

طراحی الگوی بهینه حمل و نقل صیفی جات در شبکه راه‌های روستایی استان خراسان رضوی

فرزانه کلاتی مقدم^۱، تکتم محتشمی^{۲*} و بهادر بذرافشان مقدم^۳

تاریخ پذیرش: ۱۸ خرداد ۱۳۹۸

تاریخ دریافت: ۱۱ اسفند ۱۳۹۷

چکیده

بهینه‌سازی حمل و نقل محصولات کشاورزی، نقش مهمی در کاهش هزینه‌های بازاریابی داشته و به افزایش سودآوری تولید برای روستاییان کمک می‌نماید. با توجه به گستره تولید صیفی‌جات در استان خراسان رضوی، انتقال آن مستلزم وجود یک شبکه انتقال کارا به منظور کاهش هزینه‌های مرتبط با آن است. هدف از مطالعه حاضر طراحی یک شبکه بهینه برای حمل و نقل صیفی‌جات شامل گوجه‌فرنگی، کدو، خیار و بادمجان، از مناطق تولیدی در استان تا مراکز نگهداری و در نهایت مناطق مصرفی بر پایه اطلاعات سال ۹۶-۱۳۹۵ می‌باشد. برای این منظور از الگوهای برنامه‌ریزی ریاضی حمل و نقل بهره گرفته شده است که دارای ۳۵ نقطه مبدأ و ۴۹ نقطه مقصد و میانی می‌باشد. شبکه بهینه معرفی شده برای انتقال محصول باعث حذف برخی از مسیرها و حمل‌ونقل مضاعف و افزودن برخی مسیرهای جدید که کمترین افزایش در جابه‌جایی را دارند به الگو می‌شود. به طوری که این امر با احتساب سناریوی پنج درصد افزایش در میزان تولید و ۳۰ درصد افزایش ظرفیت ماشین‌آلات به ترتیب به کاهش ۱/۴۵ و ۱/۲۵ درصدی هزینه‌های حمل و نقل خواهد انجامید.

کلمات کلیدی: الگوی حمل و نقل، برنامه‌ریزی ریاضی، مسیر بهینه، کشاورزی.

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، تربیت مدرس، تهران، ایران

۲- استادیار، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تربیت مدرس، تهران، ایران

۳- مربی، گروه عمران و معماری دانشگاه تربیت مدرس، تربیت مدرس، تهران، ایران

(*- نویسنده مسئول: t.mohtashami@torbath.ac.ir)

مقدمه

یک محصول، از مبادی مختلف با کمترین هزینه به مقاصد مختلف مورد نظر است. از موارد پر کاربرد الگوهای حمل و نقل در محصولات کشاورزی، تدوین الگوی بهینه حمل و نقل مرکب برای یک شبکه انتقال مواد اولیه به مراکز تبدیل و یا نگهداری و انتقال از این مراکز به مراکز مصرف یا توزیع است (یزدان پناه و همکاران، ۱۳۸۹). با به کارگیری الگوهای بهینه حمل و نقل مرکب، محمودزاده (۱۳۹۶) به بررسی بهینه‌سازی حمل و نقل گندم سیلوه‌های استان آذربایجان غربی پرداخت و نشان داد، اجرای الگوی پیشنهادی بر کاهش هزینه حمل و نقل و قیمت تمام‌شده محصول تأثیر گذاشته و به نوبه خود موجب کاهش بار مالی مصرف‌کنندگان نهایی محصول و عرضه‌کنندگان گندم و به خصوص دولت خواهد شد. اعتمادنیا و همکاران (۲۰۱۵) در مطالعه‌ای به بررسی بهینه‌یابی محل‌های عمده‌فروشی در سیستم زنجیره تأمین مواد غذایی در مقیاس ملی، برای تسهیل انتقال کارآمد مواد غذایی از مناطق تولید به مکان‌های مصرف پرداختند. به گونه‌ای که کل هزینه‌های شبکه، شامل هزینه‌های حمل و نقل و محل‌های عمده‌فروشی به حداقل برسد. یزدان پناه و همکاران (۱۳۸۹) در مطالعه‌ای به تعیین اولویت‌های توسعه مراکز تبدیل و ذخیره‌سازی گندم با استفاده از الگوی حمل و نقل و با هدف تعیین اولویت برای ایجاد این مراکز در استان فارس پرداختند. مقیسه و همکاران (۱۳۸۹) به بهینه‌سازی پویای حمل و نقل دانه‌های روغنی آفتاب‌گردان در ایران پرداختند. در مطالعه‌ای مشابه، صالح و همکاران (۱۳۸۹) به بهینه‌سازی پویای حمل و نقل دانه روغنی سویا در ایران، از مناطق تولیدی و مبادی ورودی به کارخانه‌های روغن‌کشی پرداخته و نشان دادند که اجرای برنامه پیشنهادی آنان موجب صرفه‌جویی اقتصادی در هزینه حمل و نقل دانه سویا در کشور در سال مورد نظر گردید. ممدوحی و همکاران (۱۳۸۶) در مطالعه خود یک الگوی ریاضی نسبتاً جامع برای مکان‌یابی تأسیسات ذخیره‌سازی گندم با توجه

