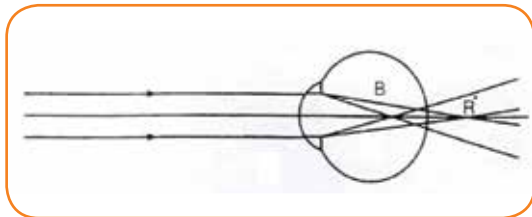


# آنومالی های انکساری

(قسمت سوم)



تصویر ۱۵- ابیراهی رنگی محوری در چشم انسان پرتوهای آبی رنگی (B) نسبت به پرتوهای قرمز رنگ (R) طول کانونی کوتاه تری دارند

با استفاده از تست دورنگی<sup>۱</sup> به راحتی می توان ابیراهی رنگی چشم انسان را مشخص نمود. این قسمت با استفاده از چارتی که یک زمینه قرمز در یک سمت و یک زمینه سبز رنگ در سمت دیگرش دارد انجام می شود. چنانچه مایوپی (نزدیک بینی) بیمار به طور کامل اصلاح نشده باشد و اندکی مایوپی باقی مانده باشد (و یا این که هایپرمتروپی (دوربینی) بیمار بیش از حد اصلاح شده باشد یعنی فرد بعد از اصلاح، هایپرمتروپ تر شده باشد) حروف در زمینه ی قرمز چارت واضح تر از حروف در زمینه سبز به نظر خواهد رسید. با افزایش توان منفی (و یا کاهش توان مثبت) به نقطه ای خواهیم رسید که حروف در هر دو سمت چارت یعنی هم در رنگ سبز و هم در رنگ قرمز به طور مساوی واضح دیده خواهند شد. اگر توان منفی را باز هم بیش تر کنیم وضعیت برعکس حالت اول خواهد شد؛ یعنی حروف در زمینه سبز رنگ چارت واضح تر از حروف در زمینه قرمز رنگ به نظر خواهند رسید. در بیش تر بیماران فاصله ابیراهی رنگی کل (یعنی فاصله میان دو نقطه ای که در آن نقطه فرد حروف در زمینه قرمز را واضح تر می بیند تا نقطه ای که فرد در آن نقطه حروف در زمینه سبز را واضح تر می بیند) ۰/۵۰ دیوپتر تا ۰/۷۵ دیوپتر است.

## ابیراهی کروی

همان طور که Emsley عنوان کرد اگر یک پین هول (سوراخ ریز) که در یک کارت کوچک تعبیه شده در جلوی چشم به صورت عمودی حرکت داده شود، در مسیر حرکت این پین هول به نظر می رسد که یک خط عمودی حرکت می کند (تصویر ۱۶)؛ با دقت در تصویر ۱۶ متوجه می شویم که هنگامی که پین هول به سمت بالا حرکت داده می شود، تصویر اندکی تار شده از این خط افقی در زیر ماکولا تشکیل می شود و بنابراین این طور به نظر می رسد که به سمت بالا حرکت می کند.

## ابیراهی های چشم انسان

هر سیستم اپتیکی دارای یک سری ابیراهی هاست که عبارتند از: ابیراهی رنگی و ابیراهی های تک رنگ که شامل ابیراهی کروی، کما، آستیگماتیسم مایل، انحنای تصویر و اعوجاج می شود. ابیراهی رنگی به علت روشنایی محیط اطراف که از تابش طول موج های مختلف ایجاد می شود، اتفاق می افتد و به ماده یا موادی که سیستم اپتیکی از آن اعوجاج ساخته شده بستگی دارد. ابیراهی تک رنگ فقط هنگامی آشکار می شود که با استفاده از نور تک رنگ ابیراهی رنگی حذف شده باشد. ابیراهی رنگی و ابیراهی کروی بیش ترین ابیراهی هایی هستند که می توانند در قرینه چشم انسان ایجاد شوند. به ابیراهی کما، آستیگماتیسم مایل، انحنای تصویر و اعوجاج، ابیراهی های مایل نیز گفته می شود، زیرا این ابیراهی ها فقط هنگامی ایجاد می شوند که پرتوهای نور به صورت مایل برخورد کرده باشند. این پرتوهای مایل اصولاً روی قسمت های محیطی شبکیه کانونی می شوند و در نتیجه تأثیر اندکی روی دید فووآبی دارند، بنابراین ما در اینجا راجع به این ابیراهی ها صحبت نمی کنیم.

