مجله علوم پزشکی دانشگاه آزاد اسلامی
دوره ۲۵، شماره ۲، تابستان ۹۴، صفحات ۱۵۷ تا ۱۶۲

Original Article

بررسی میزان اثرات کیسه‌های ژل پک و آیس پک در فرآیند چینش خون و فرآورده های خونی در کلدباکس مورد استفاده در زنجیره سرد خون بیمارستانی

محمد فلاح تفتی[۱]، رضا مرشدلو[۲]،معصومه قربانی الموتی[۳]، شهریار علمی[۲]،سیدمحمد مسعود شوشتریان[۴]

[۱] استادیار، مرکز تحقیقات انتقال خون، موسسه عالی آموزشی و پژوهشی طب انتقال خون
[۲] مرکز تحقیقات شرکت مهندسی تجهیزات سینا ابتکار ثامن
[۳] دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه علم و صنعت ایران
[۴] استاد، گروه فیزیک پزشکی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم پزشکی تهران ، تهران ، ایران

چکیده

سابقه و هدف: *سلامتی خون و فرآورده‌های خونی با ذخیره و حمل در یک دمای ثابت تضمین می‌شود. هدف از این مطالعه دستیابی به یک الگوی مناسب برای حمل ایمن خون و فرآورده‌های خونی در دماهای تعیین شده به وسیله کلدباکس است که طی این مطالعه، اثرات عواملی از قبیل تعداد و حجم محموله، مدت زمان حمل و غیره مورد بررسی قرار گرفت.*

روش بررسی: *در این مطالعه مقطعی، از طریق یک سانتریفیوژ و تعدادی کیسه حاوی خون کامل گاو در دمای۲۰+ تا ۲۴+ درجه سانتی‌گراد، گلبول‌های قرمز و پلاکت از خون کامل جدا و از طریق کیسه‌های ژل پک۴+ و ۲۲+ و آیس پک ۲۰- درجه سانتی‌گراد توان نگهداری آنها در دمای محیط ۲+ تا ۴۲+ درجه سانتی‌گراد برای کیسه‌های پلاکت و گلبول‌های قرمز در زمان حمل با کلدباکس مورد ارزیابی آماری قرار گرفت.*

یافته‌ها: *در این بررسی مشخص شد بسته‌بندی خون و فرآورده‌ها در درون کلدباکس بر اساس متغیرهای مختلف از قبیل نوع محموله، دمای محیط، تعداد کیسه‌های انتقالی و فاصله و زمان انتقال قابل تغییر است.*

نتیجه‌گیری: *این بررسی نشان داد که تعداد کیسه‌های ژل پک در حفظ خون در دمای استاندارد و مدت زمان کافی بسیار با اهمیت است و هرچه تعداد این کیسه‌ها بیشتر باشد، زمان نگهداری افزایش می‌یابد. بنابراین انتخاب صحیح تعداد و استفاده حداقلی از آنها امری ضروری است و استفاده بیش از حد می‌تواند منجر به خروج دما از میزان استاندارد و کاهش سریع دمای محموله گردد.*

واژگان کلیدی: *خون، فراورده‌های خونی، زنجیره سرد، پلاکت، گلبول قرمز، کلدباکس، انتقال خون.*

مقدمه

خون یکی از مهم‌ترین عناصر مورد نیاز در ادامه حیات انسان است و دریافت آن در شرایط اضطراری ممکن است برای هر فرد نیاز باشد. به همین دلیل استقرار مراکز انتقال خون به عنوان مراکز مطمئن تامین و توزیع این ماده حیاتی در هر جامعه شهری می‌تواند موجب آرامش مصرف کنندگان آن گردد. در این رابطه، خون‌های سالم و مطمئن که در بیمارستانها و مراکز درمانی مورد استفاده قرار می گیرد، معمولا از اهدا کنندگانی به دست می‌آیند که به مراکز انتقال خون یا بانک‌های خون بیمارستانها مراجعه کرده‌اند. هرچند که این عمل جمع‌آوری خون در بعضی مواقع ممکن است از طریق تیم‌های سیار خون‌گیری نیز به عمل آمده باشد که پس از جمع‌آوری این خون‌ها در نزدیک‌ترین نقطه که امکانات آزمایشگاهی دارند با آزمایشات لازم، فرایند مورد نظر بر ترکیبات آنها به عمل می‌آیند و سپس برای توزیع در مواقع ضروری ذخیره می‌شوند. دمای خون در زمان جمع آوری معادل

