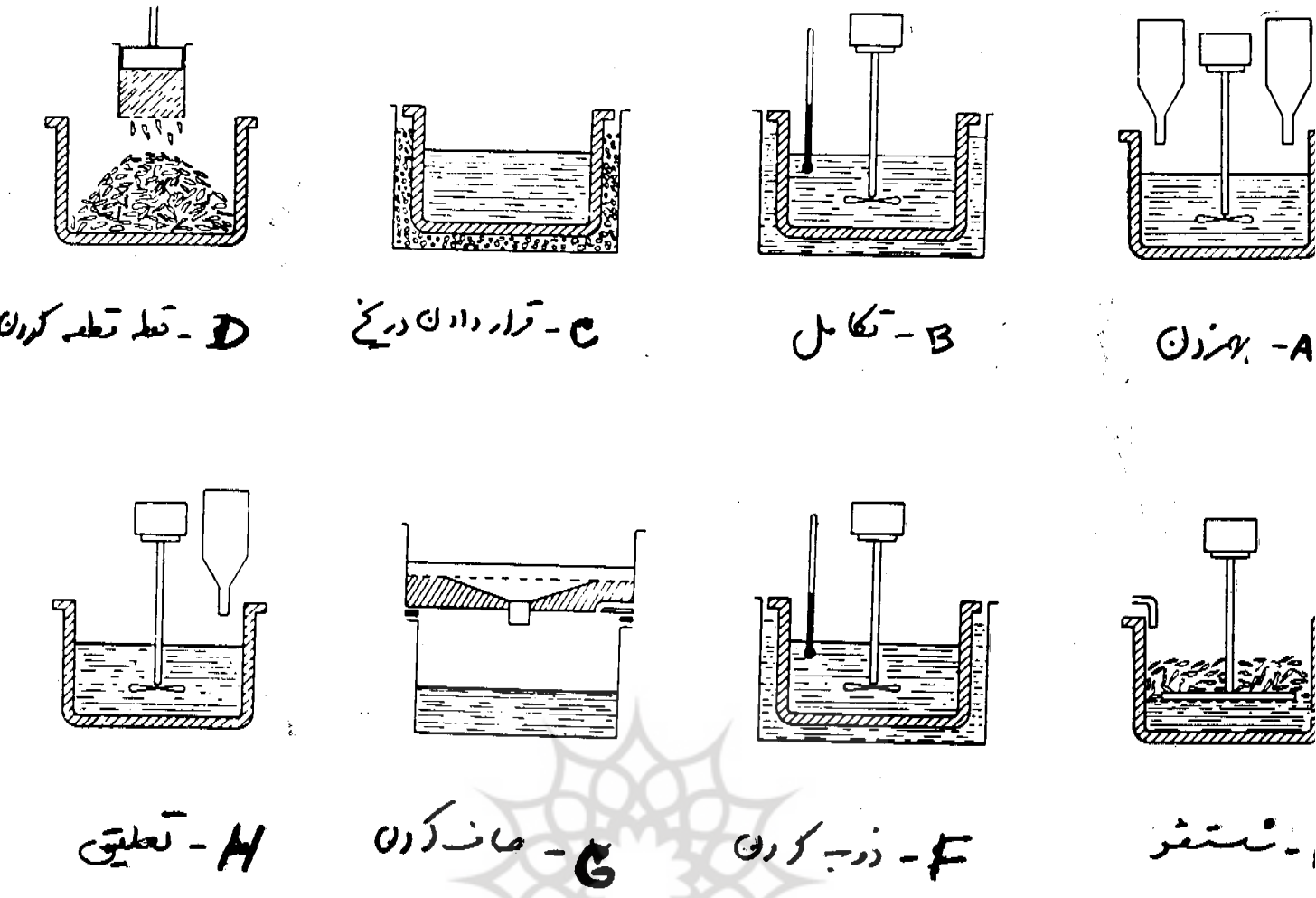
آنگاه نوبت **ماتوراسیون** دوم میرسد. دوباره امولسیون را ذوب میکنند وآنرا درحرارت معین مدتی نگهمیدارند تا حساسیت[10] و گراداسیون[11] لازم راکسب‌کند.