## ابیراهی رنگی

ابیراهی رنگی می تواند برای یک روزه در هر اندازه ای که باشد ایجاد شود و به دو نوع ابیراهی رنگی محوری و ابیراهی رنگی عرضی تقسیم می شود.

## ابیراهی رنگی محوری

نوری که از طول موج های مختلف تشکیل شده در نقاط مختلف طول محور اپتیکی چشم کانونی می شود که با انکسار پیدا کردن چشم در طول موج های مختلف نور می تواند مشخص شود (تصویر ۱۵)، به این حالت ابیراهی رنگی محوری گفته می شود. با استفاده از این روش خط فرانهور (یعنی طول موج نور آبی) حدود D ۰/۸۵ بیش تر از خط C فرانهور (یعنی طول موج نور قرمز) انکسار پیدا می کند.

## ابیراهی رنگی عرضی

ابیراهی رنگی عرضی عبارت است از دامنه جانبی یا پاشندگی تصاویر با رنگ های متفاوت در صفحه تصویر. ابیراهی رنگی عرضی در چشم انسان چندان اهمیتی ندارد زیرا پرتوهای خارج از محور توسط گیرنده های خارج فووآبی دریافت می شوند، در نتیجه در حدت بینایی تأثیر چندان نخواهد داشت.

1-Bichrome Test

**دید برتر**  
Primary Sight Magazine  
دو ماهنامه فرهنگی اقتصادی | سال اول  
شماره سوم | صفحه ۸  
**مفالات تخصصی**



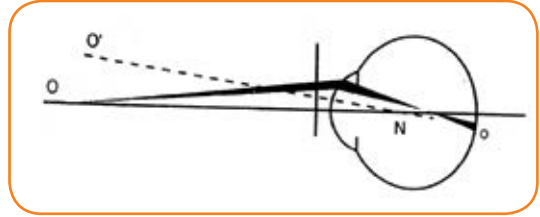
## حدت بینایی

حدت بینایی عبارت است از توان تفکیک چشم‌ها و یا توانایی تشخیص دو شیء مجزا به صورت جدا از هم که اغلب به آن حداقل قابلیت تفکیک (در مقابل حداقل قابلیت رؤیت) گفته می‌شود. حدت بینایی را می‌توان توانایی دیدن یک فاصله یا شکاف نیز عنوان کرد.

ستاره‌شناسان قدیمی متوجه شده بودند که دو ستاره را می‌توان به صورت مجزا از هم مشاهده کرد مشروط بر این که فاصله‌ی میان این دو ستاره از هم حداقل یک دقیقه بر کمان باشد. اگر فاصله‌ی میان دو ستاره کم‌تر از یک دقیقه بر کمان باشد اکثر مردم ترجیحاً این دو ستاره را به صورت یک ستاره تکی مشاهده خواهند کرد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که توان تفکیک طبیعی چشم انسان به صورت توانایی تشخیص فاصله یا شکافی به پهنای یک دقیقه بر کمان است.

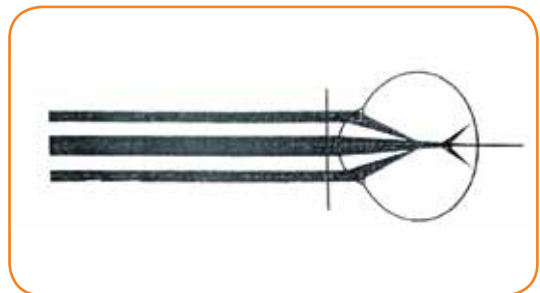
برای انجام تحقیقات و مطالعات پیرامون تعیین حدت بینایی معمولاً از یک جفت میله König استفاده می‌شود. همان‌طور که در تصویر ۱۸ نشان داده شده این‌ها یک جفت میله‌ی مشکی رنگ در زمینه سفید رنگ هستند. برای حدت بینایی طبیعی پهنای هر یک از این میله‌ها یک دقیقه بر کمان است و فاصله‌ی میان دو میله نیز همین یک دقیقه بر کمان است. طول هر یک از این میله‌ها معمولاً ۵ برابر پهنای آن است. گرچه چندان مهم نیست که طول این میله‌ها دقیقاً چقدر باشد. چارتی را تصور کنید که دارای یک جفت میله König در اندازه‌های متفاوت است. پهنای شکاف میان دو میله همیشه با پهنای خود میله‌ها برابر است. کوچک‌ترین جفت از میله‌های König که می‌تواند به صورت دو میله (نه یک میله) تشخیص داده شود به عنوان میزان حدت بینایی معاینه شونده تعیین می‌شود. حلقه‌ی Landolt که گاهی Landolt C نیز نامیده می‌شود در تصویر ۱۸ نشان داده شده است.

