بیستمین کنفرانس اپتیک و فوتونیک ایران
و ششمین کنفرانس مهندسی و فناوری فوتونیک ایران
۸ تا ۱۰ بهمن ماه۱۳۹۲ - دانشگاه صنعتی شیراز

فرانگری تغییرات طیفی کبودشدگی پوست در طی التیام بوسیله‌ی طیف‌سنجی بازتابی مرئی

ابراهیم صفریان و عزالدّین مهاجرانی

پژوهشکده لیزر و پلاسما، دانشگاه شهید بهشتی تهران ، ایران

چکیده - کبودشدگی (کوفتگی) به راه یافتن خون به بافت، بر اثر نیروی قوی اطلاق می‌شود که منجر به شکافته شدن پوست نشود.
تخمین زمان کبودی بعنوان شاهد در محاکم قضایی و پزشکی قانونی نقش بسزایی دارد. امروزه پزشکان تنها با مشاهده که بر اساس وجود یا عدم وجود رنگ زرد است ، کبودی‌ها را به تازه و کهنه دسته‌بندی می‌کنند.
ما در اینجا روش بررسی تغییرات زمانی طیف بازتابی کبودی‌ها را معرفی می‌کنیم که از داوطلبان بوسیله طیف‌سنج *USB2000* جمع‌آوری شده که این روش بصورت کاملا غیر مخرب است.

کلید واژه- طیف سنجی ، کبودشدگی ، پزشکی قانونی ، غیر مخرب

Visible Reflectance Spectroscopy for monitoring spectral change of bruises during healing

Ebrahim Safarian , Ezedin Mohajerani

Laser and plasma research Institute of Shahid Beheshti University of Tehran, Iran

A bruise (or contusion) represents a release of blood into the tissues, resulting from blunt force injury that does not cause a break in the skin.
Estimation of the age of a bruise may be important to support or contradict testimony in matters of forensics.
Physicians by visual inspection suggest that a bruise is either fresh or old; based on the presence or absence of yellow color, which is highly inaccurate.
We present here, the temporal progression of reflection spectrum collected from inflicted contusions in participants by ocean optics USB2000 spectrometer, which is absolutely noninvasive.

Keywords: Spectroscopy, Bruise, Forensics, noninvasive

[Downloaded from www.opsi.ir on 2026-11-03]

۱- مقدمه

دغدغه‌ی پزشکان اطفال، پزشکان قانونی و سایر پزشکانی که با بیماران دارای جراحت سر و کار دارند ، دانستن زمان کبودی ها و کوفتگی ها برای تشخیص کودک آزاری و غیره است.

۱-۱ کبودی

کبودشدگی ، ناشی از راه یافتن خون به بافت در اثر نیروی وارده به بافت است. در اولین مرحله کبود شدن، رگهای خونی پاره شده و خون وارد ناحیه صدمه دیده می‌شود. جریان یافتن خون در بافت باعث یک واکنش التهابی می‌گردد[1,2]. در طی این فرآیند، ماکروفاژها که یاخته‌هایی دارای قدرت بیگانه‌خواری هستند، گلبول های قرمز را می‌بلعند و هموگلوبین حاوی آن را ابتدا به بیلی‌وردین و سپس به بیلی‌روبین تبدیل می‌کنند[3]. بنابراین هنگام التیام کبودی، هموگلوبین (به رنگ قرمز) و بیلی‌روبین حضور دارند. رنگ زرد کبودی هم بعلت تولید بیلی‌روبین است.[4]

پس با مشاهده تغییرات طیفی هموگلوبین و بیلی‌روبین در طی زمان در بافت می‌توان به تخمینی برای عمر کبودی دست یافت.

۱-۲ روش موجود

محافل حفاظت از حقوق کودکان و محاکم قضایی، قضاوت خود را بر مبنای نظر پزشکی قانونی قرار می‌دهند.