آدرس نویسنده مسئول: تهران، مرکز تحقیقات انتقال خون، موسسه عالی آموزشی پژوهشی طب انتقال خون، دکتر محمد فلاح تفتی (**email**: m.falah@ibto.ir)
تاریخ دریافت مقاله: ۹۳/۱۲/۱۳
تاریخ پذیرش مقاله: ۹۴/۱/۱۹

[Downloaded from tmuj.iautmu.ac.ir on 2026-10-30]

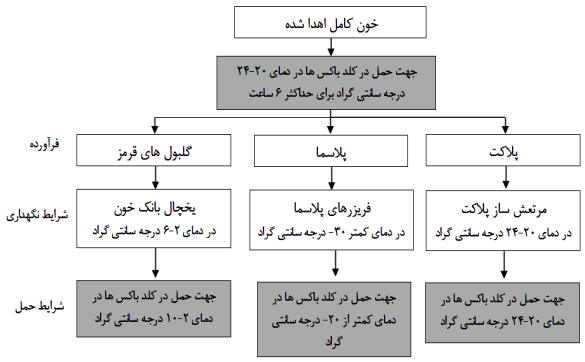
جدول ۱. انواع بسته‌های حاوی مواد جاذب گرما برای هر یک از فرآورده‌ها

بسته سردکننده	کاربرد	شرایط آماده سازی
آیس پک ۴۰- °C	حمل پلاسمای منجمد	۴۰- °C، برای حداقل ۲۴ ساعت، آیس پک باید منجمد شود.
آیس پک ۲۰- °C	حمل و نقل خون کامل یا گلبول های قرمز	۲۰- °C، برای حداقل ۲۴ ساعت،آیس پک باید منجمد شود.
ژل پک ۴ °C	حمل و نقل خون کامل یا گلبول های قرمز	۴± ۲ °C، برای حداقل ۲۴ ساعت
ژل پک ۲۲ °C	حمل و نقل پلاکت ها	۲۲±۲ °C، برای حداقل ۲۴ ساعت

دمای بدن، ۳۷ درجه سانتیگراد، و در زمان جابجایی (انتقال) برای حفظ ویژگی‌های حیاتی آن در دمای زیر ۱۰ درجه سانتی‌گراد و تا زمان مصرف در دمای حدود ۴ درجه سانتی‌گراد باید ذخیره و نگهداری شود (۱).

چنان چه ماده ترکیبی خون در یک دوره زمانی بیش از دمای توصیه شده جابجا یا ذخیره شود، می‌تواند منجر به از دست دادن توانایی لازم در انتقال اکسیژن به نسوج یا دریافت دی اکسید کربن گردد. عوامل مهم نگران کننده دیگر در این رابطه، خطر آلودگی باکتریایی با گرم شدن خون است و می‌تواند امکان خرابی خونی که در معرض دمای بیش از دمای یخ زدگی قرار گرفته را به وجود آورد. تزریق چنین خون به بیمار میرتواند کشنده باشد. به همین منظور، فرایندی با عنوان زنجیره سرد خون در بانک‌های خون بیمارستانی و انتقال خون به وجود آمده که از طریق آن می‌توان نگهداری مطمئن خون از لحظه شروع جمع آوری تا زمان تزریق به بیماران را به عمل آورد. خون کامل و گلبول‌های قرمز خون همیشه باید در دمای بین ۲+ و ۶+ درجه سانتی‌گراد نگهداری شوند. چنان چه خون در دماهای بین ۲+ و ۶+ درجه سانتیگراد نگهداری نشود، توانایی حمل اکسیژن آن به میزان قابل توجهی کاهش می‌یابد. زیرا که گلبول‌های قرمز تنها عامل حمل کننده و تحویل دهنده اکسیژن می‌باشند. محلول ماده ضد انعقاد خون/ نگهدارنده در کیسه خون حاوی ماده مغذی طی مدت ذخیره سازی و مانع از لخته شدن خون می‌گردد. دمای خون کامل و اجزای گلبول‌های قرمز در زمان نیاز به حمل و نقل باید در دمایی بین ۲+ تا ۱۰+ درجه سانتیگراد قرار گیرند. به همین دلیل از کلدباکس یا جعبه‌های ویژه که برای حمل و نقل خون و فراورده‌های خونی نظیر خون کامل، گلبول‌های قرمز، پلاکت و پلاسما طراحی شده، استفاده می‌شود.

