مقاله پژوهشی

طراحی سیستم هوشمند و غیرتماسی کنترل دمای بدن نوزاد در انکوباتور

بهروز مرادحاصل[1*]، مصطفی تقی پور[1]، وهاب دهلقی[1]، معصومه صیدی[2]، سجاد پشوتن شایسته[3]

۱- گروه مهندسی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران.
۲- مرکز مطالعات و توسعه آموزش علوم پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران.
۳- گروه فیزیک پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران.

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۲/۰۶/۰۸ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۰۴/۱۰

چکیده

زمینه و هدف: ضرورت کنترل و تنظیم دمای بدن نوزادان نارس و تامین شرایط مطلوب فیزیکی مورد نیاز آن‌ها بعنوان فاکتورهای مهم در تکمیل فرآیند رشد جسمی و مغزی نوزادان، امری انکارناپذیر است. کاربرد سیستمی که سلامت نوزاد را در ساعات اولیه تولد در انکوباتور تضمین نماید بسیار مهم می باشد.

مواد و روش‌ها: در این روش دمای بدن نوزاد بدون نیاز به اتصال سنسور تماسی بوسیله مجموعه‌ای از سنسورهای مادون قرمز غیر تماسی و میکروکنترلر کنترل و تنظیم می‌گردد. دماهای دریافتی پس از تحلیل و محاسبه میانگین به داده‌های دیجیتالی قابل پردازش تبدیل و به میکروکنترلر دیجیتالی ارسال می‌گردد تا ضمن کنترل با تنظیمات کاربر، بر اساس برنامه نویسی انجام شده دستورات لازم عملکردی به سیستم مولد دمای داخلی محفظه انکوباتور ارسال گردد.

نتایج: در این مقاله که بر اساس خلاقیت نویسندگان شکل گرفته است، سیستمی هوشمند جهت کنترل دمای بدن نوزادان نارس در انکوباتور بدون نیاز به سنسور پوستی ارائه گردیده است.

نتیجه گیری: استفاده از این روش، منتج به اطمینان از عملکرد و ایمنی صحیح انکوباتور شده است و ضمن پیشگیری از آسیب‌های جدی به بافت‌های مغزی و جسمی نوزادان نارس، ضریب ابتلا به اختلالات عصبی و رشدی این دسته از نوزادان را بطور چشمگیری کاهش خواهد داد.

کلمات کلیدی: **انکوباتور نوزاد، سنسور پوستی، سنسور مادون قرمز غیر تماسی، میکروکنترلر، سیستم کنترل دما**

مقدمه

تجربیات نشان داده است که حفظ دمای بدن نوزادان نارس از مهم‌ترین اقداماتی است که به شدت از مرگ و میر و ناتوانی آنان در بدو تولد می‌کاهد. نوزادانی که زودتر از زمان پیش بینی شده به دنیا می‌آیند دارای سیستم عصبی تکامل یافته‌ای نبوده و نیز به دلیل ضعف بدنی و به تبع آن کمبود انرژی، قادر به تنظیم دمای بدن نخواهند بود (۱).

علم پزشکی ثابت نموده است که برای جلوگیری از اختلال در عملکرد اندام داخلی و آسیب به ارگان‌های حساس بدن انسان، همواره می‌بایست دما در وضعیت مطلوب حفظ گردد (۲). نوزاد دمای مورد نیاز بدن خود را از فعالیت‌های متابولیکی تامین می‌کند، این در حالیست که واکنش‌های شیمیایی مختلفی که در سلول‌های بدن نوزاد بوقوع می‌پیوندد اساس آزاد سازی انرژی تولیدی را به شکل حرارت تشکیل می‌دهند. به تعریف دیگر هنگامی که دمای بدن نوزاد پایدار است تولید حرارت و از دست دادن آن در توازن می‌باشد (۳).

کنترل دمای بدن نوزادان ناتوانی که قادر به ایجاد هماهنگی بین دمای تولیدی و دفعی بدن نیستند موجب می‌گردد تا انرژی دریافتی آن‌ها از راه تغذیه صرف رشد آنان گردد، در غیر این صورت خرج این انرژی در ثابت نگاه داشتن حرارت بدن توسط نوزاد، ناهنجاری‌های متعددی همچون رشد ناقص را در پی خواهد داشت (۴). در مواردی نیز نوزاد نارس ناگزیر برای جبران حرارت ازدست رفته فعالیت متابولیکی را افزایش می‌دهد؛ لذا نیازهای اکسیژنی وی به هنگام کاهش حرارت

* نویسنده مسئول: بهروز مرادحاصل، گروه مهندسی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران. تلفن: ۰۸۳۱ -۴۲۷۹۹۱۷
E-mail: roozbeh135@yahoo.com

[Downloaded from jabs.fums.ac.ir on 2025-07-09]

[DOR: 20.1001.1.22285105.2014.4.2.7.7]

زیاد می‌شود و انقباض عروقی نیز رخ می‌دهد به این ترتیب کاهش خون‌رسانی ریوی و اسیدوز تنفسی ایجاد می‌گردد (۲).

معمول‌ترین روش ثابت نگاه داشتن حرارت بدن نوزاد به هنگام تولد زودرس استفاده از دستگاه انکوباتور می‌باشد (۵).