بالاخره مواد دیگری به آن میافزایند تا ازفاسد شدن وگندیدن جلوگیری شود، ریزش[12] آن برروی فیلم سهل‌تر گردد، بعضی خواص بدان بدهد ویا آنها را تعدیل‌کند.

پیش‌ازاینکه امولسیون حاضررا روی فیلم‌های سلولوئید یاکاغذها بکشند لازم است فیلم یاکاغذ با انجام عملیات متعدد حاضر وآماده‌گردد.

بدین منظور روی سلولوئید یك لایه ژلاتین، که بطرز خاصی تهیه شده، کشیده میشود تا امولسیون به خوبی روی آن انطباق یابد. کاغذها با یك ویا چند لایه سولفات باریت[13]

1) Bromure de potasse.
2) Iodure de potasse.
3) Nitrate d'argent.
4) Emulsion sensible photographique.
5) Bromure d'argent.
6) Iodure d'argent.
7) Cristalisé.
8) Suspension.
9) Maturation.
10) Sensibilité.
11) Gradation.
12) Coulage
13) Sulfate de baryte.



آغشته میشود . نقش این ماده تنها انطباق کامل امولسیون با کاغذ نبوده ضمناً از نفوذ امولسیون درکاغذ نیز جلوگیری میکند و درخشش و رنگ مخصوص بدان می‌بخشد .

حساسیت و کنتراست

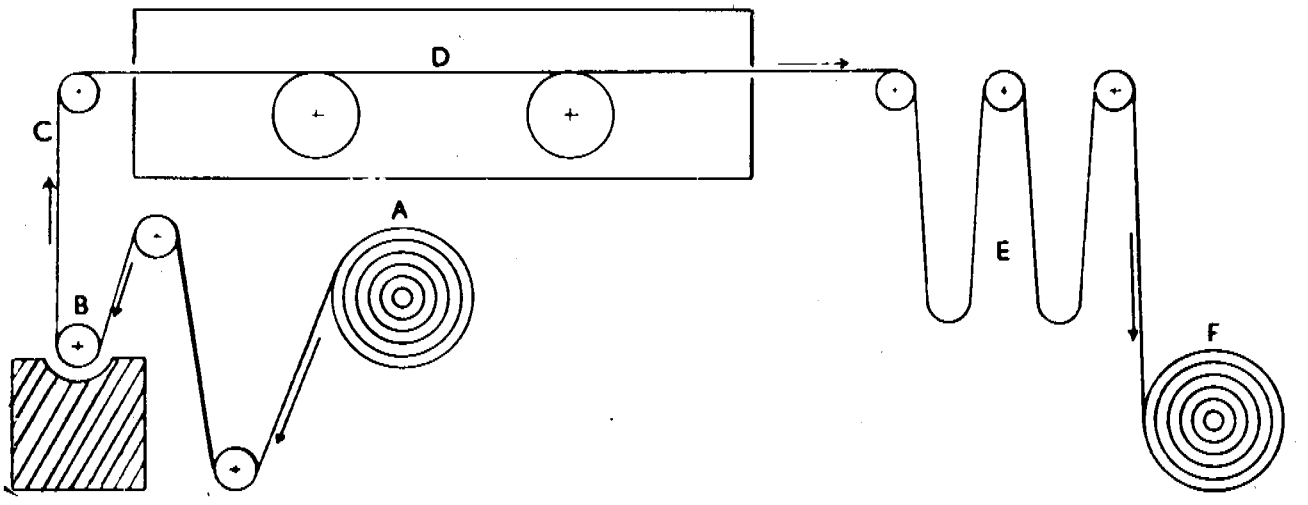
املاح نقره‌ی موجود در امولسیون نسبت به‌نور حساسند. یعنی اگر دربرابر نور قرارگیرند متحمل تغییر وتبدیل‌هایی میگردند . چگونگی این تغییر وتبدیل به خوبی شناخته نشده است . آنچه معلوم گردیده عبارتست ازاینکه هردانه‌ی نقره‌ی متأثر ازنور (اجتماع کریستال‌های املاح نقره)، یك لکه‌ی سیاه میکروسکپی عرضه میکندکه **جرم نور**[14] نامیده میشود ، مجموعه‌ی دانه‌هـــای شامل چنین جرمی **تصویر نامرئی**[15] را به وجود میآوردکه درموقع ظهور، این دانه‌های جرم‌دار سیاه میشود وتصویر مرئی ایجاد میگردد .