پروسه حمل خون و فرآورده‌ها در زنجیره سرد خون مطابق با استاندارد سازمان بهداشت جهانی در شکل ۱ نشان داده شده است (۲).



شکل ۱. شرایط حمل و نگهداری خون و فرآورده‌های خونی

این نکته قابل توجه است که انتقال ایمن خون و فرآورده‌های خونی، تنها با استفاده از کلدباکس‌هایی میسر است که دارای عایق مناسب و مطمئن حمل خون و فرآورده‌های خونی به وسیله کارکنان آموزش دیده باشند. بدین منظور لازم است از یک الگوی صحه گذاری شده شامل تعدادی کیسه خون در کنار بسته‌های حاوی مواد جاذب گرما در چیدمان و یک بسته بندی همراه با قرار دادن عایق‌های مناسب بین خون و اجزای منجمد شده در یک محدوده زمانی مشخص استفاده شود (۳). کلدباکس‌ها در صورتی که همراه با استفاده از یک مواد جاذب گرما باشند، به عنوان کلد باکس غیرفعال (۴) و در صورتی که در قالب یک یخچال یا فریزر پرتابل مورد استفاده قرار گیرند، به عنوان کلدباکس فعال نام برده می‌شوند. بسته‌های حاوی مواد جاذب گرما برای کنترل دمای خون یا فرآورده (در شرایط سرد یا منجمد) در زمان طولانی استفاده چندگانه دارند و معمولا کم هزینه هستند. این بسته‌ها معمولا در

[Downloaded from tmuj.iautmu.ac.ir on 2026-10-30]

دماهای۲±۴ درجه سانتی‌گراد یا ۲±۲۲ درجه سانتی‌گراد و یا در دمای انجماد ۲۰- درجه سانتی‌گراد پایدار می‌شوند و می‌توانند از دمای خون یا فرآورده در حین انتقال حفاظت کنند و به این بسته‌ها که ژل پک یا آیس پک گفته می‌شود، حاوی یک ماده زودگداز هستند و انرژی گرمایی بالایی را در دمای تغییر فازش از جامد به مایع جذب می‌کنند. این دما به عنوان دمای زود گداز یا اوتکتیک نام گرفته است (۵). جدول ۱، انواع بسته های حاوی مواد جاذب گرما برای فرآورده ها همراه با شرایط آماده سازی آنها را نشان می‌دهد.

در این ارزیابی، با استفاده از آزمون‌های عملی، الگوی مناسبی ارائه شده است تا از آن بتوان به عنوان یک دستورالعمل مناسب در زمان بسته بندی فرآورده‌ها به صورت ترکیبی (پلاکت و گلبول‌های قرمز) در کلد باکس‌ها برای حمل و نقل از طریق وسایل نقلیه استفاده کرد. این بررسی همچنین اطلاعات لازم در ارتباط با محدوده مجاز دما و دوره عمر نگهداری پلاکت‌ها وگلبول های قرمز در شرایط دمایی محیط حمل و نقل (بین ۲+ تا ۴۲+ درجه سانتی‌گراد) را ارائه داده است.

در این رابطه، با استفاده از کیسه‌های ژل پک ۴ و ۲۲ (SE-GEL1, SE-GEL2, SE-GEL3) درجه سانتی‌گراد و آیس پک ۲۰- درجه سانتی‌گراد تولیدی شرکت مهندسی تجهیزات پزشکی سینا ابتکار ثامن با هدف کسب اطمینان از صحت توانایی ژل‌ها در حفظ دمای پلاکت‌ها در حین حمل، میزان حفظ دمای پلاکت‌ها در کلد باکس‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روشها

برای دستیابی به یک الگوی مناسب بسته‌بندی خون و فراورده‌های خونی در کلد باکس، به تعدادی کیسه خون استاندارد حاوی گلبول‌های قرمز و پلاکت نیاز بود. به همین دلیل از تعدادی کیسه خون حاوی خون کامل گاو نگهداری شده در دمای ۲۰ تا ۲۴ درجه سانتی‌گراد جهت فرآوری استفاده شد که با انجام سانتریفیوژ در دور کم (۶)، ابتدا گلبول‌های قرمز از پلاسمای غنی از پلاکت جدا شد و سپس با استفاده از یک اکستراکتور پلاسمای غنی به دست آمده از پلاکت به جای مانده در قسمت بالای کیسه به یک کیسه دیگر منتقل گردید. پس از ذخیره گلبول‌های قرمز در یک فضای برودتی با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد، کیسه‌های حاوی پلاسمای غنی از پلاکت دوبارزه با دور بالا سانتریفیوژ شد. این امر، منجر به جدا شدن پلاسما و پلاکت از یکدیگر شد که با استفاده مجدد از اکستراکتور، پلاسما به یک کیسه دیگر منتقل و پلاکت باقیمانده به منظور استفاده در آزمون در دمای اتاق نگهداری گردید.

