

## چگونگی افزایش تعداد پیوندهای کلیه

علی نصیری اقدم<sup>۱</sup>، محمدجواد رضائی\*<sup>۲</sup>، مهدی موحدی بکنظر<sup>۲</sup>

### چکیده

هرچند در نگاه نخست، مجموعه مطالعات نظریه بازی‌ها و اقتصاد خرد بیشتر تلاش‌هایی نظری تلقی می‌شوند اما تلاش‌های متأخر برخی از اقتصاددانان نشان‌دهنده پل زدن میان نظر و عمل است. این مقاله با تمرکز بر مجموعه مطالعات «به‌هم‌رسانی» و «طراحی بازار» در قالب مطالعه موردی مشکلات موجود در بازار کلیه، به شکل گام‌به‌گام فرایند این پل زدن را تشریح می‌کند. هدف این مقاله به تصویر کشاندن چارچوب، الزامات و برخی موانع کاربردی سازی مجموعه مطالعات «به‌هم‌رسانی» و «طراحی بازار» در بازار کلیه است. این مقاله نشان می‌دهد که فاصله میان نظریه و کاربرد می‌تواند موجب تشدید مشکلات، کاهش رفاه اجتماعی و عدم اثربخشی برخی سیاست‌ها شود. اشاره به جایگاه محققان اقتصادی، مدیریتی، ریاضی و پزشکی در ترویج این برنامه پژوهشی از دیگر دستاوردهای این مقاله است.

واژگان کلیدی: اهداکننده زنده، به‌هم‌رسانی، پیوند کلیه، طراحی بازار، مبادله کلیه.

\* عهده دار مکاتبات، تلفن: ۸۸۰۸۱۴۰۴ (+۹۸۲۱) و ۶۰۰۸۱۸۳ (+۹۸۹۱۲)، دورنگار: ۸۸۵۷۹۹۸۸ (+۹۸۲۱)، نشانی الکترونیکی: j.rezaei@isu.ac.ir  
۱. استادیار دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبائی.  
۲. دانشجوی دکتری علوم اقتصادی، دانشگاه امام صادق علیه‌السلام.

## مقدمه

در نهایت منجر به ظهور پدیده‌های غیرقابل پذیرشی می‌شود. از همین روست که در غالب کشورها، خریدوفروش اعضای بدن جرم تلقی شده و اساساً زمینه برای به کار بستن پیشنهاد این دسته از اقتصاددانان فراهم نیست. نکته مهم‌تر آن‌که در تنها کشوری که خریدوفروش کلیه از نظر قانونی ممنوع نیست، یعنی ایران، باز با مشکلاتی مواجه ایم که سازوکار قیمتی به‌سادگی از حل آن بر نمی‌آید. وجود مشکلاتی چون (۱) پیدایش انواع واسطه‌گری‌ها در فرایند به هم رساندن طرفین بازار (تقاضاکنندگان و عرضه‌کنندگان) (۲) جنجال‌هایی چون پیوند کلیه به اتباع خارجی در ایران و (۳) پیدایش انگیزه در قالب «فروش کلیه به‌منظور کسب مبلغی به‌منظور رفع مشکلات مالی و فقر» پدیده‌هایی غیرقابل انکار در ایران هستند.

هم‌راستا با تأیید چنین وضعیتی، وزیر بهداشت، درمان و آموزش پزشکی در یادداشتی، به‌طور شفاف مهم‌ترین مسئله پیش‌رو در درمان بیماران کلیوی را این‌گونه مطرح نمود: «... هر سال بین ۳ تا ۴ هزار نفر از بیماران در فهرست انتظار پیوند به دلیل نرسیدن عضو پیوندی فوت می‌کنند... اما در این مسیر ما بر سر یک دوراهی قرار داریم. از یک‌سو نمی‌خواهیم بازار فروش کلیه به محلی برای جولان دلال‌ها تبدیل شود و از سوی دیگر اگر این بازار را جمع کنیم، بر زمان انتظار در فهرست پیوند اضافه می‌گردد.»<sup>۲</sup>

