خون
فصلنامه پژوهشی
دوره ۱۴ شماره ۱ بهار ۹۶ (۳۳-۲۳)

مقاله پژوهشی

محاسبه تعداد و مکان بهینه مراکز مختلف جمع‌آوری خون در استان آذربایجان شرقی بر اساس مدلسازی ریاضی

مهدی یوسفی‌نژاد عطاری[۱]، سید حمیدرضا پسندیده[۲]، افسانه آقایی[۳]، سید تقی اخوان نیاکی[۴]

چکیده

سابقه و هدف

در طراحی زنجیره تامین خون یکی از موضوعات کلیدی، تعیین محل مناسب مراکز جمع‌آوری خون است تا علاوه بر دسترسی آسان اهداکنندگان و نیز توزیع مناسب خون و فرآورده‌های خونی به مراکز بیمارستانی، هزینه‌های جمع‌آوری خون به حداقل رسانده شود. هدف از تحقیق حاضر، محاسبه تعداد و مکان بهینه مراکز تهیه و فرآوری، ثابت و سیار خونگیری بر مبنای تقاضای مراکز درمانی و هزینه‌های احداث و عملیاتی این مراکز در استان آذربایجان شرقی بود.

مواد و روش‌ها

مطالعه انجام شده از نوع مدلسازی ریاضی در جامعه آماری استان آذربایجان شرقی بود. اعداد و ارقام برای هزینه‌ها و سایر پارامترهای مرتبط در سه دوره زمانی شش ماهه کل سال ۱۳۹۳ و شش ماهه اول سال ۱۳۹۴ مورد استفاده قرار گرفت. مدل ریاضی در نرم افزار گمز پیاده سازی و نتایج مربوطه استخراج شد.

یافته‌ها

نتایج به دست آمده از نرم‌افزار گمز نشان می‌دهد محل مناسب برای احداث مراکز تهیه و فرآوری در استان آذربایجان شرقی، شهرهای مراغه و میانه و برای مراکز ثابت جمع‌آوری خون شهرهای تبریز و اهر بوده است. هم چنین تخصیص تیم‌های سیار برای شهرهای مرند، تبریز، عجب شیر، بناب، ملکان، مراغه و هشترود می‌تواند باعث کاهش هزینه جابه‌جایی‌ها گردد.

نتیجه گیری

تعیین تعداد و مکان مناسب مراکز تهیه و فرآوری، ثابت و سیار برای شهرهای آذربایجان شرقی باعث کاهش هزینه‌های جمع‌آوری خون می‌گردد. بنابراین توصیه می‌شود در برنامه‌ریزی‌های آتی و در تغییرات در جهت افزایش و یا کاهش مراکز مختلف خونگیری در کلیه استان‌های کشور، مدلسازی ریاضی نیز همراه با سایر ملاحظات در نظر گرفته شود.

کلمات کلیدی: **انتقال خون، تامین خون، ایران**

تاریخ دریافت: ۹۵/ ۷/۵
تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۰/۷

۱- دانشجوی دکترای مهندسی صنایع ـ دانشکده مهندسی صنایع و مکانیک دانشگاه آزاد اسلامی واحد قزوین ـ قزوین ـ ایران
۲- دکترای مهندسی صنایع ـ استادیار دانشکده مهندسی صنایع و مکانیک دانشگاه آزاد اسلامی واحد قزوین ـ قزوین ـ ایران
۳- مؤلف مسئول: PhD ایمونولوژی ـ استادیار مرکز تحقیقات انتقال خون ـ مؤسسه عالی آموزشی و پژوهشی طب انتقال خون ـ تهران ـ ایران ـ صندوق پستی: ۱۱۵۷-۱۴۶۶۵
۴- دکترای مهندسی صنایع ـ استاد دانشگاه صنعتی شریف ـ تهران ـ ایران

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2025-07-21]

مقدمه

زنجیره تامین خون عمدتاً از مراحل متعددی نظیر جمع‌آوری، فرآوری، نگهداری و توزیع تشکیل شده است. سازمان‌های انتقال خون در دنیا با دو چالش اساسی تامین نیاز مراکز درمانی به خون و فرآورده‌های آن از یک طرف و هزینه‌های جمع‌آوری و عملیاتی از طرف دیگر مواجه هستند(۱).

از نظر اقتصادی، تهیه خون و فرآورده‌های خونی قیمت بالایی دارد و به همین دلیل، خون و فرآورده‌های خونی در رده خدمات درمان دارای بالاترین قیمت‌ها می‌باشند. این هزینه‌ها شامل خونگیری از اهداکنندگان سالم و کم خطر، انجام آزمایش‌های غربالگری و گروه بندی، فرآوری و تهیه فرآورده‌های خونی از خون کامل، ذخیره سازی و حمل و نقل است(۲، ۱).

سازمان انتقال خون ایران (IBTO/ Iranian Blood Transfusion Organization) تنها ساختار معتبر ملی در ایران است که مسئولیت هدایت و کنترل زنجیره تامین خون از ابتدا تا انتها یعنی جمع‌آوری خون از اهداکنندگان داوطلب تا توزیع به مراکز ذینفع را بر عهده دارد (۳). کلیه فعالیت‌ها مانند خونگیری از اهداکنندگان داوطلب، پردازش، ذخیره و توزیع خون و فرآورده‌های خونی به بیمارستان‌ها به عنوان مراکز مصرف کننده خون، تحت یک سیستم متمرکز در IBTO انجام می‌گیرد(۵، ۴).

در ایران، خون و فرآورده‌های خونی در ۹۰ مرکز انتقال خون و یا مرکز تهیه و فرآوری از ۲۲۰ مرکز خونگیری، جمع‌آوری، پردازش، ذخیره و به بیمارستان‌ها توزیع می‌شود(۷، ۶).