برای ارزیابی میزان حفظ دمای پلاکت‌ها در کلد باکس‌ها با استفاده از کیسه‌های ژل پک ۴ و ۲۲ (SE-GEL1,SE-GEL2,SE-GEL3) درجه سانتی‌گراد و آیس پک ۲۰- درجه سانتی‌گراد تولیدی شرکت مهندسی سینا ابتکار ثامن، توان نگهداری آنها در شرایط متفاوت دمای محیط ۲ تا ۴۲ درجه سانتی‌گراد (دمای کیسه‌های پلاکت در بازه دمایی ۲۰ تا ۲۴ درجه سانتی‌گراد و کیسه‌های گلبول‌های قرمز در بازه دمایی ۲ تا ۱۰درجه سانتی‌گراد) در زمان حمل مورد ارزیابی آماری قرار گرفت.

در همین راستا، هر یک از ژل پک‌ها تحت آزمون DSC طبق استانداردهای مرجع ASTM D 3418-03 و ASTM-E 1269-05 به وسیله مرکز پژوهش متالوژی رازی قرار گرفت که دانسیته هریک از آنها تحت استاندارد ASTM D 3505-06 برای هرکدام به ترتیب ۰/۰۵±۱، ۰/۰۵±۱و ۰/۰۵±۱/۹۳ گرم بر سانتی‌متر مکعب می‌باشد.

یافته‌ها

با استفاده از آزمون DSC، برحسب استانداردهای اشاره شده در بخش مواد و روش‌ها، ظرفیت گرمایی ویژه Cp و پیک ذوب هر یک از ژل پک‌ها به ترتیب در جدول‌های ۲ و ۳ ارائه شده است.

جدول ۲. اطلاعات ظرفیت گرمایی ویژه هریک از ژل‌پک‌ها حاصل از نتایج آزمون DSC

ژل پک	ظرفیت گرمایی ویژه (J/Kg.K)
SE-GEL1	۲۷۲۳ (در دمای ۹/۲-)
	۳۴۹۱ (در دمای ۱۴/۴)
	۴۲۶۰ (در دمای ۳۸/۳)
SE-GEL2	۲۷۲۳ (در دمای ۸/۳-)
	۳۵۰۲ (در دمای ۱۵)
	۴۲۸۲ (در دمای ۳۹)
SE-GEL3	۲۳۰۲ (در دمای ۴/۷-)
	۳۳۵۳ (در دمای ۲۱/۴)
	۴۴۰۴ (در دمای ۴۷/۲)

جدول ۳. نقطه ذوب ژل‌پک‌ها حاصل از نتایج آزمون DSC

ژل پک	دمای شروع ذوب	دمای قله ذوب	دمای انتهای ذوب
SE-GEL1	۰/۲-	۱۴/۵	۲۱/۷
SE-GEL2	۰/۲-	۱۵	۲۲/۴
SE-GEL3	۰/۵	۲۱/۴	۳۵/۳

[Downloaded from tmuj.iautmu.ac.ir on 2026-10-30]

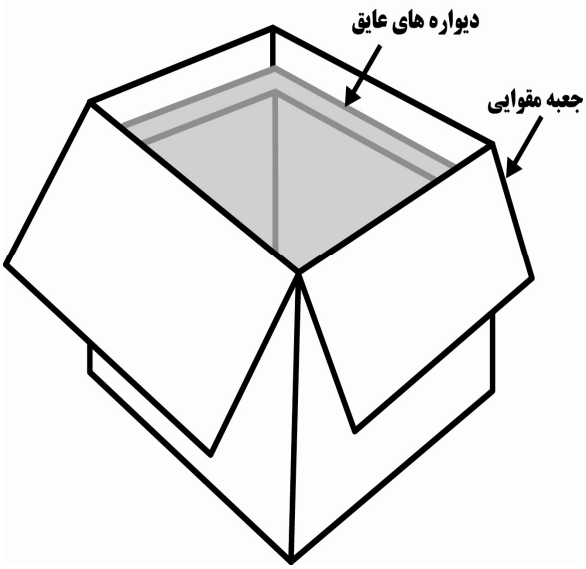
با بررسی اطلاعات به دست آمده مشخص شد که نمونه‌های SE-GEL1 و SE-GEL2 در دماهای ۱۴/۵ و ۱۵ درجه سانتی‌گراد دارای خاصیت اوتکتیک هستند و برای حفظ دما ۱۵ درجه سانتیگراد مناسب خواهند بود. همچنین مشخص شد که نمونه SE-GEL3 دارای توانایی لازم در حفظ دما در مقدار حدود ۲۲ درجه سانتی‌گراد نیز می‌باشد. به همین دلیل از این نمونه به عنوان طرح نهایی برای ژل پک در جهت حمل پلاکت‌ها انتخاب شد.