## رویکرد طراحی بازار

برخی از اقتصاددانان برای رفع این عدم تعادل و البته همراه با ملاحظه قیود قانونی و اخلاقی، از رویکردی دیگر بهره برده‌اند؛ چارچوبی که به نظر می‌رسد مناسب‌ترین شیوه برای بهبود بیماران کلیوی، افزایش رفاه جامعه و کاهش هزینه‌های اقتصادی مربوط به دیالیز است. رویکردی که موجبات فراهم‌آوری جایزه یادبود نوبل در علم اقتصاد برای الوین راث<sup>۳</sup> در سال ۲۰۱۲ نیز شد. در این مقاله سعی داریم نشان دهیم که مطالعاتی برای مواجهه مناسب با دوراهی پیش‌گفته در علم اقتصاد وجود داشته که مستلزم تلاش‌های پژوهشی و آموزشی قابل‌اعتنایی از جانب محققان وطنی در این حوزه است؛

به بیان ساده، در مثال مربوط به معضلات بازار کلیه، آنچه از اهمیت برخوردار است به‌هم‌رسیدن طرفین بازار برای رفع مشکل بیماران کلیوی است. به‌رحال در این بازار نیاز به ابزاری برای به هم رسیدن کلیه‌های عرضه‌شده با کلیه‌های موردتقاضا است. حتی استفاده از راه‌کار قیمتی نیز برای دستیابی به چنین فرایندی است. مجموعه مطالعات نوظهور «طراحی بازار»<sup>۴</sup> و «به‌هم‌رسانی»<sup>۵</sup> سعی دارد بدون

برای درمان تخریب کلیه معمولاً از دیالیز کمک گرفته می‌شود. این شیوه گرچه شایع‌ترین راه مواجهه با نارسایی‌های کلیوی است اما با مشکلات و شرایط محدودکننده خاصی روبروست. از این‌رو به نظر می‌رسد پیوند کلیه به‌مراتب نسبت به ادامه درمان به شیوه دیالیز، ترجیح داشته باشد؛ زیرا افزون بر بالا بودن کیفیت زندگی در افراد دریافت‌کننده کلیه [۱]، بیماران را از صرف زمان و هزینه فراوان دیالیز رها می‌کند.

طبیعی است که در چنین وضعیتی تقاضا برای دریافت کلیه شکل می‌گیرد. عرضه کلیه نوعاً از دو منبع تأمین می‌شود: (۱) اهداکنندگان مرگ مغزی (فوت‌شده) و (۲) اهداکنندگان زنده. با توجه به این‌که شیوه نخست عملاً مبتنی بر عوامل برون‌زا بوده و همچنین کفایت پاسخ‌دهی به کمبودهای موجود در سمت تقاضا را ندارد، چگونگی می‌توان با تمرکز بر منبع دوم به تعادل دست یافت؟ به بیانی ساده، تعادل در این بازار نیز زمانی شکل می‌گیرد که تعداد عرضه و تقاضای کلیه برابر بوده و ارتباط میان طرفین بازار شکل گیرد.

هرچند این موضوع در ظاهر مرتبط با حوزه پزشکی و مدیریت سلامت است اما با توجه به تعاریفی که از علم اقتصاد ارائه شده، می‌توان آن را اساساً موضوعی اقتصادی دانست. علم اقتصاد به تخصیص منابع کمیاب، مطالعه علمی انواع تعاملات<sup>۱</sup> و بهینه‌سازی مبادلات می‌پردازد. از این‌رو انتظار بر آن است که پاسخ یا موضع‌گیری از جانب اقتصاددانان راجع به این مشکل وجود داشته باشد.