انکوباتور نوزاد، محفظه‌ای است که در آن هوا با دمای کنترل شده‌ای جریان داشته تا شرایط طبیعی رحم مادر از قبیل: حرارت، رطوبت و اکسیژن لازم را برای رشد مناسب نوزاد فراهم سازد. بنابراین، این دستگاه علاوه بر تامین حرارت مورد نیاز بدن نوزاد به رشد آنان نیز کمک شایانی می‌نماید (۶). انکوباتور از دست دادن غیرطبیعی دمای بدن نوزاد را کنترل نموده و از آسیب‌های جدی به بدن نوزاد جلوگیری می‌کند (۷).

کاربرد انکوباتور نوزاد در مراقبت از نوزادان نارس از اوایل قرن ۱۹ شکل گرفت (۸) و از آن زمان تاکنون رشد فنآوری بکار رفته در این دستگاه و تکمیل آن به مرور زمان صورت گرفته است.

قبل از شروع بحث اصلی مقاله در ابتدا مروری مختصر و پایه‌ای بر طرق از دست رفتن حرارت بدن نوزادان و روش‌های کنترل و تنظیم حرارت مورد نیاز توسط انکوباتور خواهد شد. اساس توضیحات بر این بنا گردیده است که خوانندگان با اصول عملکرد دستگاه و قسمت‌های مختلف آن آشنا می‌باشند.

حرارت بدن نوزاد را می‌توان به عنوان فاکتوری مهم در تکامل نوزاد توصیف نمود. اتلاف حرارت بدلیل نازک بودن چربی زیر پوست، ضعف در مکانیزم لرزش در هنگام مواجهه با سرما و عدم تکامل مرکز کنترل درجه حرارت بدن و سیستم گردش خون از دلایلی است که حرارت بدن نوزاد نارس را به سرعت تحت تاثیر محیط قرار می‌دهد (۳).

نوزاد به چهار طریق حرارت بدن را از دست می‌دهد:

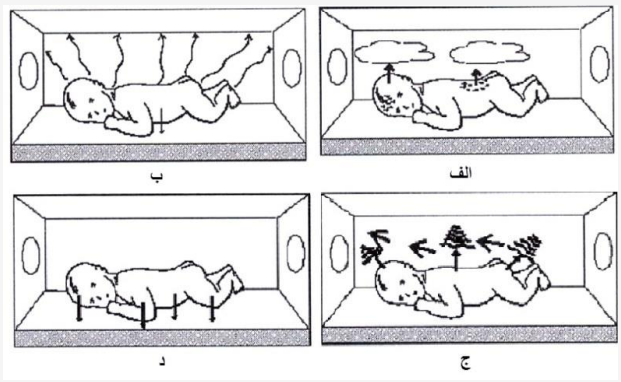
۱- تبخیر: زمانی است که گرما به همراه بخار آب از راه پوست و یا تنفس از بدن خارج می‌گردد. از دست دادن هر ۱ میلی لیتر آب دفع حدود ۶۰۰ کالری گرما را امکانپذیر می‌سازد.

۲- تابش: زمانی اتفاق می‌افتد که گرمای بدن نوزاد به صورت تشعشعات حرارتی به محیط پیرامون انتقال می‌یابد.

۳- همرفتی: هنگامی رخ می‌دهد که گرمای بدن نوزاد به سبب جریان هوای اطراف به محیط خارجی منتقل می‌گردد.

۴- رسانایی: زمانی است که حرارت تولید شده در بدن نوزاد به واسطه تماس مستقیم با سطوح انتقال می‌یابد.

تصویر شماره ۱ انواع دفع حرارت از بدن نوزاد را نشان می‌دهد.



شکل ۱ - انواع دفع حرارت از بدن نوزاد
الف-تبخیر ب-تابش ج-همرفتی د-رسانایی

کنترل و تنظیم حرارت مورد نیاز نوزاد در انکوباتور به دو روش صورت می‌پذیرد (۲):

۱- کنترل دمای هوا (air temperature mode): سالیان متمادی است که این مد بصورت گسترده در مراقبت‌های ویژه استفاده می‌گردد. نوزاد در محفظه انکوباتور و در محیطی با دمای مشخص قرار می‌گیرد. تامین هوای مورد نیاز انکوباتور توسط موتور دمنده هوا، افزایش دمای هوا توسط هیتر و یکنواخت سازی دمای محیط انکوباتور را فن بر عهده دارد. تنظیم حرارت هوای داخلی بر عهده ترموستات بوده و تنظیمات مورد نیاز توسط پرستار مراقب و بر اساس شرایط فیزیولوژیکی نوزاد انجام می‌پذیرد. شرح تنظیمات دمای هوای پیرامون نوزاد در جدول شماره ۱ آمده است (۹).

