مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال یازدهم، شماره 4، زمستان 1395، صفحات 8-1

استفاده از برنامه‌ریزی خطی (Linear Programming) به منظور بهینه‌سازی هزینه غذا در طراحی رژیم غذایی برای بیماران کلیوی: یک مطالعه موردی روی دو غذای ترکیبی ایرانی

محمد حسین روحانی[1]، مژگان مرتضوی نجف‌آبادی[2]، احمد اسماعیل‌زاده[3,4,5]، آوات فیضی[7]، لیلا آزادبخت[3,7,8]

1- دکتری تغذیه، مرکز تحقیقات امنیت غذایی و گروه تغذیه جامعه دانشکده تغذیه و علوم غذایی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
2- دانشیار، مرکز تحقیقات بیماری‌های کلیه، بخش نفرولوژی گروه داخلی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
3- استاد، گروه تغذیه جامعه دانشکده علوم تغذیه و رژیم غذایی دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
4- استاد، مرکز تحقیقات متابولیسم و غدد درون ریز، پژوهشکده علوم بالینی غدد و متابولیسم، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
5- استاد، مرکز تحقیقات چاقی و عادات غذایی، پژوهشکده علوم سلولی- مولکولی غدد و متابولیسم، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
6- دانشیار، گروه اپیدمیولوژی و آمار زیستی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
7- استاد، مرکز تحقیقات امنیت غذایی و گروه تغذیه جامعه دانشکده تغذیه و علوم غذایی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
8- نویسنده مسئول: استاد، مرکز تحقیقات دیابت، پژوهشکده علوم بالینی غدد و متابولیسم، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
پست الکترونیکی: azadbakht@hlth.mui.ac.ir

تاریخ دریافت: 94/11/15 تاریخ پذیرش: 95/3/28

چکیده

سابقه و هدف: برنامه‌ریزی خطی LP (Linear Programming) راهی آسان برای بهینه‌سازی هزینه غذا به صورتی است که مواد مغذی نیز تأمین شود. هدف از این مطالعه، اجرای LP به منظور طراحی یک وعده غذایی برای بیماران کلیوی به نحوی است که تمامی نیازهای اساسی تأمین شود و هزینه غذا نیز به حداقل ممکن برسد.

مواد و روش‌ها: دو نوع غذای ترکیبی (شامل چلوخورش قورمه‌سبزی و چلوخورش قیمه بادمجان) انتخاب و مقدار اجزای تشکیل دهنده آنها از دستور پخت‌های رستورانی تهیه گردید. حداقل و حداکثر مقدار هر کدام از اجزای این دو غذا نیز تعیین شد. هزینه صرف شده برای تهیه هر یک از اقلام غذایی از فروشگاه‌های معتبر که قیمت‌هایی مطابق با قیمت‌های مصوب دارند، به دست آمد. میزان نیاز به انرژی، پروتئین، سدیم، پتاسیم و فسفر لازم برای بیمار کلیوی که انتظار می‌رود با مصرف این وعده غذایی تأمین گردد مشخص گردید. برای اجرای LP از برنامه Microsoft Excel استفاده شد و قیمت‌های بهینه شده به گونه‌ای محاسبه گردید که نیازهای بیمار تأمین شود.

یافته‌ها: مقادیر به دست آمده توسط LP برای اجزای تشکیل دهنده چلوخورش قورمه‌سبزی (گوشت، برنج، روغن، لوبیا، سبزی خورشتی و پیاز) و چلوخورش قیمه بادمجان (گوشت، برنج، روغن، لپه، پیاز، گوجه‌فرنگی، بادمجان و سیب‌زمینی) بین مقادیر حداقل و حداکثر تعیین شده بود.با مقادیر به دست آمده توسط LP، حداقل میزان انرژی تأمین گردید و مقادیر به دست آمده برای پروتئین، پتاسیم، فسفر و سدیم نیز کمتر از حداکثر تعیین شده بود. هزینه صرف شده برای غذا نیز توسط LP به حداقل ممکن رسید.

نتیجه‌گیری: می‌توان از LP در راستای تنظیم وعده‌های غذایی ارزان‌قیمت برای بیماران کلیوی استفاده کرد.