## رویکرد متعارف برای حل مسئله

همچون بسیاری از افراد که در مقابل چنین معضلی قرار می‌گیرند، رویکرد غالب اقتصاددانان برای حل این مشکل، فراهم‌آوری بستر خرید و فروش کلیه و فعال شدن سازوکار قیمت است. بر اساس این رویکرد، عرضه‌کنندگان کلیه با ابراز تمایل به فروش کلیه و از طرف دیگر تقاضاکنندگان کلیه با اعلام میزان تمایل پرداخت خود برای کسب یک کلیه، موجبات شکل‌گیری بازاری مبتنی بر مبادلات پولی را فراهم می‌آورند. مبتنی بر همین رویکرد نشان داده شده است که با استفاده از انگیزه‌های پولی می‌توان کمبود عرضه کلیه را به‌طور کامل رفع نمود [۲]. اما به نظر می‌رسد به‌سادگی و مبتنی بر رویکرد قیمتی، نمی‌توان در این نوع از بازارها به دنبال نتیجه بود. از منظر بسیاری از افراد، خریدوفروش یکی از اعضای بدن امری غیرانسانی و نامطلوب است که

1. Interaction

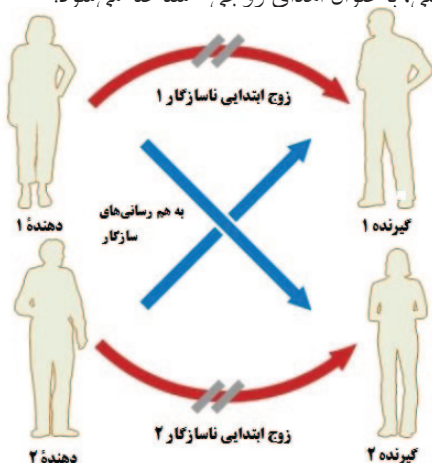
۲. هاشمی، س.ح. (۱۳۹۳)، یک لیوان آب برای خودتان، یک لیوان هدیه به دوست‌تان، وبسایت شخصی

3. Alvin E. Roth

4. Market Design

5. Matching

دیگری قرار گیرند که امکان بروز سازگاری میان دهنده و گیرنده صورت گیرد، می‌تواند مبادله کلیه صورت پذیرد (شکل ۱). بروز چنین حالتی، با عنوان اهدای زوج<sup>۲</sup> شناخته می‌شود.



شکل ۱: پیدایش چرخه متشکل از دو زوج ابتدایی ناسازگار

### تبدیل نظریه به کاربرد و پیگیری فرایند حل مسئله

هرچند به نظر می‌آید پیشنهاد تشکیل چرخه‌های<sup>۳</sup> از زوج‌های ناسازگار برای مبادله کلیه، کاملاً نظری باشد، اما در واقعیت چنین مبادلاتی در برخی مراکز درمانی انجام شد؛ حتی به جای درگیر کردن دو زوج ناسازگار، از سه زوج ابتدایی ناسازگار برای مشارکت در اجرایی کردن این پیشنهاد استفاده شده که موجبات موفقیت در پیاده‌سازی ایدهٔ مربوطه فراهم آمد. جالب آن‌که پیشنهاد طراحان بازار منحصر در تشکیل چرخه‌های مبادلاتی کلیه نشد.

گروهی از جراحان و طراحان بازار، مقاله‌ای منتشر کردند که اشاره به پیدایش زنجیره‌های<sup>۴</sup> از اعمال جراحی پیوند کلیه داشته که با یک اهدای نوع‌دوستانه در ژوئیه ۲۰۰۷ میلادی آغاز شده بود [۴].

در این زنجیره هر زوج ابتدایی، نخست کلیه موردنیاز و سازگار با بیمار خود را دریافت و پس از آن دهندهٔ آن زوج به اهدای کلیه در زمانی دیگر به زوجی دیگر مبادرت ورزیده است. شکل ۲ بیانگر همین زنجیره پیوندی است که اعمال جراحی مربوطه به شکل غیرهمزمان انجام شده است [برگرفته از ۴].

استفاده از سازوکار بازار سستی (بدون بهره‌گیری از خرید و فروش)، بستر و فرایندی برای به هم رسیدن طرفین بازار فراهم آورد. برای بهره‌گیری از چنین رویکردی، گام نخست درک جزئیات و مشخصات بازار کلیه است.