بعضی از امولسیون‌ها حساس‌تر از امولسیون‌های دیگر است ؛ بدین معنی‌که تأثیرات نورانی ضعیف‌تر ، یا زمان‌های کوتاهتر ، برای ایجاد تصویردرآنهاکفایت میکند . بنابراین ، تحت شرائط مساوی ، لازم است چنین موادی نسبت به انواع دیگرکمتر درمعرض نور قرارگیرد . بدین تـــرتیب ، لزوم شناسایی دقیق درجه‌ی حساسیت امولسیون‌های مورد استفاده ، برای تنظیم صحیح درجات دیافراگم وسرعت به خوبی معلوم می‌گردد .

تدوین میزان‌ومقیاس دقیق حساسیت، به حدی‌که درنظر اول آسان مینماید نیست . زیرا **حساسیت** به عوامل متعددی بستگی داردکه امکان تفکیك آنها نیست و ازاینرو ، موضوع درخور تعبیر و تفسیرهای مختلف است و سیستم‌های گوناگونی که برای تعیین حساسیت‌ها و اختلافات آنها ترتیب یافته از همین‌جا سرچشمه میگیرد .

علمی‌که خواص‌مختلف‌امولسیون‌هارامطالعه وطریقه‌هایی

14) Germe de lumière.
15) Image latente.



۱ ــ ریزش امولسیون روی سلولوئید یا کاغذ

سلولوئید یا کاغذ آماده از حلقهٔ (A) به سیلندر (B) منتقل ودرآنجا امولسیون‌حساس به‌رویش‌کشیده میشود. سلولوئید یاکاغذ امولسیون‌دار (C) به محفظهٔ سردکننده (D) میگذردکه درآنجا امولسیون گرم ، سرد و سفت میگردد وسپس درخارج این محفظه آویزان میشود (E) تا بحد کافی خشک‌گردد وبالاخره به‌حلقه (F) می‌پیچد که از آنجا برای بریدن به قطعات مختلف انتقال یابد .

برای اندازه‌گیری آنها جستجو میکند **سانسیتومتری**[16] نامیده می‌شود .

سانسیتومتری ، به وسیله‌ی یك منحنی ، که آنرا منحنی سیاه شدن مینامند ، چگونگی سیاه شدن یك امولسیون را دربرابر تأثیرات مختلف نور نشان میدهد .

میدانیم که درموقع گرفتن یك عکس ، درزمانی یکسان ، نقاط مختلف یك امولسیون تحت تأثیر نورهایی با شدت کم وبیش قرار میگیردکه ازنواحی تیره و روشن موضوع بدان میرسد . پس ازظهور ، هریك ازاین آثار نور ، روی لایه‌ی حساس با مقداری سیاهی تظاهرمیکندکه با شدت وضعف نور نسبت معینی دارد . منحنی مزبور بطور شماتیك نشان میدهد که چگونه به نسبت کمیت نور ، « سیاه شدن » به تدریج شدت می‌یابد . بدین ترتیب ، شخص مطلع با یك نگاه میتوانـد به خواص اساسی یك امولسیون پی ببرد .

این منحنی چگونه ترتیب می‌یابد ؟

اگر یك شیشه‌ی دراز را به مستطیل‌های کوچك تقسیم کرده وازراست به چپ آنها را با لایه‌یی ازرنگ مخصوص به تدریج پررنگتر وتیره‌ترسازیم یك «**معیار**» به دست خواهد آمد (شکل ۳ قسمت A مقطع عرضی شیشه) .

مستطیل اول کاملاً بیرنگ است و دومی ازیك‌لایه رنگ به حدی پوشیده شده‌که درست نصف نور رسیده را ازخود عبورمیدهد ، سومی ازیك لایه‌ی دوبل پوشیده شده وهمینطور تاآخر . . . پس ، سومین درجه $\frac{1}{4}$ نور را میگذراند ، چهارمی $\frac{1}{8}$ و الخ . . .

