

## کلیاتی در مورد اپتیک دوربینهای شکاری



### مقدمه:

شاید بارها از خود پرسیده‌اید که چرا قیمت دوربینهای شکاری بسیار متفاوت است در حالیکه ساختار فیزیکی و ظاهری اغلب آنها کمابیش مانند یکدیگرند. در این شماره با تکیه به مفاهیم اصلی و نیز نگاهی تازه‌تر به صنعت اپتیک پیشرفته و نورسنجی، مطالبی جدید بازگو می‌شود تا هم به بسیاری از سوالات خوانندگان محترم در این مقوله پاسخ مناسب داده شود و هم ابهامات آنان برای انتخاب یک دوربین شکاری در خور نیاز، برطرف شود. در خصوص چگونگی انتخاب دوربینهای شکاری مختلف در شماره‌های آتی به تفصیل خواهیم نوشت. امید می‌رود این اطلاعات برای علاقه‌مندان جهت انتخاب یک دوربین مناسب، مفید و موثر باشد. از آنجایی که دانستن کلیات و اصطلاحات فنی رایج در شناخت دوربینها حائز اهمیت فراوان است و در سایر مباحث نیز مورد استفاده واقع می‌شود، در این بخش، این اصطلاحات را با ذکر جزئیات بیشتر یادآوری می‌کنیم:

### بزرگنمایی: (Magnification)

معمولا دوربینهای دوچشمی را با دو عدد می‌شناسند که عدد اول بیانگر میزان بزرگنمایی یا قدرت دوربین می‌باشد که نشان می‌دهد شی مورد نظر به چه میزان نزدیکتر به نظر می‌رسد. مثلا در دوربین 10x42 عدد 10 نشانگر بزرگنمایی دوربین است یعنی هدفی که در فاصله 100 متری قرار دارد در فاصله 10 متری دیده می‌شود. دوربینهای دوچشمی معمولا با بزرگنمایی ثابت ساخته می‌شوند.

البته برخی انواع بزرگنمایی دوگانه دارند و امکان تغییر بزرگنمایی در دو حالت را دارند. این

تکنولوژی ابداع شرکت **Leica** می باشد که از این نمونه می توان دوربینهای **Dovid 8+**

**12X42** را نام برد. این سیستم به گونه ای طراحی شده که با تغییر بزرگنمایی، تنظیم دیوپتر دوربین

به صورت اتوماتیک انجام گیرد. در مورد دوربینهای تفنگ، بزرگنمایی ممکن است ثابت (مثلاً

۶ (x42 یا متغیر) **Variable** مثلاً ۲,۵ تا ۱۰ (x42) باشد. این بدان معنی است که دوربین دارای

بزرگنمایی ثابت ۶X و یا بزرگنمایی متغیر ۲,۵X تا 10X می باشد.

قطر لنز خارجی ی شیئی:

عدد دوم در دوربینهای دوچشمی (به طور مثال ۴۲ در موارد ذکر شده) قطر لنز بیرونی یا شیئی را به میلیمتر نشان می دهد. بدیهی است هر قدر این لنز بزرگتر باشد میزان نوری که وارد می شود بیشتر

است. البته حمل یک دوربین با قطر لنز شیئی بالا با توجه به وزن و حجم آن در مسافتهای طولانی و

یا کوهستان، خسته کننده است و مناسب نیست. در محیطهای جنگلی و یا کم نور و جایی که حتی

بشود دوربین را روی یک تکیه گاه ثابت مانند سه پایه قرار داد، می توان از دوربینهای دوچشمی با

قطر لنز شیئی بالا مانند ۵۶، ۵۸، ۶۰ میلیمتر و... استفاده نمود. به تازگی دوربینهای آلمانی، علاوه بر

پوششهای منحصر بفرد و مخصوص روی لنزهای شیئی، از موادی مانند فلوراید در ساختار مولکولی

لنزهای خود استفاده می کنند که از این نوع می توان دوربینهای **Zeiss** سری **FL** و **Leica** سری

**Ultradid** را نام برد.

میدان دید: (FOV= Field Of View)

میدان یا حوزه دید فضایی است که با دوربین از فاصله معینی (۱۰۰۰ متری یا ۱۰۰۰ یاردی) دیده

می شود و اغلب با متر یا فوت بیان می گردد. این طول در حقیقت قطر حوزه دایروی شکل تحت

عنوان میدان دید است. لازم به ذکر است هرچه میدان بزرگنمایی یک دوربین بیشتر باشد، حوزه دید

آن کوچکتر می شود. گاهی اوقات در مشخصات فنی یک دوربین، از زاویه دید دوربین نیز نام برده

می شود که این زاویه مانند شکل فوق، زاویه بین دو وجهی است که میدان دید دوربین را تامین