۲- کنترل دمای بدن نوزاد (body temperature mode): این روش در مقایسه با روش قبل از اهمیت و جایگاه ویژه‌ای برخوردار است(۱۰). سنسور معمول مورد استفاده در انکوباتور از نوع تماسی است و به پوست بدن نوزاد متصل می‌گردد. این سنسور دمای بدن نوزاد را به طور کاملاً مستقل از دمای پیرامون تا گرم شدن نوزاد و دستیابی به عدد تنظیمی توسط کاربر ادامه می‌دهد. جبران کاهش و یا افزایش غیر طبیعی دمای بدن نوزاد براساس اطلاعات دریافتی از سنسور پوستی و با اعمال تغییر در جریان منبع تغذیه هیتر و تنظیم دمای هوای داخلی انکوباتور بنا گردیده است. در این حالت به نوزاد اجازه داده می‌شود تا تبادل حرارتی مورد نیاز را با محیط پیرامون خود انجام دهد. تنظیمات دمای سنسور پوستی نوزاد در جدول شماره ۲ شرح داده شده است.

توجه به نکات فوق ابداع روش‌های نوین در کنترل دمای بدن نوزاد و لزوم تصحیح نواقص کاربری سنسور پوستی بدن نوزاد به عنوان مهم‌ترین عامل کنترل کننده دمای مورد نیاز، امری حیاتی و غیر قابل

[Downloaded from jabs.fums.ac.ir on 2025-07-09]
[DOR: 20.1001.1.22285105.2014.4.2.7.7]

جدول شماره ۱- تنظیمات دمای هوای انکوباتور

وزن هنگام تولد (کیلوگرم)	۳۵ درجه سانتیگراد	۳۴ درجه سانتیگراد	۳۳ درجه سانتیگراد	۳۲ درجه سانتیگراد
۱-۱/۵	برای ۱۰ روز	بعد از ۱۰ روز	بعد از ۳ هفته	بعد از ۵ هفته
۱/۵-۲	---	برای ۱۰ روز	بعد از ۱۰ روز	بعد از ۴ هفته
۲-۲/۵	---	برای ۲ روز	بعد از ۲ روز	بعد از ۳ هفته
بیشتر از ۲/۵	---	---	برای ۲ روز	بعد از ۲ روز

انکار می‌باشد (۱۱). تجربیات نشان داده است که استفاده از سنسور تماسی علاوه بر ایجاد محدودیت در حرکات نوزاد، مشکلات فراوانی را در پی خواهد داشت که در ادامه به ذکر آن خواهیم پرداخت.

جدول شماره ۲- تنظیمات دمای پوست نوزاد

دمای پوست نوزاد (درجه سانتیگراد)	وزن هنگام تولد (کیلوگرم)
۳۶/۹	کمتر از ۱
۳۶/۷	۱-۱/۵
۳۶/۵	۱/۵ -۲
۳۶/۳	۲-۲/۵
۳۶	بیشتر از ۲/۵

متاسفانه در تحقیقات صورت گرفته و براساس گزارشات ناگوار ثبت شده، حوادث دلخراش و غیر قابل جبرانی برای نوزادان نیازمند به انکوباتور به وقوع پیوسته است. این مشکلات و معضلات در نتیجه خرابی ترموستات، عدم عملکرد صحیح سنسور دمای هوای محفظه و سنسور پوستی، اهمال و کم توجهی در نصب صحیح سنسور تماسی و جدا شدن این سنسور از نوزاد به علت تحرکات بدنی مخصوصاً در حالت Servo (معیار تنظیم حرارت سنسور پوستی است) رخ داده است و به تبع آن مرگ و میر نوزادان را موجب گردیده است. با توجه به لزوم کنترل دما به عنوان فاکتوری مهم در سلامت و رشد نوزاد در بدو تولد و برای جلوگیری از ایجاد آسیب‌های جدی پوستی، عصبی و فیزیولوژیکی در این پژوهش سیستمی نو، خلاقانه و هوشمند جهت کنترل و تنظیم دمای بدن نوزاد بدون نیاز به سنسور پوستی ارائه گردیده است (۱۲).

در این روش، دما بدون نیاز به اتصال سنسور پوستی به صورت کاملاً غیر تماسی و ایمن کنترل می‌گردد. روند کار بدین صورت است که سنسور پوستی نوزاد با سنسور مادون قرمز غیر تماسی جایگزین شده و از میکروکنترلر دیجیتالی برای دریافت، پردازش و کنترل قسمت‌های مختلف دستگاه استفاده گردیده است. پیاده سازی این روش علاوه بر افزایش چشمگیر سطح ایمنی و عملکرد دستگاه، آسودگی خاطر پرسنل مراقب را در پی خواهد داشت.

مواد و روش‌ها

در این مقاله سعی گردیده است که روش ابداعی کنترل و تنظیم دمای بدن نوزاد با استفاده از سنسور مادون قرمز غیرتماسی را به ساده ترین روش توضیح داده و مراحل طراحی و پیاده سازی این روش بازگو گردد. در نهایت به بحث در مورد یافته‌های این پروژه و مزیت‌های کاربرد این طرح پرداخته خواهد گردید.

پس از پرورش ایده استفاده از سنسور غیرتماسی در دستگاه انکوباتور نوزاد با توجه به معضلاتی که در این دستگاه ذکر گردید، مرحله انتخاب بهترین و مناسب‌ترین سنسور با کاربرد پزشکی صورت پذیرفت و پس از انتخاب نوع سنسور مادون قرمز، محاسبه زاویه دید سنسور و تخمین فاصله قرارگیری آن از سطح بدن نوزاد انجام گردید.