این بررسی نشان داد که بسته‌بندی خون و فرآورده‌های خونی در درون کلدباکس یا محفظه‌های عایق بندی شده بر اساس متغیرهایی از قبیل نوع محموله، دمای محیط، تعداد کیسه-های انتقالی و فاصله و زمان انتقال تغییرپذیر هستند. به عبارت دیگر، الگوی چیدمان باید به گونه‌ای انتخاب شود که توان نگهداری در شرایط متفاوت دمای محیط ۲ تا ۴۲ درجه سانتی‌گراد (دمای کیسه‌های پلاکت در بازه دمایی ۲۰ تا ۲۴ درجه سانتی‌گراد و کیسه‌های گلبول های قرمز در بازه دمایی ۲ تا ۱۰درجه سانتیگراد) در زمان حمل به گونه‌ای که در شکل ۱ نشان داده شده را داشته باشد.

در این راستا، بر اساس اطلاعات آماری که از سازمان انتقال خون ایران برحسب مسافت بین مراکز پردازش خون و بیمارستان‌ها به دست آمد، مشخص شد که زمان انتقال محموله‌ها برای حداکثر ۸ تا ۱۴کیسه پلاکت و تعداد کیسه گلبول‌های قرمز برای هر مسیر معمولا بین نیم تا حداکثر ۵ ساعت است. به همین دلیل لازم است از یک ترکیب مناسب برای کیسه‌های ژل پک و فرآورده در کنار هم استفاده شود تا از قابلیت حفظ دمای مناسب‌تری مطابق الزامات استاندارد برخوردار گردد.

برای بررسی دقیقتر میزان ایزولاسیون کلدباکس‌های موجود در بازار (۴) و ارائه یک روش کلی، نیاز به مشابه سازی یک کلدباکس بود که با استفاده از یک جعبه مقوایی ایزوله با مشخصات ابعاد۳۷۰×۲۱۵×۲۷۵ میلی‌متر، دیواره‌های داخلی با یک لایه یونولیت با ضخامت ۵ سانتی متر و یک پوشش آلومینیومی برای ایجاد ایزولاسیون داخل آن مطابق شکل ۲ این عمل انجام گرفت.

در این مشابه سازی، با آماده شدن جعبه مقوایی و ژل پک‌ها و آیس پک‌ها مطابق جدول ۱، ابتدا ۸ عدد کیسه پلاکت در داخل یک کیسه پلاستیکی در داخل جعبه مقوایی حاوی فویل آلومینیومی قرار داده شد و سپس برای تثبیت دما در اطراف کیسه پلاستیکی از دو عدد ژل پک، یکی برروی کیسه پلاستیکی و دیگری زیر آن قرار گرفت. در ادامه به منظور دستیابی به تثبیت دمای محیط ۲ درجه سانتی‌گراد، این جعبه در داخل یک یخچال خانگی تنظیم شده برای ۲ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و دائما دمای ثبت شده به وسیله یک دیتالاگر پایش گردید. در هر مرحله با اضافه کردن تعداد ژل پک‌ها در اطراف کیسه پلاستیکی، نتایج دما بر حسب زمان ثبت شد. اضافه کردن این کیسه‌ها تا رسیدن به زمان نگهداشت مشخص شده در آزمایش ادامه یافت. این آزمون هم‌چنین یک بار دیگر برای دمای محیط ۴۲ درجه سانتی‌گراد تکرار شد. بدین ترتیب که در این مرحله جعبه مقوایی در اتاقی که دمای آن به وسیله یک بخاری بر روی ۱±۴۲ درجه سانتی‌گراد ثابت نگه داشته بود، قرار گرفت.