### الگوی نظری به هم‌رسانی در بازار کلیه

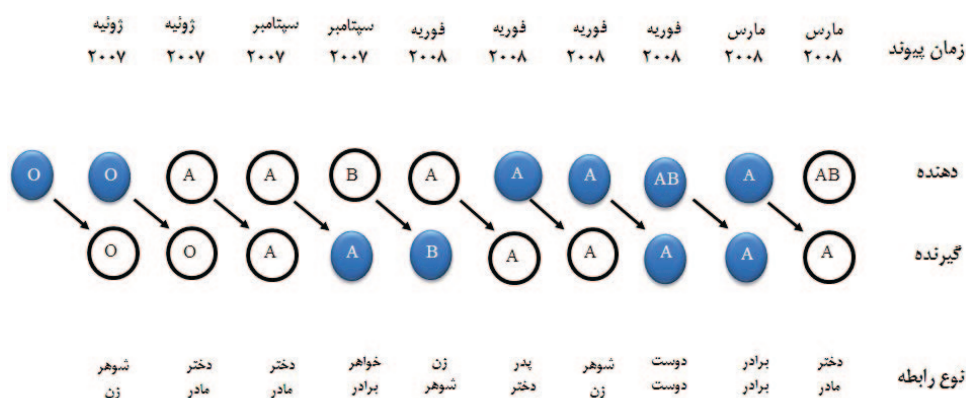
در شرایط واقعی، اولین عکس‌العمل بیماری که نیازمند پیوند کلیه است، یافتن فردی از اقوام یا دوستان خود برای دریافت کلیه است. معمولاً در چنین شرایطی خود بیمار یا یکی از آشنایان وی تمایل دارد که با هدیه و یا حتی توافقی به بهای اندک، موجبات درمان را فراهم آورد. از این پس به این زوج «دهنده-بیمار»، زوج ابتدایی اطلاق می‌کنیم. بر اساس ویژگی‌های زیستی افراد، در غالب موارد بین اعضای زوج ابتدایی امکان انتقال کلیه نیست؛ چراکه به‌منظور رویداد یک پیوند مناسب، کلیه داده‌شده باید با بیمار سازگاری داشته باشد. از این رو پیش شرط مربوط به‌منظور ورود به بازار کلیه، گذراندن دو آزمون مربوط به سازگاری است. (۱) آزمون نخست به گروه‌های خونی افراد دهنده و گیرنده برمی‌گردد. چهار گروه خونی O، A، B، AB وجود دارد که سازگاری مربوط به گروه خونی جفت دهنده و گیرنده کلیه باید بدین شکل باشد: بیمار نوع O می‌تواند از دهندگان نوع O کلیه دریافت کند، بیمار نوع A می‌تواند از دهندگان نوع A یا O کلیه دریافت کند، بیمار نوع B می‌تواند از دهندگان نوع B یا O کلیه دریافت کند و بیمار نوع AB می‌تواند از هر نوع دهنده‌ای کلیه بپذیرد. (۲) دیگر موضوع مرتبط با سازگاری، به HLA یا نوع بافت یا آنتی‌ژن‌های سطح غشای گلبول‌های سفید خون<sup>۱</sup> راجع است. نوع بافت تابعی است از ترکیب شش نوع پروتئین.

دو نوع A، دو نوع B، و دو نوع DR. مطالعات تجربی نشان می‌دهد که با افزایش میزان ناسازگاری HLA بین بیمار و دهنده، احتمال موفقیت پیوند کاهش پیدا می‌کند [به عنوان نمونه ۳]. از این رو پیش از پیوند کلیه، در بدن بیمار وجود پادزا نسبت به HLA کلیه اهداکننده آزمایش می‌شود. اگر وجود این پادزها تأیید شود، احتمال پس زدن کلیه در بدن بیمار وجود داشته و از این رو پیوند کلیه انجام نمی‌شود. با وجود این دو قید، احتمال وجود ناسازگاری در زوج اولیهٔ پیش‌گفته بسیار بالاست.