حلقه‌ی Landolt حلقه‌ای است با یک شکاف باریک. برای حدت بینایی طبیعی پهنای این شکاف و پهنای لبه‌ی حلقه در یک دقیقه بر کمان است. هنگام تست حدت بینایی با این روش از معاینه شونده درخواست می‌شود که بگوید شکاف در کدام قسمت از حلقه قرار گرفته است، یعنی تشخیص دهد که شکاف در کدام سمت است؛ در سمت بالا، پایین، چپ، راست، سمت بالا متمایل به چپ، سمت پایین متمایل به راست و به همین ترتیب، یعنی این شکاف می‌تواند در هر یک از ۸ وضعیت جغرافیایی قرار داشته باشد. بنابراین اگر معاینه شونده بخواهد به صورت حدسی جهت حلقه را تشخیص دهد، برای حدس زدن درست از میان ۸ شانس فقط یک شانس خواهد داشت. یک چارت حلقه‌ی Landolt عادی از چند ردیف حلقه تشکیل شده یا شکاف‌هایی در موقعیت‌های مختلف.



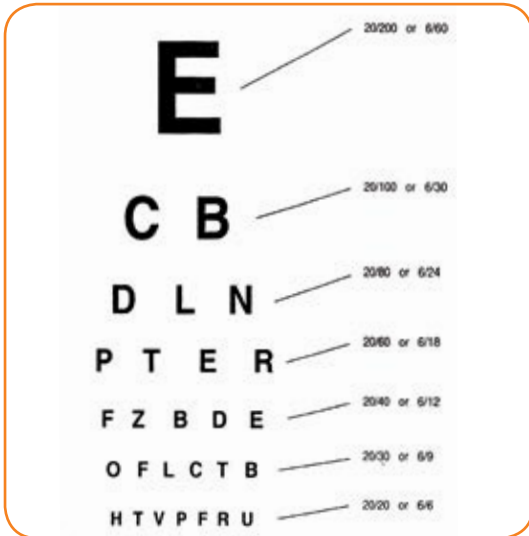
تصویر ۱۶- ابیراهی کروی چشم انسان را می‌توان با کمک مشاهده یک خط افقی از میان یک پین‌هول که در یک کارت در حال حرکت تعیبه شده نشان داد. تصویر تار (O) از میان نقطه‌ی کروی چشم (N) عبور کرده است و در نتیجه به نظر می‌رسد که شیء O در محل O' قرار گرفته است.

ابیراهی کروی چشم همچنین می‌تواند با توانایی انکساری چشم نشان داده شود. برای انجام این کار کافی است یک سری پین‌هول با دیافراگم‌های حلقوی شکل داشته باشیم. هر یک از این پین‌هول‌ها و یا دیافراگم‌ها نور ورودی را در یک منطقه‌ی خاص از سیستم اپتیکی چشم محدود می‌کنند. در این روش پرتوهای نور که به مناطق پیرامونی‌تر دیافراگم یا پین‌هول برخورد کرده‌اند نسبت به آن دسته از پرتوهای نور که به مناطق مرکزی‌تر دیافراگم یا پین‌هول برخورد کرده‌اند، انکسار بیش‌تری پیدا می‌کنند (تصاویر ۱۶ و ۱۷)؛ که این امر به ابیراهی کروی مثبت منجر می‌شود برای خط فرانوفر D (یعنی طول موج نور زرد رنگ) پرتوهای نوری که در فاصله‌ی ۲ میلی‌متری از مرکز مردمک وارد آن می‌شوند. تقریباً  $D/100$  بیش‌تر از پرتوهایی که وارد بخش محوری مردمک می‌شوند، انکسار پیدا می‌کنند. از آنجایی که پرتوهای محوری نسبت به پرتوهای مایل در تشکیل تصویر شبکیه‌ای نقش بیش‌تری دارند (همان‌طور که در سال ۱۹۳۳، Crawford و Stiles نشان دادند) در نتیجه ابیراهی کروی در پرتوهای محوری تأثیر چندانی ندارد. در چشم تطابق کرده، به دلیل این که در هنگام عمل تطابق ابیراهی کروی در حداقل است، بنابراین ابیراهی کروی منفی اتفاق می‌افتد.