واژگان کلیدی: برنامه‌ریزی خطی، بیماری کلیوی، هزینه غذا، برنامه‌ریزی غذایی

• مقدمه

بیماری‌های کلیوی یکی از معضلات بهداشتی در جهان می‌باشد که هم اکنون از شیوع روز افزونی در جوامع غربی (1) و ایران (2) برخوردار است. یافته‌های یک مطالعه مقطعی در تهران که بر روی حدود 10 هزار نفر انجام شده، نشان می‌دهد که 18/9% افراد مبتلا به بیماری مزمن کلیوی هستند (2). بر اساس مطالعه NHANES این آمار در آمریکا برابر 13/1% است (2). قبل از آن که یک بیمار کلیوی به مرحله نهایی رسیده و مجبور به دیالیز یا پیوند کلیه شود (3)، می‌توان با

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-14]

تعدیل رژیم غذایی از پیشرفت بیماری جلوگیری کرد و یا روند پیشرفت بیماری را کند نمود. معمولاً رژیم غذایی افراد مبتلا به بیماری مزمن کلیوی (CKD) دارای محدودیت در میزان پروتئین، سدیم، فسفر و پتاسیم است و لازم است که انرژی مورد نیاز این افراد در سطح مطلوبی تأمین شود (5، 4). لذا تنظیم دقیق رژیم غذایی این بیماران از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

قیمت غذا و هزینه صرف شده برای آن یکی از مواردی است که در نوع و میزان غذای مصرفی افراد جامعه تأثیر می‌گذارد. هزینه صرف شده برای غذا دارای اهمیت بالایی است چرا که افزایش شدید قیمت غذا می‌تواند منجر به کاهش دریافت میوه، سبزی و لبنیات شده و همچنین میزان ناامنی غذایی را در کشورهای فقیر افزایش دهد (6). در مورد ارتباط دریافت مواد مغذی با قیمت غذا در کشورهای در حال توسعه، گزارش‌های موجود نشان می‌دهند که دریافت روی می‌تواند به صورت نامطلوبی تحت تأثیر بحران‌های افزایش قیمت قرار گیرد (7). شواهد علمی مشابهی نیز در کشورهای توسعه یافته نشان داده‌اند که دریافت شکر و چربی اضافه شده و همچنین اسیدهای چرب اشباع با قیمت غذا ارتباط معکوس داشته در حالی دریافت ویتامین‌های A و C دارای ارتباطی همسو با هزینه صرف شده برای غذا است (9، 8).

با توضیحات ارائه شده مشخص می‌شود که هزینه صرف شده برای غذا اثر قابل توجهی بر کیفیت رژیم غذایی دارد. با این وجود، توصیه‌های تغذیه ارائه شده در مراکز معتبر جهانی کمتر به این موضوع توجه داشته‌اند. پس لازم است اقداماتی توسط رژیم‌شناسان برای بهینه‌سازی قیمت منوهای غذایی و طراحی منوها با توجه به بودجه بیمار انجام شود. یکی از مسائل مطرح که از دیرباز ذهن محققین را به خود معطوف کرده است، طراحی یک رژیم غذایی متعادل با کمترین قیمت ممکن می‌باشد (10). در واقع تحقیقات به دنبال طراحی یک رژیم غذایی شامل غذاهای در دسترس برای هر منطقه و هر فصل بوده‌اند که بتواند نیازهای افراد را تأمین کرده و دارای کمترین هزینه ممکن باشد. از سوی دیگر، رژیم غذایی طراحی شده باید از نظر فرهنگی و همچنین از لحاظ ذائقه مطابق با سلیقه جامعه مورد نظر باشد. طراحی چنین رژیم غذایی با روش آزمون و خطا می‌تواند موجب اتلاف وقت بسیاری شود. به همین دلیل محققین برای حل این مسئله به مدل‌های ریاضی روی آورده‌اند. یکی از نمونه‌های موفق و کارآمد از این مدل‌ها برنامه‌ریزی خطی LP (Linear Programming) می‌باشد. این مدل ابتدا در تغذیه دام مورد استفاده قرار گرفته بود (10) .برای اولین بار در سال 1959 پیشنهاد استفاده از آن برای تغذیه انسان در سطح جامعه مطرح گردید (11). در ابتدا به دلیل عدم گسترش کار با رایانه، اجرای این مدل ریاضی بسیار دشوار بود و به همین دلیل استفاده از این روش با استقبال کمی روبرو شد، اما رفته رفته و با گسترش دسترسی به رایانه، به کارگیری این مدل ریاضی نیز گسترش یافت. هم اکنون مطالعات زیادی در زمینه تغذیه تکمیلی کودکان با این مدل ریاضی انجام شده است (14-12). اخیراً در مطالعه‌ای به منظور طراحی توصیه‌های تغذیه مقرون به صرفه و قابل اجرا برای کودکان 12 تا 23 ماهه از LP استفاده شده است (15). امروزه در مطالعات جدید از LP برای طراحی توصیه‌های تغذیه‌ای برای بزرگسالان (16) و تهیه فرمولاسیون‌های غذایی (17) نیز استفاده می‌شود.

