طراحی وساخت نمونهٔ آزمایشگاهی دستگاه اسپکتروفوتومترجهت کاربردهای تشخیص طبی

محمدحسین میران بیگی[۱]، محمدمهدی حسینمردی[۲]، علی مطیع نصرآبادی[۳]

Title: *Design and implementation of a prototype spectrophotometer for clinical laboratory measurements.*

Authors : *Miran Baygi MH,(PhD); Hosseinmardi MM,(PhD); Nasrabadi AM,(MSc).*

Abstract: *In this article, the results of the research related to design and implementation of an experimental prototype of a spectrophotometer, similar to the one which is used routinly in clinical laboratories, are presented. In this research, after the designing, implementation and testing different optical, mechanical and electronic modules of the system and developing an operating software for control and signal processing, a complete system capable of selecting the desired wavelength automatically, was implemented. A series of experiments on selected samples were carried out using the implemented system with the objective of testing, calibration and compensation for the errors of the system. The results of the experiments have been presented in this paper.*

Keywords:*Beer law, Photometry, Spectrophotometer, Grating, Calibration, Concentration measurement, Microcontroller.*

Archive of SID

۱– استادیار گروه مهندسی پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس و مدیر گروه اپتیک و لیزر مرکز تحقیقات علوم و تکنولوژی در پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۲– محقق گروه اپتیک و لیزر مرکز تحقیقات علوم و تکنولوژی در پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۳– محقق گروه اپتیک و لیزر مرکز تحقیقات علوم و تکنولوژی در پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران

www.SID.ir

چکیده:

دراین مقاله، نتایج تحقیقات انجام شده در رابطه با طراحی و ساخت یک نمونه آزمایشی دستگاه اسپکتروفوتومتر مشابه آنچه بطور روزمره در آزمایشگاههای تشخیص طبی استفاده می شود، ارائه می گردد. در این تحقیق پس از طراحی و ساخت و تست بخشهای مختلف اپتیک، مکانیک و الکترونیک سیستم مورد نظر و نیز طراحی یک نرم افزار جهت راه اندازی، کنترل و پردازش سیگنال، یک سیستم کامل با قابلیت تنظیم طول موج نور بصورت اتوماتیک پیاده سازی گردید. پس از پیاده سازی سیستم بصورت کامل چند سری آزمایش بر روی مواد آزمایشگاهی جهت تست و کالیبراسیون و جبران خطاها انجام پذیرفت که نتایج حاصل از این آزمایشها در مقاله حاضر ارائه شده است.

گل واژگان: *قانون بیر، فوتومتری، اسپکتروفوتومتر، توری پراش، کالیبراسیون، اندازه گیری غلظت، میکروکنترولر.*

مقدمه:

اسپکتروفوتومتری مطالعه گذارهای انرژی دراتمها ومولکولها میباشد. طیف جذبی درفرآیندجذب نور توسط هر ماده خاص، از خواص ذاتی آن ماده می باشدکه مرتبط با ترازهای انرژی آن ماده است(۱و۲). بنابراین طیف سنجی ابزاری دقیق برای شناسایی مواد است که از این خاصیت در کاربردهای تشخیص طبی استفاده می شود. دلیل اصلی استفاده ازتکنیک اسپکتروفوتومتری در تجهیزات آزمایشگاهی، سادگی روش اندازه گیری بهمراه بالا بودن نسبی دقت و صحت آن است. با عبور از یک ماده و جذب فوتون در طیفهای جذبی آن ماده، منحنی جذب نور برحسب طول موج دارای قله هایی مرتبط باخطوط (طیف های) جذبی آن ماده خواهد بود. در واقع اسپکتروفوتومتری بر این پایه استوار است که مواد دارای جذب و انتشار انتخابی در طول موجهای مختلف باند طیفی امواج الکترومغناطیس هستند و با استفاده از این خاصیت می‌توانند شناسایی‌گردند. برای بسیاری ازکاربردهای آزمایشگاهی‌وتشخیصی طبی، طول موجهای مورد استفاده در محدودهٔ ۳۰۰ تا ۸۰۰ نانومتر قرار دارند(۶-۳).

