

اصول تاریکخانه

در رادیو گرافی برای ایجاد یک کلیشه مطلوب، سه مرحله باید طی شود:

1. تشکیل تصویر نامرئی اشعه ایکس از عضو مربوطه
 2. تبدیل تصویر نامرئی اشعه ایکس به تصاویر قابل رؤیت که به روش های مختلف از جمله:
 - الف) بکار گیری اثر فتوگرافی اشعه X بر روی فیلم های حساس (همان رادیو گرافی)
 - ب) روش زیرو رادیوگرافی که بیش تر در مورد مواد با کنتراست پایین مانند ماموگرافی کاربرد دارد.
 - ج) بکار گیری اثر فلورسانسی اشعه X بر روی صفحات حساس
 - د) بکار گیری صفحات فسفر حساس به نور که مراحل آن به صورت زیر می باشد:
- تابش اشعه به فیلم → ذخیره انرژی → ^{اشعه لیزر} فوتون نوری → ^{آشکار ساز} جریان → اطلاعات دیجیتالی → بازسازی
3. مشاهده و تشخیص و تفسیر تصاویر مرئی
- هر تصویر واقعی 4 مشخصه دارد:

- 1) نویز
- 2) کنتراست
- 3) وضوح
- 4) قدرت تکنیک

نویز به اطلاعات نامطلوب در تصاویر اطلاق می شود در رادیو گرافی هر چه کمیت اشعه بالا برود، نویز کاهش پیدا می کند.

کنتراست به اختلاف سیاهی و سفیدی قسمت های مختلف فیلم گفته می شود. کنتراست پایین جزئیات را بیش تر نشان می دهد اما کنتراست بالا برای چشم بهتر است. یکی از روش های تنظیم کنتراست، تنظیم دقیق KV دستگاه است که KV با کنتراست رابطه عکس دارد.

قدرت تکنیک توانایی تصویر در نشان دادن دو جسم به صورت مجزا، در نزدیک ترین فاصله به هم می باشد و در گرافی $\frac{F}{mm}$ 20 است.

وضوح به محدوده و لبه تبدیل تصویر سفید و سیاه به یکدیگر اطلاق می شود. هر گاه دو تصویر از نظر وضوح یکسان باشند، هر کدام کنتراست بالا تری داشته باشد می گویند وضوح بالا تری دارد.

اصول فتوگرافی

به مرحله شیمیایی جهت تبدیل تصویر غیر قابل رؤیت به تصویر قابل رؤیت را ظهور فتوگرافی گویند. امولسیون یک فیلم، ماده حساس فیلم است که ژلاتین و هالید های نقره دو قسمت کلیدی امولسیون هستند. امولسیون روی بنیان فیلم قرار دارد. در هالید های نقره امولسیون، برمید نقره بیش ترین کاربرد را دارد (**حدود 98%**) و ید نقره کمتر استفاده می شود (**2%**). البته **کلرید نقره** فقط در موارد اختصاصی کاربرد دارد. هالید های نقره، نمک های سفید یا زرد کم رنگ هستند و پیوند بین آن ها یونی است و ژلاتین، هالید های نقره را با پراکندگی منظم درون خود نگه می دارد. هالید های نقره با گرفتن الکترون، خنثی شده و تبدیل به یون نقره می شوند. وقتی اشعه ایکس به فیلم می تابد الکترونی را از یون هالید (در این جا برمید) جدا می کند این الکترون پس از ¹¹ ثانیه به نقطه حساس امولسیون می رود. نقطه حساس در اثر نا خالص سازی مصنوعی کریستال های هالید نقره در **حین ساخت** ایجاد می شود.

وقتی الکترونی وارد نقطه حساس می شود تمایل دارد الکترون های بیش تری را جذب کند پس از جذب الکترون ها، یون های مثبت نقره به نقطه حساس می آیند و با گرفتن الکترون، تبدیل به اتم های نقره فلزی می شوند پس نقطه حساس، یک مرکز ظهور (Development Center) است. پس با تجمع تعداد زیادی از کریستال های هالید نقره، یک تصویر پنهانی روی فیلم ایجاد می شود. تصویر پنهانی در اثر تابش تشعشع ایجاد می شود.