با توجه به محدودیت‌های غذایی توصیه شده برای بیماران کلیوی، طراحی رژیم‌های غذایی مناسب برای این بیماران یکی از مسائل مطرح برای رژیم‌شناسان بوده است.رژیم‌های غذایی بیماران کلیوی از یکسو باید دارای مقدار مشخصی انرژی باشند تا از سوءتغذیه بیمار جلوگیری کنند و از سویی دیگر باید دارای مقادیر محدودی پروتئین، سدیم، پتاسیم و فسفر باشند تا شرایطی مطابق با وضعیت متابولیکی بیمار کلیوی ایجاد کنند. به علاوه، یکی از چالش‌های تنظیم رژیم‌های توصیه شده برای بیماران مقرون به صرفه بودن هزینه آن است تا تبعیت از آنها تسهیل گردد. با این توضیحات استفاده از LP در طراحی منوهای غذایی بیماران کلیوی می‌تواند راهگشا باشد؛ چراکه LP این امکان را به ما می‌دهد تا همزمان نیازهای تغذیه‌ای بیمار برآورده شده و میزان هزینه صرف شده برای غذا را نیز به حداقل ممکن برسد. از آنجایی که تا کنون مطالعه‌ای به این جنبه از کارکرد LP نپرداخته است، هدف از این مطالعه طراحی منوهای غذایی ویژه بیماران کلیوی با کمترین هزینه ممکن است.

• مواد و روش‌ها

در این مطالعه مقطعی به منظور انجام LP برای دو غذای ترکیبی (چلو خورش قورمه‌سبزی و چلوخورش قیمه بادمجان)که در اکثر مناطق ایران مصرف می‌شوند ، چندین متغیر به صورت عدد به نرم افزار معرفی گردیدند. در LP به

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-14]

این اعداد قید (constraint) گفته می‌شود. در این مطالعه، قیدها عبارت بودند از:

1- حداکثر و حداقل مقدار هر یک از اجزای تشکیل دهنده غذای ترکیبی: بدین منظور فهرستی از اجزای تشکیل دهنده غذاهای ترکیبی که از رستوران‌های محلی تهیه گردید، سپس مقادیر حداقل و حداکثری که برای نرم افزار تعریف شد برابر با 50 درصد مقدار هر کدام از اقلام غذایی به کار رفته در دستورالعمل تهیه غذای ترکیبی بود (به طور مثال در دستورالعمل ذکر شده است که 100 گرم گوجه‌فرنگی برای طبخ غذای مورد نظر لازم است. در اینجا حداقل مقدار گوجه‌فرنگی 50 گرم و حداکثر مقدار آن 150 گرم تعیین گردید). در مورد گوشت‌ها ممکن است مقدار حداقل از 50 درصد مقدار ذکر شده در دستورالعمل نیز کمتر شود زیرا مقدار گوشت در منوهای رستورانی بسیار بالا بوده و قابل استفاده برای بیماران کلیوی نمی‌باشد. مقدار نمک ذکر شده در دستورالعمل تهیه غذاها وارد نرم افزار نخواهد شد.

