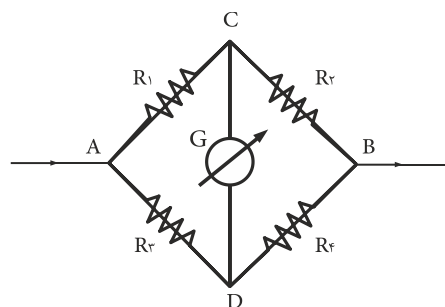




## آشکارسازها در طیف بینی زیرقرمز

دو نوع آشکارساز که در دستگاه‌های طیف‌سنج زیرقرمز استفاده می‌شوند، عبارتند از: (۱) آشکارسازهای فوتونی، مبتنی بر اثر رسانایی فوتونی برخی از نیمه هادی‌ها و (۲) آشکارسازهای حرارتی. در آشکارسازهای حرارتی، تابش زیرقرمز باعث ایجاد گرما و در نتیجه باعث برخی تغییرات فیزیکی مانند تغییر در مقاومت الکتریکی می‌شود. به طور کلی، آشکارسازهای فوتونی سریع‌تر و حساس‌تر از آشکارسازهای گرمایی‌اند. اما عیب مهم آن‌ها این است که در دامنه بسیار محدودی از طول موج‌ها عمل می‌کنند. زیرا انرژی فوتون باید به اندازه‌ای باشد، که بتواند الکترون‌ها را در نیمه هادی تحریک و از ترازهای پیوندی به ترازهای رسانایی منتقل کند. از طرف دیگر، آشکارسازهای گرمایی را می‌توان در محدوده وسیعی از طول موج‌ها استفاده کرد. در آشکارسازهای گرمایی فقط جذب فوتون لازم است و نیازی به نقل و انتقال الکترون در ترازهای کوانتومی نیست. به جز در نواحی زیرقرمز نزدیک که در آن از سلول فوتوهدایتی مبتنی بر نیمه هادی‌ها استفاده می‌شود، در بیشتر نواحی زیرقرمز از آشکارسازهای گرمایی استفاده می‌شود. تعدادی از این آشکارسازها به طور مختصر در این قسمت شرح داده می‌شوند.

**بلومترها:** معمولاً یک بلومتر از لایه نازکی از هادی فلزی تشکیل شده است. وقتی تابش زیرقرمز به این آشکارساز برخورد کند، دمای آن تغییر می‌کند. چون مقاومت هادی فلزی با دما تغییر می‌کند، مقدار این تغییر به مقدار تابش برخورد کننده به بلومتر بستگی دارد. بلومتر یکی از بازوهای پل وتسون را تشکیل می‌دهد (شکل ۱). در این پل، سه مورد از مقاومت‌های نشان داده شده مقاومت استاندارد هستند، که مقدار آن‌ها معلوم است و یکی مقاومت موجود در بلومتر است که پس از تعادل الکتریکی تعیین می‌شود. وقتی تابش زیر قرمز به بلومتر نمی‌رسد، پل در حالت تعادل است و در گالوانومتر جریانی مشاهده نمی‌شود. با برخورد تابش زیرقرمز به بلومتر، تعادل آن بهم می‌خورد و جریان در گالوانومتر (G) ایجاد می‌شود. مقدار جریان ایجاد شده به شدت تابش ورودی به بلومتر بستگی دارد. زمان پاسخ این آشکارساز ۴ میلی‌ثانیه است.



شکل ۱. پل وتسون

**ترموکوپل‌ها:** یک ترموکوپل از جوش دادن دو سیم نیمه هادی با کارایی ترموالاستیک مختلف ساخته می‌شود. زمانی که محل اتصال این دو سیم در دمای مختلفی قرار بگیرد، بین دو محل اتصال یک اختلاف پتانسیل الکتریکی ایجاد می‌شود. در طیف‌سنج‌های زیر قرمز، یکی از اتصالات (که اتصال سرد نامیده می‌شود)، در دمای ثابت نگهداری شده و از برخورد تابش به آن جلوگیری می‌شود. اما اتصال دیگر (که اتصال گرم نامیده می‌شود)، در معرض تابش زیرقرمز



قرار دارد و لذا دمای آن افزایش می‌یابد. اختلاف درجه حرارت بین این دو اتصال منجر به ایجاد اختلاف پتانسیل شده که به عنوان علامت تجزیه‌ای ثبت می‌شود. اغلب اوقات اتصالی که تابش به آن برخورد می‌کند، از جنس طلا یا پلاتین سیاه است که سیم‌های ظریفی شامل اتصال ترموالکتریک به آن لحیم شده است. به منظور جلوگیری از هر گونه افت انرژی، ترموکوپل درون محفظه‌ای از جنس استیل که دارای پنجره‌های NaCl یا KBr است، قرار داده می‌شود. زمان پاسخ این آشکارساز ۶ میلی‌ثانیه است.

