# آزمایشگاه فیزیک جدید در سال جهانی نور

**نوشین مدنی**، دانشجوی کارشناسی ارشد آموزش فیزیک دانشگاه شهید رجایی
**آزیتا سیدفدایی**، دکترای آموزش فیزیک

## چکیده

طیف نمایی[1] کاربردهای مهمی در زمینه‌های مختلف صنعت و پزشکی دارد. در این مقاله، با به کارگیری نرم‌افزار Tracker که یک نرم‌افزار تحلیل فیلم است، به بررسی طیف عناصر مختلف و مقایسه آن‌ها در شرایط متفاوت پرداخته می‌شود. فیلم‌های موجود توسط یک دوربین فیلم‌برداری که در مقابل آن توری پراش قرار گرفته، ثبت و ضبط شده‌اند. از دو لیزر نقطه‌ای با طول موج معلوم به‌عنوان مقیاس اندازه‌گیری استفاده شده است.

**کلیدواژه‌ها**: طیف نور مرئی، نرم‌افزار Tracker، آموزش فیزیک

## مقدمه

بیشتر دانش‌آموزان به کمک منشور طیف نور مرئی را مشاهده کرده‌اند، همچنین با رنگین‌کمان مواجه شده‌اند، ولی تاکنون موفق به اندازه‌گیری طول موج و شدت تابش نور نشده‌اند. این اندازه‌گیری‌ها با نرم‌افزار tracker امکان‌پذیر شده است و برای دانش‌آموزان علاقه‌مند پلی به سوی حوزه‌های فیزیک جدید محسوب می‌شود.

فناوری اطلاعات نظام‌های آموزشی را در مقابل موج عظیمی از تحولات قرار داده و روش‌های آموزشی را به چالش کشیده است. برای ایفای نقش در این کاروان علم باید با استفاده از فناوری روز به هم‌اندیشی پرداخت.[1]

## معرفی نرم‌افزار

Tracker نرم‌افزاری است که دانش‌آموزان می‌توانند به‌طور تعاملی به بررسی جزئیات طیف‌ها بپردازند.[2] این نرم‌افزار به کاربر امکان تجزیه و تحلیل طیف‌ها را می‌دهد. نرم‌افزار Tracker از طریق پیوند زیر قابل دسترسی است:

**http://www.cabrillo.edu/~dbrown/tracker**

نصب این نرم‌افزار باید در محیط Java ۱٫۶ انجام پذیرد. فیلم‌های ویدئویی مناسب برای استفاده و تحلیل توسط این نرم‌افزار با فرمت مناسب در سایت معرفی شده موجود است. برای دانلود آن‌ها باید برنامه Quicktime را داشته باشیم.

## معرفی آیکون‌های نرم‌افزار

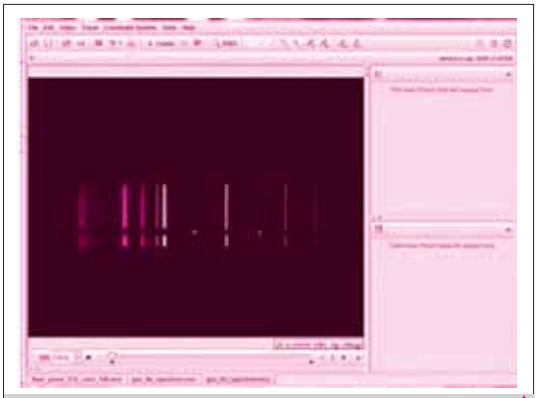
۱. پس از نصب نرم‌افزار و اجرای آن صفحه زیر ظاهر می‌شود. (شکل ۱)

شکل ۱

۲. برای نمایش فیلم با استفاده از آیکون open file در نوار ابزار بالای صفحه فایل فیلم‌های موجود در نرم‌افزار باز می‌شود. (شکل ۲)

شکل ۲

۳. یکـی از فیلم‌هـا را انتخاب می‌کنیم. نـام هر فیلمی که در ضمن کار با نرم‌افزار باز شـده اسـت، در نـوار ابزار پایین صفحه ثبت می‌شود. این امتیاز مهمی برای نرم‌افزار محسوب می‌شود. (شکل ۳)



شکل ۳

٤. برای تحلیل فیلم از نوار ابزار بالای صفحه گزینهٔ tracks ، سپس new، و در نهایت line profile را انتخاب می‌کنیم.

