تحقیقات سامانه‌ها و مکانیزاسیون کشاورزی/جلد ۲۱/ شماره ۷۴/ بهار و تابستان ۱۳۹۹/ص ۲۰۲-۱۸۵

مقاله پژوهشی

توسعهٔ راهکارهای مکان‌یابی و ایجاد مراکز خدمات کشاورزی با استفاده از مدل مکان – تخصیص

مرتضی زنگنه[1] و اسداله اکرم[2*]

۱- استادیار گروه مهندسی مکانیزاسیون کشاورزی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
۲- دانشیار گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی، دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران
تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۲/۲۲، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱/۱۲

چکیده

در این پژوهش راهکارهای مختلفی برای ایجاد مرکز خدمات کشاورزی از نظر تعداد و ظرفیت خدمات‌رسانی توسعه داده شد. برای مکان‌یابی مراکز خدمات کشاورزی مربوط به هر راهکار، مدل مکان‌یابی جداگانه‌ای تدوین شد. بدین منظور از مدل مکان-تخصیص برای توسعهٔ مدل‌های مکان‌یابی و الگوریتم شاخه و حد برای حل مدل‌ها استفاده شد. هدف اصلی این مدل‌ها کمینه‌سازی هزینهٔ استقرار مراکز خدمات کشاورزی (شامل هزینهٔ راه‌اندازی و هزینهٔ حمل و نقل ادوات تا محل خدمت‌رسانی) است. در مدل حل شده در این پژوهش، سنجه‌هایی مانند هزینهٔ استقرار مرکز، هزینهٔ راه‌اندازی خدمات، فاصلهٔ مرکز تا مشتریان، هزینهٔ حمل و نقل برای ارائهٔ خدمات به مشتریان و تعداد سفرهای لازم برای تأمین تقاضای هر یک از مشتریان در نظر گرفته شد. در این پژوهش، به منظور نشان دادن قابلیت‌های عملی روش‌ها و مدل‌های توسعه داده‌شده، یک مطالعه موردی نیز در شهرستان رزن استان همدان طراحی و اجرا شد. راهکارهای مختلف برای ترکیب خدمات کشاورزی مطرح و سرانجام راهکار راه‌اندازی یک مرکز خدمات جامع انتخاب شد که تمام تقاضاهای یک دهستان را تحت پوشش قرار دهد. پس از اجرای مدل مکان- تخصیص، مکان‌های بهینه برای استقرار مراکز خدمات کشاورزی در هر یک از دهستان‌های مورد مطالعه به طور جداگانه تعیین شد. نتایج این پژوهش می‌تواند در جانمایی مراکز خدمات کشاورزی و برنامه‌ریزی برای ارائهٔ خدمات به بهره‌برداران کشاورزی، مورد استفادهٔ مدیران و برنامه-ریزان ملی و منطقه‌ای قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی

الگوریتم شاخه و حد، فاصله، تقاضا، هزینه حمل و نقل، هزینه استقرار

مقدمه

مراکز پشتیبانی و خدمات‌رسانی کشاورزی در اغلب کشورهای در حال توسعه به کندی در حال توسعه هستند (Huang *et al.*, 2012). به دلیل گستردگی بسیار زیاد زنجیرهٔ تأمین کشاورزی و تعداد زیاد اجزای آن، یافتن مکان مناسب برای مراکز آمادگاری[1] محصول یا خدمات در زنجیرهٔ تأمین کشاورزی اهمیت و پیچیدگی زیادی دارد. اصطلاح زنجیرهٔ تأمین کشاورزی[2] (ASC) برای توصیف فعالیت‌های موجود از تولید تا توزیع محصولات کشاورزی و باغی به کار برده می‌شود، که از مزرعه شروع و به مصرف‌کننده ختم می‌شود (Aramyan *et al.*, 2006). زنجیرهٔ تأمین کشاورزی شامل تشکل‌هایی است که مسئولیت تولید،

* نگارنده مسئول: Email: aakram@ut.ac.ir
http://doi. 10.22092/erams.2020.126188.1309
1- Logistic
2- Agricultural Supply Chain