تصویر ۱۷- ابیراهی کروی چشم که با معین کردن میزان انکسار در مناطق مختلف از سیستم اپتیکی چشم مشخص شده است.





تصویر ۱۹- چارت اسنلن برای تست حدت بینایی در فاصله ۲۰ فوتی (۶ متری)

از چارت E در هم ریخته اغلب برای کودکان سنین پیش از دبستان و یا افراد بی سواد استفاده می شود. حروف E می تواند در هر یک از چهار جهت اصلی قرار گرفته باشد. از کودک درخواست می شود که بگوید شاخه های E در کدام جهت است. اغلب به کودک یک E پلاستیکی و یا چوبی داده می شود و از او خواسته می شود که E بی که در دست دارد را به شکل E بی که روی چارت می بیند، نگه دارد.

### تعیین حدت بینایی

حدت بینایی بر اساس اندازه زاویه ی شکاف یا فاصله ی کوچک ترین حرف روی چارت که برای ما قابل تشخیص باشد، معین می شود. آنچه در حال حاضر به عنوان حدت بینایی طبیعی در نظر گرفته می شود، عبارت است از توانی تشخیص شکاف یا فاصله ای که اندازه زاویه ای آن یک دقیقه بر کمان است، یعنی این شکاف در مقابل یک زاویه یک دقیقه ای قرار گرفته است. با توجه به تصویر ۲۰ اندازه این شکاف را که آن در فرمول با حرف X نشان می دهیم به راحتی می توان به دست آورد، فقط کافی است فاصله انجام تست حدت بینایی یا در واقع فاصله میان معاینه شونده تا چارت و نیز اندازه زاویه ای که به وسیله ی دو خط رسم شده از انتهای این شکاف به نقطه کره ای چشم تشکیل می شود را بدانیم و در نتیجه خواهیم داشت:

$$\tan \theta = \frac{X}{\text{فاصله میان معاینه شونده تا تارگت}}$$

بنابراین برای تارگتی که در فاصله ی ۶ متری یا همان ۲۰ فوتی از معاینه شونده قرار دارد، خواهیم داشت:

$$\tan \theta = \frac{X}{20(\text{feet})} \text{ یا } \frac{X}{6(m)}$$

این چارت ها با یک حلقه بزرگ در ابعاد  $\frac{6}{60}$  یا  $\frac{20}{200}$  شروع می شود و با یک ردیف از حلقه های کوچک در ابعاد  $\frac{6}{6}$  یا  $\frac{20}{20}$  پایان می یابد.

در مقایسه با حلقه های Landolt میله های König یک نقطه ضعف آشکار دارند که عبارت است از این که شکاف های موجود در میله های König فقط می تواند در دو جهت بالا یا پایین قرار گرفته باشند و یا به صورت عرضی. بنابراین در اینجا معاینه شونده، ۵۰ درصد شانس این را دارد که درست حدس بزند.



تصویر ۱۸- میله های König و حلقه های Landolt برای اندازه گیری حدت بینایی طراحی شده اند. برای یک حدت بینایی طبیعی، پهنای یک شکاف میان دو میله و یا پهنای شکاف میان حلقه یک دقیقه بر کمان است.

شیوه ی جهانی اندازه گیری حدت بینایی در حال حاضر استفاده از چارت حدت بینایی اسنلن است. همان طور که در تصویر ۱۹ نشان داده شده است، حروف در چارت اسنلن طوری طراحی شده اند که پهنای یک لبه حرف E برابر است با پهنای شکاف همان حرف. در اکثر چارت های اسنلن حروف ۵ واحد ارتفاع و ۴ واحد پهنای دارند. البته در تعداد اندکی از این چارت ها از حروفی استفاده می شود که ۵ واحد ارتفاع و ۵ واحد نیز پهنای دارند. بهترین حرف چارت اسنلن حرف E است زیرا سه تا لبه و دو تا شکاف دارد. حروف دیگر مثل L یا T فاقد شکاف هستند، بنابراین معیار دقیقه برای اندازه گیری حدت بینایی محسوب نمی شود، زیرا همان طور که در تعریف حدت بینایی عنوان کردیم، عبارت است از توانایی چشم برای دیدن یک شکاف در ابعاد یک دقیقه بر کمان. گرچه این حروف فاقد این معیار هستند ولی در مقایسه با حلقه های Landolt بهترند زیرا در اینجا ۲۶ حرف وجود دارد که از میانشان فرد باید حرف درست را انتخاب کند ولی در حلقه های Landolt نهایتاً ۸ جهت وجود دارد که فرد باید از میانشان انتخاب کند. بنابراین در اینجا احتمال حدس زدن صحیح بیمار به طور قابل توجهی کاهش می یابد، مزیت دیگری که چارت اسنلن دارد آن است که اکثر مردم با حروف الفبا آشنایی دارند و از ایشان انتظار می رود که در هنگام تست حدت بینایی بتوانند حروف را بخوانند.