در تعاریف IBTO ، پایگاه و یا مرکز انتقال خون (BTC/ Blood Transfusion Center)، محلی است که در آن کلیه فعالیت‌های مربوط به انتخاب اهداکننده، جمع‌آوری خون و فرآورده‌های آن شامل خون کامل و یا آفرزیس، آزمایش‌ها، عفونت‌های قابل انتقال از طریق خون و فرآورده‌ها، آزمایش‌های تعیین گروه‌های خون، تولید فرآورده‌های خون، ذخیره و در نهایت توزیع به بانک خون بیمارستان برای کاربردهای بالینی و یا توزیع به مراکزی که با خدمات بالینی در ارتباط هستند، صورت می‌گیرد. هم چنین مرکز تهیه و فرآوری خون(BCPC/ Blood Collection and Processing Center) به مرکزی اطلاق می‌گردد که علاوه بر خونگیری و یا انجام عملیات آفرزیس، تولید فرآورده و نیز پخش آن را نیز بر عهده داشته باشد. در این مراکز نمونه‌های اهداکنندگان برای انجام آزمایش‌های غربالگری ویروسی به پایگاه‌های انتقال خون ارسال می‌شود. در این میان مرکز ثابت خونگیری(BCC/ Blood Collection Center) صرفاً تجهیزات خونگیری دارد و می‌تواند اقدام به خونگیری و یا آفرزیس نماید. در این مراکز پس از خونگیری، کیسه‌های خون و نمونه‌های اهداکنندگان برای انجام آزمایش‌های غربالگری و تعیین گروه خون با رعایت استانداردهای سازمان انتقال خون به BCPC و یا BTC همان استان ارسال می‌شود. تیم سیار خونگیری(MT/ Mobile Team) گروهی متشکل از کارمندان سازمان انتقال خون می‌باشد که با تجهیزات خونگیری در مکان‌های از پیش تعیین شده مستقر شده و اقدام به جمع‌آوری خون از اهداکنندگان داوطلب می‌نمایند.

با توجه به روند ذکر شده، تعیین مکان مناسب برای استقرار مراکز تهیه و فرآوری خون، مراکز ثابت خونگیری و مراکز سیار در کاهش هزینه‌های جمع‌آوری خون تاثیر به سزایی دارد و عمده مقالاتی که در زمینه زنجیره تامین خون به چاپ رسیده‌اند، تاکید فراوانی بر تعیین مکان بهینه مراکز جمع‌آوری خون دارند(۱۲– ۸). بدین منظور در یکی از استان‌های شمالی کشور، آذربایجان شرقی، این مدلسازی ریاضی انجام گرفت که می‌تواند نقش مهمی در برنامه‌ریزی‌های آتی در جهت تغییرات افزایشی و یا کاهشی مراکز با رویکرد کاهش هزینه‌های جمع‌آوری و عملیاتی ایفا نماید. در حال حاضر در استان آذربایجان شرقی یک پایگاه انتقال خون در شهر تبریز و دو مرکز تهیه و فرآوری در شهرهای مراغه و میانه وظیفه جمع‌آوری، فرآوری و نگهداری و توزیع خون در استان آذربایجان شرقی را بر عهده دارند.

در این مقاله با مطالعه سیستم جمع‌آوری خون استان آذربایجان شرقی و با توجه به جمعیت شهرهای استان و میزان خون مصرف شده در بازه زمانی مورد مطالعه، تعداد مکان‌های مناسب برای مراکز تهیه و فرآوری خون، مراکز

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2025-07-21]

ثابت خونگیری و مراکز سیار بر اساس مدلسازی ریاضی تعیین گردید.

مواد و روش‌ها

برای تعیین مکان مناسب مراکز جمع‌آوری خون در مطالعه‌ها، روش‌های مختلفی پیشنهاد شده است، اما غالب این روش‌ها تاکید به استفاده از مدلسازی ریاضی دارند (۱۵-۱۳). بنابراین در مطالعه حاضر به منظور محاسبه تعداد و مکان بهینه مراکز تهیه و فرآوری، ثابت و سیار جمع‌آوری خون در استان آذربایجان شرقی با پیش فرض وجود مرکز استانی انتقال خون استان آذربایجان شرقی در شهر تبریز و بر اساس مدلسازی ریاضی، ابتدا پارامترها (Parameters) و متغیرهای تصمیم (Decision Variables) مانند هر مدل ریاضی تعریف گردید. پارامترها مقادیری هستند که از محل مطالعه گردآوری شده و معلوم هستند در حالی که متغیرهای تصمیم مقادیری هستند که از حل مدل به دست می‌آیند و پاسخ سؤالات تحقیق هستند. این پارامترها به صورت اندیس(i) برای افراد اهداکننده، اندیس(j) برای مکان‌های پیشنهادی مراکز سیار، اندیس(k) برای مکان‌های انتخاب مراکز ثابت خونگیری، اندیس(l) برای مکان‌های پیشنهادی مراکز تهیه و فرآوری خون و اندیس(t) برای نشان دادن بازه مختلف زمانی در نظر گرفته شده است. هزینه‌ها بر اساس مقاله محاسبه هزینه توسط داودی و همکاران و با احتساب هزینه‌های جاری، هزینه تجهیزات سرمایه‌ای، هزینه تجهیزات سرمایه‌ای سرباری، هزینه تجهیزات مصرفی، هزینه تجهیزات مصرفی سرباری، هزینه استهلاک ساختمان، هزینه استهلاک خودرو و هزینه‌های سرباری متفرقه و همچنین با در نظر گرفتن نرخ تورم در سال‌های ۱۳۸۸ لغایت ۱۳۹۳ و هم چنین مقاله قره‌باغیان و همکاران محاسبه گردید(۱۷، ۱۶). برای محاسبات مدلسازی از نرم افزار گمز (GAMZ) نسخه ۲۴/۱ استفاده شد.

پارامترها:

$Cl1_j$: هزینه استفاده از تیم سیاری j

$Cl2_k$: هزینه احداث مرکز ثابت خونگیری k

$Cl3_l$: هزینه احداث مرکز تهیه و فرآوری l

$O1_{jt}$: هزینه عملیاتی تیم سیار j در بازه زمانی t

$O2_{kt}$: هزینه عملیاتی مرکز ثابت k در بازه زمانی t

$O3_{lt}$: هزینه عملیاتی مرکز تهیه و فرآوری l در بازه زمانیt

O4t : هزینه عملیاتی مرکز انتقال خون در بازه زمانی t

$D1_{jl}$: هزینه جابه‌جایی بین تیم سیار j و مرکز تهیه و فرآوری l

$D2_{kl}$: هزینه جابجایی بین مرکز ثابت خونگیری k و مرکز تهیه و فرآوری l

$D3_j$: هزینه جابه‌جایی بین تیم سیار j و مرکز انتقال خون

$D4_k$: هزینه جابه‌جایی بین مرکز ثابت خونگیری k و مرکز انتقال خون

Bd_{it} : مقدار خون اهدائی گروه اهداکنندگان i در بازه زمانی t

Td_t : کل تقاضای مراکز درمانی در بازه زمانی t

M : یک عدد بسیار بزرگ

متغیرهای تصمیم:

$X1_{jt}$: یک متغیر صفر و یک است که اگردر بازه t تیم سیار در محل j مستقر شود، مقدار آن یک و در غیر این صورت صفر است.