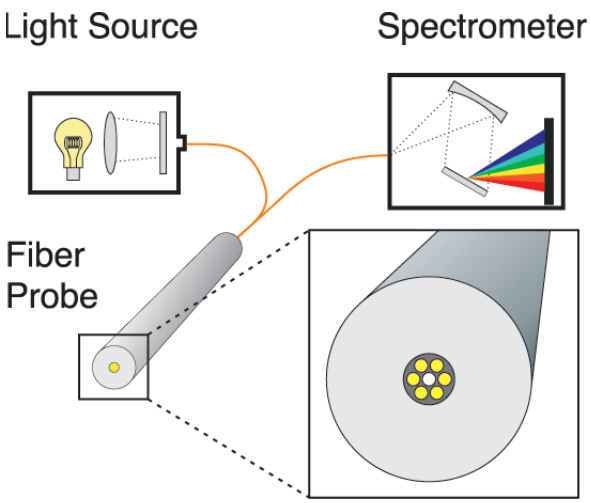
هم اکنون نظر پزشکان بر اساس ارزیابی دیداری است. در ارزیابی دیداری چشم انسان به عنوان اصلی ترین ابزار برای شخص و بررسی ویژگی‌های ظاهری پوست و بیماری‌های آن استفاده می شود. بارز است که این شاخص وابسته به فرد آزمایشگر است و از این رو، نتیجه‌ی بدست آمده برای مشاهده‌گرهای مختلف، متفاوت خواهد بود.

بنا به همین دلیل، نتیجه‌ی تشخیص‌های متکی بر ارزیابی دیداری پزشک در اغلب موارد با خطا همراه بوده و غیر علمی است.

۱-۳ طیف‌سنجی بازتابی

می‌دانیم، هنگامی که یک پرتو نوری با انرژی معینی به ماده برخورد می‌کند، اتم‌های آن ماده را برانگیخته و به ترازهای انرژی بالاتر تهییج می‌کند. این پدیده جذب نام دارد. نکته‌ی مهم و اصلی آن است که هر ماده‌ای طول موج‌های خاصی را جذب می کند که مشخصه‌ی عناصر آن ماده است و اگر از نور با پهنای طول موجی استفاده شود، طیف جذبی ماده را حاصل می‌دهد. از این رو از طیف‌سنجی برای پی بردن به ساختار مواد استفاده می‌شود.

طیف‌سنجی بازتابی نیز روشی غیر مخرب است که در آن نور به سطح مورد نظر تابانده می‌شود و تغییرات نسبی نور بازتابی از سطح اندازه‌گیری می‌شود.

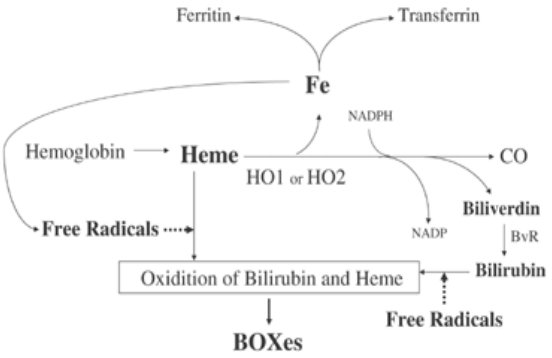


شکل ۱- طرح کلی از یک سیستم طیف‌سنجی بازتابی

طیف‌سنجی بازتابی تبدیل به پیشروترین روش در مطالعات پوستی و نیز تخمین زمان کبودی شده است. توانایی استفاده از طیف‌سنجی بازتابی در تخمین زمان کبودی‌ها در جریان پژوهشی در بیمارستانی در آمریکا کشف شد. در آن پژوهش، داوطلبانی با دانستن زمان وقوع کبودی و دلیل آن مورد آزمایشات طیف‌سنجی قرار گرفتند.