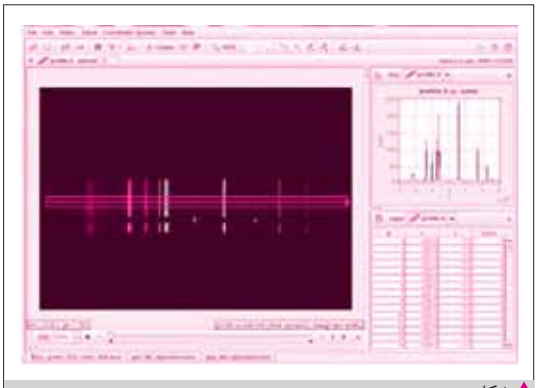
Tracks →new→ line profile

۵. با گرفتن دکمهٔshift، مکان‌نما را روی طیف می‌کشـیم. هم‌زمان، نمودار شـدت نور مرئی بر حسـب luma نسبت به مکان رسـم می‌شود و جدول داده‌های مربوط به همان طیف کامل می‌شود. (شکل ٤)

شکل ٤

٦. برای تغییـر عرض line profile بـالای صفحه، زیر نوار ابزار گزینهٔ spread ظاهر می‌شـود. با وارد کردن عدد دلخواه، (مثلاً عدد ۱۰) در کادر آن عرض line profile بیشتر می‌شود. (شکل ۵)





شکل ۵

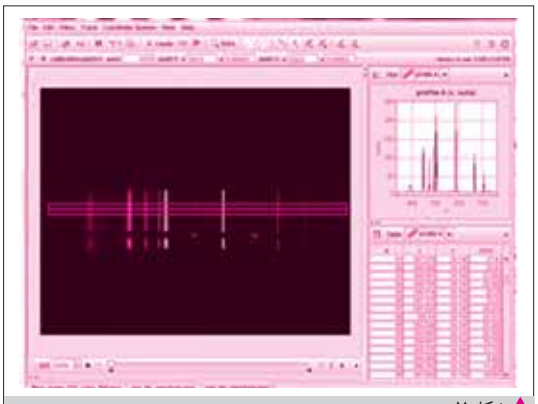
مهم‌تریـن قسـمت نرم‌افزار در بخش طیـف نمایی، گزینهٔ line profile اسـت. line profile در طول محور افقی، شدت روشـنایی بر حسب طول موج یا دیگر اطلاعات مربوط به هر پیکسـل فیلم ویدئویی را اندازه می‌گیـرد. البته برای افزایش دقت و کاهش نوفه، مقدار میانگین شدت پیکسل‌های داخل کادر را در نظر می‌گیرد.

۷. مـدرج کردن بـه معنی تنظیم صفر دسـتگاه یا تعیین مقیاس مناسب برای اندازه‌گیری است.

نرم‌افزار به‌طور پیش‌فرض مبدأ مختصات را روی نور لیزر سبز قرار می‌دهد و طول موج‌های دیگر را نسبت به آن اندازه‌گیری می‌کند. اگر بخواهیم طول موج واقعی تمام نقاط معلوم شود، از آیکون (Calibration tools) گزینهٔ Calibrayion points را انتخاب کرده و همراه با کلید shift روی هر یک از ۲ نور لیزر کلیـک می‌کنیم. در کادر بـالای صفحه طول موج معلوم نور لیزر سبز و قرمز را به جای مختصه x وارد می‌کنیم. (شکل٦)

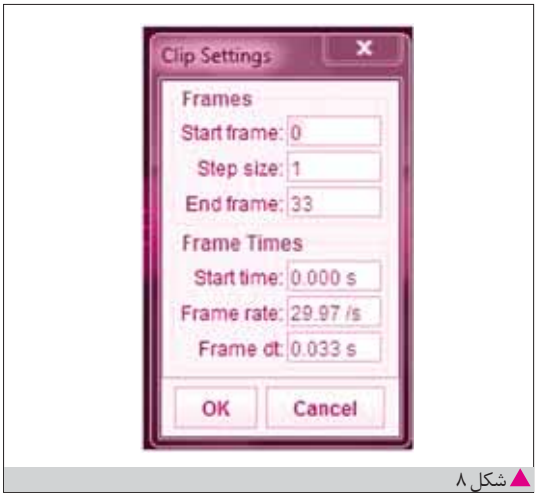
شکل ٦

بدین ترتیب نمودار شدت روشنایی نور مرئی بر حسب طول موج رسم خواهد شد. (شکل۷)



شکل ۷

۸. اگر بخواهیم فقط قسمتی از یک فیلم را تحلیل کنیم، در نوار ابزار گزینهٔ clip setting را انتخاب و شماره ابتدا و انتهای فریم‌های مورد نظر را وارد می‌کنیم. (شکل۸)