اقتصاد و کیفیت زندگی در روستاها به سیستم حمل و نقل وابسته است. زیرا حمل و نقل از طریق اتصال بازارها به مناطق روستایی، ایجاد اشتغال و از بین بردن محدودیت در دسترسی به خدمات، یکی از کاتالیزورهای اصلی رشد اقتصادی و فراهم‌کننده منافع اقتصادی و اجتماعی برای مناطق روستایی است. بنابراین، دسترسی به حمل و نقل را می‌توان با توسعه کشاورزی در ارتباط دانست (صالح و همکاران، ۱۳۸۹).

محصولات کشاورزی عمدتاً در طی زمان محدودی پس از برداشت، عرضه می‌شوند. فصلی بودن عرضه محصولات همراه با کشش ناپذیری تقاضا برای بیشتر محصولات این بخش، باعث شده مدیریت زنجیره عرضه محصول در این بخش از اهمیت زیادی برخوردار باشد. با وجود این، یکی از بارزترین مشکلات این بخش را می‌توان ضعف مدیریتی در زنجیره تأمین محصولات کشاورزی و تأثیر افزایش هزینه حمل و نقل بر افزایش قیمت تمام‌شده محصولات دانست.

برنامه‌ریزی حمل و نقل گزینه‌هایی به عنوان راه‌حل‌های احتمالی برای بهبود حمل‌ونقل و دسترسی روستاییان از ابزارهای رایج می‌کند که نیازهای روستایی به دسترسی کم‌هزینه به بازارهای فروش محصول را برآورده کرده و بهبود شرایط اقتصادی و اجتماعی مردم روستا را در پی خواهد داشت. این امر، مستلزم برنامه‌ریزی دقیقی است که مناطق روستایی را برای برآوردن کامل نیازهای بازارهای عمده (محلی یا بین‌المللی)، از نظر حجم، کیفیت و زمان تحویل توانمند سازد (محمودی‌نیا و همکاران، ۱۳۹۵).

برنامه‌ریزی ریاضی، یکی از روش‌های بهینه‌سازی است که هنر و علم تخصیص منابع محدود به بهترین وضعیت ممکن می‌باشد. مسئله حمل و نقل یکی از انواع خاص مسائل برنامه‌ریزی ریاضی است. هدف نهایی از حل این‌گونه مسائل رساندن

شبکه بهینه از حمل و نقل صیفی‌جات شامل گوجه‌فرنگی، کدو، خیار و بادمجان در مناطق روستایی استان خراسان رضوی است تا به این سؤال پاسخ داده شود که چه میزان از این محصولات، توسط چه وسیله نقلیه‌ای و از کدام مسیر انتقال داده شود تا هزینه کل حمل و نقل حداقل شود.

مواد و روش‌ها

هدف اصلی در استفاده از الگوهای برنامه ریزی حمل و نقل محصول، یافتن یک سیستم مناسب توزیع کالا است، به گونه‌ای که هزینه حمل و نقل ارسال مقادیر مختلف کالا از نقاط مبدأ به نقاط مقصد، تا حد ممکن کاهش یابد. از این رو، مدل ریاضی طراحی شده در این مطالعه بر فرض زیر استوار است:

برای جابه‌جایی محصولات تنها از شبکه حمل و نقل جاده-ای استفاده می‌شود.

جابه‌جایی محصولات بین تأسیسات ذخیره‌ای مختلف (انبار، سردخانه) صورت نمی‌گیرد.

نرخ کرایه حمل و نقل در شهر/شهرستان‌های مختلف در طول سال باهم برابر است.

با توجه به فرض‌های فوق، عوامل و متغیرهای مورد استفاده در مدل مطالعه عبارت‌اند از:

X_{ijk} : مقداری از محصول که توسط وسیله نقلیه k ام از مبدأ i ام به مقصد j ام حمل می‌شود.