2- قیمت هر یک از اجزای تشکیل دهنده غذای ترکیبی: بدین منظور ارزش ریالی هر یک از اقلام غذایی از فروشگاه‌های معتبر که قیمت‌هایی مطابق با قیمت‌های مصوب دارند، به دست آمد. دو نفر از همکاران طرح با مراجعه با چهار فروشگاه و مشاهده و ثبت میدانی قیمت‌های درج شده بر روی کالاها، ارزش ریالی مواد غذایی مورد نیاز را به دست آوردند. در مواردی که اختلاف قیمت بین فروشگاه‌ها وجود داشت، از میانگین قیمت‌ها استفاده شد. سپس اثر درصد خوراکی و تغییرات وزنی (18) هر یک از اقلام غذایی در قیمت نهایی محاسبه گردید. به‌طور مثال، 15 درصد از وزن بادمجان خام غیرخوراکی می‌باشد. در نتیجه اگر قیمت هر کیلو بادمجان خام 1000 ریال باشد، 150 ریال از این مبلغ صرف قسمت غیرخوراکی شده و در نتیجه با 1000 ریال می‌توان 850 گرم بادمجان خوراکی تهیه کرد.

3- میزان مواد مغذی با اهمیت در مقدار مشخصی از هر یک از اجزای تشکیل دهنده غذای ترکیبی: بدین منظور مقدار فسفر، پتاسیم، سدیم، انرژی و پروتئین در 100 گرم از هر یک از اجزای تشکیل دهنده غذای ترکیبی با استفاده از نرم افزار Nutritionist IV به دست آمد. به‌طور مثال 100 گرم برنج پخته دارای 205 کیلوکالری انرژی، 28 گرم پروتئین، 75 میلی‌گرم سدیم، 345 میلی‌گرم پتاسیم و 211 میلی‌گرم فسفر است.

4- میزان مواد مغذی با اهمیت که یک رژیم‌شناس انتظار دارد توسط این وعده غذایی تأمین شود: با توجه به این که وعده‌های غذایی برای بیماران کلیوی در نظر گرفته شده‌اند، مواد مغذی مهم شامل فسفر، پتاسیم، سدیم، انرژی و پروتئین هستند. مقدار انرژی در نظر گرفته شده با توجه به میزان انرژی مورد نیاز بیمار بر اساس محاسبات رژیم‌شناس می‌باشد. طبیعی است که مقدار انرژی منطقاً نمی‌تواند از مقدار انرژی به دست آمده از حداقل مقادیر معرفی شده برای اجزای تشکیل دهنده غذای ترکیبی کمتر باشد. لذا به‌طور فرضی در این مقاله انرژی مورد نیاز 1000 کیلوکالری در نظر گرفته شده و مدل ریاضی به گونه‌ای طراحی گردیده که حداکثر 1000 کیلوکالری از این وعده غذایی تأمین گردد. با توجه به این که میزان انرژی مورد نیاز برای افراد مبتلا به بیماری مزمن کلیوی 35 کیلوکالری به ازای هر کیلوگرم وزن بدن می‌باشد (5)، 1000 کیلوکالری تأمین کننده نیاز یک بیمار فرضی با وزن 28/57 کیلوگرم خواهد بود.

از سوی دیگر، نیاز به پروتئین در یک فرد مبتلا به بیماری مزمن کلیوی برابر 0/8 گرم به ازای کیلوگرم وزن بدن است (5). در نتیجه نیاز به پروتئین این بیمار فرضی برابر 22/86 گرم خواهد بود. لذا در این مطالعه غذای ترکیبی لازم است حداکثر 22/86 گرم پروتئین تأمین کند. مقدار فسفر، سدیم و پتاسیم مورد انتظار که قرار است توسط این وعده غذایی تأمین شود به نظر محقق و منوی در نظر گرفته شده برای سایر وعده‌هایی غذایی بستگی دارد. به‌طور فرضی در نظر گرفته شد که 30% نیاز بیمار توسط این وعده غذایی تأمین گردد. با توجه به اینکه میزان مجاز فسفر، پتاسیم و سدیم دریافتی در یک فرد مبتلا به بیماری مزمن کلیوی به ترتیب 1000، 2400 و 3000 میلی‌گرم در روز است، مقرر شد غذای ترکیبی حداکثر دارای 300 میلی‌گرم فسفر، 720 میلی‌گرم پتاسیم و 900 میلی‌گرم سدیم باشد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها: کلیه تجزیه و تحلیل‌های مربوط به LP با نرم افزار Microsoft Excel® انجام شد. فهرست مواد تشکیل دهنده و مقدار حداقل و حداکثر برای هریک از این دو غذا در جدول 1، آمده است. به علاوه همه قیدهای (constraints) تعریف شده برای مدل LP در جدول 1 گزارش شده‌اند.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-14]