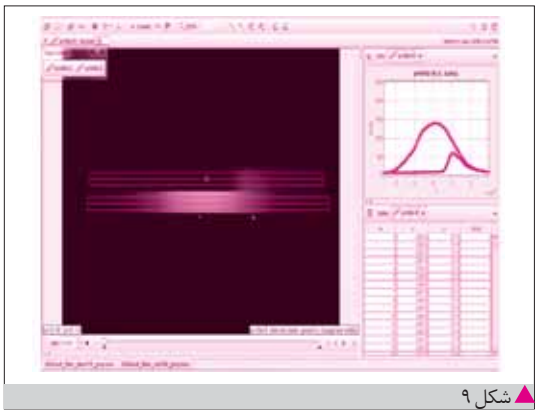


شکل ۸

حال به بررسی چند نمونه از کاربردهای این نرم‌افزار می‌پردازیم.

مثال۱: در تعدادی از فیلم‌ها در مقابل نیمی از چشمهٔ نور فیلتر رنگی استفاده شده است. یکی از آن‌ها را مشاهده کنید و برداشت‌های خودتان را بنویسید.

پاسخ: همان‌طور که در شکل۹ دیده می‌شود، برای بررسی هر قسمت طیف از profileA و profileB استفاده شده است. چون رنگ فیلتر قرمز بوده است، فقط طول موج‌های مربوط به نور قرمز را عبور داده است. دو نمودار برای مقایسه در یک صفحه رسم شده‌اند. (60wsoft-filter-red106-grey.mov)


شکل ۹

مثال۲: طول موج خطوط روشن طیف هیدروژن را توسط نرم‌افزار tracker به دست آورید. جواب خود را با محاسبهٔ نظری مقایسه کنید. (شکل۱۰)

(خطوط مرئی طیف هیدروژنی سری بالمر نامیده می‌شود)

محاسبه نظری:

$n=3,4,5$ و $\frac{1}{\lambda}=R_H(\frac{1}{2^2}-\frac{1}{n^2})$

| | |
|---|---|
| n=۳ | λ=۶۶۰nm |
| n=۴ | λ=۴۸۹ nm |
| n=۵ | λ=۴۳۶٫۸ nm |

شکل ۱۰

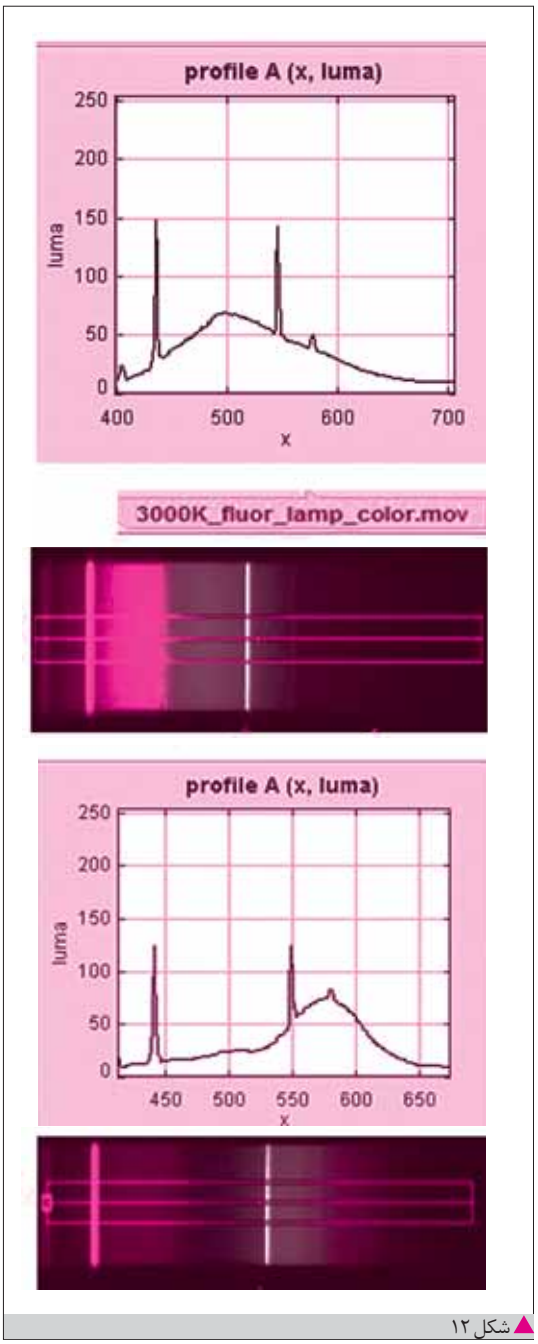
بـا توجه به اینکه در بعضـی از فیلم‌های موجود در نرم‌افزار از لامپ فلوئورسـان در دماهای مختلف اسـتفاده شده است، دربارهٔ مادهٔ فلوئورسان توضیحاتی داده می‌شود.