C_{ijk} : هزینه حمل هر واحد محصول توسط وسیله نقلیه k ام از مبدأ i ام به مقصد j ام

a_i : ظرفیت تولید منبع i ام

b_j : نیاز مقصد j ام

F_q : ظرفیت منبع میانی q ام

G_q : نیاز مقصد میانی q ام

e_k : ظرفیت موجود وسایل نقلیه نوع k

به ویژگی‌ها و محدودیت‌های موجود پیشنهاد دادند. مطالعات دیگری نیز توسط نوذری (۱۳۸۶) و کوپاهی و کیانی (۱۳۸۵) در اراپهزمینه برنامه بهینه حمل و نقل گندم، چیدری (۱۳۸۴) الگوی بهینه حمل و نقل محصولات دریایی و افندی و منتظری (۱۳۸۲) بهینه‌سازی توزیع گندم وارداتی کشور صورت گرفته است. در مجموع، با وجود اینکه تمرکز بیشتر مطالعات صورت گرفته در داخل کشور ارایه با روش الگوی بهینه‌سازی، روی محصول گندم به دلیل اهمیت استراتژیک آن بوده است، مطالعات خارج از کشور در این خصوص بر طراحی الگوی انتقال محصولات فسادپذیر تأکید بیشتری داشته است. از جمله آن‌ها می‌توان به مطالعه ونگ و همکاران^۱ (۲۰۱۵) در ارایه یک سیستم حمل و نقل بهینه برای محصولات کشاورزی تازه، کاسلی و همکاران^۲ (۲۰۱۲) با ارایه یک مدل چند بخشی-چند منطقه‌ای حمل و نقل محصولات غذایی و خدمات شهری، رونژ و همکاران^۳ (۲۰۱۱) طراحی مدل بهینه‌سازی مدیریت کیفیت محصولات کشاورزی فسادپذیر در طول مراحل مختلف زنجیره تأمین، و رانتالا^۴ (۲۰۰۴) در طراحی یک مدل زنجیره تأمین برای نهال‌های تولیدشده در نهالستان در راستای پوشش تقاضای مشتریان اشاره کرد.

با توجه به گستره تولید انواع محصولات زراعی و باغی و به ویژه صیفی‌جات در سطح استان خراسان رضوی، انتقال آن مستلزم وجود یک شبکه انتقال وسیع می‌باشد. براین اساس، نیاز به اتخاذ سیاست‌ها و راهبردهایی، به‌منظور افزایش بهره‌وری بارگیری و حمل و نقل و کاهش هزینه‌های مرتبط با آن برای این محصولات وجود دارد. این امر اهمیت وجود یک الگوی بهینه برای حمل و نقل این محصولات به مراکز مصرف را روشن می‌نماید. بر این اساس، هدف از این مطالعه طراحی یک

1 - Weng et al

2 - Caselli et al

3 - Rong et al

4 - Rantala

محدودیت‌های چهارم و پنجم کنترل‌کننده میزان نیاز و همچنین میزان ظرفیت ارسال منابع و مقاصد میانی است:

(۵)

$$\sum_{q=1}^Q \sum_{k=1}^K X_{iqk} \leq F_q$$

(۶)

$$\sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^m X_{iqk} - \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^n X_{qjk} \geq$$

$$G_q \quad q = 1, \dots, Q$$

سرانجام محدودیت‌های غیرمنفی شدن متغیرهای مدل،

وجود پاسخ‌های مثبت برای متغیرهای مورد نظر را تضمین

می‌کند:

$$F_{ijkq}, X_{ijk}, X_{qjk}, X_{iqk} \geq 0 \quad (7)$$

الگوی فوق با استفاده از بسته نرم‌افزاری GAMS برنامه-نویسی شده است. اطلاعات موردنیاز مربوط به میزان بارگیری از مبادی و مقاصد مختلف استان در سال ۹۶-۱۳۹۵ از اداره کل حمل و نقل و پایانه‌های استان خراسان رضوی جمع‌آوری گردیده است. همچنین اطلاعات مربوط به ظرفیت تولید و مصرف صیفی‌جات شامل گوجه‌فرنگی، کدو، خیار و بادمجان از آمارنامه‌های جهاد کشاورزی استان خراسان رضوی استخراج شده است. هزینه‌های پرداختی بابت حمل و نقل، با توجه به حجم، نوع بار، ظرفیت وسیله نقلیه، مسافت و شرایط جاده و غیره تعیین می‌شود. این اطلاعات از طریق مصاحبه با شرکت‌های مختلف حمل و نقل سطح استان برای انواع مختلف وسایل نقلیه باری و مسافت‌های موجود در استان، به صورت میانگین برای سال ۱۳۹۶ به دست آمده است. عملیات حمل محصولات توسط انواع مختلف کامیون‌های باری، کفی و وانت، با ظرفیت‌های مختلف انجام می‌گیرد. با توجه به اینکه هزینه‌های حمل و نقل علاوه بر مسافت، نوع و حجم محصول، به ظرفیت کامیون‌ها نیز وابسته است، بنابراین جهت سهولت مدل‌سازی، وسایل نقلیه

تابع هدف این مدل به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\text{Min } Z: \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^K C_{ijk} X_{ijk} \quad (1)$$

که بیانگر حداقل کردن کل هزینه حمل و نقل برای هر مسیر-وسیله (C_{ijk}) است.