پس از محاسبات فیزیکی، الکترونیکی و آزمایشات تجربی مکرر در یافتن محل مناسب نصب مطابق با شعاع دید سنسور انجام و جایگزینی سنسورهای مربوطه در مکان‌های مشخص شده در محفظه انکوباتور صورت پذیرفت، برنامه نویسی مربوطه جهت برداشت دما و محاسبه میانگین دمایی و ارسال دایمی آن به سیستم پردازش مربوطه انجام شد.

میکروکنترلر AVR با تعداد پورت‌های ورودی و خروجی مناسب انتخاب وکد نویسی لازم برای دریافت و پردازش اطلاعات صورت

[Downloaded from jabs.fums.ac.ir on 2025-07-09]
[DOR: 20.1001.1.22285105.2014.4.2.7.7]

پذیرفت. در نهایت برنامه نویسی لازم برای کنترل دایمی دماهای اندازه‌گیری شده و مقایسه‌ی آن با دمای تنظیمی پرستار انجام و دستورات لازم برای کنترل هشدارها و سیستم مولد حرارت دستگاه پیاده سازی گردید.

در ادامه توضیحاتی مختصر در خصوص سنسورهای مادون قرمز، سیستم میکروکنترلر و شماتیک‌های این پروژه جهت آشنایی خوانندگان محترم آورده شده است.

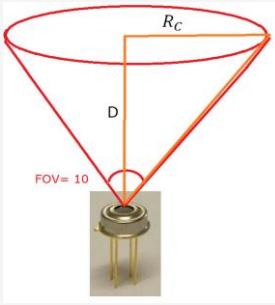
سنسور مادون قرمز غیرتماسی

سنسور، المان حس کننده‌ای است که کمیت‌های فیزیکی مانند فشار، حرارت، رطوبت، دما و ... را به کمیت‌های الکتریکی پیوسته (آنالوگ) یا غیرپیوسته (دیجیتال) تبدیل می‌کند. این سنسورها در انواع دستگاه‌های اندازه‌گیر و کنترل کننده مورد استفاده قرار می‌گیرند. عملکرد سنسورها و قابلیت اتصال آن‌ها به دستگاه‌های مختلف باعث شده است که سنسور بخشی از اجزای جدا نشدنی دستگاه کنترل اتوماتیک باشد. سنسورها اطلاعات مختلف از وضعیت فیزیکی سیستم را به واحد کنترل ارسال نموده و باعث تغییر وضعیت عملکرد دستگاه‌ها می‌شوند.

سنسورهای غیر تماسی سنسورهائی هستند که با قرارگیری یک جسم در میدان دید سنسور، وجود آن را حس کرده و فعال می‌شوند. این عمل به نحوی است که می‌تواند باعث ارسال سیگنال الکتریکی به طبقه ورودی یک سیستم کنترلی گردد (۱۳). تصویرسنسور مادون قرمز غیر تماسی در شکل ۲ نشان داده شده است.

شکل ۲- سنسور مادون قرمز غیرتماسی

نحوه محاسبه میدان دید سنسور مادون قرمز غیر تماسی طبق معادله زیر می‌باشد:



$$\tan\frac{FOV^{\circ}}{2}=\frac{R_C}{D}$$

$$R_C = D \times \tan\frac{FOV^{\circ}}{2}$$

زاویه دید سنسور = FOV

فاصله سنسور از سطح بدن نوزاد=D

شعاع دید دایره ای سنسور= R_c

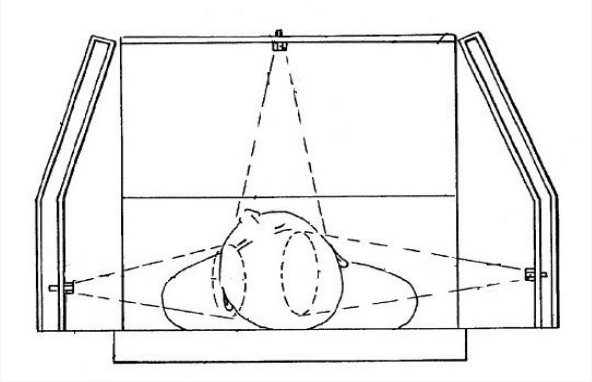
از مهمترین مزایای سنسورهای غیر تماسی در مقایسه با سنسورهای تماسی می‌توان به نصب دایمی سنسور، عدم نیاز به کالیبراسیون مداوم، سرعت سوئیچینگ زیاد، عدم ایجاد نویز، طول عمر زیاد به دلیل نداشتن تماس مکانیکی و عدم نفوذ بخار آب و گرد و غبار را نام برد (۱۴).

سنسور مورد استفاده در این پروژه یک دماسنج مادون قرمز است که برای اندازه‌گیری دما بدون تماس با سطح بدن نوزاد طراحی گردیده است. مبدل آنالوگ به دیجیتال ۱۷ بیتی، رزولوشن و دقت بالایی را برای این سنسور ایجاد نموده است. دقت و حساسیت فوق العاده این سنسور در دریافت دمای بدن (۰/۱ درجه سانتیگراد) از دیگر مزایای شاخص این سنسور می‌باشد.