### تعیین حدت بینایی بر اساس دسی مال

در سیستم دسی مال، حدت بینایی طبیعی - یعنی توانایی تشخیص شکافی که اندازه زاویه‌ای آن یک دقیقه بر کمان است - برابر است با ۱/۰. هر چقدر که اندازه‌ی این شکاف و یا حرف افزایش پیدا کند، میزان این عدد ۱/۰ کاهش پیدا خواهد کرد. بنابراین به عنوان مثال در حدت بینایی نصف، ۱/۰ دسی مال، اندازه‌ی شکاف یا حرفی که فرد می‌تواند تشخیص دهد باید دو برابر شود. یعنی برای حدت بینایی ۰/۵ دسی مال اندازه کوچک‌ترین حرف روی چارت که فرد می‌تواند بخواند، دو برابر ۸/۷۲۶ می‌باشد، که برابر است با ۱۷/۴۵ mm و برای حدت بینایی ۲/۰ دسی مال اندازه کوچک‌ترین حرف روی چارت که فرد می‌تواند بخواند نصف ۸/۷۲۶ خواهد شد که برابر است با ۴/۳۶۳ mm.

در سیستم دسی مال برای به دست آوردن ارتفاع حرف مورد نظر بر روی چارت کافی است عدد ۸/۷۲۶ را بر حدت بینایی بر حسب دسی مال تقسیم کنیم و برای به دست آوردن میزان حدت بینایی بر حسب دسی مال نیز کافی است عدد ۸/۷۲۶ mm را برای ارتفاع کوچک‌ترین حرفی که فرد توانسته آن را ببیند و بخواند تقسیم کنیم. بنابراین خواهیم داشت:

$$8.726mm$$

ارتفاع کوچکترین حرفی که فرد توانسته بخواند = حدت بینایی بر اساس دسی مال

در جدول ۱، ارتباط میان ارتفاع کوچک‌ترین حرفی که فرد توانسته بخواند، حدت بینایی بر حسب دسی مال و حدت بینایی بر اساس اسنلن مشخص شده است.

و برای شکافی که اندازه زاویه‌ای آن یک دقیقه بر کمان است یعنی مقابل زاویه‌ای به اندازه یک دقیقه قرار گرفته خواهیم داشت:

$$X = 6 (\tan\theta)$$

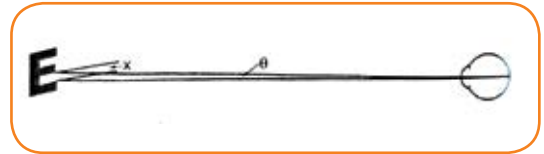
$$= 6(0.000291)$$

$$= 0.001746m$$

$$= 1.746mm$$

و برای بدست آوردن ارتفاع این حرف مورد نظر در چارت کافی است عدد حاصله را در واحد ۵ ضرب کنیم و خواهیم داشت:

$$5(1.746) = 8.73 mm$$



تصویر ۲۰- تعیین حدت بینایی بر اساس تانژانت زاویه‌ای که روبروی شکاف حرف E چارت قرار می‌گیرد.

### نشانه‌گذاری‌های حدت بینایی

برای اندازه‌گیری حدت بینایی یک چشم بیمار را می‌بندیم و از او می‌خواهیم از بالای چارت شروع به خواندن کند و در هر ردیف از چارت هر تعداد از حروف را که می‌بیند، خطی که معاینه شونده توانست بخواند به عنوان حدت بینایی او ثبت می‌شود.