**ترمیستورها:** ترمیستورها شامل مخلوط گداخته شده‌ای از اکسیدهای فلزی هستند، که ضریب گرمایی منفی از مقاومت الکتریکی نشان می‌دهند. این آشکارسازها نیز مانند آشکارسازهای بلومتر در مدار پل و تسون استفاده می‌شوند.

**سلول گولی<sup>۱</sup>:** این نوع آشکارساز در واقع یک دماسنج گازی حساس است و در تعداد زیادی از طیف‌سنج‌های زیر قرمز تجارتي استفاده شده است. این آشکارساز از یک استوانه کوچک فلزی ساخته می‌شود که یک انتهای آن با یک صفحه فلزی ثابت بسته شده است و در انتهای دیگر آن یک دیافراگم فلزی انعطاف‌پذیر قرار دارد. در وسط صفحه فلزی ثابت پنجره‌ای از جنس KBr برای ورود تابش تعبیه می‌شود. درون این استوانه گاز زنون پر و درزگیری شده است. با ورود تابش زیرقرمز به درون این استوانه و برخورد آن به مولکول‌های گاز، انبساط گاز و در نتیجه افزایش حجم اتفاق می‌افتد که این اختلاف به عنوان علامت تجزیه‌ای ثبت می‌شود. این آشکارسازها به آشکارسازهای پنوماتیک نیز معروف است.

**آشکارسازهای گرماالکتریکی:** یکی از جدیدترین آشکارسازهای طیف‌سنجی زیرقرمز که ساخت آن‌ها در سال‌های اخیر پیشرفت کرده است، آشکارسازهای گرما الکتریکی یا پیروالکتریک هستند. در این آشکارسازها از بلورهایی مانند تری‌گلیسین سولفات (TGS)، تری‌گلیسین سولفات دوتریم‌دار (DTGS)، لیتیم تانتالات و برخی مواد دیگر استفاده می‌شود. این بلورها، در طول محور حاصل از هم‌راستایی گشتاورهای دو قطبی الکتریکی، قطبش الکتریکی درونی از خود نشان می‌دهند. در نتیجه، تغییرات در آرایش شبکه‌ای بلور که در اثر جذب تابش زیرقرمز ایجاد می‌شود، باعث تغییر در قطبش الکتریکی آن‌ها می‌شود. اگر این بلور بین دو الکترود قرار داده شود، در مدار متصل کننده دو الکترود، جریان الکتریکی به وجود می‌آید تا توازن توزیع بار الکتریکی مجدداً برقرار شود. آشکارسازهای گرما الکتریکی زمان پاسخ بسیار سریعی دارند و لذا در طیف‌سنج‌های زیرقرمز تبدیل فوریه (FTIR) کاربرد زیادی دارند.

**سلول فوتوهدایتی:** این آشکارسازها شامل لایه نازکی از یک نیمه‌هادی مانند سرب سولفید، سرب تلورید، ایندیم آنتیمونید و ژرمانیم آنتیمونید آغشته شده به مس یا جیوه است، که بر روی یک شیشه نارسا پوشش داده شده و برای محافظت از هوا، در داخل یک محفظه قرار داده شده است. جذب فوتون با انرژی کافی توسط نیمه‌هادی باعث انتقال بعضی از الکترون‌ها از تراز ظرفیت به تراز رسانا شده و در نتیجه مقاومت آن کاهش می‌یابد. این آشکارسازها نقطه توقف معینی در زیر قرمز دور دارند. برای مثال، آشکارساز سرب سولفید به پرتوهایی با عدد موج  $2000$  تا  $10000 \text{ cm}^{-1}$  (طول موج ۱ الی  $3 \mu\text{m}$ ) حساس است و زمان پاسخ آن ۱۰ میکروثانیه است.

<sup>۱</sup>. Golay