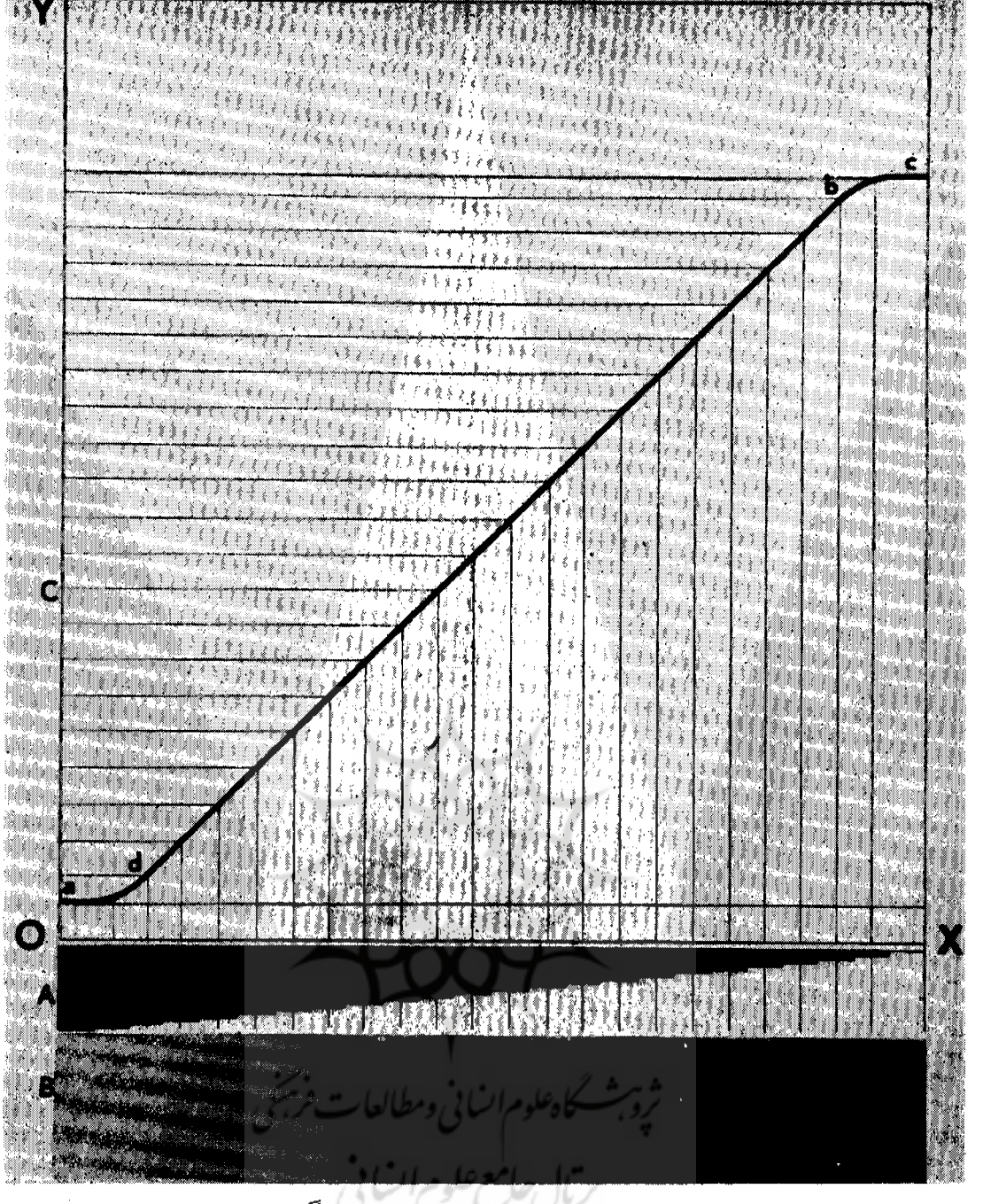
حالا اگر یك امولسیون عکاسی‌را زیر این **معیار** گذاشته ونوری به‌آن دهیم ، پس‌ازظهور ، نگاتیف‌آن به دست خواهد آمد (شکل ۳ قسمت B) .

دراین شکل مستطیل‌هایی دیده میشودکه ازسفید ، پله‌پله خاکستری تیره‌تر شده تا بالاخره به سیاهی‌کامل رسیده . این سیاه شدن قابل اندازه‌گیری است .