اولین محدودیت در مدل، بیان‌کننده این است که مجموع کل محصول که از منبع i ام توسط تمامی وسایل نقلیه به مقاصد اصلی و مقاصد میانی حمل می‌شود، باید کوچک‌تر از ظرفیت تولید منبع i ام باشد. در واقع این محدودیت، کنترل‌کننده ظرفیت تولیدی هر یک از منابع است:

$$\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^K X_{ijk} + \sum_{q=1}^Q \sum_{k=1}^K X_{iqk} \leq a_i \quad (2)$$

$$i = 1, \dots, m$$

محدودیت دوم بیان‌کننده این است که مجموع کل محصولی که از نقاط واسطه و منابع اصلی به مقصد z ام توسط تمامی وسایل نقلیه حمل می‌شود باید حداقل نیاز مقصد z ام را تأمین کند؛ یعنی این محدودیت کنترل‌کننده مقدار برآورده شده نیاز هر یک از مقاصد است.

(۳)

$$\sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^K X_{ijk} + \sum_{q=1}^Q \sum_{k=1}^K X_{qjk} \geq b_j$$

محدودیت سوم کنترل‌کننده بارگیری وسایل نقلیه است؛ یعنی این محدودیت بیان‌کننده این است که مجموع کل محصولی که توسط وسیله نقلیه k ام از هر یک از منابع اصلی به مقاصد اصلی و یا میانی و از منابع میانی به مقاصد اصلی حمل می‌شود باید کوچک‌تر یا برابر ظرفیت حمل وسیله نقلیه k ام باشد.

(۴)

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n X_{ijk} + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n X_{qjk} \leq e_k$$

$$k = 1, \dots, K$$

مورد استفاده بر اساس ظرفیت، به هشت گروه تقسیم‌بندی شده- اساس ظرفیت، هزینه حمل هر دسته به ازای یک کیلومتر و اند، که هر دسته با توجه به ظرفیت خود هزینه حمل و نقل مختلفی را کسب کرده است. جدول ۱ گروه‌بندی ماشین‌آلات بر

جدول ۱. گروه‌بندی انواع مختلف ماشین‌آلات مورد استفاده در حمل و نقل

گروه	نوع ماشین‌آلات	رده وزنی (تن)	متوسط هزینه به ازای یک کیلومتر (ریال)
۱	وانت- اتاق دار چهار چرخ	۱-۲ تن	۸۶۴۸/۶۵
۲	کامیونت- خاور بغل‌دار معمولی- خاور یخچال‌دار- خاور کمپرسی- خاور مسقف- خاور اتاق‌دار	۲-۳ تن	۱۲۷۷۹/۹۲
۳	شش چرخ یخچال‌دار- شش چرخ مسقف- بنز ۹۱۱ اتاق‌دار- آیفای اتاق‌دار	۴-۵ تن	۱۵۲۷۰/۲۷
۴	۱۰ چرخ یخچال‌دار- شش چرخ کمپرسی	۷-۸ تن	۲۱۰۸۱/۰۸
۵	شش چرخ اتاق‌دار- ۱۰ چرخ مسقف- ۱۰ چرخ کمپرسی	۱۰-۱۱ تن	۱۵۲۲۵/۲۳
۶	کفی ۱۸ چرخ- ۱۰ چرخ اتاق‌دار- ۱۰ چرخ بغل‌دار چادری	۱۳-۱۴ تن	۲۰۹۰۰/۹۰
۷	کمپرسی بغل‌دار- ۱۲ چرخ یخچال‌دار	۱۹-۲۰ تن	۲۳۵۱۳/۵۱
۸	۱۴ چرخ بغل‌دار چادری- کامیون کشنده- ۱۲ چرخ بغل‌دار معمولی- ۱۲ چرخ بغل‌دار چادری- ۱۸ چرخ یخچال‌دار	۲۱-۲۲ تن	۳۱۶۷۵/۶۸

مأخذ: اداره کل حمل و نقل استان خراسان رضوی

نتایج

میزان محصول، از تولیدات خود شهرستان، سایر شهرستان‌های استان و گاهی نیز از خارج استان تأمین شده است. جدول ۲، الگوی بارگیری بین مبادی و مقاصد مختلف در استان را نشان می‌دهد. این نتایج در ادامه با تفصیل بیشتر برای برخی شهرستان‌های عمده مقصد در الگوی طراحی شده در جدول ۳ ارائه شده است.