$X2_k$: یک متغیر صفر و یک است که اگر مرکز ثابت خونگیری در محل k احداث شود، مقدار آن یک و در غیر این صورت صفر است.

$X3_l$: یک متغیر صفر و یک است که اگر مرکز تهیه و فرآوری در محل l احداث شود، مقدار آن یک و در غیر این صورت صفر است.

$B1_{ijt}$: مقدار خون اهدایی گروه اهداکنندگان i که در بازه t به تیم سیار j مراجعه می‌کنند.

$B2_{ikt}$: مقدار خون اهدایی گروه اهداکنندگان i که در بازه t به مرکز ثابت خونگیری k مراجعه می‌کنند.

$B3_{ilt}$: مقدار خون اهدایی گروه اهداکنندگان i که در بازه t به مرکز تهیه و فرآوری l مراجعه می‌کنند.

$B4_{it}$: مقدار خون اهدایی گروه اهداکنندگان i که در بازه t به مرکز انتقال خون مراجعه می‌کنند.

$B5_{jlt}$: مقدار خونی که تیم سیار j در بازه t پس از

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2025-07-21]

جمع‌آوری به مرکز تهیه و فرآوری l تحویل می‌دهد.

$B6_{klt}$: مقدار خونی که مرکز ثابت خونگیری k در بازه t پس از جمع‌آوری به مرکز تهیه و فرآوری l تحویل می‌دهد.

$B7_{jt}$: مقدار خونی که تیم سیار j در بازه t پس از جمع‌آوری به مرکز انتقال خون تحویل می‌دهد.

$B8_{kt}$: مقدار خونی که مرکز ثابت خونگیری k در بازه t پس از جمع‌آوری به مرکز انتقال خون تحویل می‌دهد.

$Y1_{ij}$: یک متغیر صفر و یک است که اگر گروه اهداکنندگان i به تیم سیار j مراجعه کند مقدار آن یک و در غیر این صورت صفر است.

$Y2_{ik}$: یک متغیر صفر و یک است که اگر گروه اهداکنندگان i به مرکز ثابت خونگیری k مراجعه کند مقدار آن یک و در غیر این صورت صفر است.

$Y3_{il}$: یک متغیر صفر و یک است که اگر گروه اهداکنندگان i به مرکز تهیه و فرآوری l مراجعه کند مقدار آن یک و در غیر این صورت صفر است.

$Y4_{i}$: یک متغیر صفر و یک است که اگر گروه اهداکنندگان i به مرکز انتقال خون مراجعه کند مقدار آن یک و در غیر این صورت صفر است.

$Y5_{jl}$: یک متغیر صفر و یک است که اگر تیم سیار j جهت تحویل خون‌های جمع‌آوری شده به مرکز تهیه و فرآوری l مراجعه کند مقدار آن یک و در غیر این صورت صفر است.

$Y6_{kl}$: یک متغیر صفر و یک است که اگرمرکز ثابت خونگیری k جهت تحویل خون‌های جمع‌آوری شده به مرکز تهیه و فرآوری l مراجعه کند مقدار آن یک و در غیر این صورت صفر است.

$Y7_{j}$: یک متغیر صفر و یک است که اگر تیم سیار j جهت تحویل خون‌های جمع‌آوری شده به مرکز انتقال خون مراجعه کند مقدار آن یک و در غیر این صورت صفر است.

$Y8_{k}$: یک متغیر صفر و یک است که اگر مرکز ثابت خونگیری k جهت تحویل خون‌های جمع‌آوری شده به مرکز انتقال خون مراجعه کند مقدار آن یک و در غیر این صورت صفر است.

تابع هدف: مقدار تابع هدف(Z)، که شامل مجموع هزینه‌های احداث مراکز ثابت و مراکز تهیه و فرآوری(سه عبارت اول)، هزینه‌های عملیاتی(چهار عبارت بعدی) و هزینه جابه‌جایی بین مراکز(چهار عبارت آخر) است، حداقل(Min) می‌گردد:

$$\begin{aligned}\text{Min } Z = \sum_{j} Cl1_j X1_j + \sum_{k} Cl2_k X2_k + \sum_{l} Cl3_l X3_l \\ + \sum_{i,j,t} O1_{jt} B1_{ijt} + \sum_{i,j,t} O2_{kt} B2_{ikt} \\ + \sum_{i,l,t} O3_{lt} B3_{ilt} + \sum_{i,t} O4_t B4_{it} \\ + \sum_{j,l} D1_{jl} Y5_{jl} + \sum_{j,l} D2_{kl} Y6_{kl} \\ + \sum_{j} D3_j Y7_j + \sum_{k} D4_k Y8_k\end{aligned}$$

محدودیت‌ها:

محدودیت ۱: این محدودیت بیان می‌دارد که گروه اهداکنندگان i جهت اهدای خون به یکی از تیم‌های سیار، مرکز ثابت خونگیری، مرکز تهیه و فرآوری و یا مرکز انتقال خون مراجعه می‌کنند:

$$\sum_{j} Y1_{ij} + \sum_{k} Y2_{ik} + \sum_{l} Y3_{il} + Y4_i \le 1 \qquad \forall i$$

محدودیت ۲: این محدودیت نشان می‌دهد که یک تیم سیار زمانی می‌تواند خون‌های اهدایی را جمع‌آوری کند که در آن محل مستقر شده باشد:

$$B1_{ijt} \le M.X1_{jt} \qquad \forall i,j,t$$

محدودیت ۳: این محدودیت نشان می‌دهد که یک مرکز ثابت خونگیری زمانی می‌تواند خون‌های اهدایی را جمع‌آوری کند که در آن محل احداث شده باشد:

$$B2_{ikt} \le M.X2_k \quad \forall i,k,t$$

محدودیت ۴: این محدودیت نشان می‌دهد که یک مرکز تهیه و فرآوری زمانی می‌تواند خون‌های اهدایی را جمع‌آوری کند که در آن محل احداث شده باشد:

$$B3_{ilt} \le M.X3_l \quad \forall i,l,t$$

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2025-07-21]

محدودیت ۵ : بیـان مـی‌دارد در هـر بازه زمانی مجموع خون‌های اهدا شده توسط گروه‌های مختلـف اهداکننـدگان در مراکز مختلف باید کوچکتر یا مساوی خون جمـع‌آوری شده توسط گروه‌های مختلف اهدا کنندگان(Bd_{it}) باشد:

$$\sum_{i,j} B1_{ijt} + \sum_{i,k} B2_{ikt} + \sum_{i,l} B3_{ilt} + \sum_{i} B4_{it} \leq \sum_{i} Bd_{it} \quad \forall t$$