می کند. در مورد برد دوربین باید گفت یک مشخصه حسی است که توسط کاربر که می خواهد

جزئیات تصویر را در دوردست ببیند تداعی می شود. بسیاری از مردم از بزرگنمایی بالا به عنوان برد

بالای دوربین نام می برند که درست نیست. از این رو به توضیح یک اصطلاح جدید با نام «عمق

دید» می پردازیم. عمق دید (**Depth of View**) در حقیقت قابلیت تشخیص جزئیات تصویر در

فواصل دور است. درست است که با بزرگنمایی بالاتر امکان تشخیص جزئیات تصویر بالاتر می رود

ولی در بزرگنمایی پایین تر، نه تنها میدان دید دوربین بیشتر می شود بلکه عمق دید آن نیز افزایش

می یابد. پس یک دوربین با بزرگنمایی مناسب و در عین حال تکنولوژی لنز بالا برای یک شکارچی،

طبیعت گرد و یا پرنده بین بسیار بهتر از یک دوربین با بزرگنمایی بالاتر و کارآیی پایین می باشد.

### عامل روشنایی: (Twilight Factor):

این عامل به کیفیت لنز یا منشور در دوربینها بستگی ندارد و از فرمول ریاضی زیر به دست می آید:

$$\text{عامل روشنایی } Z = \text{بزرگنمایی } V =$$

$$\text{قطر لنز شیئی دوربین به میلیمتر } D =$$

**Twilight Factor** قابلیت و عملکرد دوربین را در نور کن و یا محیطهای غبارآلود یا مه آلود

نشان می دهد. به طور مثال شکارچیان از دوربین ۸x56 در جنگل یا محیطهای مشابه استفاده

می کنند. عامل روشنایی این دوربین به صورت زیر محاسبه می شود:

مردمک بیرونی یا خارجی

### (Exit Pupil):

اگر یک دوربین را از یک فاصله معین از چشمان خود بگیریم (مثلاً فاصله حدود ۳۰ سانتیمتری

برای دوربینهای دوچشمی)، دایره ای روشن در قسمت چشمی دوربین دیده می شود که **Exit**

**Pupil** یا مردمک بیرونی نام دارد. هر قدر اندازه مردمک بیرونی بزرگتر باشد تصویر در محیطهای

تاریکتر واضحتر است و به دلایلی که گفته شد، عمق دید دوربین نیز بیشتر می شود. مردمک

خروجی از این فرمول بدست می آید:

$$\text{مردمک بیرونی (خروجی) به میلیمتر } A =$$

$$\text{قطر لنز شیئی دوربین به میلیمتر } D =$$

$$\text{بزرگنمایی } V =$$

به طور مثال مردمک بیرونی برای دوربین ۸x32 معادل ۴ میلیمتر است:

$$A = 32/8 = 4\text{mm}$$

**Eye Relief:** به بهترین فاصله چشم تا لنز چشمی دوربین که تصویر به صورت کامل و واضح

دیده شود، **Eye relief** گفته می شود. به عبارت دیگر در این فاصله میدان دید تعریف شده در

دوربین به صورت کامل رویت می شود و مسلماً میزان این عامل در دوربینهای تفنگ بیشتر از

دوربینهای دوچشمی می باشد. زیرا دوربینهای تفنگ در معرض تکان شدید و پس زدن تفنگ

می باشند و این فاصله باید ایمنی چشم تیرانداز را فراهم نماید.

قابلیت گذردهی نور

### (Light Transmission):

این مشخصه اصلی ترین عامل تعیین کننده کیفیت لنز و در نتیجه کیفیت روشنایی و وضوح دوربین

می باشد که به پوشش لایه های مختلف با ضریب شکست متفاوت روی لنز و اجزاء اپتیکی بستگی

دارد و به درصد بیان می گردد. تکنولوژی ساخت و پوشش لنزها و منشورهای دوربین، عامل اصلی

اختلاف قیمت دوربینهای شکاری می باشد. البته در این مقایسه منظور قیمت واقعی دوربینهای