تفاوت بین هالید نقره و نقره فلزی :

- هالید نقره در اثر عمل شیمیایی داروی **ثبوت**، تبدیل به ترکیبات قابل حل می شود اما نقره فلزی تحت تأثیر قرار نمی گیرد.
- از آن جا که نقره فلزی به نور کدرند پس قسمتهای تیره فیلم (کلیشه) را می سازند.
- هالید نقره به نور حساس است پس تصویر حاصل از هالید، دائمی نیست اما نقره فلزی به نور بی تفاوت است پس تصویری دائمی می سازد.

ژلاتین هم می تواند به حالت مایع و هم به حالت ژل جامد موجود باشد و هر زمان به حالت دیگری تبدیل شود.

خصوصیات ژلاتین به عنوان نگهدارنده امولسیون :

- (1) بستری برای ساخت و رشد کریستال های نقره
- (2) باعث توزیع یکنواخت کریستال های هالید نقره در امولسیون مایع می شود.
- (3) عدم واکنش با کریستال های هالید نقره و نیز حفظ تصویر پنهانی تا زمان ظهور
- (4) ژلاتین به راحتی از حالت مایع به جامد تبدیل می شود ولی باز هم دارای انعطاف پذیری کافی جهت مقاومت در برابر فشار های مکانیکی است.
- (5) ژلاتین رطوبت پذیر است پس در فرایند ظهور و ثبوت، مواد شیمیایی به داخل آن انتشار پیدا کرده و با کریستال های هالید نقره وارد عکس العمل می شوند.
- (6) ذرات نقره فلزی را محکم سر جای خود نگه می دارد و از تجمع آن ها جلوگیری می کند.
- (7) شفافیت دارد.

هالید نقره

نباید هیچ سابقه برخورد با نور را داشته باشند. این هالید ها در نتیجه برخورد (واکنش) شیمیایی نیترات نقره و یک هالید قلقلایی مانند برمید پتاسیم می باشد (برمور نقره متداول ترین هالید نقره است).

تولید امولسیون فتوگرافی

- (1) اضافه کردن محلول نیترات نقره و برمید پتاسیم به ژلاتین به میزان معین
- (2) ایجاد نیترات پتاسیم و برمید نقره (هر چه سریع تر انجام شود کنتراست بالا تر می رود).
- (3) پاک شدن نیترات پتاسیم از محلول و باقی ماندن برمید نقره در امولسیون
- (4) دو مرحله عمل آوردن (ripening) و هضم شدن (digestion) و تشکیل اندازه کریستال و سرعت آن و نیز نقطه حساس به وجود می آید.

5) افزودنی ها به امولسیون مانند

- مواد حساس کننده به منظور افزایش حساسیت و پاسخ به تابش
- مواد ضد کف برای جلوگیری از تشکیل حباب هوا و دیگر مواد مانند پلاستیکی، سخت کننده، مرطوب کننده، قارچ کش و ...

پوشاندن امولسیون روی پایه

پایه از جنس پلی استراست که با ماده زیر لایه پوشیده می شود، روی زیر لایه، امولسیون مایع با ضخامت یکسان پوشیده می شود و پس از سفت شدن امولسیون، لایه محافظ که از جنس ژلاتین است روی آن قرار می گیرد. در فیلم های یک طرفه، در طرف مقابل از یک لایه ژلاتین خالص به جای امولسیون استفاده می شود.

امولسیون های حساس به نور و امولسیون های حساس به اشعه

در نوع اول (حساس به نور) نور سهم عمده ای در ایجاد تصویر دارد (حدود 99%) (به خصوص طیف آبی - بنفش) و برای بالا بردن سهم آن، هالید های نقره را با اشکال متفاوت (پهن) بزرگ تر و نزدیک به هم می سازد و نیز ضخامت امولسیون را بالا می برند. البته ضخامت زیاد امولسیون، مشکلاتی مانند کاهش قدرت تفکیک، افزایش زمان ظهور و کاهش نفوذ فوتون نوری را به دنبال دارد.

فیلم دو طرفه

دو صفحه تشدید کننده دارد از مزایای آن، افزایش حساسیت (کاهش دوز بیمار و پرسنل و فشار روی نیوب) و افزایش کنتراست اما هزینه بالا و کاهش کیفیت تصویر (به علت نا واضحی) از معایب آن هاست [فیلم رادیوگرافی].