جدول 1. اجزای تشکیل دهنده، به همراه مقدار موجود در یک پرس و حداقل و حداکثر معرفی شده به نرم افزار برای هر یک از اجزا

چلو خورش قیمه بادمجان			چلو خورش سبزی		
نوع ماده غذایی در یک پرس[3]	مقدار در یک پرس رستورانی (گرم)	حداقل مقدار (گرم)[1]	حداکثر مقدار (گرم)[2]	نوع ماده غذایی در یک پرس	مقدار در یک پرس رستورانی (گرم)	حداقل مقدار (گرم)	حداکثر مقدار (گرم)
گوشت گوسفند[4]	100	10	150	گوشت گوسفند	100	10	150
برنج خارجی	150	75	225	برنج خارجی	150	75	225
روغن مایع	20	10	30	روغن مایع	20	10	30
لپه	25	12/5	37/5	لوبیا	25	12/5	37/5
پیاز	80	40	120	سبزی خورشتی	130	65	195
گوجه‌فرنگی	80	40	120	پیاز	80	40	120
بادمجان	150	75	225				
سیب‌زمینی	60	30	90				

[1] 50 درصد کمتر از مقدار موجود در یک پرس رستورانی

[2] 50 درصد بیشتر از مقدار موجود در یک پرس رستورانی

[3] ادویه‌جات، نمک و آبلیمو در نظر گرفته نشده‌اند

[4] مقدار حداقل برای گوشت کمتر از 50 درصد مقدار موجود در یک پرس رستورانی در نظر گرفته شده است زیرا مقدار گوشت منوهای رستورانی بسیار بالا است.

• یافته‌ها

بعد از اجرای آنالیز LP مقادیر به دست آمده برای هر کدام از اقلام غذایی مورد استفاده در غذاهای ترکیبی به دست آمد (جدول 2). مدل LP برای چلو خورش قیمه بادمجان مقادیر گوشت، برنج، روغن، لپه، پیاز، گوجه‌فرنگی، بادمجان و سیب‌زمینی را به گونه‌ای تعیین کرد که همگی در محدوده‌ی بین حداقل و حداکثر مشخص شده قرار داشتند. همچنین مقادیر به دست آمده از LP برای اقلام غذایی چلو خورش قورمه‌سبزی (گوشت، برنج، روغن، لوبیا، سبزی خورشتی و پیاز)نیز کمتر از حداکثر و بیشتر از حداقل مشخص شده بود.

مقدار انرژی، پروتئین، فسفر، سدیم و پتاسیم وعده غذایی طراحی شده و مقادیر تعیین شده در مدل در جدول 3 آمده است. میزان انرژی به دست آمده از LP برای چلو خورش سبزی مطابق با حد تعیین شده برای مدل بود. به علاوه مقدار پروتئین، فسفر، سدیم و پتاسیم مشخص شده توسط LP برای این وعده غذایی کمتر از حداکثرهای تعیین‌شده بود. با استفاده از LP هزینه به دست آمده برای چلو خورش قورمه‌سبزی 67% و برای چلو خورش قیمه بادمجان 60% کمتر از منوی رستورانی شد.

جدول 2. مقادیر تعیین شده توسط مدل ریاضی Linear programming به منظور طراحی یک وعده غذایی به گونه‌ای که تمامی قیود لحاظ شده و هزینه صرف شده برای غذا به حداقل ممکن تقلیل یابد

چلو خورش قیمه بادمجان		چلو خورش سبزی	
نوع ماده غذایی در یک پرس[3]	مقدار در یک پرس (گرم)	نوع ماده غذایی در یک پرس	مقدار در یک پرس (گرم)
گوشت[4]	45/7	گوشت	38/2
برنج	225	برنج	225
روغن	30	روغن	30
لپه	12/5	لوبیا	32/4
پیاز	40	سبزی خورشتی	195
گوجه‌فرنگی	40	پیاز	120
بادمجان	75		
سیب‌زمینی	30		