شکاری در هر رده کیفیتی است. چرا که بسیاری از این محصولات تنها جنبه یک کالای تجاری و یا تبلیغاتی را دارند و یا برخی از آنها بیش از آنکه کاربردی باشند تنها یک کالای لوکس محسوب می‌شوند. برای یک شکارچی و طبیعت دوست که گاهی در صدد مقابله با شرایط سخت طبیعت برای دیدن و یا شکار تروفه خود بر می‌آید، داشتن فاکتورهای کاربردی و حرفه‌ای در یک دوربین مورد نظر است و نه چیز دیگر. باید گفت یکی از مهمترین مشخصات تعیین کننده قیمت دوربینهای شکاری، نوع پوشش لنز می‌باشد. متأسفانه این فاکتور بسیار مهم برای انتخاب دوربین شکاری حرفه‌ای در کشورمان که محدودیت عرضه دوربینهای واقعی وجود دارد، کمتر مورد توجه قرار می‌گیرد و از آنجایی که تاکنون مرکزی علمی برای اطلاع رسانی مناسب برای علاقمندان وجود نداشته، راه برای بسیاری سودجویان با تبلیغات غیرعلمی و غلوآمیز باز شده است. بسیاری با رجوع به اطلاعات بی‌اساس که اغلب منبع و پایه آن گفته‌هایی است که در محافل برخی شکارچیان نقل و منتشر می‌شود، هزینه بسیار گزاف برای دوربینها پرداخت می‌کنند که این مهم در همه جای دنیا، بر خلاف وجود گستره باخرید نیز دیده می‌شود.

#### پوشش روی لنز: (Lens Coating)

زمانیکه یک دسته پرتو نور از یک شیء (منبع نور) به یک قطعه لنز تابیده می‌شود، قسمتی از نور از آن به حالت شکست خارج می‌شود و از لحاظ تئوری باید در نقطه کانونی با محور اصلی عدسی تلاقی پیدا کند. قسمتی از نور نیز منعکس می‌شود و اگر لنز بدون پوشش باشد، حدود ۵ درصد آن منعکس می‌شود. البته باید در نظر داشت ساختار شیمیایی و آرایش مولکول کریستال‌های شیشه لنز نیز باید به گونه‌ای باشد که نور در هنگام عبور از آن دچار پراکندگی نشود. (منظور از کریستالهای شیشه، شکل منظم مولکولها و همگن بودن آنهاست و ارتباطی با صنعت کریستال‌سازی ندارد، چرا که برخی به اشتباه صنعت کریستال‌سازی را با ساخت لنز مرتبط می‌دانند!) از آنجاییکه هر لنز که به صورت آزاد در دوربین قرار گیرد، دارای دو وجه آزاد یا سطح انعکاس است، تعداد این وجوه در یک دوربین دوچشمی ممکن است تا عدد ۱۶ برسد. در صورت عدم وجود پوشش روی این وجوه آزاد در مجموع نیمی از نورهای گسیل شده از جسم از دوربین عبور نکرده و به چشمان بیننده

نمی‌رسد. پوشش روی لنز توسط یک شیمیدان به نام الکساندر اسماکولا (Alexander

Smakula) یکی از اعضاء کمپانی Carl Zeiss در شهر Jena برای اولین بار در سال ۱۹۳۵

میلادی برای لنزهای دوربین این شرکت ابداع گردید. یک لایه از پوشش، میزان انعکاسی را از ۵ درصد به ۱ الی ۱/۵ درصد کاهش داد که خود انقلابی بزرگ در صنعت لنز به شمار می‌رفت. اخیراً با پوشش چندلایه‌ای روی وجوه لنزها با مواد دی‌الکتریک که خاصیت ضدانعکاسی برای طول موجهای مختلف نور را دارند، میزان انعکاس نور تا حد ۰/۲۵ درصد برای هر سطح کاهش داده شده است. البته کمپانی Leica با تکنولوژی پوشش منحصر بفرد HDC یا پوشش با ماندگاری بالا به

گذردهی حدود ۱۰۰ درصد برای هر لنز دست یافته است که این پوشش در برابر عوامل مختلف محیطی و... مقاومت خود را حفظ می‌کند و از بین نمی‌رود. این بدان معنی است که پوشش روی لنزها و نیز تعداد آنها به تنهایی کافی نیست و این پوشش باید در لنزهای دوربینهای حرفه‌ای تا سالها کیفیت و کارایی خود را حفظ کند.

انواع پوشش روی لنز:

#### **Coated:**

ساده‌ترین پوشش لنز آنست که روی یکی از وجوه لنز تنها یک لایه آن هم اغلب از جنس فلوراید منیزیم (MgF2) قرار گیرد.

#### **Fully Coated:**

این اصطلاح به آن معناست که تمام وجوه آزاد (وجوه متعدد داخلی و خارجی قرار گرفته در فضای باز که ممکن است تعداد آنها تا ۱۶ عدد در دوربینهای دوچشمی باشد) با یک لایه پوشانده شده‌اند.

#### **Multi- Coated:**

این اصطلاح که به اختصار با MC نمایش داده می‌شود بیانگر آنست که یک وجه یا بیشتر از وجوه آزاد با چندین لایه از مواد که عموماً خاصیت ضدانعکاسی دارند، پوشانده می‌شود. این وجوه اغلب وجوه ابتدایی و انتهایی انتخاب می‌کردند. (اولین از قسمت چشمی و آخرین از قسمت شیئی) و وجوه دیگر عموماً تنها از یک لایه پوشش بهره می‌گیرند.