شماتیک محل قرارگیری سنسورهای مادون قرمز

همان‌طور که در شکل ۳ نمایش داده شده است، سنسورهای مادون قرمز غیرتماسی بر روی دیواره‌های جلویی و سقف محفظه نصب گردیده و هر کدام به صورت مستقل دمای در معرض دید خود را اندازه‌گیری می‌نمایند. دمای بدن نوزاد از میانگین دماهای دریافتی از قسمت سر و شکم و پس از تحلیل و پردازش نهایی توسط سیستم کنترلر دما، بدست می‌آید.

[Downloaded from jabs.fums.ac.ir on 2025-07-09]
[DOR: 20.1001.1.22285105.2014.4.2.7.7]



شکل ۳- محل قرارگیری سنسورهای مادون قرمز

قبل از شروع بکار سنسور غیر تماسی مادون قرمز، پرتو ضعیفی از طیف نور لیزر منطقه صحیح قرارگیری نوزاد در معرض میدان دید سنسورها را مشخص می‌نماید (۱۵). این روش اطمینان به کیفیت و صحت دمای دریافتی را افزایش می‌دهد. مجموعه سنسورهای غیر تماسی نوزاد به صورت مستقیم و پس از پردازش توسط میکروکنترلر بر تنظیم عملکرد هیتر و فن دستگاه تاثیر نموده و به همراه آن قطعات، سیستم تولید و دریافت دما را تشکیل می‌دهند.

بلوک دیاگرام سنسورهای مادون قرمز و سیستم کنترلر دما و ارتباط آن با سایر قسمت‌های دستگاه در شکل ۴ نشان داده شده است.

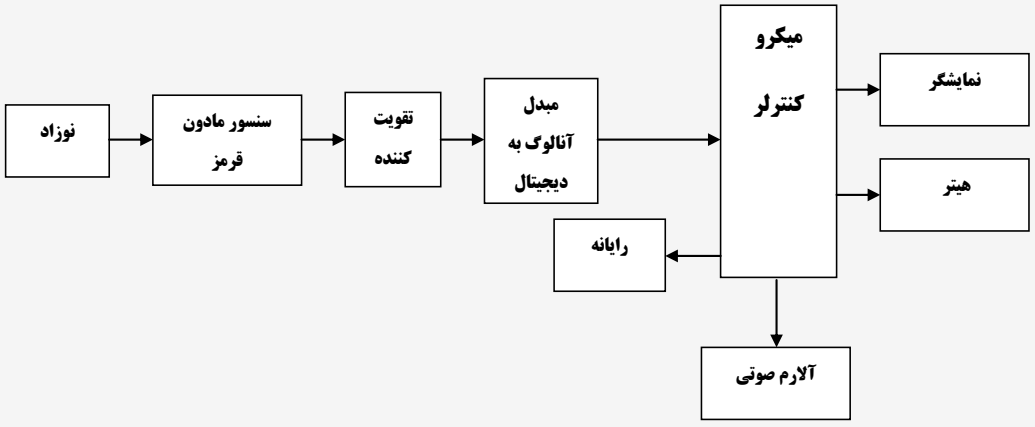
سیستم کنترلی دیجیتال (میکروکنترلر)

میکرو کنترلر AVR مورد استفاده در این پروژه از کاربردی‌ترین انواع میکروکنترلرها بوده و دارای معماری ساده‌ای است. این میکروکنترلر متشکل از یک ریز پردازنده، حافظه و درگاه ورودی/خروجی و دارای سرعت پردازش اطلاعات یا فرکانس کار سیستم بین ۰ تا ۲۰ MHZ می‌باشد. این میکروکنترلر قابلیت پردازش میلیون‌ها داده را داراست.

درگاه‌های ورودی / خروجی (I/O) به سیگنال‌های دیجیتال دریافتی امکان می‌دهند که با میکرو کنترلر ارتباط پیدا کند (۱۶). اساس عملکرد کنترلی میکرو کنترلر با گرفتن فیدبک مناسب (داده‌های ثبت شده) و مقایسه با تنظیمات انجام شده توسط پرستار و کنترل قسمت‌های مختلف دستگاه بنا گردیده است (۱۳).

نرم افزار این سیستم به زبان اسمبلی نوشته شده است. این نرم افزار شامل زیر برنامه‌های متعددی برای تنظیم و کنترل عملکرد قسمت‌های مختلف دستگاه انکوباتور می‌باشد. یک میکرو AVR می‌تواند با استفاده از یک منبع تغذیه ۲/۷ تا ۵/۵ ولتی واز طریق ورودی‌های آن در عرض چند ثانیه برنامه‌ریزی شود (۱۷).

صفحه نمایشگر دیجیتالی شامل نشانگرهای دمای بدن نوزاد، هوا، مقدار رطوبت، سرعت حرکت فن، جریان هیتر و منبع ورودی می‌باشد. در ضمن پنل ورود تنظیمات کاربر با قابلیت تعریف محدوده هشدار های شنیداری و نمایشی کنترل و تنظیم تمامی قسمت‌های دستگاه را امکان پذیر ساخته است. کنترلر فوق هر ۲



شکل ۴ – شماتیک سیستم دمای انکوباتور

[Downloaded from jabs.fums.ac.ir on 2025-07-09]
[DOR: 20.1001.1.22285105.2014.4.2.7.7]

ثانیه یک بار داده‌های دریافتی مربوط به دما و هر ثانیه عملکرد فن و هیتر را کنترل می‌نماید. داده‌های دریافتی توسط مبدل آنالوگ/دیجیتال به داده‌های دیجیتالی و قابل ذخیره در حافظه سیستم بایگانی می‌گردد.