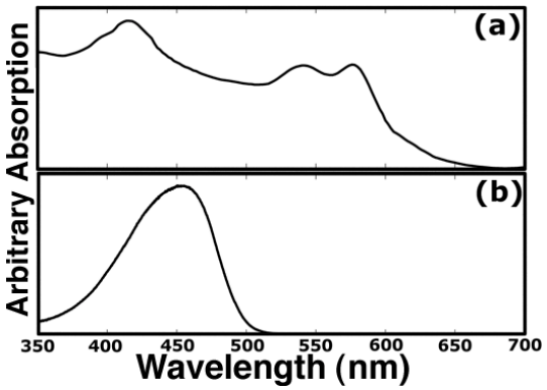
توالی متابولیسم هموگلوبین بخوبی مدون شده[5] و این متابولیسم نقش بسزایی در فرانگریِ نوری دارد. (شکل ۲)

[Downloaded from www.opsi.ir on 2026-11-03]



شکل ۲- متابولیسم هموگلوبین در کبودی و نحوه‌ی تجزیه آن به بیلی‌روبین

در میان محصولات متابولیسم هموگلوبین، ویژگی‌های طیفی هموگلوبین و بیلی‌روبین، بدلیل داشتن جذب بالا در ناحیه مرئی طیف الکترومغناطیس (شکل۳)، اجازه تخمین طیفی مرحله تجزیه شدن و بصورت غیر مستقیم، تخمین زمان کبودی را به ما می‌دهد.



شکل ۳- طیف جذبی (a) هموگلوبین و (b) بیلی‌روبین

۲- روش تجربی

ما در این مقاله، با استفاده از طیف‌سنجی بازتابی می-خواهیم روند تغییرات طیفی کبودی با گذشت زمان را به نمایش در آوریم.

برای این آزمایش از طیف سنج USB2000 محصول Ocean Optics استفاده کردیم. منبع نوری ما LED سفید بوده و از فیبر نوری بازتابی برای فرستادن و جمع کردن همزمان نور استفاده شده است. همچنین یک شئ استوانه‌ای به سر فیبر اضافه شده است تا علاوه بر ایجاد فاصله بین موضع و فیبر و تکرارپذیر کردن آزمایشات، از ورود نورهای مزاحم به فیبر نیز جلوگیری کند.



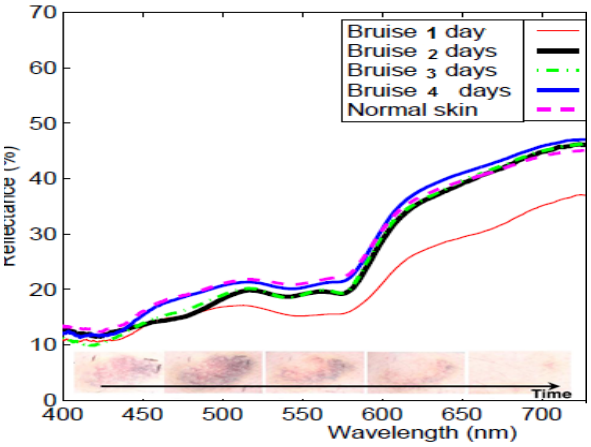
شکل ۴- طیف‌سنجی بازتابی از کبودی - فیبر بازتابی و استوانه سیاه ذکر شده در سمت چپ مشخص اند

فرد مراجعه کننده با دانستن زمان وقوع کبودی، در طی زمان‌های مختلف، تحت شرایط ثابت در هر بار (همانند متغیرهای نرم افزاری، شرایط محیطی و ..) مورد طیف‌سنجی از محل کبودی قرار می‌گیرد.

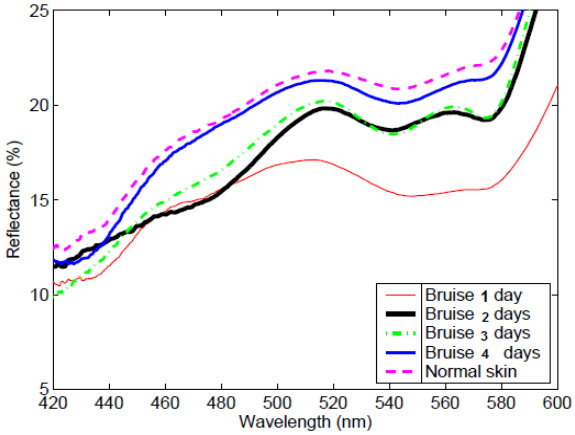
۳- نتیجه گیری

با توجه به اینکه محل کبودی بر شکل طیف تاثیر میگذارد[6]، اما طیف مربوط به روند بهبود پوست کبود تا رسیدن به مرحله‌ی التیام تقریبا برای همه الگوی مشابهی را دنبال می‌کند. شکل‌های (۵) و (۶) نمونه طیف بازتابی کبودی از ناحیه بازو را نشان می‌دهد.