یک سیستم اسپکتروفوتومتری معمولاً متشکل ازیک منبع نور جهت ایجاد نور در یک باند طیفی وسیع (نور سفید و یک بخش مونوکروماتور یا تک رنگ ساز جهت ایجاد یا انتخاب یک طول موج مورد نظر درقسمت ورودی نور به ماده مورد آزمایش می‌باشد. درقسمت خروجی پس از عبور نور تک رنگ از ماده، سیستم دارای یک آشکارساز (دتکتور) نوری جهت اندازه گیری شدت نور دریافت شده و یک سیستم پردازش کننده و نمایش دهنده جهت محاسبه مقدار جذب ویاعبور نور و نمایش آن بر روی صفحه نمایشگر می‌باشد. بدین ترتیب از مقایسه میزان شدت نور ورودی به ماده مورد نظر در یک طول موج خاص با شدت نور خارج شده ار آن ماده، غلظت ماده مورد نظر محاسبه خواهد شد(۷).

درسیستم‌های جدید اسپکتروفوتومتری یک برد (Board) میکروپروسسوری بهمراه یک نرم افزار طراحی شده وظیفه کنترل و ایجاد ارتباط بین بخش های مختلف سیستم، پردازش سیگنال و انجام محاسبات و بطور کلی اتوماتیک نمودن برخی فعالیتهای سیستم را بر عهده دارد(۸و۹).

در مقاله حاضر، گزارشی از فعالیتهای انجام شده جهت طراحی و ساخت یک سیستم اسپکتروفوتومتر بهمراه آزمایشهای مربوط به تست و کالیبراسیون آن ارائه می‌گردد. هریک از بخشهای مختلف سیستم بطورجداگانه طراحی و پیاده‌سازی گردیده اند. با استفاده از یک سیستم میکروپروسسوری وطراحی نرم‌افزار مناسب، سیستمی با قابلیت تنظیم طول موج و پردازش سیگنال و محاسبه غلظت و عبور نور بطور اتوماتیک، پیاده سازی گردید که نتایج بدست آمده از انجام چند آزمایش توسط این سیستم ارائه خواهد گردید.

روش کار:

اندازه گیری غلظت:

اساس فوتومتری بر پایه قانون بیر[1] است که طبق این قانون رابطهٔ زیر بین توان کاهش یافته نور هنگام عبور از یک ماده و غلظت آن ماده برقرار می باشد (۸):

$$P=P_0 10^{-a.L.c}$$

1- Bear Low

Archive of SID
www.SID.ir

در رابطه فوق P_0 توان نور ورودی به نمونه (ماده)، P توان خروجی از ماده، a ضریب جذب نمونه، L طول مسیر پیموده شده(طول کووت) و c غلظت ماده جاذب نور است. همچنین می‌توان نوشت(۷):

$$A=\log P_0/P= a.L.c$$
$$A=2-\log(\%T) \quad \%T=100\ P/P_0$$

در روابط بالا A نمایانگر مقدار جذب[1] و T مقدار عبور یا ترانسمیتانس[2] است. درصورت ثابت نگاه داشتن a و L، مقدارجذب A با مقدار غلظت متناسب خواهد بود و در نتیجه با اندازه گیری مقدار جذب ماده مورد نظر می توان غلظت آن را بدست آورد. در اسپکتروفوتومتری، ابتدامیزان جذب A_s یک ماده استاندارد وشناخته شده با غلظت مشخص C_s تعیین می گردد. سپس میزان جذب ماده نمونه مورد نظرA_u اندازه گیری می گردد. در پایان غلظت نامعلوم مادهٔ مورد نظر C_u از رابطه زیر بدست می آید(۱۰و۱۱).

$$Cu=C_s[A_u/A_s]$$

اجزاء تشکیل دهنده یک اسپکتروفوتومتر:

بطور معمول دریک سیستم اسپکتروفوتومتر، ابتدای منبع نور، همه طول موجهای لازم جهت آزمایش را ایجاد می نماید. سپس انتخابگر طول موج (مونوکروماتور) باند محدودی از طیف وسیع فوق را انتخاب ویا ایجاد می نمایند. یک محفظه نگهدارنده بهمراه کووت، نمونه را در مسیر عبور نورنگاه می دارد.

پس از عبور نور از نمونه آشکارساز نوری، نوری خروجی از نمونه را دریافت کرده و با جریانی متناسب با این انرژی دریافتی تبدیل مینماید.

این جریان توسط پردازش کنندهٔ سیگنال به میزان جذب، عبور یا غلظت تبدیل شده و به نمایشگر دستگاه ارسال می گردد.