گام نخست رویکرد طراحی بازار در این مسئله، معرفی یک زوج ابتدایی و مناسب دیگر است. به‌طور ساده، اگر زوج ابتدایی نخست که با مشکل ناسازگاری میان خود مواجه هستند، در کنار زوج ابتدایی

1. Human Leukocyte Antigens  
2. Paired Donation  
3. Cycle  
4. Chain

## چگونگی افزایش تعداد پیوندهای کلیه



شکل ۲: شکل گیری زنجیره اهدای نوع دوستانه و غیرهمزمان کلیه که در واقعیت روی داده است. در این نمایش افراد مذکر پررنگ تر و گیرندگان کلیه در نوک پیکان نشان داده شده‌اند.

بیمارستان‌ها، اقتصاددانان و متخصصان علوم رایانه هستیم. در ادامه به برخی از دشواری‌های کاربردی‌سازی این ایده خواهیم پرداخت. (دشواری ۱) فرض کنیم که قصد استفاده از شیوه چرخه برای انجام مبادله کلیه داشته باشیم؛ چرخه‌ای که زوج‌های ابتدایی ناسازگار به نحوی کنار هم قرار گیرند که امکان سازگاری زیستی برای انجام مبادله کلیه میان این زوج‌ها وجود دارد. یکی از مسائل پیش‌رو آن خواهد بود که در این صورت، اندازه مناسب چرخه برای تشکیل فرایند مبادله چه خواهد بود؟ هدف مرکز تصفیه باید به هم‌رسانی در قالب مبادله میان دو زوج ابتدایی (همچون شکل ۱)، مبادله میان سه زوج ابتدایی، مبادله میان چهار زوج ابتدایی یا بیشتر باشد؟ به دیگر بیان با توجه به تأثیرپذیری نتیجه نهایی به هم‌رسانی از اندازه چرخه‌ها (دو، سه، چهار، ...)، تمرکز مرکز تصفیه باید بر کدام اندازه از چرخه‌ها باشد؟ راث، سونمز و اونور [۵] تأثیرگذارترین مطالعه حول این پرسش کلیدی را انجام داده و به نتایج جالب توجهی دست یافتند. آن‌ها دریافتند که تشکیل چرخه‌هایی با بیش از سه زوج ابتدایی (همچون چرخه‌هایی متشکل از چهار یا پنج زوج ابتدایی) تأثیر اندکی بر کارایی به هم‌رسانی داشته، لزوماً کمک چندانی به افزایش تعداد مبادلات نکرده و با توجه به ویژگی‌های موجود در پیوند کلیه (همچون برخی مشخصات مربوط به گروه خونی O) انجام پیوندها بر اساس تشکیل زنجیره‌های متشکل از سه زوج ابتدایی، شیوه مناسبی برای دربرگرفتن انواع پیوندها میان زوج‌های ابتدایی است. (دشواری ۲) دشواری دیگر به انتخاب چرخه یا زنجیره مبادله کلیه برمی‌گردد. به‌واقع از کدام یک از این شیوه‌ها باید استفاده کرد؟ بنا بر

پس از اهدای کلیه توسط دهنده نوع دوست (دهنده‌ای که در قالب زوج ابتدایی بروز نکرده است)، بیمار زوج اول آن را دریافت و دهنده آن زوج که شوهر بیمار بود، کلیه خود را به زوج مجاور اهدا نمود و به همین ترتیب زنجیره ادامه یافت. مبتنی بر این شکل، به دهنده اولیه زنجیره، دهنده نوع دوست گسترده غیرهمزمان<sup>۱</sup> گفته می‌شود.

البته همان‌طور که از نوع رابطه میان زوج‌ها مشخص است، مبنای تداوم و به وجود آمدن چنین زنجیره‌هایی به اعتماد و روابط عاطفی موجود وابسته است، اما به هر حال حداکثر ضرر حاصل از عدم تمکین یکی از دهندگان به اعطای کلیه به فرد بعدی در زنجیره، کوتاه شدن طول زنجیره خواهد بود.<sup>۲</sup>

تاکنون دانستیم دو شیوه انجام مبادله کلیه، تشکیل (۱) چرخه یا (۲) زنجیره از دهندگان و گیرندگان است. اما باید دقت داشت که دریافت فهرستی از زوج‌های ابتدایی و ارتباط دادن ایشان به همدیگر برای مبادله کلیه، فرایندی سهل و ممتنع است. در نگاه نخست ترتیب دادن لیستی از زوج‌های ابتدایی ناسازگار و کنار هم نشان دادن آن‌ها با لحاظ نمودن مؤلفه‌های ژنتیکی افراد دهنده و گیرنده آسان به نظر می‌رسد، اما عمل بر اساس این ایده با پرسش‌ها و دشواری‌هایی جدی همراه است.