Primary Sight Magazine

دوماهنامه فرهنگی اقتصادی سال اول

شماره سوم صفحه ۱۱

مقالات تخصصی



جدول ۱- رابطه‌ی میان ارتفاع کوچک‌ترین حرفی که فرد توانسته بخواند، حدت بینایی بر حسب دسی مال و اسنلن

کوچکترین ارتفاع در 6 m	حدت بینایی بر حسب دسی مال	حدت بینایی بر اساس اسنلن	
		بر حسب واحد متریک	بر حسب واحد انگلیسی
4.4mm	2.0	6/3	20/10
6.5mm	1.33	6/4.5	20/15
8.7mm	1.0	6/6	20/20
13.1mm	0.67	6/7.5	20/30
17.5mm	0.5	6/12	20/40
21.8mm	0.4	6/15	20/50
43.5mm	0.2	6/30	20/100
87.3mm	0.1	6/60	20/200
174.5mm	0.05	6/120	20/400





گرچه حدت بینایی به ندرت برحسب دسی مال بیان می‌شود، ولی هنگامی که می‌خواهیم حدت بینایی را بر روی نمودار رسم کنیم و آن را با دیگر متغیرها مقایسه کنیم، استفاده از حدت بینایی بسیار مفید و کارآمد است.

### تعیین حدت بینایی براساس درصد

برای به دست آوردن حدت بینایی بر حسب درصد کافی است حدت بینایی به دست آمده بر حسب دسی مال را در عدد ۱۰۰ ضرب کنیم. بدین ترتیب حدت بینایی یک دسی مال بر اساس درصد برابر می‌شود با ۱۰۰٪، یعنی فرد ۱۰۰٪ دید دارد و حدت بینایی ۰/۱ دسی مال بر اساس درصد می‌شود ۱۰٪ و به همین ترتیب تعیین حدت بینایی بر اساس درصد مفهوم چندان مناسبی نیست، زیرا برای بیماران بسیار گمراه کننده است. من تخصصانی را می‌شناسم که هنگامی که می‌خواهند وضعیت بینایی بیمارانشان را برایشان شرح دهند آن را بر حسب درصد بیان می‌کنند که همان‌طور که گفتیم چندان مناسب نیست. به عنوان مثال من شخص بیماری داشتم که با نگرانی مطرح می‌ساخت که پزشک قبلی به او گفته فقط ۵٪ دید دارد و او واقعاً تصور می‌کرد که دارد نابینا می‌شود؛ هنگامی که من وضعیت واقعی او را برایش توضیح دادم بسیار خوشحال شد.

### تعیین حدت بینایی بر اساس اسنلن

اسنلن در سال ۱۸۶۲ بر اساس تعیین حدت بینایی سیستم جدیدی را ابداع کرد و آن را کسر اسنلن نامید که عبارت است از:

$$\text{فاصله انجام تست} = \frac{\text{کسر اسنلن}}{\text{کوچکترین خطی که فرد توانسته بخواند}}$$

شاید با استفاده از رابطه‌ی زیر بتوانیم شرح کاربردی تری از کسر اسنلن بیان کنیم:

$$\text{فاصله انجام تست} = \frac{\text{کسر اسنلن}}{\text{فاصله ای که در آن کوچک ترین حرفی که فرد توانسته بخواند روی زاویه ۵ دقیقه ای قرار گرفته یعنی زاویه آن ۵ دقیقه بر کمان است}}$$

کسر اسنلن یا بر حسب متر و یا بر حسب واحدهای انگلیسی بیان می‌شود از آنجا که تست حدت بینایی تقریباً همیشه در فاصله‌ی ۶ متری (۲۰ فوتی) انجام می‌شود، صورت این کسر بسته به این که از سیستم متریک استفاده می‌کنیم یا از سیستم انگلیسی معمولاً همیشه ۶ یا ۲۰ است.