شکل ۲. طرح شماتیک جعبه مقوایی که عایق گذاری شده است.

همچنین برای بررسی وضعیت حفظ دمای گلبول‌ها، از ۱۴ عدد کیسه گلبول قرمز استفاده شد و مشابه روش به عمل آمده برای پلاکت‌ها در داخل جعبه قرار گرفت. با قرار دادن دو عدد ژل پک در اطراف کیسه پلاستیکی، یکی برروی آن و دیگری در زیر، دائما دمای ثبت شده بوسیله دیتالاگر پایش شد. در هر مرحله با اضافه کردن ژل پک‌ها در اطراف جعبه پلاستیکی، نتایج دما بر حسب زمان ثبت شد. همین مراحل همچنین برای آیس پک‌ها و ترکیبی از هر دو نیز تکرار شد و هر بار مدت زمانی که دمای دیتالاگر در بازه ۲ تا ۱۰ درجه سانتی‌گراد ثابت ماند، ثبت گردید. همین آزمون در سه دمای محیطی متفاوت ۲ و ۲۰ و۴۲ درجه سانتی‌گراد تکرار شد. بدین ترتیب که برای دمای محیطی۲۰ درجه سانتی‌گراد از طریق قرار دادن جعبه در یک اتاق که دمای آن به وسیله یک کولر بر روی ۱±۲۰ درجه سانتی‌گراد ثابت نگه داشته شده

[Downloaded from tmuj.iautmu.ac.ir on 2026-10-30]

بـود، انجـام گرفـت. بـرای جلـوگیری از هرگونـه آسـیب بـه کیسه‌های حاوی گلبول قرمز لازم است ضـمن پرهیـز از بـاقی ماندن هر گونه فضای خالی در جعبه و پـر کـردن آن فضـا بـه وسیله کیسه‌های ژل‌پک و یا روزنامه، از یـک ورق مقـوایی بـه عنوان ورق حائل بین کیسه پلاسـتیکی دارای گلبـول قرمـز و آیس پک ها استفاده شود . اطلاعـات بـه دسـت آمـده در هـر مرحله این آزمون برای دمای کیسه‌های پلاکـت و کیسـه‌هـای گلبول‌های قرمز در محدوده دمایی بین محیط ۲ و ۴۲ درجـه سانتی‌گراد برحسب مدت زمانی ثبت شده در جـدول‌هـای ۴ و ۵ نشان داده شده است.

جدول۴. دمای کیسـه‌هـای پلاکـت در محـدوده ۲۰ تـا ۲۴ درجـه سانتیگراد

مرحله	تعـداد ژل پک	مدت زمان حفظ دما در محدوده ۲ تا ۴۲ درجه سانتیگراد		نحوه چینش در اطراف جعبه
		۲ درجه سانتیگراد	۴۲ درجه سانتیگراد	
۱	۲	۳۰	۳۵	یکی بالا یکی پائین
۲	۴	۴۵	۵۳	دوتا بالا دوتا پائین
۳	۸	۱۳۸	۱۵۸	چهارتا بالا چهارتا پائین

جدول ۵. دمای کیسه‌های گلبـول هـای قرمـز در ۲ تـا ۱۰ درجـه سانتی‌گراد

مرحله	تعداد ژل پک	تعداد آیس پک	مدت زمان حفظ دما در محدوده ۲ تا ۱۰درجه سانتیگراد		نحوه چینش در اطراف جعبه
			۲ درجه سانتیگراد	۴۲ درجه سانتیگراد	
۱	۲	۰	۲۱۰	-	یکی بالا یکی پائین
۲	۴	۰	۳۳۵	-	دوتا بالا دوتا پائین
۳	۸	۰	۴۸۶	۱۰۵	چهارتا بالا چهارتا پائین

