

# انواع رنگین کمان‌ها

شهناز پایه

معلم شیمی بابلسر و کارشناس ارشد شیمی فیزیک

## اشاره

همچنین در محدوده فرورسرخ و فرابنفش هم امتداد می‌یابند اما قابل مشاهده با چشم نیستند.

وقتی خورشید از پشت سر ما به قطره‌های باران می‌تابد، پرتوهای نور وارد قطره می‌شوند و به طرف داخل قطره شکسته می‌شوند. آن‌ها از پشت سطح قطره باران بازتابیده می‌شوند و دوباره می‌شکنند و به چشم‌های ما می‌رسند. شکست نور، عامل تجزیه نور خورشید به رنگ‌های تشکیل دهنده آن است. همان‌طور که شما حرکت می‌کنید، رنگین کمان شما تغییر خواهد کرد و از مشاهده‌های دیگران متفاوت خواهد بود. چون نور تنها از یک قطره پراکنده شده است، پس تنها یک پرتو از یک رنگ خاص به چشم شما می‌رسد. نوار بنفش با زاویه حدود  $40/6$  درجه از قطره باران خارج می‌شود و نوار قرمز با زاویه حدود  $42/4$  درجه. پس نور قرمز در قسمت بالاتر قطره باران نسبت به چشم شما قرار دارد.

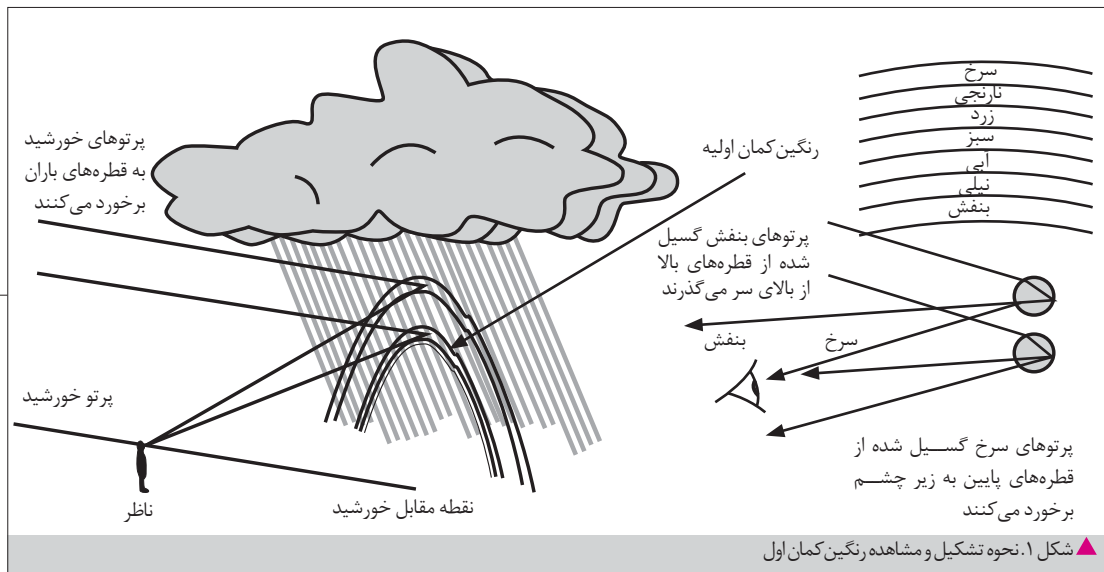
بهترین زمان دیدن یک رنگین کمان صبح زود یا غروب است، وقتی که خورشید در وضعیت پایین تری قرار می‌گیرد. اگر در طول ریزش باران، بتوانید سایه سر خودتان را ببینید، در وضعیت مناسبی برای دیدن رنگین کمان هستید. رنگین کمان اول با زاویه‌های بین  $40$  و  $42$  درجه از نقطه مقابل خورشید تشکیل می‌شود. به همین دلیل رنگین کمان‌ها در هنگام ظهر دیده نمی‌شوند چون دایره کامل  $42$  درجه در بیشتر عرض‌های جغرافیایی زیر خط افق است. زاویه خورشید روی رنگین کمانی که ما می‌بینیم تأثیر می‌گذارد. هرگاه خورشید بالاتر از  $42$  درجه باشد، رنگین کمان زیر افق قرار می‌گیرد. با رسیدن خورشید به سطح افق، اندازه کمان قابل مشاهده افزایش می‌یابد و به یک شبه‌دایره کامل درست قبل از غروب می‌رسد.