انتخاب الگوریتم مناسب به هم‌رسانی که برخوردار از ویژگی‌هایی همچون «در نظر گرفتن تعداد بیشتری از بیماران برای دریافت کلیه باشد» و نیز «ارائه راهکارهایی حین مواجهه با مشکلاتی در فرایند به هم‌رسانی» از مهم‌ترین این دشواری‌هاست. برای فائق آمدن بر این مشکلات نیز نیازمند همکاری مراکز فراهم‌آوری اعضای بدن،

### 1. NEAD: Nonsimultaneous Extended Altruistic Donor

۲. البته به همین دلیل می‌توان از کارایی انواع الگوریتم‌های به هم‌رسانی مبادله کلیه در ایران دفاع کرد؛ هنگامی که خرید و فروش کلیه غیرقانونی نباشد، میتوان با خرید کلیه موجب تداوم زنجیره‌های قطع شده گردید.

در این چرخه، کلیه A از زوج ابتدایی «(۳) دهنده A-بیمار AB» به بیمار زوج ابتدایی «(۲) دهنده B-بیمار A» داده شده، کلیه B موجود زوج «(۲) به بیمار زوج ابتدایی «(۱) دهنده AB-بیمار B» اعطا شده و در نهایت کلیه دهنده زوج «(۱) به بیمار زوج «(۳) معرفی می‌شود. همان‌طور که قابل مشاهده است، در بین این سه زوج ابتدایی، زوج «(۳) دهنده A-بیمار AB» زوجی سازگار بوده که می‌تواند حتی بدون اعلام وجود خود به برنامه متمرکز به هم رسانی، عمل پیوند کلیه میان دهنده و بیمار آن صورت گیرد. نکته اصلی آنجاست که با انتقال کلیه نوع A به بیمار نوع AB در زوج «(۳)، هرچند بیمار نوع AB درمان می‌شود اما به دلیل ناسازگاری موجود میان زوج‌های ابتدایی «(۱) و «(۲) و نیز عدم امکان تشکیل چرخه میان این زوج‌ها، بیماران نوع B و A درمان نمی‌شوند.

خلاصه آن‌که، دشواری‌های نظری و کاربردی موجب می‌شود که در این زمینه مطالعات و تجربیاتی صورت گیرد. به‌رحال آنچه در طراحی الگوریتم به‌هم‌رسانی در قالب زنجیره اهمیت دارد، تلاش برای دربرگرفتن تعداد بیشتری از بیماران است.

### نتیجه‌گیری

حوزه‌های نظری چون نظریه بازی‌ها و اقتصاد خرد، در قالب حل یکی از مسائل واقعی، که بخش قابل توجهی از منابع مالی و انسانی جوامع از جمله کشور ما را به خود اختصاص داده، می‌توانند ابزارهایی برای تحلیل و بهبود شرایط ارائه کنند. پیامد مهم به‌کارگیری از الگوریتم‌های به‌هم‌رسانی - به‌عنوان نتیجه این ابزارهای تحلیلی - حذف مبادلات پولی و پاسخ به کمبود کلیه در بازار کلیه است. هرچند این پیامدها برای اثبات تأمل و انجام مطالعات اولیه برای اجرایی نمودن چنین پیشنهادی کافی به نظر می‌رسد، اما باید به الزامات و موانع بهره‌گیری از این الگوها نیز توجه داشت.