محدودیت ۶ : نشـان مـی‌دهد کل خون‌های جمع‌آوری شده در مراکز تهیه و فرآوری و مرکز انتقـال خـون بایـد از کل تقاضای مراکز درمانی در هر بازه زمانی (Td_t) بیشتر یـا مساوی باشد:

$$\sum_{i,l} B3_{ilt} + \sum_{j,l} B5_{jlt} + \sum_{k,l} B6_{klt} + \sum_{i} B4_{it} + \sum_{j} B7_{jt} + \sum_{k} B8_{kt} \geq Td_t \; \forall t$$

پس از تهیـه مـدل ریاضـی توضـیح داده شـده در بـالا، مطالعه‌هـای میـدانی بـر اسـاس پارامترهای تعریف شده بر روی استان آذربایجان شرقی انجـام شـد و تعـداد و محـل مراکز جمع‌آوری خون در شهرهای مختلـف بـا توجـه بـه ترکیب جمعیتـی ایـن شـهرها از طریـق محاسـبات تعیـین گردید. لذا به ازای هر ۱۰ هزار نفر، یک گروه اهـدا کننـده در نظر گرفته شد(i=457).

کل تعداد مراکز پیشنهادی تیم‌های سیاری(j=35)، مراکز ثابت خونگیری (k=16) و مراکز تهیـه و فـرآوری(l=5) در جدول آورده شده است و سپس از طریق مدلسازی تعـداد و مکان بهینه از بین آن‌ها و از طریق محاسبه تعیین گردیده است(جدول ۱).

در ضمن در این مدل تبریز به عنـوان مرکـز اسـتان کـه مرکز انتقال خون در این شهر مستقر شده، در محاسبات بـه صورت ثابت در نظر گرفته شده است.

جدول ۱: تعداد مراکز پیشنهادی جمع‌آوری خون در شهرهای آذربایجان شرقی

نام شهر	جمعیت کنونی (هزار نفر)	تعداد گروه‌های اهداکننده پیشنهادی	تعداد تیم‌های سیار پیشنهاد شده	تعداد مراکز ثابت خونگیری پیشنهاد شده	تعداد مراکز تهیه و فرآوری پیشنهاد شده
مرند	۲۴۰	۲۴	۲ (j_1, j_2)	۱ (k_1)	۱ (l_1)
جلفا	۵۵	۶	-	۰	۰
ورزقان	۴۹	۵	۱ (J_3)	۰	۰
خداآفرین	۳۴	۴	-	۰	۰
کلیبر	۹۲	۱۰	۱ (J_4)	۰	۰
هوراند	۴	۱	۱ (J_5)	۰	۰
اهر	۱۵۵	۱۶	۲ (J_6, J_7)	۱ (k_2)	۰
هریس	۷۱	۸	۱ (J_8)	۰	۰
تبریز	۱۶۵۲	۱۶۶	۲ (j_9,…, j_{16})	۴ (k3,…, k6)	۲ (l_2, l_3)
شبستر	۱۲۷	۱۳	۲ (j_{17}, j_{18})	۱ (k_7)	۰
اسکو	۷۷	۷۸	۱ (J_{19})	۰	۰
آذرشهر	۱۰۴	۱۱	۲ (j_{20}, j_{21})	۱ (k_8)	۰
عجب شیر	۸۶	۹	۱ (J_{22})	۰	۰
بناب	۱۳۲	۱۴	۲ (j_{23}, j_{24})	۱ (k_9)	۰
ملکان	۱۰۵	۱۱	۲ (j_{25}, j_{26})	۱ (k_{10})	۰
مراغه	۲۴۵	۲۵	۲ (j_{27}, j_{28})	۲ (k11, k12)	۱ (l_4)
هشترود	۶۸	۷	۱ (J_{29})	۰	۰
بستان آباد	۱۰۱	۱۱	۱ (J_{30})	۱ (k_{13})	۰
سراب	۱۳۸	۱۴	۲ (j_{31}, j_{32})	۱ (k_{14})	۰
میانه	۲۰۰	۲۰	۲ (j_{33}, j_{34})	۲ (k15, k16)	۱ (l_5)
چاراولیماق	۳۶	۴	۱ (J_{35})	۰	۰

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2025-07-21]