سازوکار رنگین کمان‌ها از زمان‌های قدیم مطالعه شده است. فیلسوفان یونانی از نقش بازتاب نور در تشکیل یک رنگین کمان آگاه بودند. در قرن سیزدهم دانشمندان نظریه‌هایی را در مورد تشکیل رنگین کمان ارائه کردند و در قرن هفدهم رنه دکارت<sup>۱</sup> وضعیت‌هایی را که منجر به مشاهده یک رنگین کمان می‌شود توضیح داد. یک رنگین کمان به وسیله شکست و بازتاب داخلی نور داخل قطره‌های باران به وجود می‌آید که در نتیجه آن، نور سفید به رنگ‌های رنگین کمان تجزیه می‌شود. دیدن یک رنگین کمان بعد از باران طبیعی است، اما آیا تا به حال دو رنگین کمان دیده‌اید؟ در این مقاله، به پدیده تشکیل انواع رنگین کمان‌ها می‌پردازیم.

کلیدواژه‌ها: رنگین کمان، مه کمان<sup>۲</sup>، رنگین کمان دوتایی<sup>۳</sup>

## رنگین کمان

نور سفید خورشید، طیفی کامل از رنگ‌هاست. رنگ‌های رنگین کمان به ضریب شکست نور در آب و طول موج‌های آن بستگی دارد. ضریب شکست نور در آب تابع سرعت نور در آب است. رنگ‌های با طول موج متفاوت، با سرعت یکسانی عبور نمی‌کنند. نور قرمز با طول موج بلندتر، زاویه بزرگ‌تری در رنگین کمان به وجود می‌آورد و نور آبی با طول موج کوتاه‌تر، زاویه کمتری دارد. رنگ‌های رنگین کمان، طیف پیوسته‌ای از رنگ‌های قرمز، نارنجی، زرد، سبز، آبی، نیلی و بنفش هستند.



## رنگین کمان دوتایی

اگر یک رنگین کمان زیبا باشد، دو تا رنگین کمان نفس گیر است. در حقیقت نور خورشید می‌تواند سه بار یا بیشتر در قطره باران بازتابیده شود، اما رنگین کمان سوم دیده نمی‌شود، چون نزدیک به خورشید تشکیل می‌شود و روشنایی خورشید بر آن غلبه می‌کند.

رنگین کمان دوم به وسیله نوری که دو بار داخل قطره‌های باران بازتابیده است، به وجود می‌آید. این کمان در محدوده  $50/4^\circ$  و  $53/6^\circ$  درجه اطراف سایه سر شما (نقطه مقابل خورشید) تشکیل می‌شود.