الگوی حاضر، حمل و نقل انواع صیفی‌جات شامل گوجه‌فرنگی، کدو، خیار و بادمجان، از ۳۵ مبدأ تولیدی مختلف که شامل مزارع تولیدی، سردخانه و انبار نگهداری محصول بوده‌اند، به ۳۹ مقصد مصرفی را دربرمی‌گیرد. حدود ۸۰ درصد صیفی‌جات توزیع شده در سطح استان به شهرستان مشهد منتقل می‌شود و مابقی به سایر شهرهای استان ارسال می‌گردد. این

جدول ۲. مسیر بهینه بارگیری به برخی مقاصد عمده در الگوی بهینه

ردیف	مقصد در الگوی بهینه (مرکز نگهداری / مصرف نهایی)	مبدأ در الگوی بهینه (مرکز تولید)
۱	تربت‌حیدریه	فریمان - مشهد
۲	چناران	چناران - کاریز نو - قلندر آباد
۳	قوچان	سفیدسنگ - قوچان - مشهد
۴	کاشمر	قلندرآباد - کاشمر
۵	مشهد	بخارز - بجستان - بردسکن - تایباد - تربت‌جام - تربت‌حیدریه - جوین - چناران - خلیل‌آباد - خواف - خوشاب - داورزن - درگز - دوغارون - رباط سنگ - رشتخوار - سفید سنگ - سبزوار - سرخس - سنگ‌بست - صالح‌آباد - فریمان - فیروزه - فیض‌آباد - قلندرآباد - قوچان - کاشمر - گناباد - لطف‌آباد - مشهد - نیشابور - قدمگاه - ریوش - رباط سفید
۶	نیشابور	بجستان - سفید سنگ - کاریز نو - قلندرآباد - کاشمر - مشهد - نیشابور

مأخذ: یافته‌های تحقیق

نتایج حاصل از بررسی مسیرهای مختلف بارگیری منتهی به شهرستان مشهد بیانگر تفاوت‌هایی میان الگوی فعلی و الگوی بهینه از نظر میزان محصول و هزینه‌های حمل و نقل محصول است. به طوری که کل محصول بارگیری شده به این شهرستان از ۷۳۵۰۰/۶ تن در الگوی فعلی به ۸۸۰۴۹/۴ تن در الگوی بهینه افزایش یافته است. با وجود ۱۹/۸ درصد افزایش در میزان بارگیری، میزان افزایش در هزینه صرفاً ۴/۹۶ درصد برآورد شده است که دلیل این اختلاف را می‌توان استفاده از ماشین‌آلات با ظرفیت بیشتر و به نسبت ارزان‌تر در الگوی بهینه دانست. به همین ترتیب، در الگوی بهینه، میزان بارگیری به شهرستان چناران ۸۹/۳۷ درصد افزایش یافته که با در نظر گرفتن ۵۸/۵ درصدی در هزینه بارگیری، نقش بهینه‌یابی مسیرها و وسایل

حمل و نقل را نشان می‌دهد.

مقایسه میزان محصول حمل شده به شهرستان تربت‌حیدریه (جدول ۳) در دو الگوی فعلی و بهینه نشان می‌دهد که بیشتر مسیرهای قبلی ورود این محصولات به تربت‌حیدریه، با افزایش فوق‌العاده در میزان محصول ورودی به شهرستان تربت‌حیدریه، افزایش هزینه کمتری داشته است. این میزان ورودی بسیار بیشتر از تقاضای تربت‌حیدریه از صیفی‌جات است؛ اما به دلیل وجود سردخانه نگهداری محصولات صیفی، بخشی از این ورودی از شهرستان فریمان برای نگهداری ارسال شده است که مشابه این موضوع را می‌توان در مورد شهرستان کاشمر نیز مشاهده کرد.

جدول ۳. مقایسه میزان محصول حمل شده در الگوی فعلی و الگوی بهینه

مقصد	مقدار محصول (تن)		هزینه حمل (هزار ریال)		گروه ماشین‌آلات بهینه برای بارگیری	درصد تغییر	
	الگوی فعلی	الگوی بهینه	الگوی فعلی	الگوی بهینه		میزان محصول	هزینه حمل
مشهد	۷۳۵۰۰/۶	۸۸۰۴۹/۴	۱۳۷۱۰۳۶۵/۶	۱۴۳۹۱۵۲۸/۵	۲، ۳، ۴، ۵، ۶ و ۸	۱۹/۸	۴/۹۶
چناران	۱۵۰۳/۵	۲۸۴۷/۲۴	۳۵۰۹۹۲	۵۵۶۴۸۹/۱۸	۵	۸۹/۳۷	۵۸/۵
تربت‌حیدریه	۴۱/۷۵	۱۵۸/۱۱	۲۱۱۶۰۳/۰۵	۴۷۹۶۳۸/۱۰	۵	۲۷۸/۷	۱۲۶/۶
قوچان	۲۴۷/۵	۳۱۵/۳۷	۶۶۶۰۷/۹۸	۷۲۶۲۵/۴۸	۲ و ۵	۲۷/۴	۹/۰۳
نیشابور	۸۱۴۷/۸۹	۵۹۲۰/۴۴	۱۸۷۴۱۷۴/۲۸	۱۷۸۹۲۳۰/۱۴	۲ و ۵	-۲۷/۳	-۴/۲
کاشمر	۳۴	۸۶/۵	۱۴۲۵۹/۷۰	۶۷۴۶۴/۸۶	۵	۱۵۲/۹	۳۷۳/۱
سایر شهرها	۲۲۰۸/۵۴	۱۰۵۱/۳۹	۶۴۳۷۶۲	۴۳۳۴۲۵/۹۴	۵	-۵۲/۴	-۳۲/۶۷