فیلم یک طرفه

دارای یک صفحه تشدید کننده و یک لایه امولسیون هستند و در سمت راست و بالای خود یک بریدگی دارند [فیلم ماموگرافی].

حساسیت طیفی

بیش ترین نوری که توسط امولسیون جذب می شود فوتون هایی اند که توسط ضخامت تشدید کننده ایجاد می شوند، هر چند که امولسیون به نور های نامرئی هم واکنش نشان می دهد. به این خصوصیت امولسیون، واکنش طیفی گویند.

در حالت عادی برمیید نقره موجود در امولسیون، بیش تر به طیف آبی، بنفش و ماوراء بنفش حساسیت دارد (یعنی منوکروماتیک) اما برای افزایش حساسیت، به فیلم حساس کننده افزوده شده که اگر فیلم تا محدوده رنگ سبز حساس کنند؛ [570 نانومتر] اورتوکروماتیک، و اگر تا رنگ قرمز حساس کنند؛ پان کروماتیک [700 نانومتر] نام دارد که فیلم پان کروماتیک را نباید در زیر نور ایمنی ظاهر کرد. تطابق فیلم و صفحه تشدید کننده مهم است.

نکته: حدود 1% دانسیته تصویر مربوط به تابش مستقیم با اشعه ایکس و ما بقی مربوط به نور صفحه تشدید کننده است.
نکته: از دیگر فیلم های حساس به نور یک طرفه می توان به فیلم های فلورو گرافی مانند تصویر ساز لیزری، RNI, CRT و سونوگرافی اشاره کرد.

فیلم های حساس به اشعه ایکس

کاربرد این فیلم ها بسیار اندک (اما برای گرافی دندان و تشخیص جسم خارجی و ...) است؛ به فیلم های پاکتی معروفند. حساسیت این فیلم ها از فیلم های اسکرین دار (صفحه تشدید کننده) کمتر اما وضوح و تابش اشعه آن ها بیش تر است.

این فیلم ها را دو طرفه می سازند اما محدودیت هایی مانند کاهش وضوح تصویر، افزایش زمان ظهور و ثبوت در چسباندن لایه امولسیون دارند. حساس کننده به این فیلم ها اضافه می کنند تا به اشعه حساس تر شود.

تشریح عمل فتو گرافی

برای بررسی عملکرد یک فیلم و یا مقایسه یک سیستم فیلم - صفحه با یک سیستم دیگر از منحنی مشخصات فیلم [برای این کار فیلم را با تابش های مختلف تحت تابش قرار داده و میزان سیاهی (دانسیته) را اندازه می گیریم و منحنی را رسم می کنیم] استفاده می کنیم.

نکته: دانسیته همان درجه سیاهی فیلم است که بستگی به میزان اشعه دریافتی دارد که دواصطلاح دارد:

1. شفافیت (Transparency) که برابر $\frac{\text{نسبت نور عبوری (I_t)}}{\text{نسبت نور تابشی (I_0)}}$ که نواحی تیره (کدر)، شفافیت صفر و در نواحی

روشن، شفافیت یک است.

2. کدورت (Opacity) که برابر $\frac{\text{نسبت نور تابشی (I_0)}}{\text{نسبت نور عبوری (I_t)}}$ است و نواحی شفاف، کدورت یک و در نواحی کدر،

کدورت نامحدود است.

3. دانسیته نوری که همان لگاریتم کدورت است مثلا کدورت 100 برابر 2 و 1000 برابر 3 ولگاریتم کدورت 2 برابر 3/1 است. از مزایای این دانسیته نوری این است:

- افزایش دانسیته با اکسپوژر (تابش)
- دانسیته نشان دهنده مقدار نقره است، مثلا دانسیته 2، دو برابر دانسیته یک نقره دارد.
- دانسیته کلی چند دانسیته جدا از هم برابر حاصل جمع تمام دانسیته ها
- حساسیت چشم به اختلاف دانسیته به صورت لگاریتمی است.