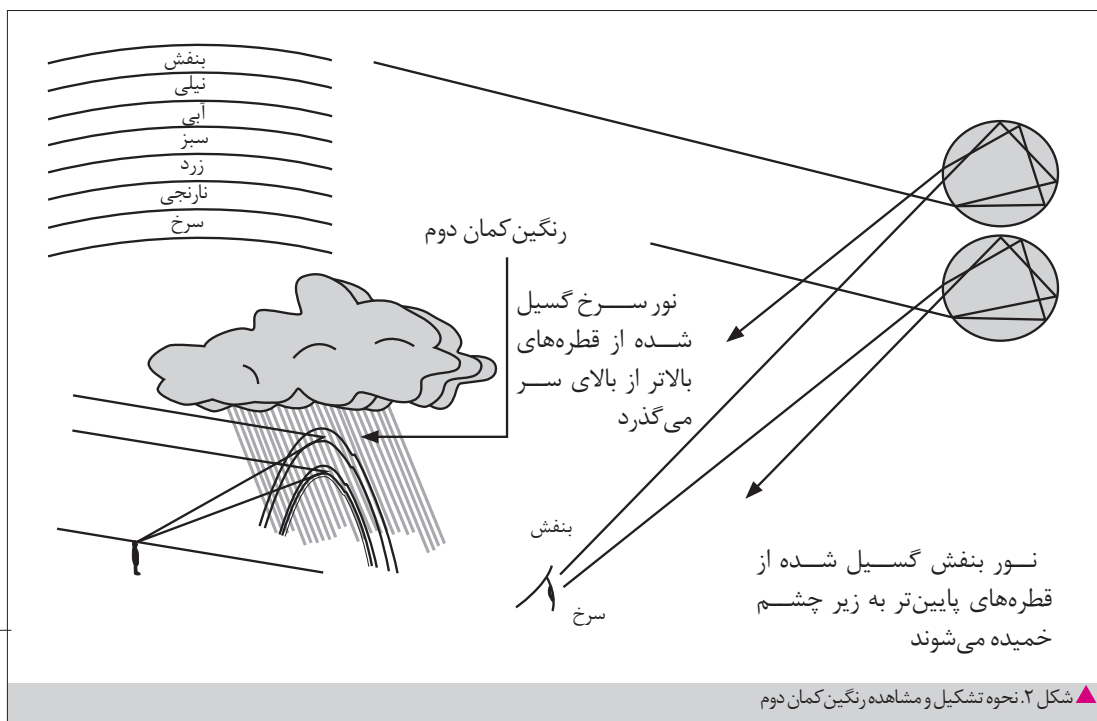
کمان دوم با زاویه‌ای حدود  $10^\circ$  درجه بیشتر از کمان اول و بالای آن تشکیل می‌شود و با پهنایی حدود دو برابر و با رنگ‌هایی بر عکس کمان اولیه ظاهر می‌شود. نور کمان دوم، یک‌دهم شدت کمان اول است، زیرا نور در نتیجه دو بار بازتابیده شدن، کاهش می‌یابد.

رنگ‌های کمان اولیه روشن‌تر است و رنگ قرمز در بالا و بنفش در پایین قرار می‌گیرد. ترتیب رنگ‌ها در رنگین کمان دوم بر عکس است زیرا رنگین کمان دوم با کمترین زاویه نور خروجی نسبت به نقطه مقابل خورشید تشکیل می‌شود. کمترین زاویه برای نور سرخ، نسبت به نقطه مقابل خورشید، کمتر از بنفش است و برای رنگین کمان اول نور با بیشترین زاویه تشکیل می‌شود و ترتیب آن بر عکس است. روش دیگر برای توجیه آن به این صورت است که بازتاب دوم داخل قطره باران را مانند نوشتن مقابل یک آینه در نظر بگیریم که نوشته‌ها برعکس می‌شوند.

رنگین کمان‌ها همیشه به صورت کمان ظاهر می‌شوند زیرا در زاویه‌ای ثابت به دور نقطه مقابل خورشید (سایه سر شما) تشکیل می‌شوند. اگر شخصی روی زمین ایستاده باشد و به باران نگاه کند، امکان ندارد یک دایره کامل از رنگین کمان ببیند. اگر چه شما می‌توانید در هواپیما از بالا به قطره‌های باران نگاه کنید و یک رنگین کمان کامل ببینید، زیرا قطره‌های در حال ریزش هم بالا و هم پایین شما هستند. ولی این رنگین کمان دایره‌ای کامل، بیشتر سفید دیده می‌شود تا رنگی و سایه‌ای از هواپیما در مرکز آن دیده می‌شود. زیرا وقتی که قطره‌های آب خیلی کوچک می‌شوند، طبیعت موجی نور شروع به چیره شدن می‌کند، تا جایی که رنگ‌ها محو می‌شوند.