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-14]

جدول 3. قیدهای تعریف شده برای نرم افزار در مورد انرژی و مواد مغذی مشخص و مقادیر به دست آمده از اجرای Linear programming برای طراحی یک وعده غذایی با توجه به نیازهای فرد مبتلا به بیماری مزمن کلیوی

	انرژی (کیلوکالری)	پروتئین (گرم)	فسفر (میلی‌گرم)	سدیم(میلی‌گرم)	پتاسیم (میلی‌گرم)
نام غذا	1000 ≥	22/86≥	300≥	900 ≥	720 ≥
چلو خورش سبزی	790	22/86	300	54	709
چلو خورش قیمه بادمجان	739	22	260	77	720

• بحث

در این مطالعه مقدار هر یک از اجزای تشکیل دهنده دو غذای ترکیبی به گونه‌ای به دست آمد که هزینه غذا بهینه شده و از سویی دیگر نیازهای تغذیه‌ای بیمار کلیوی مفروض برطرف شده باشد. یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد که یکی از گزینه‌های احتمالی قابل استفاده برای طراحی رژیم‌های غذایی بیماران کلیوی با بهترین هزینه، استفاده از LP است. این تحقیق اولین مطالعه‌ای است که در آن از LP برای طراحی رژیم غذایی بیماران کلیوی استفاده شده و به علاوه این اولین باری است که یک منوی غذایی ایرانی توسط LP طراحی می‌شود.

در مورد مقایسه یافته‌های این مطالعه با سایر مطالعات باید گفت که به دو دلیل امکان مقایسه وجود ندارد: 1) اصولاً LP مقدار یک سری مواد تشکیل دهنده یک وعده غذایی را تعیین می‌کند که این مقادیر کاملاً وابسته به قیدها (Constraints) و شرایطی است که محقق برای مدل در نظر می‌گیرد. مطالعات قبلی در این زمینه عمدتاً در مورد کودکان بوده است که یافته‌های آن با بیمار بزرگسال کلیوی قابل مقایسه نیست. 2) مطالعات LP بر مبنای غذاهای هر منطقه به صورت جداگانه انجام می‌شود. به‌طور مثال مطالعه حاضر برای غذاهای ایرانی طراحی شده است (چلوخورش قیمه بادمجان و چلوخورش سبزی) که معادل خاصی در سایر کشورهای دنیا و یا مطالعات انجام شده در گذشته ندارند. در مطالعه‌ای در اروپا (14) برای غذای کودکان از ترکیب ذرت،شیر، عدس و جگر استفاده شده که در ایران معادلی ندارد. لذا چنین مقایسه‌ای قیاس مع‌الفارق است که صحیح نمی‌باشد.

یکی از نکاتی که باید به آن اشاره کرد، گسترده بودن قابلیت استفاده از LP می‌باشد. این روش قبلاً برای غذای کودکان استفاده شده بود و در این مقاله نیز به قابلیت استفاده از آن در بیماران کلیوی اشاره گردید. به علاوه از LP می‌توان در طراحی وعده‌های غذایی شرکت‌های چند شیفتی که برنامه توزیع غذا به کارکنان دارند، استفاده نمود. استفاده از LP در این شرکت‌ها می‌تواند منجر به صرفه‌جویی قابل توجهی در هزینه شود.

مطالعه حاضر دارای نقاط قوت و ضعف می‌باشد. یکی از نقاط ضعف حداقل‌ها و حداکثرهای تعیین شده برای اقلام غذایی تشکیل دهنده غذای ترکیبی در این مطالعه است. شاید حداقل‌ها و حداکثرهای تعیین شده برای همه افراد قابل پذیرش نباشد که این امر به ذائقه افراد باز می‌گردد. توصیه می‌شود در تعیین حداقل‌ها و حداکثرها حتی‌المقدور نظرات بیمار نیز لحاظ شود تا تبعیت فرد از رژیم غذایی تجویز شده بیشتر گردد. نقطه ضعف دیگری که باید به آن اشاره کرد وابستگی شدید مدل LP به نظر اجرا کننده مدل است. به بیان دیگر، نتیجه به دست آمده از LP کاملاً وابسته به مقادیری است که در ابتدا برای نرم افزار تعیین می‌شود که تعیین این مقادیر نیز کاملاً به نظر اجرا کننده مدل وابسته است. به نظر می‌رسد بهترین راه حل برای غلبه بر محدودیت مذکور، اجرای LP توسط متخصص تغذیه‌ای است که کل رژیم غذایی بیمار کلیوی را طراحی نموده و تنها به منظور بهینه‌سازی معقول هزینه‌ها از LP استفاده می‌نماید.