روی محور OX ارزش‌های ثابت شدت‌های نور ، که با پله‌های معیار مطابقت دارد ، منتقل میگردد و روی محور OY ارزش‌های میزان سیاه شدن اندازه‌گیری‌شده‌ی پله‌های کپی معیار نقل میشود . ازاین نقطه‌ها خطوطی موازی محور OX رسم میگردد . با ترسیم خطوط عمودی برروی محور OX ، که ازوسط پله‌های متوالی معیار بالا میرود ، یك سری نقطه‌های تقاطع به دست میآیدکه با اتصال این نقطه‌ها به یکدیگر ، منحنی « سیاه شدن » امولسیون مورد آزمایش ایجاد میگردد .

به طوری‌که مشاهده میشود این منحنی‌تشکیل‌یافته ازیك

16) Sensitomètrie.



گاما ۲ GAMMA

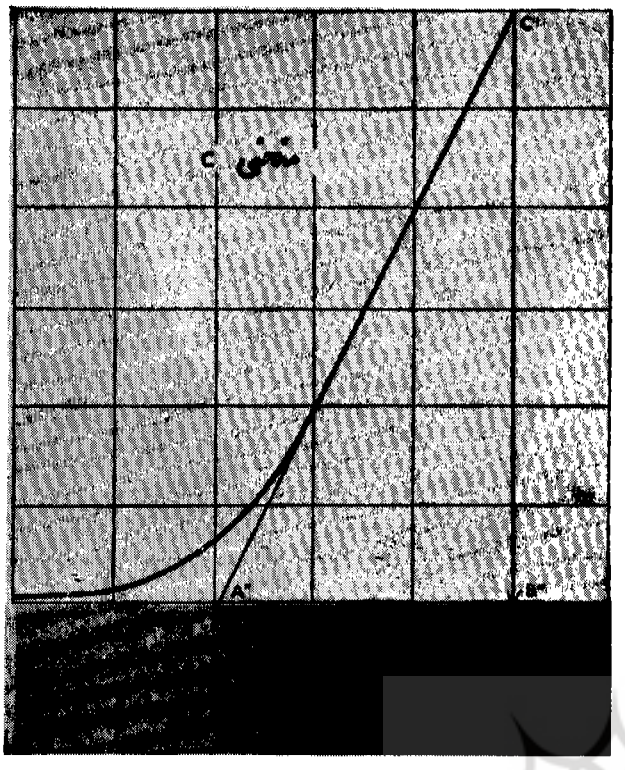
قسمت خط مستقیم (یا تقـریباً مستقیم) db و دو انحنای ad , bc ــ در قسمت مستقیم (db) به نسبت افزایش‌نور، « سیاه شدن » نیز بیشتر میشود . درناحیـــه‌ی ad افزایش سیاهی کمتر ازقسمت db است؛ درناحیه‌ی bc «سیاه شدن» به تدریج کاهش مییابد تاآنجاکه منحنی تغییر جهت میدهد وبالاخره تشدید نور حتی باعث تقلیل سیاهی میشود . این حادثه را **سولاریزاسیون**[17] میگویند .

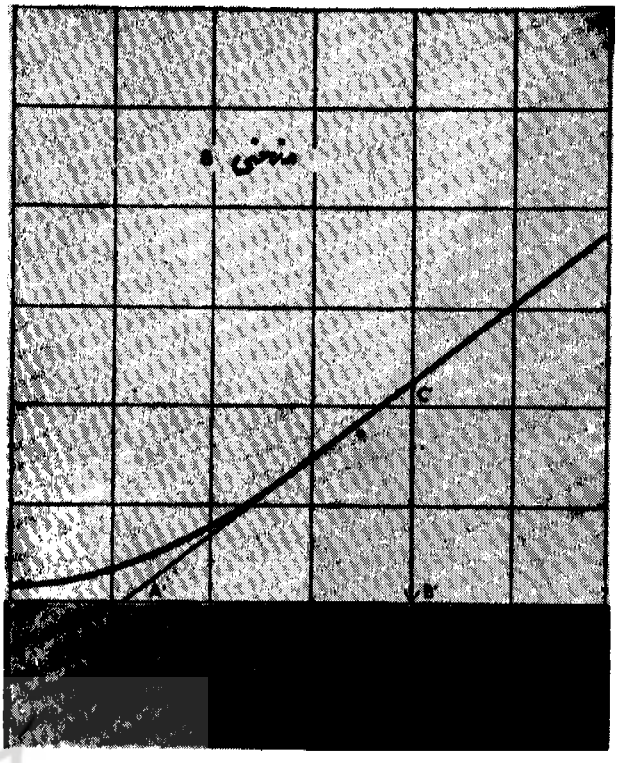
قسمت مستقیم db ناحیه‌ی **نور صحیح** است ، ad یا پایه‌ی منحنی به **کم‌نوری**[18] و bc یا شانه‌ی منحنی بـــه **پرنوری**[19] مربوط میباشد .