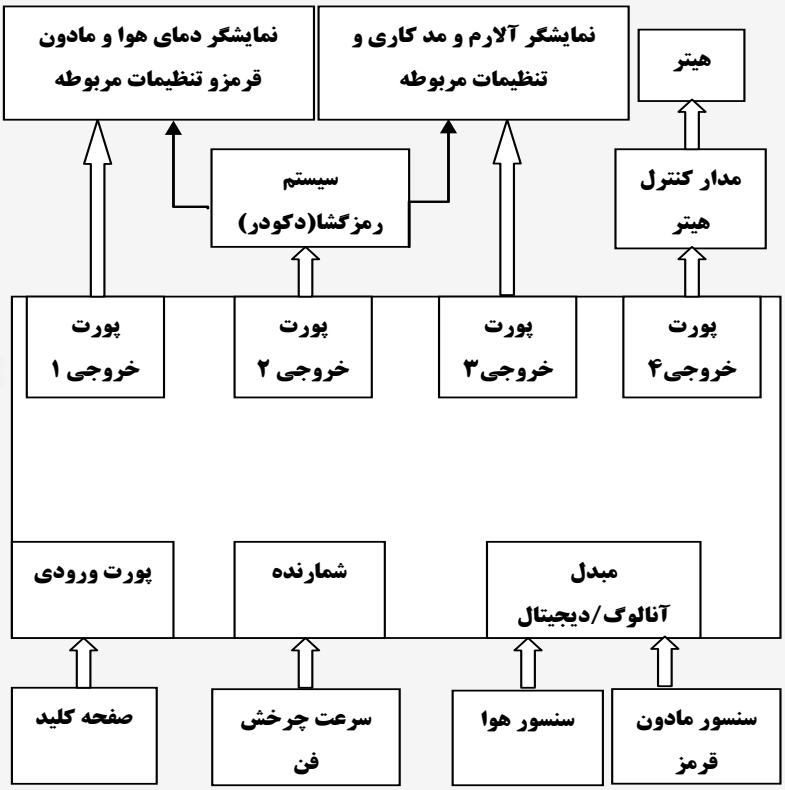
تراشه AVR دارای حافظه‌ای برای نوشتن برنامه و قابل برنامه ریزی داخلی است که قابلیت ۱۰۰۰۰ بار نوشتن و پاک کردن را دارا می‌باشد. برای دسترسی به این حافظه از پروگرامر استفاده می‌شود در کاربردهای پیچیده که به حجم بالایی از حافظه RAM نیاز داریم، امکان اضافه کردن تراشه‌های حافظه بیرونی به این میکروکنترلر وجود دارد.

بلوک دیاگرام میکروکنترلر دما در شکل ۵ نمایش داده شده است.

این کنترلر از ۳ پورت ورودی و ۴ پورت خروجی تشکیل گردیده است. اولین پورت ورودی این سیستم برای ورودی‌های متغیر آنالوگ مانند دمای هوا و پوست نوزاد در نظر گرفته شده است. دومین پورت ورودی سیستم متعلق به سیستم صفحه کلید مخصوص تعیین و ورود تنظیمات مربوط به دامنه هشدارها و مقدار دمای مورد نیاز می‌باشد. سومین ورودی متغیر مربوط به سرعت چرخش فن هوا می‌باشد که توسط شمارنده‌های پالسی میکروکنترلر تعیین و تنظیم می‌گردد.

خروجی‌های میکروکنترلر به شرح ذیل می‌باشد:

پورت اول نمایشگر مقادیر تعیین شده دمای پوست نوزاد و هوا، پورت دوم نشان دهنده هشدارهای شنیداری دمای بالا و پائین پوست و هوای داخلی محفظه، صحت جریان هوا و خطای



شکل ۵ – بلوک دیاگرام میکروکنترلر دما

[Downloaded from jabs.fums.ac.ir on 2025-07-09]
[DOR: 20.1001.1.22285105.2014.4.2.7.7]

منبع تغذیه دستگاه و خروجی نهایی سیستم مربوط به نشانگرهای عملکردی هیتر و دستورات مربوط به عملکرد سیستم مولد حرارت انکوباتور می‌باشد.

نتایج

استفاده از سیستم موضوع این مقاله علاوه بر جلوگیری از ایجاد آسیب و حساسیت‌های پوستی نوزاد ناشی از استفاده دایم سنسور پوستی، انتقال عفونت به سبب استفاده مکرر از یک سنسور پوستی را به صفر رسانده است. همچنین جدا شدن سنسور تماسی از بدن نوزاد به سبب حرکات بدنی و اختلال در دریافت دمای واقعی و خرابی‌های پیاپی این سنسورها به دلیل وارد شدن صدمات فیزیکی در زمان جابه‌جایی سینی و طلق‌ها امکانپذیر نمی‌باشد. با این روش، کم دقتی پرسنل مراقب در نصب صحیح سنسور تماسی و مخاطرات منتج شده از آن به علت عدم نیاز به تماس سنسور با بدن نوزاد جبران گردیده است.