[Downloaded from www.opsi.ir on 2026-11-03]



شکل ۵- طیف بازتابی کبودی در ناحیه بازو در گذر زمان



شکل ۶- همان شکل ۵ با زوم بیشتر برای مشخص‌تر شدن طیف‌ها

همانطور که در شکل‌های بالا مشخص است، در روزهای نخستین بدلیل حضور رنگدانه‌های بیشتر (هموگلوبین و بیلی‌روبین) طیف بازتابی در کمترین میزان خود است. (طبعا طیف جذبی مربوطه که از رابطه‌ی A= - log(R) [7] بدست می‌آید در بیشترین مقدار خود می‌باشد که A جذب‌کنندگی و R بازتابندگی است). با گذشت زمان و محو شدن تدریجی کبودی، طیف کبودی به طیف پوست سالم نزدیک و نزدیک‌تر می‌شود.

با این حال که ما تغییرات طیف بازتابی کبودی با زمان را نشان دادیم، اما رسیدن به هدف نهایی که تخمین زمان کبودی‌هاست با چالشهایی روبروست. این چالشها شامل تفاوت در توزیع کبودی‌ها، عمق کبودی‌ها و مهمترین آن‌ها، تفاوت آهنگ تجزیه‌ی هموگلوبین از هر فردی به فرد دیگر است.

رفع این چالش‌ها نیازمند یک کار آماری است که در آن بایست متغیرهای گوناگون نظیر محل و اندازه‌ی کبودی، جنسیت و ... در نظر گرفته شود و با ثابت گرفتن بقیه عوامل و بررسی تک به تک این متغیرها، اثر همه عوامل بر طیف‌ها را مشخص گردد و سپس نمودارهای طیفی را با روشهای تحلیل طیفی، بعنوان مثال با در نطر گرفتن شدت طیف‌ها در یک طول موج و مقایسه آن در افراد مختلف در طی التیام کبودی، کمّی کرده بتوان به رابطه ای بین آنها برای تخمین زمان کبودی‌ها دست یافت.

همچنین برای دقت بخشیدن به این روش بخاطر چالش های فوق الذکر، استفاده از روشهای مکمل در کنار طیف‌سنجی همانند سنجش رنگ بخاطر دقت بالا بخاطر استانداردهای فضای CIELab نسبت به چشم، توصیه می‌شود.[8]

۴- مراجع

[1] Capper C, *The language of forensic medicine: the meaning of some terms employed*, **Med Sci Law** 451 (2001) 256–259

[2] Spilsbury B, *The medico-legal significance of bruises*, **Medico Legal and Criminal Review.** 7 (1937) 215–227

[3] Muir R., Niven JSF., *The local formation of blood pigments*, **J Pathol.** 41 (1935) 183–197

[4] Hamdy MK., May KN., Powers JJ., *Some physical and physiological factors affecting poultry bruises*, **Poult Sci** .40 (1961) 790–795

[5] K. Laiho, *in The Wound Healing Process: Forensic Pathological Aspects*; Vol. 1, edited by Oehmicen and Kirchner (1995)

[6] مهاجرانی، علیخانی، عرفان زاده، *مطالعه‌ی طیف پوست انسان به منظور تعیین تاثیر رنگدانه ها در طیف*، **فصلنامه لیزر پزشکی**. دوره ۸، شماره ۳

[7] OOI Base32 Software help, "*Reflection Spectrum*", Ocean Optics

[8] MARK D., SHRIVER, ESTEBAN J., PARRA., *Comparison of Narrow-Band Reflectance Spectroscopy and Tristimulus Colorimetry for Measurements of Skin and Hair Color in Persons of Different Biological Ancestry*, **AM J PHYS ANTHROPOL**. 112 (2000) 17–27

[Downloaded from www.opsi.ir on 2026-11-03]