سیستم‌های اسپکتروفوتومتری ممکن‌است دراشکال مختلف‌عرضه گردند اما عمدتاً درقسمتهای اساسی فوق با هم مشترک می‌باشند. درشکل۱ بلوک‌دیاگرام‌قسمتهای‌اساسی‌یک‌دستگاه اسپکتروفوتومتر نمایش داده شده است.

شکل ۱– بلوک دیاگرام دستگاه اسپکتروفوتومتر

طراحی و پیاده سازی سخت افزار سیستم:

سخت‌افزار سیستم بصورت مدولار و شامل‌سه بخش قابل تفکیک و مجزای الکترونیک، مکانیک و اپتیک می باشد. هر یک از این بخشها بطورجداگانه طراحی وپیاده سازی وسپس تست گردیده‌اند.

طراحی و پیاده سازی بخش الکترونیک:

این بخش شامل زیر مجموعه‌های مهمی نظیر برد تغذیه، برد اصلی، برد راه انداز(درایور) موتور، برد تقویت کنندهٔ نوری، صفحه نمایش LCD و صفحه کلید ورودی به سیستم می باشد. برد تغذیه وظیفه ایجاد ولتاژهای موردنیاز قسمتهای مختلف سیستم را برعهده دارد. برد اصلی که از یک سیستم مینیمم ۸۰۵۱ بهمراه مدارات جانبی و حافظه های– RAM,EPROM و نیز تراشه PAL و ... تشکیل شده‌است مسئولیت راه‌اندازی، کنترل وپردازش سیگنالهای بدست آمده رابرعهده دارد.

برای تغییر اتوماتیک طول موج، نیاز به چرخش توری پراش[3]، می‌باشد که این امر با بکارگیری یک موتور پله ای انجام پذیرفته است. برای راه‌اندازی موتور پله‌ای وتنظیم میزان چرخش آن جهت ایجاد طول موج مناسب از برد راه انداز استفاده شده است.

پس ازعبور نور ازنمونه و دریافت آن توسط آشکارساز(دتکتور)، نیاز است که‌سیگنال بدست‌آمده جهت بهره‌برداری و پردازشهای بعدی تقویت گردد. بدین جهت از یک برد تقویت کننده نوری استفاده شده است بطوری که سیگنال خروجی پس از تقویت در اختیار قسمت A/D (تبدیل سیگنال آنالوگ به دیجیتال) قرار می گیرد. ابتدائی‌ترین پردازش، حذف نویزهای(Noise) احتمالی از سیگنال می باشد. بدین‌جهت لازم است که تقویت کنندهٔ نوری از مشخصهٔ سیگنال به نویز (S/N) بسیار خوبی برخوردار باشد. برای نمایش سیگنال از یک LCD استفاده شده است که قابلیت نمایش کاراکتر را دارا می باشد. جهت انتخاب مدهای (modes)کاری و اعمال آن به سیستم توسط کاربر از یک صفحه کلید ۸ تایی استفاده شده است بطوری که هرکلید معرف یک مدکاری و دستور به سیستم است. اطلاعات داده شده به سیستم ازطریق صفحه کلید دراختیار پروسسورسیستم قرارگرفته و نتایج حاصل از آزمایش

1- Absorption 2- Transmitance 3- Grating

Archive of SID
www.SID.ir

و محاسبات و پردازشهای مورد نظر نیز بر روی LCD نمایش داده می شود.

قسمتهای فوق بطورجداگانه طراحی و مونتاژ و سپس تست گردیده‌اند. برای تست هرقسمت از نرم‌افزارهای لازم استفاده شده است و پس از اطمینان ازصحت عملکرد هر قسمت، بردها به یکدیگر مرتبط و بخش الکترونیک بطور کامل و یکپارچه تست شده است.

طراحی و پیاده سازی بخش مکانیک:

این بخش شامل قطعات و المانهای مکانیکی بوده که جهت نصب قطعات اپتیکی، الکترونیکی ونگاهداشتن آنها در موقعیتهای محاسبه شده و معین طراحی و ایجاد گردیده اند.

بطور کلی بخش مکانیکی سیستم را می توان به زیر مجموعه‌های مهم و قابل تفکیک بدنه، محفظه اپتیکی، محفظه نمونه، دیسک فیلتر، محفظه وپایه فتودیود و صفحه نصب بردهای الکترونیکی تقسیم نمود. شکل ۲ چگونگی قرار گرفتن قسمتهای فوق را در سیستم طراحی شده نشان می دهد.