از دیگر مزیت‌های کاربرد این روش می‌توان به استفاده دایمی و بهینه سنسورهای مادون قرمز و عدم نیاز به بررسی و کالیبراسیون دایمی سنسورهای غیر تماسی و در نهایت کاهش هزینه‌های مربوطه اشاره نمود.

این سیستم علاوه بر مانیتور پیوسته درجه حرارت بدن نوزاد، کنترل و پردازش دایمی اختلاف دما را با کمترین ضریب انحراف و به صورت دیجیتال ثبت و تنظیم می‌نماید. سیستم فوق ضمن دارا بودن نشانگرهای کمیت‌های فیزیکی موجود در سیستم، مجهز به هشدار های متنوعی از جمله هشدار محدوده دما، قطع جریان هوا، نقص در سیستم دریافت و پردازش دمای سنسورها، اختلال در کارکرد منبع تغذیه و میکروکنترلر می‌باشد.

بحث و نتیجه گیری

حساسیت و اهمیت کنترل دمای بدن نوزادان نارس و ایجاد هماهنگی در تولید و دفع حرارت بدن این نوزادان با هدف کمک به رشد جسمی و مغزی آنان بر هیچ یک از پرسنل درمانی پوشیده نیست (۱۸). به کرات مشاهده گردیده است که به سبب وجود نقص در سیستم کنترلی دمای داخلی دستگاه انکوباتور و یا عدم دریافت اطلاعات صحیح دمای بدن نوزاد، مشکلات و حوادث جبران ناپذیری به وقوع پیوسته است.

در این تحقیق علمی و عملی سعی شده است که ضمن حفظ ماهیت اصلی سیستم عملکردی دستگاه انکوباتور، سیستم ایمنی این دستگاه تقویت گردد تا علاوه بر جلوگیری از پیشامدهای ناگوار، ضریب اطمینان پرستاران بخش‌های مراقبت‌های ویژه نیز افزایش یابد. ایده کنترل دمای بدن نوزاد و فضای پیرامونی آن توسط سنسورهای غیر تماسی در دستگاه انکوباتور و تمامی تجهیزات پزشکی مشابه به عنوان طرحی نوین ثبت و تحقیقات گسترده در این زمینه آغاز گردید.

قطعات و بخش‌های مختلفی که در مقاله توضیح داده شد انتخاب و ارتباط بین آنان تعریف گردید و پس از طی مراحل کنترل کیفی و کالیبراسیون قسمت‌های مختلف، آزمون‌های فنی در صحه گذاری عملکرد و ایمنی قابل قبول سیستم انجام و با معیارهای فنی– درمانی مربوطه مقایسه گردید. کاربرد سیستم دیجیتالی کنترل دمای بدن نوزادان نارس با استفاده از سنسورهای مادون قرمز غیر تماسی روشی ایمن و نوین در مانیتورینگ و تنظیم دمای بدن نوزادانی است که به سبب تولد زود هنگام و به تبع آن رشد ناقص مغزی نیازمند هماهنگی در تولید و دفع حرارت ناشی از سوخت و ساز سلولی بدن خود به کمک دستگاه انکوباتور می‌باشند. واضح است که هر گونه کاهش و یا افزایش غیر طبیعی دمای بدن این دسته از نوزادان هر چند برای مدت زمان کوتاهی، نوزاد را با آسیب‌های جدی مغزی، عصبی و فیزیولوژیکی مواجه می‌نماید. کنترل دقیق دمای بدن نوزادان نارس و جبران دمای مورد نیاز آن‌ها برای پایداری و بهبود وضعیت جسمی و فیزیولوژیکی نوزاد از مهمترین عوامل تکمیل پروسه رشد وجلوگیری از مرگ و میر این نوزادان محسوب می‌گردد. نقص ایمنی سیستم کنترل کننده دما، معضلات استفاده نادرست از سنسورهای پوستی تماسی و ضریب خطای کاربران به عنوان مهم‌ترین فاکتورهای تهدید کننده نوزادان نارس در انکوباتور قابل چشم پوشی نیست و ضرورت رفع این موارد با طراحی سیستم هوشمند و غیر تماسی کنترل دمای بدن نوزاد بیش از پیش احساس گردیده است.

[Downloaded from jabs.fums.ac.ir on 2025-07-09]
[DOR: 20.1001.1.22285105.2014.4.2.7.7]

سنسورهای مادون قرمز غیر تماسی علاوه بر کاهش بسیاری از محدودیت‌ها و نواقص سیستم‌های معمول، ضریب اطمینان از عملکرد و ایمنی دستگاه انکوباتور نوزاد را تا حد قابل توجهی افزایش خواهد داد.

جایگزینی سیستم‌های کنترل حرارتی معمول با سیستم دیجیتالی کنترل دمای بدن نوزاد توسط سنسورهای مادون قرمز غیر تماسی، روشی مطلوب و کارآمد در جلوگیری از وقوع مخاطرات تهدید کننده سلامت مغزی و رشدی نوزادان ناشی از ضعف سیستم کنترلی دستگاه و اشتباهات رایج کاربری در نصب صحیح و استفاده دایمی از سنسورهای پوستی است.

تشکر و قدردانی

از کلیه همکاران دانشگاه علوم پزشکی همدان و دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه که مشوق و حامی ما در انجام این طرح بودند قدردانی می‌شود. این اختراع با منبع مالی پژوهشگر و همکاران انجام شده است و سپس با شماره ۷۴۵۲۸ مورخ ۱۳۹۱/۱/۲۲ در اداره ثبت اختراعات کشور ثبت گردیده است.