جدول ۲: فاصله بین شهرهای استان آذربایجان شرقی بر حسب کیلومتر

شهرها	مرند	جلفا	ورزقان	خداآفرین	کلیبر	هوراند	اهر	هریس	تبریز	شبستر	اسکو	آذرشهر	عجب‌شیر	بناب	ملکان	مراغه	هشترود	بستان‌آباد	سراب	میانه	چاراویماق
مرند	۰	۷۳	۱۷۱	۲۸۶	۲۵۷	۲۵۷	۱۹۰	۱۸۴	۷۴	۶۶	۱۱۴	۱۲۹	۱۷۶	۲۰۱	۲۲۷	۲۲۱	۱۸۰	۱۱۲	۲۱۴	۲۵۲	۲۳۳
جلفا	۷۳	۰	۱۲۶	۳۵۳	۲۳۵	۲۴۹	۱۸۲	۲۵۶	۱۴۶	۱۳۸	۱۸۶	۲۰۱	۲۴۹	۲۷۳	۲۹۹	۲۹۳	۲۷۹	۲۱۱	۲۸۶	۳۲۴	۲۹۹
ورزقان	۱۷۱	۱۲۶	۰	۱۵۳	۱۲۴	۱۰۷	۵۶	۱۱۶	۱۱۰	۱۶۵	۱۵۰	۱۵۲	۲۰۰	۲۲۴	۲۵۰	۲۴۴	۱۹۰	۱۲۲	۱۹۷	۲۳۵	۲۱۶
خداآفرین	۲۸۶	۳۵۳	۱۵۳	۰	۴۶	۱۲۴	۱۵۳	۲۱۵	۲۱۹	۳۳۲	۲۵۱	۲۷۶	۳۵۸	۳۸۱	۴۱۱	۳۹۸	۲۸۰	۲۵۲	۲۸۵	۳۱۳	۳۴۶
کلیبر	۲۵۷	۲۳۵	۱۲۴	۴۶	۰	۸۸	۶۷	۱۲۵	۱۸۳	۲۵۵	۲۲۳	۲۳۸	۲۸۶	۳۱۰	۳۶۳	۳۳۰	۲۷۲	۲۰۸	۲۰۲	۳۲۱	۳۰۱
هوراند	۲۵۷	۲۴۹	۱۰۷	۱۲۴	۸۸	۰	۶۷	۱۲۷	۱۸۳	۲۵۵	۲۲۳	۲۳۸	۲۹۶	۳۱۰	۳۳۶	۳۳۰	۲۷۶	۲۰۸	۲۰۴	۳۶۱	۲۹۷
اهر	۱۹۰	۱۸۲	۵۶	۱۵۳	۶۷	۶۷	۰	۶۰	۱۱۶	۱۸۸	۱۵۶	۱۶۶	۲۱۹	۲۴۳	۲۲۹	۲۶۳	۲۰۵	۱۴۱	۱۳۷	۲۵۴	۲۳۸
هریس	۱۸۴	۲۵۶	۱۱۶	۲۱۵	۱۲۵	۱۲۷	۶۰	۰	۱۱۰	۱۸۲	۱۵۰	۱۶۵	۲۱۳	۲۳۷	۲۶۳	۲۵۷	۲۶۳	۱۴۷	۷۶	۱۸۹	۱۸۳
تبریز	۷۴	۱۴۶	۱۱۰	۲۱۹	۱۸۳	۱۸۳	۱۱۶	۱۱۰	۰	۷۲	۴۰	۱۲۷	۱۰۳	۱۲۷	۱۵۳	۱۴۷	۱۳۳	۶۵	۱۳۷	۱۷۸	۱۵۹
شبستر	۶۶	۱۳۸	۱۶۵	۳۳۲	۲۵۵	۲۵۵	۱۸۸	۱۸۲	۷۲	۰	۱۲۲	۱۲۷	۱۷۵	۱۹۹	۲۲۵	۲۱۹	۱۷۳	۱۲۲	۱۸۰	۲۱۸	۲۳۳
اسکو	۱۱۴	۱۸۶	۱۵۰	۲۵۱	۲۲۳	۲۲۳	۱۵۶	۱۵۰	۴۰	۱۲۲	۰	۱۹۵	۲۴۳	۱۰۲	۱۲۸	۱۲۲	۱۰۵	۱۰۵	۱۸۰	۲۱۸	۱۹۱
آذرشهر	۱۲۹	۲۰۱	۱۵۲	۲۷۶	۲۳۸	۲۳۸	۱۶۶	۱۶۵	۵۵	۱۲۷	۱۹۵	۰	۴۸	۷۲	۹۸	۹۲	۱۸۸	۱۲۰	۱۹۵	۲۳۳	۱۸۷
عجب‌شیر	۱۷۶	۲۴۹	۲۰۰	۳۵۸	۲۸۶	۲۹۶	۲۱۹	۲۱۳	۱۰۳	۱۷۵	۲۴۳	۴۸	۰	۳۴	۵۰	۴۴	۱۴۴	۱۶۸	۲۴۳	۲۱۹	۱۴۷
بناب	۲۰۱	۲۷۳	۲۲۴	۳۸۱	۳۱۰	۳۱۰	۲۴۳	۲۳۷	۱۲۷	۱۹۹	۱۰۲	۷۲	۳۴	۰	۲۶	۳۰	۱۲۰	۱۹۲	۲۶۷	۱۹۵	۱۲۵
ملکان	۲۲۷	۲۹۹	۲۵۰	۴۱۱	۲۶۳	۳۳۶	۲۲۹	۲۶۳	۱۵۳	۲۲۵	۱۲۸	۹۸	۵۰	۲۶	۰	۴۷	۲۸۶	۲۱۸	۲۹۳	۳۳۱	۱۲۰
مراغه	۲۲۱	۲۹۳	۲۴۴	۳۹۸	۳۳۰	۳۳۰	۲۶۳	۲۵۷	۱۴۷	۲۱۹	۱۲۲	۹۲	۴۴	۲۰	۴۷	۰	۱۰۰	۲۱۲	۲۸۷	۱۷۵	۱۰۸
هشترود	۱۸۰	۲۷۹	۱۹۰	۲۸۰	۲۷۲	۲۷۶	۲۰۵	۲۶۳	۱۳۳	۲۰۵	۱۷۳	۱۸۸	۱۴۴	۱۲۰	۱۲۸	۱۰۰	۰	۶۸	۱۴۳	۷۵	۶۱
بستان‌آباد	۱۱۲	۲۱۱	۱۲۲	۲۵۲	۲۰۸	۲۰۸	۱۴۱	۷۶	۶۵	۱۳۷	۱۰۵	۱۲۰	۱۶۸	۱۹۲	۲۱۸	۲۱۲	۶۸	۰	۷۵	۱۱۳	۱۱۴
سراب	۲۱۴	۲۸۶	۱۹۷	۲۸۵	۲۰۲	۲۰۴	۱۳۷	۷۷	۱۴۰	۲۱۴	۱۸۰	۱۹۵	۲۴۳	۲۶۷	۲۹۳	۲۸۷	۱۴۳	۷۵	۰	۱۸۸	۱۸۳
میانه	۲۵۲	۳۲۴	۲۳۵	۳۱۳	۳۲۱	۳۶۱	۲۵۴	۱۸۹	۱۷۸	۲۵۰	۲۱۸	۲۳۳	۲۱۹	۱۹۵	۳۳۱	۱۷۵	۱۰۸	۱۱۳	۱۸۸	۰	۸۶
چاراویماق	۲۳۳	۲۹۹	۲۱۶	۳۴۶	۳۰۱	۲۹۷	۲۳۸	۱۸۳	۱۵۹	۲۳۳	۱۹۱	۱۸۷	۱۴۷	۱۲۵	۱۲۰	۱۰۸	۶۱	۱۱۴	۱۸۳	۸۶	۰

با استفاده از فاصله بین شهرهای مختلف آذربایجان شرقی، فاصله بین مراکز تهیه و فرآوری، مراکز ثابت خونگیری و تیم‌های سیار پیشنهادی در شهرهای مختلف قابل محاسبه است(جدول ۲).

این فاصله بر حسب کیلومتر بوده که برای هر کیلومتر جابه‌جایی ۵۰۰ تومان هزینه به طور متوسط در نظر گرفته شده است(۱۸).