شکل ۲- بلوک دیاگرام قسمت مکانیکی دستگاه اسپکتروفوتومتری طراحی شده

بدنهٔ دستگاه شامل شاسی تحتانی و روپوش فوقانی می‌باشد. عمده قسمتهای مکانیکی بر روی شاسی‌تحتانی نصب‌گردیده‌اند. محفظهٔ اپتیکی که بعنوان یک قسمت مستقل طراحی شده است شامل شاسی، پایهٔ لامپ، پایهٔ آئینه، پایهٔ توری پراش، مکانیزم تغییر زاویهٔ توری پراش و دیواره‌های حایل نور می‌باشد. بخش اپتیکی بهمراه المانها و ادوات اپتیکی (طراحی و پیاده سازی بخش اپتیک) وظیفهٔ تک رنگ‌سازی نور را برعهده دارد. با طراحی مناسب سعی شده است که رابطه بین حرکت موتور پله ای با تغییر طول‌موج ناشی ازچرخش توری پراش، خطی[1] گردد. محفظه نمونه جهت نگهداری نمونه در محل‌مناسب بمنظورانجام‌آزمایش طراحی گردیده‌است. درطراحی سعی‌شده‌است که بتوان ازکووتهای مختلف که دارای اشکال و ابعاد مختلف می باشند جهت انجام آزمایشات استفاده نمود. جهت کالیبره نمودن سیستم و کاهش نورهای مزاحم[2] از یک دیسک و یا چرخ فیلتری که فیلترهای با قابلیت گذردهی طول موجهای مشخص بر روی آن نصب می‌گردند، استفاده شده است. دیسک فیلتری، جلوی آشکارساز نوری قرار می‌گیرد و توسط یک موتور پله ای با سیستم راه انداز که از برد اصلی فرمان می گیرد به چرخش درمی آید تا فیلتر مورد نظر را در جلوی آشکار ساز قرار دهد. برای قرار دادن آشکار ساز در مکان مناسب از محفظه و پایهٔ فتودیود استفاده شده است. برای نصب بردهای الکترونیکی در دستگاه، صفحات نگهدارنده طراحی و پس از پیاده سازی بر روی شاسی تحتانی نصب گردیده اند. طراحی و نقشه کشی قسمتهای مکانیکی فوق توسط نرم‌افزار AUTOCAD انجام شده است.

طراحی و پیاده سازی بخش اپتیک:

بخش اپتیکی سیستم ازقسمتهای مختلف منبع‌نور، مونوکروماتور، محفظه نور و سیستم متمرکزکنندهٔ نورعبوری روی دتکتور تشکیل شده است. در مجموع قسمت ورودی بخش اپتیکی منبع نور و قسمت خروجی آن نور متمرکز شده بر روی دتکتور است که اطلاعات عبور نور از نمونه را در بر دارد.

شکل ۳ ترتیب قرار گرفتن المانهای مختلف اپتیکی را در سیستم طراحی شده نشان میدهد.

شکل ۳- اجزاء تشکیل دهندهٔ بخش اپتیک دستگاه اسپکتروفوتومتر طراحی شده

Archive of SID
www.SID.ir

منبع نورلامپ تنگستن با طیف وسیع و پیوسته است که وسعت‌آن محدوده طیفی مورد استفاده را در بردارد. مونوکروماتور، نورسفید لامپ تنگستن را به نور تکفام تبدیل می نماید. آئینه مقعر جهت موازی سازی پرتوهای نوری بکار گرفته شده است. از یک روزنه بازدارنده[3] که مجهز به فیلتر چگالی خنثی[4] است جهت تنظیم شدت نور استفاده شده است. از یک عدسی بهمراه یک آئینه مقعر جهت موازی سازی پرتو نوری استفاده شده است. نور موازی شده پس از برخورد با توری پراش (G) و انعکاس از آن تکفام شده و سپس توسط عدسی (L_3) بر روی دتکتور (D) متمرکز می گردد. روی عدسی اول (L_1) و عدسی دوم (L_2) دو شیار وجود دارد. شیار ورودی روی عدسی اول برای نقطه ای کردن فیلمان لامپ است و شیار خروجی روی عدسی دوم پهنای باند مورد استفاده را مشخص مینماید. هرچه این شیار باریکتر باشد شدت نور کمتر اما قدرت تفکیک[1] باند طیفی مورد استفاده بیشتر خواهد بود.