شـاید بدانید ماده فلورسنت، در اثر جذب نور فرابنفش، نور مرئی تابش می‌کند. بعضی سنگ‌های معدنی و موجودات زنده هم این ویژگی را دارند. (شکل ۱۱)

شکل ۱۱

در لامپ فلورسـنت هم بر اثر تحریک بخـار جیوه موجود در گاز آرگون یا نئون، پلاسـمایی ایجاد می‌شـود که از خود، پرتو فرابنفش (uv) گسـیل می‌کند. سپس این پرتو به ماده فلوئورسان تابیده و به نور مرئی تبدیل می‌شود.

مثال۳: دو طیف
3000k-flour-lamp-color و 6300k-flour- lamp-color
را مشاهده کنید.
الف. به نظر شما چه نوع گازی درون لامپ بوده است؟
ب. افزایش دما چه تغییری در شدت و طول موج نور تابشی تولید می‌کند؟
پاسخ: الف. با مشاهده این دو طیف و مقایسه با طیف نشری خطی عناصر، متوجه می‌شویم که لامپ حاوی بخار جیوه بوده است. (شکل ۱۲)



شکل ۱۲

ب. با توجه به نمودارها با افزایش دما رنگ‌هایی با طول موج کمتر و با شدت بیشتری تابش می‌شوند.
مثال٤: طیف مربوط به این دو چشمهٔ نور را مقایسه کنید. (جدول۱) نتیجه را بنویسید.

| Video film | Luma (max) | x=λ |
|---|---|---|
| 60w soft- 60v- gray. mov | | |
| 60w soft- 100v- gray. mov | | |

پاسخ: این فیلم‌ها مربوط به دو لامپ رشته‌ای ٦٠W است، که با ولتاژهای ٦٠V و ١٠٠V روشن شده‌اند. مقاومت درون لامپ در اثر عبور جریان گرم شده و شروع به تابش می‌کند. هرچه ولتاژ، بیشتر باشد، دمای رشتهٔ لامپ بالاتر می‌رود و شدت تابش افزایش می‌یابد و بیشینهٔ تابش به سمت طول موج‌های کوتاه پیش می‌رود. (جدول۲) مانند تابش جسم سیاه که تابندگی افزایش می‌یابد و بیشینهٔ تابندگی به سمت طول موج‌های کوتاه‌تر می‌رود. البته تابندگی با شدت تابش متفاوت است. شدت تابش انرژی کل طول موج‌ها در واحد زمان از واحد سطح می‌باشد ولی تابندگی انرژی طول موج‌های بین λ و λ+Δλ گسیل شده در واحد زمان از واحد سطح است.

| Video film | Luma (max) | x=λ |
|---|---|---|
| 60w soft- 60v- gray. mov | ۳۸,۷۵ | ۵۷۵ |
| 60w soft- 100v- gray. mov | ۱۹۱,۷۱ | ۵۵۲ |

## نتیجه‌گیری

این نرم‌افزار توانایی‌های دیگری نیز دارد که در این مقاله فرصت پرداختن به آن‌ها نیست. این نرم‌افزار به معلمان و دانش‌آموزان علاقه‌مند به فیزیک جدید توصیه می‌شود. با این نرم‌افزار آزمایشگاهی خواهیم داشت که می‌توانیم شدت نور مرئی تابش شده از لامپ‌های رشته‌ای، لامپ‌های فلوئورسان و لیزر جامد را اندازه‌گیری کنیم. تأثیر دما و تغییر ولتاژ هریک از لامپ‌ها بر طول موج قابل ارزیابی است. تعدادی از فیلم‌ها در حالی ضبط شده‌اند که فیلتر رنگی در مقابل چشمهٔ نور قرار داشته است. تفاوت حساسیت سلول‌های چشم انسان با حسگرهای CCD دوربین در تشخیص رنگ، موجب فیلم‌برداری در حالت gray (سیاه و سفید) شده‌است. در زمینهٔ طیف‌سنجی این نرم‌افزار منحصربه‌فرد است. با مقداری دقت و حوصله و با استفاده از روش‌هایی که برای تهیه فیلم‌ها به کار گرفته شده می‌توان موقعیت‌های دیگری برای فیلم‌برداری آفرید.
یکی از اهداف تعلیم‌وتربیت، پرورش دانش‌آموزانی است که بدون اتکا به معلم یا کتاب درسی می‌توانند بیندیشند و استدلال کنند.[۳] استفاده از این نرم‌افزار دانش‌آموز علاقه‌مند را در این راه یاری می‌دهد.