مهم‌ترین نقطه قوت مطالعه حاضر، قابلیت به روز رسانی قیمت‌های وارد شده در مدل LP می‌باشد. با این قابلیت، تغییرات فصلی قیمت‌ها بر کارآمدی مدل LP تأثیرگذار نخواهند بود. مزیت بعدی مطالعه حاضر این است که روشی را معرفی کرده که می‌تواند به طراحی رژیم غذایی برای متخصص تغذیه کمک نموده و در عین حال برای افراد فاقد

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-14]

صلاحیت موقعیت سوء استفاده ایجاد نمی‌نماید. در واقع به دلیل اینکه نیازهای تغذیه‌ای بیمار باید بر اساس شرایط وی برای نرم افزار تعیین گردد، افراد فاقد صلاحیت به دلیل نداشتن اطلاعات علمی کافی قادر به سوء استفاده از مدل LP برای طراحی رژیم غذایی نخواهند بود.

بر اساس نتایج مطالعه حاضر، LP یکی از گزینه‌های احتمالی قابل استفاده برای طراحی رژیم‌های غذایی بیماران کلیوی با بهترین هزینه است. لازم است که در مطالعات آینده به اثر رژیم‌های غذایی طراحی شده توسط LP بر روی بیماران کلیوی پرداخته شود.

سپاسگزاری: این تحقیق توسط مرکز تحقیقات امنیت غذایی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان مورد حمایت قرار گرفته است. مطالعه حاضر بخشی از پایان‌نامه مصوب مرکز تحقیقات امنیت غذایی به شماره 394192 می‌باشد.

• References

1. Patzer RE, McClellan WM. Influence of race, ethnicity and socioeconomic status on kidney disease. Nat Rev Nephrol 2012; 8(9):533-41.
2. Hosseinpanah F, Kasraei F, Nassiri AA, Azizi F. High prevalence of chronic kidney disease in Iran: a large population-based study. BMC Public Health 2009; 9:44.
3. Akbarzadeh Pasha A, Sorkhi H, Razzaghi E, Oliaei F, Gholizadeh Pasha A, Alizadeh-Navaei R et al . Outcome of 200 kidney transplantation in Kidney Transplant Center of ShahidBeheshti Hospital in Babol (Iran). JBUMS. 2012; 14 (2) :82-88.
4. Kidney Disease Outcomes Quality Initiative. KDOQI Clinical Practice Guidelines and Clinical Practice Recommendations for Diabetes and Chronic Kidney Disease. Am J Kidney Dis 2007; 49:S12-154.
5. Wilkens K, Juneja V, Shanaman E: Medical nutrition therapy for renal disorders. In: Mahan L, Scott-Stump S, Raymond J. Krause's food and nutrition care process. 13nd. St. Louis: Elsevier/Saunders; 2012.p.811-12.
6. Martin-Prevel Y, Becquey E, Tapsoba S, Castan F, Coulibaly D, Fortin S, et al. The 2008 food price crisis negatively affected household food security and dietary diversity in urban Burkina Faso. J Nutr 2012;142(9):1748-55.
7. Iannotti LL, Robles M, Pachon H, Chiarella C. Food prices and poverty negatively affect micronutrient intakes in Guatemala. J Nutr 2012; 142(8):1568-76.
8. Townsend MS, Aaron GJ, Monsivais P, Keim NL, Drewnowski A. Less-energy-dense diets of low-income women in California are associated with higher energy-adjusted diet costs. The Am J Clin Nutr 2009; 89(4):1220-6.
9. Dammann KW, Smith C. Factors affecting low-income women's food choices and the perceived impact of dietary intake and socioeconomic status on their health and weight. J Nutr Educ Behav 2009; 41(4):242-53.
10. Smith VE. Linear programming models for the determination of palatable human diets. J Farm Econ 1959; 31:272–83.
11. Colavita C, D'Orsi R. Linear programming and pediatric dietetics.Br J Nutr 1990;64:307–17.
12. Soden PM, Fletcher LR. Modifying diets to satisfy nutritionalrequirements using linear programming. Br J Nutr 1992;68:565–72.
13. Gedrich K, Hensel A, Binder I, Karg G. How optimal are computer calculated optimal diets? Eur J ClinNutr 1999;53:309–18.
14. Briend A, Darmon N, Ferguson E, Erhardt JG. Linear programming: a mathematical tool for analyzing and optimizing children's diets during the complementary feeding period. J PediatrGastroenterolNutr 2003; 36(1):12-22.
15. Hlaing LM, Fahmida U, Htet MK, Utomo B, Firmansyah A, Ferguson EL. Local food-based complementary feeding recommendations developed by the linear programming approach to improve the intake of problem nutrients among 12-