جدول ۳: توزیع خون در مراکز درمانی استان آذربایجان شرقی در سه بازه زمانی

بازه زمانی	شش ماهه اول سال ۹۳ (t= ۱)	شش ماهه دوم سال ۹۳ (t= ۲)	شش ماهه اول سال ۹۴ (t= ۳)
تعداد توزیع PRBC	۴۰۶۰۰	۴۲۰۶۱	۴۳۵۷۵

گلبول قرمز متراکم(blood cell PRBC/Packed red) به عنوان اصلی‌ترین و پرمصرف‌ترین محصول توزیع شده در مراکز درمانی در سه بازه زمانی نیمسال اول و دوم ۱۳۹۳ و نیمسال اول ۱۳۹۴ آورده شده است و فرآورده‌های دیگر مد نظر قرار نگرفته است(جدول ۳).

یافته‌ها

پس از تهیه مدل و جمع‌آوری داده‌ها به صورت میدانی، مقادیر پارامترها در نرم‌افزار گمز وارد و مدل ریاضی توسط این نرم افزار به صورت دقیق محاسبه شد. نتایج به دست آمده از این نرم‌افزار مقادیر مختلف متغیرهای تصمیم مدل ریاضی را نشان می‌دهد. اما از آن جایی که هدف اصلی تحقیق، انتخاب مکان مناسب برای مراکز جمع‌آوری خون(تیم‌های سیار، مراکز ثابت خونگیری و مراکز تهیه و فرآوری) بوده است، لذا از بررسی مقادیر سایر متغیرها که در پاسخ سؤال اصلی تحقیق نقشی ندارند صرف نظر گردیده است(جدول ۴).

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2025-07-21]

جدول ۴: تعداد مراکز جمع‌آوری خون برای شهرهای آذربایجان شرقی در حالت کمترین هزینه براساس مدلسازی ریاضی

نام شهر	جمعیت کنونی (هزار نفر)	تعداد تیم‌های سیار	تعداد مراکز ثابت خونگیری	تعداد مراکز تهیه و فرآوری
مرند	۲۴۰	۱	۰	۰
جلفا	۵۵	۰	۰	۰
ورزقان	۴۹	۰	۰	۰
خداآفرین	۳۴	۰	۰	۰
کلیبر	۹۲	۰	۰	۰
هوراند	۴	۰	۰	۰
اهر	۱۵۵	۰	۱	۰
هریس	۷۱	۰	۰	۰
تبریز	۱۶۵۲	۱	۱	۰
شبستر	۱۲۷	۰	۰	۰
اسکو	۷۷	۰	۰	۰
آذرشهر	۱۰۴	۰	۰	۰
عجب شیر	۸۶	۱	۰	۰
بناب	۱۳۲	۱	۰	۰
ملکان	۱۰۵	۱	۰	۰
مراغه	۲۴۵	۱	۰	۱
هشترود	۶۸	۱	۰	۰
بستان‌آباد	۱۰۱	۰	۰	۰
سراب	۱۳۸	۰	۰	۰
میانه	۲۰۰	۰	۰	۱
چاراولیماق	۳۶	۰	۰	۰

نتایج جدول ۴ نشان می‌دهد از میان مکان‌های پیشنهادی برای مراکز جمع‌آوری خون در استان آذربایجان شرقی که در جدول ۱ لیست گردیده است، مکان بهینه مراکز تهیه و فرآوری در شهرهای مراغه و میانه بر اساس مدلسازی ریاضی مذکور در نظر گرفته شده است، هم چنین بهترین مکان برای مراکز ثابت شهرهای تبریز و اهر می‌باشد. جمع‌آوری خون توسط تیم‌های سیار برای شهرهای مرند، تبریز، عجب شیر، بناب، ملکان، مراغه و هشترود پیشنهاد می‌گردد.

با توجه به این که خون جمع‌آوری شده توسط مراکز جمع‌آوری ثابت و تیم‌های سیار باید به یکی از مراکز تهیه و فرآوری یا مرکز انتقال خون تحویل داده شود، بر اساس مدل مطرح شده مراکز ثابت خونگیری در شهرهای تبریز و اهر باید خون‌های اخذ شده را به مرکز انتقال خون تبریز منتقل کنند. هم چنین در شرایط بهینه مدلسازی شده، تیم

جدول ۵: پوشش مرکز انتقال خون و یا تهیه و فرآوری از مراکز ثابت خونگیری و یا تیم‌های سیار در استان

مرکز ثابت خونگیری و یا تیم سیار	مرکز انتقال خون تبریز	مرکز تهیه و فرآوری مراغه
مرکز ثابت خونگیری تبریز	√	-
مرکز ثابت خونگیری اهر	√	-
تیم سیار تبریز	√	-
تیم سیار مرند	√	-
تیم سیار مراغه	-	√
تیم سیار هشترود	-	√
تیم سیار عجب شیر	-	√
تیم سیار بناب	-	√
تیم سیار ملکان	-	√

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2025-07-21]

سیار خونگیری مستقر در تبریز و یا مرند بهتر است خون‌های اخذ شده را به مرکز انتقال خون تبریز انتقال دهد. این در حالی است که تیم سیار خونگیری مستقر در شهرهای عجب‌شیر، بناب، ملکان، مراغه و هشترود در شرایط بهینه بهتر است خون‌های اخذ شده را به مرکز تهیه و فرآوری مراغه انتقال دهند(جدول ۵).

بحث

زنجیره تامین خون در مراحل جمع‌آوری، ذخیره‌سازی و توزیع همراه با صرف هزینه‌های مختلف است. لذا در این مقاله با هدف شناسایی وضعیت موجود و مقایسه آن با روش‌های مدلسازی ریاضی، تعداد و محل بهینه مراکز جمع‌آوری خون با تفکیک انواع تسهیلات مختلف مورد مطالعه قرار گرفت.