طراحی و پیاده سازی نرم افزار سیستم:

درطراحی نرم افزار، عملکرد مطلوب و کاربری آسان توسط استفاده‌کننده از اسپکتروفوتومتر موردتوجه بوده‌است. وظیفهٔ اصلی نرم افزار ایجاد ارتباط بین بخشهای مختلف سیستم می‌باشد. نرم‌افزارکلی سیستم از بخشهای مختلفی تشکیل شده است که وظیفه هربخش راه‌اندازی قسمتی ازسخت‌افزار سیستم و یا تحلیل آنالیز سیگنال اندازه‌گیری شده میباشد. بعنوان مثال برای راه‌اندازی موتور پله‌ای، نمایش کاراکتر روی LCD، خواندن A/D و ... زیر برنامه‌هایی در سیستم نوشته شده است که در مواقع مورد نظر اصطلاحاً صدا زده می‌شوند. نرم‌افزار سیستم بصورت مدولار طراحی و تدوین شده است.

در موقع روشن کردن سیستم، مقادیر اولیه خوانده می شود و زیر برنامه های راه انداز اولیه صدا زده می شوند. وظیفهٔ اصلی این قسمت از برنامه مقداردهی اولیه به قسمتهای مختلف و آماده نمودن دستگاه جهت اندازه گیری می باشد. در قسمت دیگری از برنامه پس از دریافت سیگنال خروجی از A/D، برای اندازه گیری جذب و ... از روش میانگین گیری روی داده ها برای کاهش نویز استفاده شده است. در قسمت تنظیم اتوماتیک طول موج احتیاج به ایجاد رابطه بین حرکت موتور و تعداد طول موج است که این عمل با استفاده از یک زیر برنامه مناسب همراه با سخت افزار مناسب تعبیه شده در سیستم انجام می گردد.

1- Linear 2- Stray light 3- Aperture Stop
4- Neutral Density Filter
1- Resolution

یافته ها:

دراین قسمت نتایج حاصل ازآزمایشات مختلفی که بر روی سیستم طراحی شده‌جهت صحت عملکرد آن‌انجام شده‌است ارائه می‌گردد.

تست پایداری نور:

مهمترین پارامتر مؤثر برعملکرد مطلوب سیستم، پایداری نور لامپ می باشد. این بدین معنی است که لازم است در طول انجام یک آزمایش و فواصل بین آزمایشات شدت نور لامپ ثابت بوده و تغییر نداشته باشد. شکل(۴) مقدار خروجی تقویت کنندهٔ نوری در حالتی که از آب مقطر بعنوان نمونه استفاده شده باشد را درطول زمان نشان میدهد.

همانطور که مشاهده می شود سیگنال بدست آمده در طول مدت زمان‌قابل توجهی ثابت می‌باشدکه این‌نشان‌دهندهٔ پایداری مطلوب لامپ جهت انجام آزمایشات می‌باشد. جهت اطمینان بیشتر از پایداری نور در فواصل بین آزمایشات، می توان از شدت نور نمونه گیری انجام داد و هرگونه تغییرات را در محاسبات لحاظ نمود.

شکل ۴ – تست پایداری منبع نور

تست صحت طول موج:

پارامتر مهم دیگر، اطمینان از صحت طول موج انتخاب شده توسط کاربر می باشد. برای اطمینان از عملکرد مطلوب سیستم در ایجاد طول موج مورد نظر می توان از یک محلول با قلهٔ جذبی تیز و در یک طول موج خاص نظیر کلرید کبالت (۵۱۰ نانومتر) و یا از فیلترهای تداخلی با پهنای باند کم استفاده نمود. در این تحقیق از هر دو روش جهت اطمینان از صحت طول موج ایجاد شده در سیستم استفاده گردید و عملکرد مطلوب سیستم مورد تأیید قرار گرفت.

تست میزان نور مزاحم (Stray light):

Archive of SID
www.SID.ir

ازعوامل مزاحم و منبع خطا در سیستم‌های اسپکتروفوتومتری حضور نوراضافی و مزاحم در طیف مورد استفاده است(۱۲). بعبارت دیگر مؤلفه‌هایی از طول موجهای دیگر باند طیفی نور لامپ در طول موج انتخاب شده توسط مونوکروماتور موجود می باشد. دلیل وجود چنین نورهای مزاحمی را می‌توان به تاریک نبودن کامل مسیر نوری و یا مرغوب نبودن توری پراش نسبت داد. وجود این پارامتر، باعث تغییر منحنی جذب از حالت خطی به غیر خطی می‌گردد(۲و۱۳).