بحث

بـا توجـه بـه اهمیـت و حساسـیت پایـداری دمـای خـون و فراورده‌های خونی در زمان حمل از یک بانک خـون بـه مکـان دیگر، WHOدر یک تلاش همه جانبه کلیه حمایت‌های خود را برای توسعه کلدباکس‌های حمل و نقل خـون بـا هـدف حفـظ دمای درون آنها بین ۲ و ۱۰ درجـه سـانتی‌گـراد بـرای مـدت حداقل ۲۴ ساعت با استفاده از تکه‌های یخ به کار گرفـت (۱). در همین زمینه یک گزارش (۷)، به حمل خون و فراورده‌هـای خونی با ابزارهایی در دمای ۱۰-۱ درجه سانتی‌گـراد بـرای ۲۴ ساعت و گزارش دیگر (۸)، نگهداری سلول‌هـای گلبـول قرمـز برای حمل در دمای ۱۰-۱ درجـه سـانتیگراد و فـراورده هـای پلاکتی را در دمای ۲۴-۲۰ درجه سانتیگراد برای مدت حداقل ۳۶ ساعت به ترتیب با استفاده از یخ فریز شـده و یـخ خشـک اشاره دارند. به همین، دلیل کلدباکس‌های حمل و نقل خون و انواع فراورده‌ها برحسـب نـوع کـاربرد در انـدازه‌هـای مختلـف ساخته می‌شوند و سازندگان آنهـا (۹)، برحسـب نـوع کـاربرد، تعداد تکه‌های یخ مـورد نیـاز بـرای حفـظ خـون در محـدوده دمایی ۲ تا ۱۰ درجه سانتی‌گراد را مشخص می‌کنند. هر چند کـه کیفیـت و نـوع سـردکننـده‌هـای مـورد اسـتفاده در ایـن کلدباکس‌ها به فاصله یا زمان جابجـایی آنهـا بسـتگی دارد. در مطالعه حاضر مشخص شـد کـه تعـداد کیسـه هـای ژل پـک استفاده شده در محموله می‌توانند نقش قابل توجهی در حفظ خون و فراورده های خونی در دمای اسـتاندارد و مـدت زمـان کافی داشته باشند. به عنوان مثال، در مواردی که از کیسه‌های ژل پک نظیر ژل‌پک‌های ۲۲ و ۴ درجه سانتی‌گراد هم دمـا بـا محموله استفاده می‌شـود، مـی‌تـوان گفـت کـه هرچـه تعـداد کیسه‌های خنک‌کننده بیشتر باشد، زمان نگهـداری بـه همـان نسبت نیز افزایش یافته و از این طریق شـرایط ایـده‌آل حـاکم خواهد شد. البته باید توجه داشت که بـرای یـک مـدت زمـان حمل مشخص، کیسه‌های خنک کننده نباید از مقـدار حـداقل لازم کمتر باشد تا از این طریق از سلامت خون اطمینان کامل حاصل شود. در ضمن استفاده از تعداد خنک‌کننده‌های اضـافه ممکن است زمینه سردتر شدن دمای محموله (آیس‌پـک‌هـای ۲۰- درجه سانتی‌گراد برای گلبول‌های قرمز) را فراهم آورده و به یخ زدن آن منتهی شـود. بنـابراین انتخـاب صـحیح تعـداد کیسه‌های خنک کننده نیاز به دقت بیشتر دارد. از ایـن رو نـه تنها حداقل تعداد کیسه برای رسیدن به دمـای مـورد نیـاز در زمان کـافی ضـروری اسـت، بلکـه اسـتفاده بـیش از حـد نیـز مـی‌توانـد بـه سـرعت دمـای محمولـه را بـه خـارج از میـزان استاندارد کاهش دهد. بدین لحـاظ تعـداد و ترتیـب چیـدمان کیسه‌های خنک کننده در کلدباکس بسیار حائز اهمیت اسـت و رعایت هر یک از آنها در حفظ و یکنواخـت دمـا در محمولـه بسیار موثر می‌باشد. در همین رابطه، با توجه بـه نـوع چینـش کیسه‌های خنک کننده و زمان پایداری دما که نتایج به دسـت آمده در جداول ۴ و ۵ نشان داده شده است مشخص مـی‌کنـد که این نوع چینش‌ها برای حمل پلاکت‌ها و گلبول‌هـای قرمـز بسیار مناسب است. بدین ترتیب که برای بسته بندی پلاکت‌ها در هر شرایط دمایی بـین ۲ تـا ۴۲ درجـه سـانتی‌گـراد بـرای

[Downloaded from tmuj.iautmu.ac.ir on 2026-10-30]