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-14]

23-month-old Myanmar children. Br J Nutr 2015; 23:1-11.

16. Okubo H, Sasaki S, Murakami K, Yokoyama T, Hirota N, Notsu A, et al. Designing optimal food intake patterns to achieve nutritional goals for Japanese adults through the use of linear programming optimization models.Nutr J 2015; 14:57.

17. Ryan KN, Adams KP, Vosti SA, Ordiz MI, Cimo ED, Manary MJ.A comprehensive linear programming tool to optimize formulations of ready-to-use therapeutic foods: an application to Ethiopia. Am J ClinNutr 2014; 100:1551-8.

18. Ghaffarpour M, Houshiar-rad A, Kianfar H. The manual for household measures, cooking yield factors and edible portion of foods. Tehran: Nashr Oloume Keshavarzi. 1992.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-14]

Using Linear Programming to Design a Diet for Patients with Renal Diseases: A Case Study on Two Iranian Mixed Dishes

*Rouhani MH[1], Mortazavi Najabadi M[2], Esmaillzadeh A[3,4,5], Feizi A[6], Azadbakht L[*8, 7, 3]*

1- PhD, Food Security Research Center and Department of Community Nutrition, School of Nutrition and Food Science, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

2 - Associate Prof, Kidney Diseases Research Center and Division of Nephrology, Department of Internal Medicine, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

3- Prof, Department of Community Nutrition, School of Nutritional Sciences and Dietetics, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

4- Prof, Endocrinology and Metabolism Research Center, Endocrinology and Metabolism Clinical Sciences Institute, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

5- Professor, Obesity and Eating Habits Research Center, Endocrinology and Metabolism Molecular -Cellular Sciences Institute, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

6- Associate Prof, Department of Epidemiology and Biostatistics, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

7- Prof, Food Security Research Center and Department of Community Nutrition, School of Nutrition and Food Science, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

*8- *Corresponding author: Prof, Diabetes Research Center, Endocrinology and Metabolism Clinical Sciences Institute, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran. E-mail: azadbakht@hlth.mui.ac.ir*

Received 4 Feb, 2016 **Accepted 17 Jun, 2016**

Background and Objectives: Linear programming (LP) is an easy way to optimize diet cost in which nutritional requirements are also met. Although LP was used for children, it has not been run to design a diet for patients with renal diseases. The aim of this study was to design a cost-optimized meal by LP for patients with kidney disease in which essential nutritional requirements are met.

Materials and Methods: For this cross-sectional study, two combinatorial meals were considered, and their ingredients were chosen from the restaurant recipes. Minimum and maximum amounts for each ingredient were determined. The price of ingredients was gathered from authentic stores selling foods with approved price. The requirements for energy, protein, sodium, potassium and phosphorus expected to meet by this meal were also determined. The LP was run by Microsoft Excel. Optimized cost was calculated in while essential nutritional requirements were also met.

Results: The amounts determined by LP were between the min and max, and all needs were met by the designed meals. Diet cost was also optimized.

Conclusion: LP could be used to design low-cost meals for patients with kidney disease.

Keywords: Linear programming, Kidney disease, Food price, Food programming

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-14]