#### **Fully Multi- Coated:**

دوربینهای با کیفیت اغلب از این سیستم پوشش بهره می‌گیرند، به این صورت که تمامی وجوه آزاد دارای چندین لایه از مواد پوششی مختلف می‌باشند و حداکثر میزان گذردهی نور حتی در محیطهای کم‌نور را ارائه می‌دهند. این نوع پوشش برای شرکتهای سازنده دوربینها ممکن است مختلف باشد و هر دوربین از مواد مختلف و فرآیند ویژه استفاده نماید. لازم به ذکر است با وجود رسیدن به حد

تقریبی ۱۰۰٪ میزان گذردهی نور برای هر لنز یا قطعه اپتیکی، پس از استفاده از آنها به صورت یکجا در دوربین و الحاق آنها به یکدیگر، از میزان گذردهی تا دی کاسته می‌شود. از آنجایی که لنز شیئی دوربینهای شکاری اعم از دوربینهای دوچشمی، دوربینهای تفنگ و تلسکوپها (Spotting

Scopes) در انتقال نور به چشمان ما نقش اصلی را ایفا می‌کنند، از اینرو شرکتهای حرفه‌ای

سازنده دوربین در کیفیت لنزهای شیئی تمرکز بیشتری اعمال می‌کنند و از نظر آرایش ترکیبی و

تعداد لنزها، نوع پوشش (Coating) و نیز نوع مواد شیمیایی استفاده شده در ساختار شیشه

عدسی تمهیدات خاصی توسط آنها صورت می‌گیرد. لنزهای با تکنولوژی پیشرفته اغلب با علائمی

چون ED (Extra- low Dispersion), HD (High Definition) APO (Apochromatic), HD

و یا ED (Extra- low Dispersion) معرفی می‌شوند که معمولاً برای لنزهای شیئی دوربین که وظیفه انتقال نور به

داخل دوربین را دارد، به کار برده می‌شوند. به ویژه برای دوربینها با بزرگ‌نمایی بالا و تلسکوپها

(منظور همان **Spotting Scopes** است) که نیاز به تشخیص جزئیات بیشتری می‌باشد از این نوع لنزها استفاده می‌شود. در این لنزها تجزیه نور با طول موجهای مختلف به خوبی صورت می‌گیرد و از پراکندگی نور و در نتیجه اعوجاج آن و به هم ریختگی تصویر جلوگیری می‌شود. بدیهی است قیمت این لنزها نسبت به لنزهای استاندارد گرانتر است. یک مطلب بسیار مهم که باید مورد توجه دوستان صنعت اپتیک قرار گیرد آن است که امروزه بسیاری از لنزها از مواد پلی اتیلنی و حتی با یک پوشش بسیار ابتدایی ساخته می‌شوند تا در دوربینهای ارزان قیمت مورد استفاده واقع شوند. تراش و فرم فیزیکی لنز نیز یکی از موارد بسیار مهم است که باید به آن توجه نمود. لنزهای استاندارد کروی یا **Spherical** معرفی می‌شوند. یکی از ابداعات کمپانی **Docter Optic** که در واقع همان شرکت **Carl Zeiss Jena** در منطقه آلمان شرقی است، لنزهای **Aspherical** است که با ایجاد یک لبه در قسمت انتهایی لنز و یک فرم خاص مانند شکل، پرتوهای بیشتری در نقطه کانونی لنز به یکدیگر می‌رسند که این امر قابلیت گذردهی نور در یک سیستم دوربین را افزایش داده و در نتیجه وضوح تصویر بالاتر می‌رود. این تکنولوژی که با علامت اختصاری **ASPH** معرفی می‌شود در اغلب دوربینهای شکاری آلمانی و نیز بسیاری از دوربینهای عکاسی به کار گرفته می‌شود.

### لنز **Aspherical**

قابل ذکر است درون دوربینهای شکاری را اغلب از گاز (**N2** نیتروژن) پر می‌کنند تا از تعرق و مه گرفتگی لنزها و یا موارد مشابه جلوگیری شود. البته به تازگی از گاز آرگون که گازی بی‌اثر است و دارای مولکولهای بزرگتری نسبت به نیتروژن می‌باشد نیز استفاده می‌شود. از این نمونه دوربینها می‌توان دوربینهای **Minox** آلمان را نام برد. با توجه به مشخصات کلی گفته شده، یک کاربر با در نظر گرفتن تمامی فاکتورها و نیز نوع کاربرد دوربین و نیز قیمت می‌تواند آن را انتخاب نماید.