مأخذ: یافته‌های تحقیق

شهرستان قوچان نیز یکی دیگر از شهرستان‌هایی است که در الگوی بهینه در برخی از مسیرهای ورودی حائز اولویت شده است (جدول ۳). صیفی‌جات ورودی به شهرستان قوچان از محل تولید این شهرستان، مشهد و شهر سفیدسنگ وارد شده است که در ازای ۲۷/۴ درصد افزایش میزان محصول، ۹/۰۳ درصد افزایش هزینه در پی داشته است. در الگوی بهینه حمل و نقل در مسیرهای منتهی به نیشابور،

مشاهده می‌شود که میزان صیفی‌جات ورودی به این شهرستان ۲۷/۳ درصد کاهش یافته است. زیرا میزان کل تقاضای شهرستان نیشابور از صیفی‌جات حدود ۵۶۴۲ تن بوده است. لذا این میزان کاهش در ورودی، لطمه‌ای به تأمین تقاضای شهرستان برای صیفی‌جات وارد نمی‌کند. بنابراین علاوه بر تأمین تقاضای شهرستان هزینه‌های حمل و نقل متناسب با این میزان محصول ۴/۲ درصد کاهش یافته است که نشانگر بهینه

حمل و نقل، ۱/۲۵ درصد از هزینه‌های حمل و نقل محصولات کاهش می‌یابد.

جدول ۴. سناریوهای الگوهای بهینه

نام الگو	درصد انحراف نسبت به الگوی بهینه
الگوی بهینه	۰
سناریو افزایش ۵ درصد در مقدار تولید	-۱/۴۵
سناریو افزایش ۳۰ درصدی ظرفیت ماشین‌آلات	-۱/۲۵

مأخذ: یافته‌های تحقیق

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

از جمله مسائل اقتصادی در تولید صیفی‌جات، لزوم برنامه‌ریزی و ارایه‌ارایه الگوی اقتصادی مناسب برای توزیع بهینه محصولات با حداقل هزینه است. برای نیل به هدف اصلی این پژوهش که طراحی شبکه بهینه حمل و نقل و یافتن روش مناسب توزیع صیفی‌جات با کمینه‌سازی هزینه‌های حمل و نقل است، روش برنامه‌ریزی ریاضی مورد استفاده قرار گرفت. در تحلیل نتایج حاصل از مطالعه، شبکه انتقال محصول از مراکز تولید به مراکز نگهداری و مراکز مصرف باعث شد تا برخی از مسیرها و حمل و نقل‌های مضاعف از الگوی بهینه حذف شده و برخی مسیرهای جدید که کمترین افزایش در جابه‌جایی را دارد به الگو اضافه شود که به‌طور کلی این اقدامات منجر به افزایش حجم بارگیری به میزان ۱۴/۸ درصد با تنها ۵/۳ درصد افزایش در هزینه‌های حمل و نقل گردید. به‌طور کلی در ارزیابی موقعیت مراکز تولید، نگهداری و مصرف بر اساس توزیع جغرافیایی آن‌ها نتایج بیانگر این است که با توجه به سهم بالای شهرستان مشهد در مصرف می‌توان آنرا، منطقه تمرکز مصرف نامید. از طرفی با توجه به الگوی پیشنهادی برای مسیرهای بارگیری، وجود مراکز نگهداری و سردخانه در شهرستان‌های نزدیک به

بودن این مسیر در دریافت صیفی‌جات متناسب با میزان تقاضا است.

الگوی بهینه برای سایر شهرهای استان که ورودی بسیار ناچیز و مطابق با تقاضای خود داشته‌اند نیز در جدول ۳ با عنوان "سایر شهرها" آورده شده است. برخی از شهرهایی که در این گروه قرار دارند، در سال‌های اخیر به‌طور مستقل به‌عنوان شهر شناخته شده‌اند. اما به دلیل ناچیز بودن مسیرهای دارای اولویت در الگوی بهینه و حتی الگوی فعلی، به‌صورت تجمعی در یک جدول و تحت عنوان سایر شهرهای استان در نظر گرفته شده‌اند.