وجود سرمایه انسانی مورد نیاز در این حوزه، از پیش شرط‌های درک درست این رویکرد و کاربردی سازی آن است. از این‌رو لزوم توجه مراکز آموزشی و پژوهشی تخصصی به این موضوع و گسترش همکاری‌های میان‌رشته‌ای از الزامات پل زدن میان تحقیقات نظری اقتصاد خرد و اقدامات عملی رفع مشکل پیوند کلیه در کشور است. ماهیت فعالیت‌های این حوزه بر مبنای اجرای برخی سازوکارها، مواجهه با مشکلات پیش آمده، اصلاح دوباره فرایندها، بازخوردگیری و پایش مسائل بعدی و تداوم این مسیر است. از این‌رو غلبه بر اینرسی موجود در بدنه اجرایی و مدیریتی نظام سلامت از دیگر لوازمات بهره‌مندی از مزایای این رویکرد نوین است.

واقعیت مهمی که لزوم توجه سیاست‌گذاران علم و مراکز کاربردی را بیش از پیش آشکار می‌کند، توجه به برخی تلاش‌ها در کشورهایی غیر از ایالات متحده برای پیاده‌سازی یا بهبود این طرح با همکاری پزشکان، محققان اقتصادی و مراکزی که هدف فراهم آوری اعضای

فرض معرفی بهترین چرخه یا مناسب‌ترین زنجیره برای مبادله کلیه، باید به مزایا و معایب هر یک از این دو شیوه، و البته لحاظ نمودن شرایط کاربردی نمودن این ایده در کشور، توجه نمود.

معایب و مزایای استفاده از چرخه‌های مبادله هم‌زمان کلیه: در تشکیل چرخه مبادله کلیه باید به تدارکات پزشکی و امکانات فیزیکی توجه داشت. انجام عمل‌های پیوند بر اساس به هم رسانی‌های حاصل از چرخه متشکل از دو زوج اولیه، نیازمند انجام چهار عمل جراحی هم‌زمان است؛ دو عمل بر افراد دهنده کلیه و دو عمل بر بیماران پذیرای کلیه‌های سازگار با بدن خود. همچنین در صورت تشکیل چرخه حاصل از سه زوج ابتدایی، شش عمل جراحی هم‌زمان مورد نیاز است. بخش عمده‌ای از درک میزان کاربردپذیری استفاده از چرخه، منوط به مطرح شدن این ایده در مراکز درمانی و شرایط محیطی مورد نیاز در کشور است.

البته این روش از مزیت مهمی برخوردار است که حتی ممکن است بر دشواری پیش‌گفته فائق آید. در نظر بگیرید که مبادله کلیه به شکل هم‌زمان نباشد؛ بیمار یکی از زوج‌های اولیه ناسازگار چند روز قبل کلیه دریافت داشته است، امروز هم باید دهنده این زوج، کلیه خویش را به زوج ابتدایی دیگر بدهد، اما وی از پذیرش این اهدا سرباز می‌زند. واقعیت مهم در این زمینه آن است که نمی‌توان به لحاظ قانونی قراردادی الزام‌آور برای اعطای کلیه تنظیم نمود که همه دهندگان به آن ملزم باشند. از این‌رو، اجرایی شدن مبادلات چرخه‌ای هم‌زمان مزیت عدم نکول دهندگان را با خود به همراه دارد، چه آنکه هم‌زمان با دریافت کلیه توسط زوج بیمار خویش، کلیه‌اش جدا شده و به فردی دیگر پیوند زده می‌شود.

معایب و مزایای استفاده از زنجیره‌های مبادله غیرهم‌زمان کلیه: همان‌طور که اشاره شد، می‌توان معایب و مزایای این دو شیوه را مقابل یکدیگر دانست. در استفاده از زنجیره مبادله غیرهم‌زمان، امکان خودداری یکی از دهندگان پس از دریافت کلیه توسط بیمار خویش، وجود دارد. اما مزیت مهم این روش، عدم هم‌زمانی جراحی‌ها و امکان دربرگرفتن تعداد بیشتری از بیماران است.