نگهداری، توزیع، فرآوری و بازاریابی محصولات کشاورزی و باغی را دارند تا محصول به دست مصرف‌کننده نهایی برسد (Ahumada & Villalobos, 2009). هر زنجیرهٔ تأمین کشاورزی ویژگی‌های خاصی دارد که آن را از سایر زنجیره‌های تأمین متمایز می‌کند: (الف) ماهیت تولید محصول، که تغییرپذیری و ریسک آن با توجه به فرآیندهای بیولوژیکی زیاد است، (ب) ماهیت محصول، که به دلیل ویژگی‌های منحصر به فردی مانند فسادپذیری و حجیم بودن، نوع خاصی از زنجیره تأمین را نیاز دارد و (ج) نگرش‌های جامعه و مصرف‌کننده به زنجیره تأمین کشاورزی، که موضوعاتی مانند امنیت غذایی، حفاظت از حیات‌وحش و مسائل زیست‌محیطی را مطرح می‌کند (Aramyan *et al.*, 2006). از مسائل جدی در مدیریت زنجیرهٔ تأمین کشاورزی، مکان قرارگیری مراکز آمادگاری بخش کشاورزی است. به طورکلی مسائل مکان‌یابی در کشاورزی چند ویژگی منحصر به فرد دارد، مانند اهداف کلان و اندازه‌های بزرگ، توجه به اهداف چندگانه و متناقض و مواردی از این نوع که سطح واقع‌گرایی و پیچیدگی آنها را افزایش می‌دهد. در کشورهای در حال توسعه، بسیاری از مطالعات مکان‌یابی کشاورزی به درخواست و سفارش بخش دولتی اجرا می‌شود، زیرا بخش کشاورزی در این‌گونه کشورها به دلیل نقش آن در استقلال غذایی کشور، تحریک درآمدهای ارزی و اشتغال‌زایی، بسیار راهبردی است (Lucas & Chhajed, 2004). در جدول ۱ به برخی از ویژگی‌های متمایزکنندهٔ مسائل مکان‌یابی در کشاورزی اشاره شده است.

جدول ۱- ویژگی‌های مسائل مکان‌یابی در کشاورزی (Lucas and Chhajed, 2004)

Table 1- Characteristics of facility location problems in agriculture (Lucas and Chhajed, 2004)

مشخصه (Characteristic)	توضیحات (Description)
ماهیت مسئله (The nature of the problem)	پیچیده، تسهیلات چندگانه۱، مدل‌های مکان- تخصیص۲، مدل‌های مسیریابی۳، محدودیت‌های زمان و ظرفیت
اندازهٔ مسئله (The size of the problem)	اهداف کلان و اندازه‌های بزرگ، محصولات چندگانه، نیاز به تجمیع داده‌ها۴، روش‌های پیچیده کاوشی۵
معیارهای بهینه‌سازی (Optimization criteria)	بیشینه‌سازی تابع سود، کمینه‌سازی هزینه؛ فاصله یا زمان؛ تعداد تسهیلات، انتظارات بخش دولتی از بخش کشاورزی و سیاست‌های آن
تغییرپذیری مسئله (Problem changeability)	تغییرات سالانهٔ تأمین محصولات کشاورزی به دلیل نوسان‌های فصلی و جغرافیایی، تغییرات عملکرد و کیفیت محصول به دلیل نابرابری‌های درون منطقه‌ای در هر اقلیم، کیفیت خاک، تکنیک‌های کشاورزی
بُعد زمانی مسئله (Time dimension of the problem)	تغییر در زمان عملیات مختلف در کشاورزی در مناطق مختلف