در بررسی حساسیت الگوی ارایه شده تحقیق از سناریوهای مختلف با مقداری انحراف نسبت به حالت بهینه، برای انعطاف بخشیدن به الگو استفاده می‌شود. در این قسمت از مطالعه، با لحاظ کردن برخی انحرافات در محدودیت‌های مدل، حساسیت الگو نسبت به تغییرات مختلف مورد آزمون قرار می‌گیرد. این سناریوها عبارت‌اند از: افزایش ۵ درصدی مقدار تولید (با توجه به روند گذشته رشد تولید در استان) و افزایش ۳۰ درصدی ظرفیت ماشین‌آلات (مطابق با برنامه پیش‌بینی شده اداره کل حمل و نقل استان برای افزایش ظرفیت ناوگان حمل و نقلی). نتایج حاصل از این سناریوها نسبت به حالت بهینه در جدول ۴ آورده شده است. همان‌طور که این جدول نشان می‌دهد، سناریوی افزایش ۵ درصدی در میزان تولید کل صیفی‌جات استان باعث کاهش ۱/۴۵ درصدی هزینه‌های حمل و نقل شده است. چرا که افزایش تولید، بخشی از تقاضای برخی نقاط متقاضی این محصولات را مرتفع نموده و نیاز به حمل و نقل و در پی آن هزینه حمل کاهش یافته است. سناریوی دیگری که انتخاب شد و مورد آزمون قرار گرفت سناریوی افزایش ۳۰ درصدی در میزان ظرفیت ماشین‌آلات سطح استان می‌باشد. این سناریو با استناد به این بحث است که ۳۰ درصد ناوگان باری سطح استان تقریباً فرسوده بوده و از کارایی پایینی برخوردار می‌باشند. نتایج نشان می‌دهد در صورت تزریق ناوگان باری جدید به سیستم

و نقل این محصولات استفاده شود، زیرا اجرای برنامه بهینه بر کاهش هزینه‌ی حمل و نقل و بر قیمت تمام‌شده محصول و در نتیجه بر قیمت تمام‌شده فرآورده‌های حاصل از این محصولات تأثیر گذاشته که این امر نیز به نوبه خود موجب کاهش بار مالی مصرف‌کنندگان نهایی محصولات و نیز عرضه‌کنندگان محصولات صیفی خواهد شد. همچنین پیشنهاد می‌شود با انتخاب ابزارهایی نظیر گزینش بهینه نوع وسیله حمل و نقل، ایجاد مسیرهای با مسافت کمتر بین شهرستان‌های استان و نوع بسته‌بندی و مقدار حجم محصول، از هزینه‌های حمل و نقل کاسته شود.

گندم در ایران با استفاده از روش برنامه‌ریزی خطی. مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۷ (۱): ۱۲۷-۱۳۵.

محمود زاده، ح. ۱۳۹۶. بهینه‌سازی حمل و نقل گندم سیلوها (سیلوهای استان آذربایجان غربی). دومین کنفرانس بین‌المللی مدیریت و حسابداری، ۱۵ تیر، تهران.

محمودی‌نیا، م، سلیمانی سدهی، م. و کریمی، ب. ۱۳۹۵. طراحی شبکه حمل و نقل داخلی گندم کشور با رویکرد مکان‌یابی قطب‌ها. مهندسی حمل و نقل، ۸ (۱): ۱۴۰-۱۲۵.

مقیسه، س،، پیکانی، غ. و صالح، الف. ۱۳۸۹. بهینه‌سازی پویای حمل و نقل دانه‌ی روغنی آفتاب‌گردان در ایران. اقتصاد کشاورزی، ۳ (۴): ۱۳۷-۱۲۱.

مددوحی، ا، سید و کیلی، س، ع. و علیم‌رادی، م. ۱۳۸۶. توسعه یک الگوی ریاضی برای مکان‌یابی تأسیسات ذخیره‌سازی گندم. مجموعه مقالات همایش سیاست‌ها و مدیریت برنامه‌های رشد و توسعه در ایران تهران (جلد اول)، موسسه عالی آموزش و پژوهش مدیریت و برنامه‌ریزی.

نوذری، و. ۱۳۸۶. بهینه‌یابی حمل و نقل پسته. پایان‌نامه دوره

منطقه پرمصرف مشهد هم‌چون کاشمر، چناران و تربت‌حیدریه می‌تواند به بهبود شبکه حمل و نقل مساعدت نماید.