حداقل زمان نگهداری ۴۵ دقیقه ایده‌آل است، ضمن اینکه این چیدمان برای تعداد کمتر کیسه پلاکت نیز قابل استفاده خواهد بود. بنابراین با توجه به بهتر شدن شرایط مدت زمان نگهداری بیشتر در این الگو، هر دمای محیطی خارج از این محدوده نیازمند تعداد بیشتر ژل پک می‌باشد و هیچ محدودیتی در اضافه نمودن ژل پک‌ها وجود ندارد. زیرا همان طور که اشاره شد می‌توان از ژل پک‌های بیشتر به منظور جبران فضای خالی جعبه نیز استفاده کرد. در این مطالعه، همچنین الگوی دیگری برای بسته بندی مخصوص گلبول های قرمز تعریف شده است که برای حداقل زمان نگهداری ۱ ساعت و ۴۵ دقیقه در شرایط دمای محیطی کمتر از ۴۲ درجه سانتیگراد قابل استفاده است. در هر دو الگوی پیشنهادی با توجه به هم دما بودن کیسه های ژل پک و فرآورده‌ها هرچه نسبت تعداد ژل پک ها به فرآورده ها بیشتر شود، زمان نگهداری آنها همان طور که در جداول ۴ و ۵ نشان داده شده است، نیز بیشتر خواهد شد. به عبارت دیگر، طبق اطلاعات ارائه شده در جدول ۴، مدت زمان ۳۰ دقیقه با دو عدد کیسه ژل (پک یکی در بالا و دیگری در پائین) برای حفظ دمای کیسه های پلاکت در ۲ درجه سانتی‌گراد و همچنین زمان ۳۵ دقیقه با همین ترتیب برای کمتر از ۴۲ درجه به دست آمده است. در حالی که با افزایش تعداد کیسه‌های ژل پک به ۸ عدد (چهار عدد در بالا و چهار عدد در پائین) این زمان به ترتیب به ۱۳۸ و ۱۵۸ دقیقه افزایش یافت. در این مطالعه، طبق جدول ۵، مشخص شد که با افزایش تعداد کیسه‌های ژل پک، همین شرایط زمانی برای پایداری دما در کلدباکس برای حمل کیسه های گلبول قرمز در دمای ۱۰-۲ درجه سانتی گراد نیز برقرار خواهد بود. بدین ترتیب که با استفاده از دو عدد کیسه ژل پک (یکی در بالا و یکی در پائین) زمان نگهداری دما در ۲ درجه سانتیگراد ۲۱۰ دقیقه و برای کمتر از ۴۲ درجه عددی را نشان نداد که با افزایش تعداد کیسه‌های ژل پک به هشت عدد (چهار کیسه در بالا و چهار کیسه در پائین)، مدت زمان نگهداری دما در ۲ درجه سانتیگراد به ۴۸۶ دقیقه و این مدت زمان در کمتر از ۴۲ درجه سانتی‌گراد به میزان ۱۰۵ دقیقه رسید. اطلاعات به دست آمده از نتایج این بررسی زمینه‌ای را فراهم آورد تا یک الگوی مناسبی برای چینش کیسه‌های ژل پک در یک کلدباکس با هدف افزایش زمان حمل محموله های گلبول قرمز و پلاکت در یک دمای پایدار و استاندارد فراهم آید.

REFERENCES

1. World Health Organization. Manual on the management, maintenance and use of blood cold chain. 5th edition. Geneva: WHO; 2005.
2. William Laboratories. AABB temperature guidelines, 2009: storage and transport. USA: Temptime Corporation; 2014. P. 1-2.
3. Zolfaghari Anaraki S, editor. A comprehensive atlas of blood transfusion, IBTO. 1st edition. Tehran: Zohd Publisher; 2012. P.199-209. [In Persian]
4. Pusat DN, National Blood Center. Blood cold chain for blood safety. Kuala Lumpur, Malaysia: Domestic Medical systems; 2012. P.1-8.
5. Mvere D, editor. Who consultant. Guide to the selection and procurement of equipment and accessories. Geneva: WHO; 2002. P.30-34.
6. Fallah Tafti M, editor. Practical manual for medical equipment maintenance management. 1st ed. Tehran, Iran: IBTO Publication; 2011. P. 213-58. [In Persian]
7. Guideline for the transport of blood components and blood products from facility to facility. Canada: Newfoundland labrator; 2012. P.1-5.
8. Hendrix J, Frana L, editors. Validation plan, process validation for blood product shipping container for product distribution. Orlando, FL: OneBlood Inc.; 2009. P.1-10.
9. Department of Health. Guideline for the storage, transportation and handling of refrigerated medicines, vaccines, and blood. Queensland, Australia: Queensland Government; 2011. P.1-26.

[Downloaded from tmuj.iautmu.ac.ir on 2026-10-30]