حضورنورهای مزاحم در سیستم طراحی شده با تهیه غلظتهای مختلف از مادهٔ دی کرومات پتاسیم و اندازه گیری مقدار جذب آنها در طول موج ۳۵۰ نانومتر مشاهده گردید. جهت حذف نورهای مزاحم از فیلترهای مخصوص استفاده گردید بطوری که با تکرار آزمایشات منحنی های خطی بدست آمد که نشان دهنده عملکرد مطلوب سیستم می‌باشد (شکل ۵).

شکل ۵- الف: اثر Stray light بر منحنی جذب

شکل ۵- ب: پاسخ تصحیح شده سیستم با فیلتر حذف Stray light

نتایج کالیبراسیون و عملکرد مطلوب سیستم طراحی شده:

در این قسمت پس از جبران سازیهای لازم درسیستم، جهت کالیبره نمودن سیستم و تست نهایی آن غلظتهایی از دی‌کرومات پتاسیم که در طول موج ۳۵۰ نانومتر بیشترین مقدار جذب را دارد تهیه گردید. با اندازه‌گیری میزان جذب توسط این محلولها منحنی جذب بر حسب غلظت بدست آمد.

شکل ۶- پاسخ کلی سیستم

همانطور که درشکل ۶ نشان داده شده است در محدودهٔ غلظتهای مورد استفاده درکاربردهای آزمایشگا هی منحنی‌جذب کاملاً خطی می باشد. جهت اطمینان ازعملکرد مطلوب، این آزمایش بر روی محلول دیگری نیز انجام گردید که نتایج مشابه بدست آمد.

بحث:

دراین مقاله نتایج طراحی وساخت یک نمونهٔ آزمایشی دستگاه اسپکتروفوتومتر ارائه شده است. قسمت پایداری نور برای دستگاه بسیار مهم است زیرادرآزمایشگاهها یک بارسیستم با آب مقطر کالیبره می‌شود و سپس در یک مدت زمان حدود ۵ دقیقه تمام نمونه‌های جمع‌آوری شده در یک طول موج معین با دستگاه اندازه گیری غلظت می شوند. با بکارگیری تکنیک فیدبک نوری و اعمال آن به ولتاژ لامپ پایداری نوری بسیار بالایی بدست آمده است. درشکل۴مشاهده می شوددر مدت زمان طولانی، نور لامپ ثابت است. یک بیت(bit) خطای مشاهده شده در شکل می تواند خطای گسسته سازی(کوانتیزاسیون) مربوط به قسمت تبدیل

www.SID.ir
Archive of SID

آنالوگ به دیجیتال باشد که معمولاً تصادفی با توزیع یکنواخت است. مقدار خطای حاصل از این تغییرات کمتر از خطای نامی تعریف شده برای سیستم است.

در قسمت صحت طول موج با بکارگیری سیستم مکانیک خطی شده و دقیق، هر ۱۳ پله چرخش موتور معادل ۱ نانومتر تغییر در طول موج شده است. با این رابطه مشاهده می شود که سیستم توانایی بدست آوردن طول موجهای کمتر از ۱ نانومتر را نیز دارد ولی در کارهای آزمایشگاهی احتیاج به چنین دقتی نمی باشد بنابراین کمترین تغییر طول موج ۱ نانومتر انتخاب شده است. حذف نورهای مزاحم در سیستم از قسمتهای مهم کار می‌باشد. این نورها در جذب های زیاد باعث اشباع شدن سیستم می‌شوند زیرا عبور نور اصلی بر اثر افزایش غلظت کم می شود ولی نورهای مزاحم چون دراین ماده جذب ندارند با افزایش غلظت تضعیف نمی شوند بنابراین عدد نمایش داده شده با افزایش غلظت حدوداً ثابت می شود. برای حذف این نورهای مزاحم باید فیلترهای میانگذر با پهنای باند نسبتاً زیاد استفاده شود. در این سیستم سه فیلتر حذف نورهای مزاحم استفاده شده است که با توجه به طول موج انتخابی توسط کاربر، یک فیلتر بوسیلهٔ سیستم پروسسوری بطور اتوماتیک در مسیر نور قرار میگیرد. نتایج استفاده از این فیلتر در شکل ۵ نمایش داده شده است.