## مه کمان

اندازه قطره‌های باران اثری بر هندسه رنگین کمان ندارد، اگر چه قطره‌های خیلی کوچک، مثل مه یا غبار، این اثر را کاهش می‌دهند. در این حالت، اثر پراکندگی، بر اثر شکست پراکندگی، غلبه می‌کند. یک مه کمان انحنایی از یک رنگین کمان دارد، اما همانند یک کمان سفید روشن و بدون رنگ‌های طیفی ظاهر می‌شود. مه کمان‌ها بارها مشاهده شده‌اند، اما از آنجایی که دید ما در شب خیلی نسبت به رنگ‌ها حساس نیست، آن‌ها سفید ظاهر می‌شوند و نه رنگی. اگر قطره‌ها بزرگ باشند، با قطر یک میلی‌متر یا بیشتر، رنگ‌های قرمز، سبز و بنفش واضح هستند اما رنگ آبی دیده نمی‌شود. همان‌طور که قطره‌ها کوچک‌تر می‌شوند، قرمز کم‌رنگ‌تر می‌شود. در مه یا غبار خوب، همه رنگ‌ها بجز بنفش ممکن است ظاهر شوند. حتی قطره‌های کوچک‌تر از  $0/05$  میلی‌متر، رنگین کمان سفید یا مه کمان ایجاد می‌کنند.



زاویه  $40/20$  درجه در اطراف خورشید دارد، پس شما باید برای دیدن آن به عقب و به طرف خورشید نگاه کنید. کمان مرتبه سوم یک‌بار در طبیعت دیده شده اما دیدن کمان مرتبه چهارم در طبیعت ثبت نشده است. رنگین کمان‌های سوم و چهارم اگر به زمین بازتابیده شوند، به احتمال بسیار کمی دیده می‌شوند.

### نتیجه‌گیری

پدیده‌های رنگین کمان و مه کمان، مربوط به شکست و بازتاب نور داخل قطره‌های آب هستند. همه رنگ‌ها با طول موج‌های متفاوت با سرعت یکسانی از قطره‌های آب عبور نمی‌کنند. نور قرمز طول موج بلندتری دارد پس زاویه بزرگ‌تری در رنگین کمان به وجود می‌آورد و نور بنفش برعکس آن عمل می‌کند. رنگین کمان دوم، در نتیجه دو بار بازتاب نور از داخل قطره‌های آب تشکیل می‌شود و معمولاً محوتر است و رنگ‌های آن برعکس رنگین کمان اول دیده می‌شود. به همین ترتیب کمان‌های سوم و مرتبه بالاتر نیز احتمال دیده شدن دارند. در آزمایشگاه، تشکیل رنگین کمان‌های چندتایی به وسیله بازتاب‌های داخلی چندتایی امکان دارد. یک فلاسک کروی از آب، شبیه‌سازی یک قطره آب است.

زاویه رنگین کمان اول، به وسیله بیشترین زاویه نوری که از میان قطره‌های مقابل خورشید می‌گذرد، تعیین می‌شود. برای رنگین کمان اول، نور در همه زاویه‌های نزدیک‌تر به نقطه مقابل خورشید پراکنده می‌شود، یعنی به داخل رنگین کمان. بنابراین منطقه‌ای که نور به وسیله قطره‌های باران یک بار داخل قطره بازتابیده و سپس پراکنده شده، روشن‌تر است. رنگین کمان دوم، به وسیله نوری که دو بار داخل قطره‌های باران بازتابیده شده و کمترین زاویه را نسبت به نقطه مقابل خورشید دارد، ایجاد می‌شود. بنابراین در خارج رنگین کمان دوم هم منطقه روشنی داریم که در نتیجه پراکنده شدن نور بعد از دو بار بازتاب آن داخل قطره‌های باران است.

نوری که از بین قطره‌های باران عبور کرده است، بین رنگین کمان‌های اول و دوم پخش نخواهد شد و این منطقه تاریک‌تر بین دو کمان، نوار تاریک الکساندر<sup>۴</sup> نامیده می‌شود، که اولین بار به وسیله فیلسوف یونانی قرن سوم به نام الکساندر آفرودیسیاس شرح داده شد. آسمان زیر رنگین کمان اول و بالای رنگین کمان دوم روشن‌تر است. رنگین کمان اضافی، باندهای اضافی را در قوس داخلی رنگین کمان اول و یا گاهی در قسمت خارجی قوس رنگین کمان دوم به وجود می‌آورد. این نوارها که به صورت رنگی ظاهر می‌شوند، بر اثر تداخل امواج نور ایجاد می‌شوند. کمان مرتبه سوم هلالی با زاویه

پی‌نوشت‌ها

1. Rene Descartes
2. fogbow
3. double Rainbow
4. Alexander

منبع

www.accweather.com