از دیگر بررسی‌های مهم مطالعه، سناریوهای مربوط به تحلیل حساسیت پارامترهای اصلی مدل می‌باشد. نتایج حاصل از آزمون سناریوها نشان داد که افزایش میزان تولید صیفی‌جات در استان باعث کاهش هزینه‌های حمل و نقل شده است. همچنین نتایج حاکی از آن بود که افزایش ظرفیت ماشین‌آلات سطح استان به کاهش هزینه‌های حمل و نقل منجر خواهد شد. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، با توجه به میزان قابل‌توجه کاهش در هزینه حمل و نقل، توصیه می‌شود، در جریان برنامه‌ریزی حمل و نقل محصولات، از الگوی پیشنهادی در این مطالعه برای حمل

منابع

افندی‌زاده، ش. و منتظری، ا. ۱۳۸۲. کاربرد برنامه‌ریزی خطی در بهبود وضعیت حمل و نقل گندم در کشور. ششمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی عمران، ۱۷-۱۵ اردیبهشت، اصفهان.

آمارنامه کشاورزی، ۱۳۹۴. وزارت جهاد کشاورزی. معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.

چیزری، م. ۱۳۸۴. کاربرد برنامه‌ریزی خطی در تعیین الگوی اقتصادی حمل و نقل محصولات دریایی در ایران. پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.

سالنامه آماری حمل و نقل جاده‌ای استان خراسان رضوی. ۱۳۹۵. اداره کل حمل و نقل و پایانه‌های استان خراسان رضوی.

سالنامه آماری بخش کشاورزی استان خراسان رضوی. ۱۳۹۵. سازمان جهاد کشاورزی استان خراسان رضوی.

صالح، ا، پیکانی، غ. و مقیسه، س. ۱۳۸۹. بهینه‌سازی پویای حمل و نقل دانه روغنی سویا در ایران. اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۱۸ (۷۰): ۱۰۶-۸۹.

کوپاهی، م. و کیانی، غ. ۱۳۸۵. تعیین برنامه بهینه حمل و نقل

- options: An LP-MIP heuristic approach. *European Journal of Operational Research*, 244 (2): 648-661.
- Rantala, J. 2004. Optimizing the supply chain strategy of a multi-unit finish nursery company. *Silva Fennica*, 38 (2), 203–215.
- Rong, A., Akkerman, R., and Grunow, M. 2011. An optimization approach for managing fresh food quality throughout the supply chain. *International Journal of Production Economics*, 131 (1): 421–429.
- Weng, X., Yang, H. and Wang, L. 2015. Research on Cold Chain Logistics Traceable System for Fresh Agricultural Products. *American Journal of Industrial and Business Management*, 5(12): 725-735.
- کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید باهنر کرمان.
یزدان پناه، ص.، محمدی، ح. و ارجمند، پ. ۱۳۸۹. تعیین اولویت‌های توسعه مراکز تبدیل و ذخیره گندم با استفاده از الگوی حمل و نقل. *مجله ریاضیات کاربردی واحد لاهیجان*، ۷(۱): ۲۷-۴۰.
- Caselli, F. Chen, S. and Gollin, D. 2012. Agriculture and Structural Transformatin in an Open Economy. The Case of Ghana. IGC Working Paper. International Growth Centre (IGC). London UK.
- Etemadnia, H., Goetz, S. J., Canning, P., and Tavallali, M. S. 2015. Optimal wholesale facilities location within the fruit and vegetables supply chain with bimodal transportation

Optimal Vegetables Transportation Network in the Rural Areas of the Khorasan Razavi Province

Farzaneh Kalati Moghadam¹, Toktam Mohtashami^{2*} and Bahaddor Bazrafshan Moghadam³

Submitted: 2 March 2019

Accepted: 8 June 2019

Abstract

Optimizing transportation of agricultural products plays an important role in reducing⁴ production costs and market margins for these products. The Khorasan Razavi province is one of the major provinces of the country in the production of vegetables. Due to the wide range of vegetables produced in the province, an efficient transportation network is required in order to increase productivity of machinery and reduce the associated costs. The aim of the present study is to design an optimal network for transporting products such as tomatoes, squash, cucumbers and egg plants from production areas in the province to maintenance centers and ultimate consumption areas in 2016. To this end, the mathematical programming models of transportation were used. A combined transportation network that has 35 source nodes and 49 destination nodes and a number of mid-nodes including warehouse and refrigerator was designed. The optimized network that was presented for product transfer eliminates some duplicate routes and shipping, and adds some new paths that have the least increase in distance travelled. This will result in a reduction of 1.45% and 1.25% in transportation costs, taking into account the 5% increase in production and 30% increase in machinery capacity.

Keywords: Transportation model, Mathematical programming, Optimal route, Agriculture.

1 - MSc. Student of Agricultural Economics, Department of Agricultural Economics, University of Torbat Heydarieh, Torbat Heydarieh, Iran.

2- Assistant Professor, Department of Agricultural Economics, University of Torbat Heydarieh, Torbat Heydarieh, Iran.

3 -Lecturer, Department of Civil Engineering, University of Torbat Heydarieh, Iran

(*- Corresponding Author Email: t.mohtashami@profs.torbath.ac.ir)

DOI: 10.22048/rdsj.2019.173561.1785