با بکارگیری تمام این تکنیک ها، دستگاه ساخته شده توانایی اندازه گیری غلظت با توجه به رابطهٔ ۴ را دارد. هدف طراحی، ایجاد رابطهٔ خطی بین غلظت و جذب است. بنابراین حالا که رابطه ایجاد شده و مقدار جذب محلول استاندارد نیز بدست آمده است از این پس از روی مقدار جذب محلولها می توان به غلظت آنها پی‌برد. خطاهای دستگاه و مقادیر دقت این دستگاه مطابق استانداردهای ارائه شده از طرف آزمایشگاه رفرانس می باشد. با انجام این طرح، دانش فنی لازم برای ساخت دستگاه‌های اسپکتروفوتومتر، فوتومتر و اوتوآنالایزر در داخل کشور بدست آمده است.

نتیجه گیری:

در این تحقیق، یک دستگاه اسپکتروفوتومتر نمونه با مشخصات زیر طراحی گردید:

- برد کنترل میکروپروسسوری (با میکروکنترلر ۸۰۳۱)
- کالیبراسیون اتوماتیک
- نمایش دیجیتالی مقدار جذب، عبور و طول موج
- سلامت کاربرد و نمایش پیامهای راهنما
- قابلیت اتصال به کامپیوتر
- تغییر طول موج با موتور
- انتخاب طول موج در محدودهٔ ۳۰۰ تا ۸۰۰ نانومتر با دقت یک نانومتر

هر یک از بخشهای سخت افزار سیستم بطور جداگانه طراحی و پیاده سازی گردیدند و سپس با طراحی و تدوین زیربرنامه‌های نرم‌افزاری مناسب هر یک از این بخشها راه اندازی گردیدند. پس از اطمینان ازصحت عملکردمطلوب سیستم و آماده بودن آن جهت انجام‌آزمایشات تشخیص طبی، یکسری آزمایشات بر روی تعدادی از محلولهای آزمایشگاهی با غلظتهای متفاوت انجام گرفت که نتایج بدست آمده از آزمایشات نشانگر عملکرد مطلوب سیستم می‌باشد.

References: منابع

1- Webster JG. Medical Instrumentation. New Yourk: Prentice Hall ; 1998: 530-80:

2- Harris DA. Applied Spectroscopy. Bios Scientific Publishers; Londan; 1996; 255-85.

3- Mardia KV, Multivariate Analysis. Academic Press, Londan: 1979; 185-235.

4- Pancoska P. Interoconvertibility of vibrational circular dichroism spectra of proteins, A test of using neural networks. Applid spectroscopy 1996; **50**(5): 105-11.

5- Peura RA, Multivariate determination of glucose in whole blood using partial least-squares and artificial neural networks based on mid-infrared spectroscopy. Applied Spectroscopy 1993; **47**(8): 50-9.

6- Xinc WI. Mulicomponent kinetic analysis in liquid with single lipid coated piezoelectric crystal sensor using artificial neural networks. Analytical Letters 1998; **31**(2): 206-15.

۷- محمد حسین، میران بیگی. طراحی و ساخت یک نمونه آزمایشگاهی دستگاه اسپکتروفوتومتر آزمایشگاهی. طرح تحقیقاتی مصوب معاونت پژوهشی وزارت بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، مرکز تحقیقات علوم و تکنولوژی در پزشکی ۱۳۷۸.

8- Broughton PMG. A Revised scheme for evaluation of automatic instruments for use in clinical chemistry. Ann Clin Biochem 1974; 85-93.

9- Gemperline PJ. Spectroscopic Callibration and quantitation using artificial neural network. Analytical Chemistry 1990. **62**(4): 335-48.

10- Baker FJ. Introduction to Medical Laboratory Technology. Londan: Butterworth; 1998: 335-355.

11- Webster JG, Medical Instrumentation, Application and Design. New Yourk: Houghton Mifflin; 1998: 530-80.

12- Sharpe MR, Stray Light in UV-Vis spectrophotometer. Analytical Chemistry 1974; **56**(2): 35-48.

13- Thodberg H. Optimal minimal neural Interpretation of spectra. Analytic Chemistry 1992; **64**(2): 125-34.

Archive of SID
www.SID.ir