(دشواری ۳) یکی از واقعیت‌های مشاهده‌شده در عمل می‌تواند آن باشد که زوج‌های ابتدایی که از نظر ویژگی‌های ژنتیکی با یکدیگر سازگارند - که البته به‌ندرت چنین اتفاقی می‌افتد - در برنامه‌های متمرکز مربوط به مبادله کلیه شرکت نکرده و به‌طور فوری به یکدیگر متصل شوند. هرچند ممکن است در مواجهه نخست، این امر خللی به سامانه پیشنهادی مبادله کلیه وارد نسازد، اما در واقع بروز چنین حالتی معمولاً به نفع هدف سامانه پیشنهادی نخواهد بود. به‌عنوان نمونه فرض کنید که سه زوج ابتدایی «دهنده-بیمار» با ویژگی‌های مربوطه به گروه‌های خونی «(۱) دهنده AB-بیمار B»، «(۲) دهنده B-بیمار A» و «(۳) دهنده A-بیمار AB» وجود داشته باشند. بر اساس تشکیل چرخه میان این سه زوج در مرکز تصفیه فرضی، می‌توان یک به‌هم‌رسانی شامل مشارکت هر سه زوج ابتدایی را شاهد بود.

## منابع و مآخذ

پیوندی را بر عهده دارند، است. اعلام موفقیت برنامه مبادله کلیه زنده در هلند [۶]، مقایسه سازوکارهای مختلف به هم‌رسانی در بازار کلیه در شیلی [۷] و تلاش برای دست یافتن به سامانه‌ای برای مبادله بهینه کلیه در ترکیه [۸] از جمله این توجهات است. اگر این مقاله توانسته باشد لزوم تطبیق میان «برخی مشکلات جاری کشور در موضوعی چون بازار غیررسمی خرید و فروش کلیه» و «دغدغه‌های محققان در حوزه‌هایی چون اقتصاد خرد کاربردی، مدیریت سلامت و ریاضیات» را گوشزد کرده باشد، به هدف خود نائل آمده است.

[۱]. عباس‌زاده، ع.، جوانبختیان، ر.، صالحی، ش.، متوسلیان، م. (۱۳۸۹). "بررسی مقایسه‌ای کیفیت زندگی در بیماران همودیالیزی و دریافت‌کنندگان پیوند کلیه"، مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد. ۱۸، ۴۶۱-۴۶۸.

[2]. Becker, G.S., Elias, J.J. (2007). "Introducing Incentives in the Market for Live and Cadaveric Organ Donations." *The Journal of Economic Perspectives*, 3-24 .

[3]. Opelz, G. (1997). "Impact Of Hla Compatibility On Survival Of Kidney Transplants From Unrelated Live Donors", *Transplantation*. 64.

[4]. Rees, M.A., Kopke, J.E., Pelletier, R.P., Segev, D.L., Rutter, M.E., Fabrega, A.J., Rogers, J., Pankewycz, O.G., Hiller, J., Roth, A.E., Sandholm, T., Ünver, M.U., Montgomery, R.A. (2009). "A Nonsimultaneous, Extended, Altruistic-Donor Chain", *N Engl J Med*. 360, 1096-1101.

[5]. Roth, A.E., Sönmez, T., Ünver, M.U. (2007). "Efficient Kidney Exchange: Coincidence of Wants in Markets with Compatibility-Based Preferences", *American Economic Review*. 97, 828-851.

[6]. Klerk, M. de, Keizer, K.M., Claas, F.H.J., Witvliet, M., Haase-Kromwijk, Bernadette J. J. M., Weimar, W. (2005). "The Dutch National Living Donor Kidney Exchange Program." *American Journal of Transplantation*. 5, 2302-2305.

[7]. Domínguez, J., Harrison, R., Contreras, D. (2011). "Effectiveness of Different Kidney Exchange Mechanisms to Improve Living Donor Transplantation in Chile", *Transplant. Proc.* 43, 2283-2287,

[8]. Cilacı-Tombuş, A., Tombuş, Ö., Titiz, I., Özkan, L. (2012). "A Possible System for Optimal Donor Kidney Exchange in Turkey", *Transplant Proc.* 44, 1623-1625, (2012).