برای تبدیل حدت بینایی دسی مال به کسر اسنلن فقط کافی است صورت کسر اسنلن یعنی ۶ یا ۲۰ را در معکوس حدت بینایی دسی مال ضرب کنیم، مقدار حاصله مخرج کسر اسنلن را تشکیل خواهد داد. به عنوان مثال اگر میزان حدت بینایی فردی در سیستم دسی مال ۰/۵ باشد، حدت بینایی او بر حسب کسر

$$\frac{1}{0.5} = 2 \quad \text{اسنلن برابر خواهد شد با:}$$

$$2(6) = 12 \quad 2(20) = 40$$

$$\frac{6}{12} = \frac{20}{40}$$

و برای تبدیل حدت بینایی اسنلن به حدت بینایی دسی مال کافی است کسر اسنلن به مخرج آن تقسیم شود به عنوان مثال:

$$\frac{6}{6} \left( \frac{20}{20} \right) = 1$$

$$\frac{6}{30} \left( \frac{20}{100} \right) = 0.2$$

$$\frac{6}{3} \left( \frac{20}{10} \right) = 2.0$$

ساده ترین روش برای تبدیل حدت بینایی بر حسب واحد انگلیسی به حدت بینایی بر حسب واحد متریک به این ترتیب است که ابتدا کسر اسنلن که بر حسب واحد انگلیسی بیان شده را به حدت بینایی دسی مال تبدیل کنیم و سپس بینایی دسی مال را به واحد متریک تبدیل کنیم.

$$\frac{20}{20} = 1.0 = 6/6$$

$$\frac{20}{200} = 0.1 = 6/60$$

$$\frac{20}{10} = 2.0 = 6/3$$

ارتباط میان حدت بینایی دسی مال و حدت بینایی اسنلن در جدول ۱ نشان داده شده است. برای توضیح وضعیت بینایی بیمارانمان می‌توانیم کسر اسنلن را به صورت زیر برایشان توضیح دهیم:

$$\text{فاصله انجام تست} = \frac{\text{کسر اسنلن}}{\text{فاصله ای که در آن یک چشم طبیعی می تواند کوچکترین حرف برای چارت را ببیند}}$$

بنابراین چنانچه بیماری از پزشکش سؤال کند که حدت بینایی  $\frac{6}{60}$  یا  $\frac{20}{20}$  به چه معنی است؟ پاسخی که می‌توان به او داد این است که کوچکترین حرفی که شما می‌توانید در فاصله‌ی ۶ متری یا ۲۰ فوتی تشخیص دهید، توسط یک چشم طبیعی در فاصله‌ی ۶۰ متری (یا ۲۰۰ فوتی) دیده می‌شود.

### اساس آناتومیکی و اپتیکی حدت بینایی

وقتی راجع به حدت بینایی صحبت می‌کنیم، غالباً منظورمان حدت بینایی فوآبی است. حدت بینایی فوآبی یعنی حدت بینایی در حالتی ارزیابی می‌شود که فرد با فوآش روی حروف چارت نگاهش را ثابت و متمرکز کرده است. همان‌طور که می‌دانیم بخش مرکزی فوآبی که Fovea centralis نام دارد فاقد سلول‌های استوانه‌ای است و در عوض فقط از



سلول‌های مخروطی تشکیل شده است، بنابراین به این بخش از فوآ منطقه عاری از سلول‌های استوانه‌ای و یا منطقه سلول‌های مخروطی خالص گفته می‌شود. تصور بر این است که در این منطقه هر سلول مخروطی در کور تکس بینایی «خط اختصاصی» خودش را دارد، یعنی فیبر عصبی مخصوص به خود را داراست. اندازه زاویه‌ای این منطقه عاری از سلول‌های استوانه‌ای، ۵۴ دقیقه بر کمان یعنی چیزی حدود یک درجه است و مقابل نقطه‌ی کروی چشم قرار گرفته است. خورشید و ماه هر یک روبروی زاویه‌ای قرار می‌گیرند که اندازه آن ۳۰ دقیقه بر کمان است. بنابراین هنگامی که به ماه نگاه می‌کنیم (لطفاً به خورشید نگاه نکنید!) در منطقه عاری از سلول‌های استوانه‌ای تقریباً دو ماه فیت می‌شود که کنار هم قرار گرفته‌اند. برای درک بهتر وضعیت دید در منطقه عاری از سلول‌های استوانه‌ای حدت بینایی  $\frac{6}{60}$  یا  $\frac{20}{20}$  چارت اسنلن را در نظر بگیرید. اندازه زاویه‌ای حرف E واقع در خط  $\frac{6}{60}$  یا  $\frac{20}{20}$ ، ۵۰ دقیقه بر کمان است یعنی مقابل زاویه ۵۰ دقیقه‌ای قرار گرفته.

بنابراین همان‌طور که در تصویر ۲۱ نشان داده شده این حرف E به خوبی در منطقه عاری از سلول‌های استوانه‌ای فیت می‌شود. مطالعه‌ی ارتباط میان توان تفکیک چشم و ابعاد موزاییک شبکه‌ی ای نیز بسیار جالب است.