در کشورهای پیشرفته در دنیا مراکز انتقال خون اگر چه درصد بالایی از هزینه‌های خود را از طریق فروش جبران می‌کنند، اما با این حال رویکرد بسیار مهمی را نیز در انتخاب مکان‌های جمع‌آوری بهینه اتخاذ می‌کنند. در کشور ایران، با توجه به رایگان بودن خون برای مراکز درمانی از یک طرف و با توجه به استفاده از منابع دولتی برای احداث و اداره مراکز مختلف سازمان انتقال خون از طرف دیگر، ضروری به نظر می‌رسد در سازمان انتقال خون تدابیری اتخاذ گردد تا هزینه‌های زنجیره تامین و توزیع خون تا حد امکان کاهش یابد. در دنیای مدرن امروزی بحث هزینه و فایده اهمیت به سزایی در تصمیم‌گیری‌های سازمانی ایفا می‌کند و از طرف دیگر تاکنون این مدلسازی ریاضی، در شناسایی موقعیت‌های موجود و نیز ارزیابی شرایط برای برنامه‌ریزی‌های آتی در سازمان انتقال خون صورت نگرفته است، به همین دلیل استفاده از این ابزار که در کشورهای پیشرفته دنیا نیز مورد استفاده قرار گرفته است، ضروری به نظر می‌رسد. در ایران نیز پیش از این دو برنامه تحقیقاتی در این خصوص صورت گرفته است. در مورد اول زهیری و همکاران یک مدل ریاضی برای مکان‌یابی مناسب مراکز جمع‌آوری خون در شهرستان بابل ارایه دادند(۹). در مورد دوم، جبارزاده و همکاران مراکز جمع‌آوری خون در تهران در شرایط اضطراری را مورد بررسی قرار دادند(۱۱). در این مقاله‌ها، محققین از مدل‌های ریاضی جهت تعیین مکان بهینه تسهیلات جمع‌آوری خون استفاده نموده و محل‌های مشخصی را برای احداث تسهیلات ثابت و سیار ارایه نمودند. اما تفکیک مناسبی از تسهیلات ثابت مطابق با ساختار سازمان انتقال خون در این تحقیقات صورت نگرفته است. همان طور که در بخش یافته‌ها اشاره شد، با تخصیص متغیرهای مختلف برای تسهیلات جمع‌آوری خون و ارایه مدلسازی ریاضی مکان‌های بهینه برای احداث مراکز جمع‌آوری خون در استان آذربایجان شرقی محاسبه و با مراکز موجود مقایسه گردید تا در صورت نیاز به ایجاد تغییر، محاسبات انجام گرفته نیز همراه با سایر ملاحظات مد نظر قرار گیرد تا علاوه بر کاهش هزینه‌های جابه‌جایی، تقاضای مراکز درمانی جهت دریافت خون و فرآورده‌های آن نیز برآورده شود و این مراکز با کمبود مواجه نشوند. مکان‌های بهینه تعیین شده با روش مدلسازی ریاضی در این مطالعه هم‌پوشانی خوبی با وضعیت موجود داشته است، مثلا مرکز خونگیری در تبریز که با مدلسازی پیشنهاد گردیده است، در حال حاضر تحت عنوان پایگاه انتقال خون تبریز موجود می‌باشد و جزئی از ساختار پایگاه انتقال خون است. هم چنین درخصوص تیم‌های سیاری، داده‌های میزان تراکم جمعیت و تقاضای مراکز درمانی در مدل ریاضی، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج حاصل از این بررسی‌ها نشان می‌دهد با افزایش نیاز به خونگیری در شهر تبریز، کمترین هزینه جمع‌آوری خون با تیم‌های سیاری محقق می‌گردد. در ضمن شایان توجه است که کلیه محاسبات انجام گرفته باید در بستر سایر اطلاعات مورد تفسیر قرار گیرد. مثلاً یک نکته قابل توجه در این مطالعه شهرهای جلفا و خداآفرین می‌باشند که حتی اگر در محاسبات ریاضی به عنوان مکان‌های بهینه در نظر گرفته می‌شدند، باز هم به دلایل مرزی بودن و عدم مجوز خونگیری در این نواحی از انتخاب حذف می‌گردیدند. بنابراین علاوه بر اثربخشی این مدلسازی ریاضی، ملاحظات بسیاری باید در نظر گرفته شود تا یک تفسیر کاربردی از مجموع اطلاعات ارائه گردد.

مقایسه وضعیت فعلی و یافته‌های تحقیق در مورد مراکز تهیه و فرآوری نشان می‌دهد وضعیت پیشنهادی پس از

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2025-07-21]

مدلسازی کاملاً با وضعیت فعلی تطابق دارد و در مدلسازی نیز مراکز مراغه و میانه گزینه‌های بهینه و مناسب جهت مراکز تهیه و فرآوری بوده‌اند. در حال حاضر و در وضعیت فعلی یک مرکز خونگیری در تبریز، به عنوان جزئی از ساختار پایگاه انتقال خون دایر است و با توجه به این که در هیچ کدام از شهرهای شمالی استان صرفاً مرکز ثابت خونگیری وجود ندارد، لذا در صورت نیاز به تغییر به خصوص در زمینه افزایش تعداد خونگیری، اضافه شدن یک مرکز ثابت خونگیری در شهر مرند در کاهش هزینه‌های جابه‌جایی و در نتیجه هزینه جمع‌آوری خون در استان آذربایجان شرقی نقش به سزایی دارد که نتایج مدل ریاضی مؤید این موضوع بوده است. نکته مورد توجه در این تحقیق که با وضعیت موجود متفاوت است، افزایش تیم‌های سیار است که برای شهرهای مراغه، هشترود، عجب‌شیر، بناب، ملکان، تبریز و مرند پیشنهاد شده است. در نتیجه با توجه به مسافت بین این شهرها، به نظر می‌رسد در کل اختصاص یک تیم سیار برای جمع‌آوری خون اهداکنندگان برای کلیه شهرهای ذکر شده کافی باشد و زمان‌بندی بهینه گردش تیم‌های سیار در این شهرها در تحقیقات آینده باید مورد بررسی قرار گیرد.

اما مطلب دیگری که در خصوص نتایج حاصل می‌توان مورد بحث و بررسی قرار داد، تحت پوشش قرار دادن مراکز ثابت خونگیری و تیم‌های سیار توسط مراکز تهیه و فرآوری و مرکز انتقال خون است. با توجه به اینکه خون جمع‌آوری شده توسط مراکز ثابت خونگیری و تیم‌های سیار باید جهت فرآوری به یکی از مراکز تهیه و فرآوری یا مرکز انتقال خون تحویل داده شود، پوشش بهینه این مراکز توسط مدل ریاضی محاسبه گردید. شایان توجه است که تمامی اطلاعات به دست آمده حاصل داده‌های مطرح شده بوده است و افزایش یا کاهش در میزان اهدای خون و یا تقاضای مراکز درمانی، تغییراتی را در این مدل به وجود می‌آورد.

نتیجه‌گیری

مکان‌یابی بهینه مراکز مختلف جمع‌آوری خون و هم چنین پوشش بهینه مراکز ثابت خونگیری و تیم‌های سیار، هزینه‌های زنجیره تامین خون را به میزان زیادی کاهش می‌دهد و نیاز مراکز درمانی را نیز برآورد می‌کنند. لذا پیشنهاد می‌شود در صورت نیاز به ایجاد تغییر در تعداد و یا مکان انواع مختلف مراکز خونگیری و در اخذ تصمیمات در استان‌های مختلف در کشور هم به لحاظ تعداد و هم از نظر مکان‌یابی بهینه استفاده از تکنیک‌های مدلسازی ریاضی نیز همراه با سایر ملاحظات لحاظ گردد.