اگر منحنی‌های شکل‌های ٤ – ٥ – ٦ را با هم مقایسه کنیم مشاهده میشودکه طرز صعود آنها یکسان نیست ، یعنی که دربرابر افزایش مساوی شدت نور « سیاه شدن » آنها به همان میزان شدت نمی‌یابد .

قسمت مستقیم سه منحنی را تا حد محور افقی امتداد میدهیم وبه این ترتیب سه نقطه‌ی (A" - A' - A) به دست

17) Solarisation.
18) Sous - exposition.
19) Sur - exposition.





میآید . برروی هریك ازاین محورهای افقی یك خط عمود چنان رسم میکنیم که منحنی را درنقطه‌یی ازقسمت مستقیم آن قطع کند ؛ بدینگونه سه خط عمود CB - C'B' - C"B" ایجاد می‌شود .

نسبت $\frac{CB}{AB}$ را گامای منحنی A

نسبت $\frac{C'B'}{A'B'}$ را گامای منحنی B

نسبت $\frac{C"B"}{A"B"}$ را گامای منحنی C میگویند .

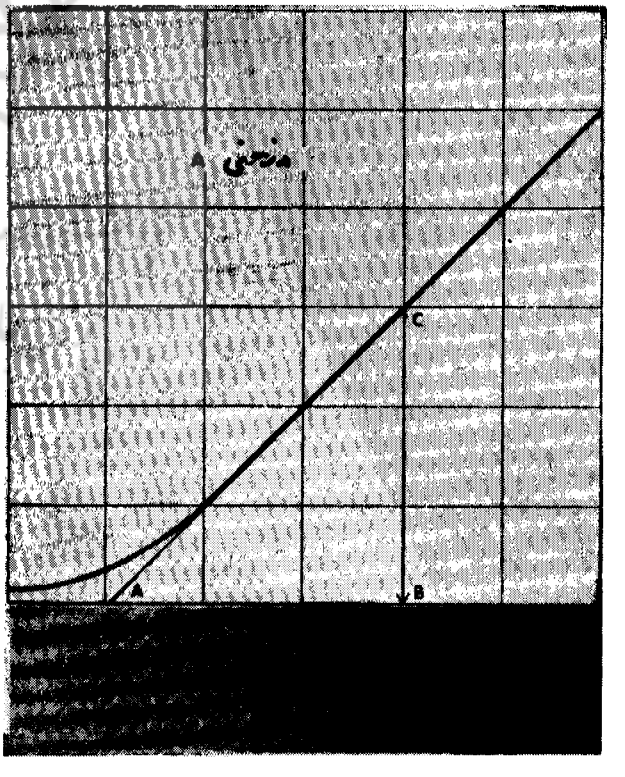
گاما ۲ **فاکتور کنتراست** امولسیون نیز نامیده میشود. کنتراست یك امولسیون وقتی **نرمال**[20] تلقی میشود که گامای آن درحدود (0,8 - 1,0) باشد : $\frac{CB}{AB} = 1$

در امولسیون‌های **سافت**[21] یا ملایم گاما پایین‌تر از 0,8 است :

$$\frac{C'B'}{A'B'} < 0'8$$

در امولسیون‌های **هارد**[22] یا قوی گاما بالاتر از 1,0 است :

$$\frac{C"B"}{A"B"} > 0,1$$



20) Normal.
21) Soft.
22) Hard.