Cohen (۱۹۷۵) پس از محاسبات دقیق قطر سلول مخروطی فوآ را  $1/5 \mu$  به دست آورد. این مقدار با زاویه‌ی بینایی که



تصویر ۲۱- تصویر شبکه‌ی ای از حرف E خط  $\frac{6}{60}$  یا  $\frac{20}{20}$  هنگامی که در منطقه عاری از سلول‌های استوانه‌ای شبکه‌ی فیت می‌شود.

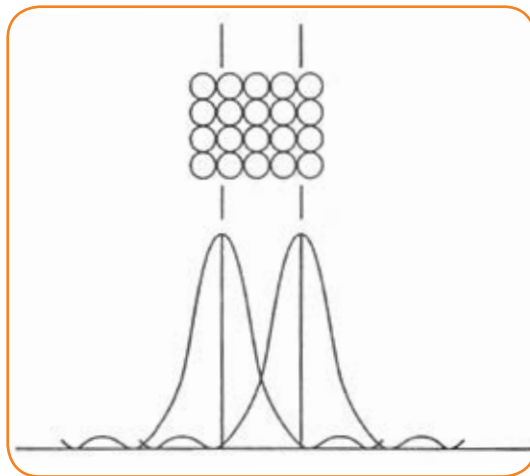
مقابل نقطه‌ی گرهی چشم قرار گرفته و اندازه زاویه‌ای آن ۱۸ ثانیه بر کمان است برابر است، لازم به یادآوری است که مبنای هر لبه یا هر شکاف در یک E واقع در خط  $\frac{6}{60}$  یا  $\frac{20}{20}$  یک دقیقه بر کمان است. بنابراین می‌توان متوجه شد که در هر لبه یا شکاف از تصویر شبکه‌ی ای حرف E واقع در خط  $\frac{6}{60}$  یا  $\frac{20}{20}$  چیزی بیش از سه ردیف از سلول‌های مخروطی فوآیی فیت شده‌اند. ارتباط میان توان تفکیک چشم و الگوی پراش که روی شبکه‌ی

تشکیل می‌شود را نیز می‌توان مطالعه کرد.

در سال ۱۸۳۴ ستاره شناس معروف Sir George Airy متوجه شد که تصویر هر منبع نقطه‌ای نور در هر سیستم اپتیکی دارای یک سری روزه‌های حلقوی شکل است، یعنی همانند دیسکی که توسط حلقه‌های پراش احاطه شده است. بر اساس این که یک سیستم اپتیکی بتواند تصاویر دو منبع نقطه‌ای نور (مثل دو ستاره) را از هم تفکیک کند، حداقل تفکیک الگوهای پراش که توسط این دو منبع نورانی شکل می‌گیرد، باید به گونه‌ای باشد که مرکز یکی از الگوهای پراش بر اولین حلقه تاریک الگوی پراش بعدی منطبق شود. طبق اظهارات Emsley (۱۹۵۶) برای یک مردمک مدور با شعاع  $y$  و یک طول موج نور در هوا  $\lambda$  شعاع اولین طبقه تاریکی که مقابل نقطه‌ی گره‌ای چشم قرار می‌گیرد توسط فرمول زیر به دست می‌آید:

$$\theta = \frac{0.61\lambda}{y}$$

برای نوری با طول موج  $555 \text{ nm}$  و مردمکی به قطر  $3 \text{ mm}$  به شعاع  $(r)$  اولین حلقه‌ی تاریکی همخوانی ۴۷ ثانیه و یا به عبارت دیگر اندکی کم‌تر از یک دقیقه بر کمان است. این اندازه کاملاً همخوانی دارد با این مطلب که دو ستاره هنگامی به صورت دو ستاره مجزا دیده می‌شوند و یا این که هنگامی دو شاخه حرف E به صورت تفکیک شده، مشاهده می‌شوند که اندازه زاویه‌ای شان یک دقیقه بر کمان باشد.



تصویر ۲۲- الگوی پراش شکل گرفته روی شبکه‌ی از دو شیء نقطه‌ای که با فاصله زاویه‌ای یک دقیقه بر کمان از هم جدا شده‌اند.

ادامه دارد.

مرجع:

Primary Care Optometry; Theodore Grosvenor  
Fifth Edition; Chapter 1