References :

1- Farrugia A. The regulatory pendulum in transfusion medicine. Transfus Med Rev 2002; 16(4): 273-82.
2- Amin M, Fergusson D, Aziz A, Wilson K, Coyle D, Herbert P. The cost of allogeneic red blood cell-a systematic review. Transfus Med 2003; 13(5): 275-85.
3- Gharehbaghian A, Abolghasemi H, Namini MT. Status of blood Transfusion services in Iran. Asian J Transfus Sci 2009; 2(1): 13-7.
4- Cheraghali AM. Overview of blood transfusion system of Iran: 2002-2011. Iran J Public Health 2012; 41(8): 89-93.
5- Maghsudlu M, Nasizadeh S, Abolghasemi H, Ahmadyar S. Blood donation and donor recruitment in Iran from 1998 through 2007: ten years' experience. Transfusion 2009; 49(11): 2346-51.
6- Omidkhoda A, Amini Kafi-Abad S, Pourfatollah AA, Maghsudlu M. Blood collection, components preparation and distribution in Iran, 2008-2012. Transfus Apher Sci 2016; 54(1): 117-21.
7- Pourfatollah AA. The idea centralization in the organization. Presented in Thirty – first meeting of directors of blood transfusion in Tabriz [Presentation in Farsi-cited (2016) 12-14/06/1395]. Available on: http://www.ibto.ir/index.jsp?siteid=1&fkeyid=&siteid=1&pageid=132&newsview=1472.
8- Zahraee SM, Rohani JM, Firouzi A, Shahpanah A. Efficiency Improvement of Blood Supply Chain System Using Taguchi Method and Dynamic Simulation. Procedia Manufacturing 2015; 2: 1-5.
9- Zahiri B, Torabi SA, Mousazadeh M, Mansouri SA. Blood collection management: Methodology and application. Appl Math Mode 2015; 39(23-24): 7680-96.
10- Fahimnia B, Jabbarzadeh A, Ghavamifar A, Bell M. Supply chain design for efficient and effective blood supply in disasters. International Journal of Production Economics 2017; 183(Part C): 700-9.
11- Jabbarzadeh A, Fahimnia B, Seuring S. Dynamic supply chain network design for the supply of blood in disasters: A robust model with real world application. Transp Res Part E Logist Transp Rev 2014; 70: 225-44.

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2025-07-21]

12- Hasani A, Khosrojerdi A. Robust global supply chain network design under disruption and uncertainty considering resilience strategies: A parallel memetic algorithm for a real-life case study. Transp Res Part E Logist Transp Rev 2016; 87: 20-52.
13- Gunpinar S, Centeno G. Stochastic integer programming models for reducing wastages and shortages of blood products at hospitals. Computers & Operations Research 2015; 54: 129-41.
14- Beliën J, Forcé H. Supply chain management of blood products: A literature review. European Journal of Operational Research 2012; 217(1): 1-16.
15- Vanany I, Maryani A, Amaliah B, Rinaldy F, Muhammad F. Blood Traceability System for Indonesian Blood Supply Chain. Procedia Manufacturing 2015; 4: 535-42.
16- Davoudi-Kiakalayeh A, Paridar M, Toogeh Gh. Cost unit analysis of blood transfusion centers in Guilan province. Sci J Iran Blood Transfus Organ 2012; 9(3): 346-52. [Article in Farsi]
17- Gharehbaghian A, Jalilzadeh Khoei M, Honarkaran N, Davoodi F. Estimsation and comparison of the production cost of blood and blood products in 28 IBTO centers in 1381. Sci J Iran Blood Transfus Organ 2005; 2(1): 61-9. [Article in Farsi]
18- Hensher DA, A. Collins T, J. Rose JM, Smith NC. Direct and cross elasticities for freight distribution access charges: Empirical evidence by vehicle class, vehicle kilometres and tonne vehicle kilometres. Transp Res Part E Logist Transp Rev 2013; 56: 1-21.

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2025-07-21]

Sci J Iran Blood Transfus Organ 2017; 14(1): 23-33

Original Article

Determination of the optimal number and location of different types of blood collection centers in East Azerbaijan province based on mathematical modeling

Yousefi Nejad Attari M.[1], Pasandideh S.H.R.[1], Aghaie A.[2], Akhavan Niaki S.T.[3]

[1]Faculty of Industrial and Mechanical Engineering, Islamic Azad University, Qazvin Branch, Qazvin, Iran
[2]Blood Transfusion Research Center, High Institute for Research and Education in Transfusion Medicine, Tehran, Iran
[3]Sharif University of Technology, Tehran, Iran

Abstract

Background and Objectives

Among the key issues in the blood supply chain design, the location of blood collection centers is essential to ensure the easy access of donors for blood donation and distribution of blood products to hospitals. The aim of this study was to calculate the optimal number and location of blood collection and processing centers, blood collection centers and mobile teams based on clinical demand, cost of construction and operating cost of these centers in East Azerbaijan province.

Materials and Methods

The study was a mathematical calculation modeling on the population of East Azerbaijan province. Three six-month periods with the first and the second in 1393 and the third in 1394 were used for calculating cost. GAMZ mathematical model was implemented and the results were extracted.

Results

The results of the GAMZ application showed that a suitable locations for the establishment of a blood collection and processing center were in Maragheh and Mianeh, and the optimal locations for blood collection center were in Tabriz and Ahar. What is more, one mobile team could move among Marand, Tabriz, Ajabshir, Bonab, Malekan, Maragheh and Hashtrood cities in alternation with the cost of transport to be reduced.

Conclusions

The optimal determination of number and locations of blood collection and processing centers, blood collection centers and mobile team decreased the cost of blood collection services. In future, to plan for any changes in order to increase or decrease the number of blood centers in all provinces, the mathematical modeling in other conditions should be considered.

Key words: Blood Transfusion, Blood Supply, Iran

Received: 26 Sep 2016
Accepted: 27 Dec 2016

Correspondence: Aghaie A., PhD of Immunology. Assistant Professor of Blood Transfusion Research Center, High Institute for Research and Education in Transfusion Medicine.
P.O.Box: 14665-1157, Tehran, Iran. Tel: (+9821) 82052183; Fax: (+9821) 88601599
E-mail: *aghaie.a@gmail.com*

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2025-07-21]