نکته: در یک تصویر معمول رادیولوژیک، دانسیته در محدوده 2% (نقاط شفاف) تا 4-3/5 (نقاط تیره) است.

منحنی مشخصات فیلم

این منحنی تشریح کننده پاسخ یک سیستم فیلم - صفحه به سطوح مختلف تابش است از آن جا که شرایط ظهور و ثبوت نیز روی دانسیته فیلم اثر دارد پس منحنی مشخصات فیلم به ظهور و ثبوت هم بستگی دارد. این منحنی از دو محور تشکیل شده که محور افقی لگاریتم تابش نسبی (Log E) و محور عمودی دانسیته نوری (D) است به آن H و D هم می گویند.

چگونگی رسم منحنی

1. تابش و ظهور و ثبوت فیلم (21 تابش با فاکتور پلکانی $\sqrt{2}$)

2. اندازه گیری دانسیته های تولید شده

3. رسم منحنی

منحنی مشخصات فیلم

در محور عمودی دانسیته از صفر تا حداکثر [در فیلم های با صفحه تشدید کننده 3/5 و در فیلم های بدون صفحه 6] و در محور افقی لگاریتم تابش نسبی تا حدود 3 می باشد. در صورتی که KV تیوپ، ژنراتور فشار قوی یا نوع فیلر اسیون اشعه تغییر کند باید عمل درجه بندی مجددا انجام شود.

خصوصیات منحنی مشخصات

نمودار در دو نقطه دارای انحنا می باشد که آن ها را اصطلاحاً پای منحنی و شانه منحنی گویند. در کل سه ناحیه دارد:

1. ناحیه ای در سمت چپ پای منحنی (toe) که شامل دانسیته پایه، مه آلودگی (fog) و ناحیه آستانه (threshold) می باشد.

2. ناحیه بین پای و شانه و مشخص کننده کنتراست، شیب، دامنه فیلم، دامنه تابش، سرعت و حساسیت است.

نکته: ناحیه شماره 1 بین 0 تا 0/2 % است و ممکن است توسط عواملی تا 6% هم برود. این عوامل عبارتند از:

- دانسیته پایه فیلم (مقدار رنگیزه تیره)
- مه آلودگی (ظهور هالید های تابش ندیده) در اثر اشعه زمینه، انبار فیلم، مه آلودگی شیمیایی در اثر ضعف داروی ظهور، نور ایمنی

بین 25% الی 2 می باشد (Net Density) دانسیته خالص

خالص (gross fog) مه آلودگی ذاتی - (gross density) دانسیته ذاتی =

نکته: ناحیه شماره 2 معروف خط مستقیم و نشان دهنده کنتراست (شیب خط یا گاما) می باشد از مهم ترین خصوصیت این ناحیه این است که با تغییرات تابش، تغییرات زیادی در دانسیته دیده می شود.

عوامل مؤثر بر شیب متوسط

خصوصیات امولسیون فیلم (چگونگی توزیع دانه ها)، یک طرفه یا دو طرفه بودن فیلم، وضعیت ظهور و ثبوت فیلم، مشخصات صفحه یا صفحات تشدید کننده.

نکته: شیب متوسط به نوع عضو مورد تصویر برداری و KV انتخابی بستگی ندارد اما کنتراست نهایی تصویر به این عوامل وابسته است:

دامنه

توانایی فیلم یا سیستم فیلم - صفحه در تعین محدوده وسیعی از تابش ها و بیانگر توانایی سیستم در برابر

$$\text{وضعیت نهایی تابش است که برابر است با } \frac{1.75}{\text{شیب متوسط}}$$

رابطه بین کنتراست فیلم و دامنه فیلم معکوس است اما هر دو خصوصیت، از مشخصه های مطلوب فیلم به

شمار می روند. دامنه تا حدی به دامنه ذاتی فیلم و نیز کنتراست نهایی جسم بستگی دارد.

نکته مهم: داوطلبین محترم توجه فرمایید که با تهیه این جزوات دیگر نیاز به خرید هیچ گونه کتاب مرجع دیگری نخواهید داشت. برای اطلاع از نحوه دریافت جزوات کامل با شماره های زیر تماس حاصل فرمایید.

021/66902061- 66902038

013/33338002(رشت)

013/42342543(لاهیجان)