References

1. Lyon AJ, Croxley S, Oxley C. Heat balance a computer program to determine optimum incubator air temperature and humidity. Early human development. 2001; 62(1): 33-41.

2. Edward F, Gladys R, Bell EF, Rios GR. Air versus skin temperature servo control of infant incubators. The journal of pediatrics.1983; 103(6): 954-959.

3. Tellez F, Bach V, Delanaud S, Baye H. Influence du Nivea d humidite delair sur le sommeil du non veau-ne en incubator. RBM-News1999; 21(9): 171-176.

4. Rashid MH. Power Electronics Handbook. Academic Press, San Diego, California, 2001.P: 131-133.

5. Dollberg S, Atherton HD, Sigda M, Acree CM, Hoath SB. Effect of insulated skin probes to increase skin to environmental temperature gradients of preterm infants card for in convective. The journal of pediatrics. 1994; 124(5 Pt 1): 799-801.

6. Smith SL. Heart Period Variability of Incubated Very-Low-Birth-Weight Infants during Incubator Care and Material Holding. Am J Crit Care. 2003; 12(1): 445-452.

7. Hall DV. Microprocessors and Interfacing programming and hardware. McGraw-Hill Inc. 1992; 11(3): 23-33.

8. Bell EF. Infant incubators and radiant warmers. Early Hum Dev . 1983; 8(3-4): 351-75.

9. Meyer MP, Payton MJ, Salmon A, Hutchinson C, de Klerk A. A clinical comparison of radiant warmer and incubator care for preterm infants from birth to 1800 grams. Pediatrics. 2001;108(2):395-401.

10. Rutter N. A Guide to Incubator Care of Infants, Vickers Medical. 1982.P:1-17.

11. Chessex P, Blouet S, Vaucher J. Environmental temperature control in very low birth weight infants (less than 1000 grams) cared for in double-walled incubators. The journal of pediatrics. 1988; 113(2): 373-380.

12. Bell EF, Weinstein MR, Oh W. Heat balance in premature infants: comparative effects of convectively heated incubator and radiant warmer with and without plastic heat shield. The journal of pediatrics 1980; 96(3): 460-465.

13. Henrik Vie C, Garcia, Juan Carlos G. Infrared Non-Contact Head Sensor for Control of Wheelchair Movements. Able Data. 2005;16(1):336-340.

14. Rogalski A, Chrzanowski K. Infrared devices and techniques. Opto-Electronics Review. 2002;10(2):111-136.

15. Wook J Y, Bongsoo L, Dong HC, Soon-Cheol Ch, Gye-Rae T, Sang-Hee S. Noncontact Temperature Sensor Using an Infrared Optical Fiber for Medical Usages, IFMBE Proceedings. 2007; 14: 1331-1333.

16. Zhangxiaowen A. Introduction to AVR microcontroller, university of Illinois. 2012.P: 151-156.

17. Dhananjay VG. Programming and Customizing the AVR Microcontroller. Mc Graw-Hill, New York, 2001.P: 101-106.

18. Weldon AE, Rutter N. The heat balance of small baby's nursed incubators and under radiant warmers. Early human development. 1982;6(2) 131-143.

[Downloaded from jabs.fums.ac.ir on 2025-07-09]
[DOR: 20.1001.1.22285105.2014.4.2.7.7]

Original Article

Designing an Intelligent, Non-Contact System for Controlling Neonate's Body Temperature in Incubators

Moradhasel B [1*], Taghi Pour M [1], Dehlaghi V [1], Seidi M [2], Pashton shayesteh S [3]

1- Department of Biomedical Engineering, Kermanshah University of Medical Sciences, Kermanshah, Iran
2- Medical education development center, Hamedan University of Medical Sciences, Hamedan, Iran.
3- Department of Medical physics, Kermanshah University of Medical Sciences, Kermanshah, Iran.

Received: 30 Aug 2013 Accepted: 01 Jul 2014

Abstract

Background and Objective: Regulating body temperature of premature infants and preparing them a desirable physical condition for completing physical and mental development is essential. Using a system that guarantees neonate's health in incubator at first birth hours is cardinal.

Materials and Methods: In this method, a set of non-contact infrared sensors and microcontrollers regulate neonate's body temperature without skin sensor. Temperatures were converted to digital data after mean evaluation. They were sent to digital microcontroller for user's settings and functional orders of internal conversion system of incubator.

Results: In this study, an intelligent system is presented for controlling body temperature of premature infants in incubators without skin sensors.

Conclusion: This technique causes incubator's proper performance and safety. It prevents damages to brain and other organs of premature neonates and reduces neurological disorders of these infants.

Keywords: **infant incubator, skin sensor, non-contact infrared sensor, microcontroller, temperature control system**

* **Corresponding author: Moradhasel Behrouz,** Department of Biomedical Engineering, Kermanshah University of Medical Sciences, Kermanshah, Iran.
Email: roozbeh135@yahoo.com

[Downloaded from jabs.fums.ac.ir on 2025-07-09]

[DOR: 20.1001.1.22285105.2014.4.2.7.7]