برای رسیدن به موفقیت در تأمین و توزیع خدمات کشاورزی در طول زنجیرهٔ تأمین کشاورزی و افزایش کارایی آن، انتخاب مکان صحیح مراکزی که این‌گونه خدمات را عرضه می‌کنند موضوع بسیار مهم و چالش‌برانگیزی است. در برنامهٔ اجرایی استقرار شبکهٔ مراکز خدمات مشاوره‌ای، فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز هر دهستان به عنوان مکان استقرار مراکز خدمات در نظر گرفته شده است (Anon, 2012). پژوهش حاضر با هدف رفع چالش جانمایی مراکز خدمات کشاورزی اجرا شد. در این پژوهش برای مکان‌یابی ایجاد مراکز خدمات کشاورزی دو راهکار اصلی مطرح شده است: (۱) ایجاد یک مرکز بزرگ که قادر است همهٔ خدمات را برای همهٔ مشتریان عرضه کند و (۲) ایجاد بیش از یک مرکز برای تأمین خدمات، به صورتی که همهٔ مراکز خدماتی چند (و نه همه خدمات را) عرضه می‌کنند. انگیزهٔ اصلی از ایجاد یک مرکز بزرگ تسهیلات چند خدمته، مقیاس اقتصادی فعالیت است که از ترکیب چند نوع خدمت در یک مکان به وجود می‌آید، هزینه‌های ثابت کاهش می‌یابد، همچنین تسهیلات چند خدمتهٔ استقرار یافته بهره‌وری تحویل خدمات را از طریق ایجاد برنامه‌های مختلف که برای طیف وسیعی از مشتریان قابل دسترسی است ارتقا می‌دهند. از آنجا که هر نوع مشتری، نوع تقاضا و همچنین مکان متفاوتی دارد، وارد کردن این موضوع به مدل مکان‌یابی می‌تواند باعث پیچیدگی مدل شود. بنابراین، تفاوت راهکار دوم با راهکار اول در تعداد مراکز و انواع خدمات عرضه شده در هر مرکز است، به طوری که انواع مختلفی از مراکز خدمات ایجاد می‌شود. برای ایجاد مراکز خدمات، راهکارهای دیگری نیز بر اساس تعداد و ظرفیت مراکز قابل طرح است که عبارت‌اند از: (الف) ایجاد مراکز خدمات بزرگ که دارای بیشترین ظرفیت موردنیاز هستند و همهٔ خدمات را عرضه می‌کنند، (ب) ایجاد مراکز خدمات متوسط که ظرفیت متوسط دارند و چندین نوع خدمات و نه همهٔ انواع آن را عرضه می‌کنند، و (ج) ایجاد مراکز خدمات کوچک که کمترین ظرفیت را دارند و همهٔ انواع خدمات را عرضه می‌کنند (تعداد این نوع مراکز به دلیل ظرفیت کم آنها باید بیشتر باشد تا بتوانند تقاضای مشتریان هر منطقه را پاسخ دهند). در این پژوهش با توجه به سیاست‌گذاری وزارت جهاد کشاورزی، راهکار اول برای مطالعهٔ موردی انتخاب شده است. با این حال، توابع هدف سایر راهکارهای مطرح شده نیز توسعه داده شد تا در صورت نیاز مورد استفادهٔ مدیران ذی‌ربط قرار گیرد.

رعایت نکردن اصول مکان‌یابی منجر به افزایش هزینه‌های عملیاتی مراکز خدماتی خواهد شد. مکان‌یابی مراکز آمادگاری کشاورزی، اعم از مراکز خدماتی یا مراکزی که به نوعی توزیع محصولات را در بخش کشاورزی به عهده دارند، مورد توجه محققان زیادی بوده است. اما تعداد مقالاتی که در این حوزهٔ مطالعاتی در بخش کشاورزی انتشار یافته بسیار کمتر از تعداد مقالاتی است که در حوزهٔ مشابه در بخش شهری و صنعتی منتشر شده است. برای حل این‌گونه مسائل مکان‌یابی، روش‌های متعددی به کار گرفته شده است، مانند الگوریتم ژنتیک (Doh *et al.*, 2009)، روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، روش آنتروپی (Brandeau & Chiu, 1989)، شبکه‌های عصبی فازی (Berman & Wesolowsky, 2008) و روش PSO. بیشترین تعداد مقالات در منابع مرتبط با موضوع کشاورزی به جایابی تسهیلات مربوط به زیست‌توده[1] ارتباط دارد. جدول ۲ مشخصات اصلی (تابع هدف، نوع مدل،

روش حل و فضای پاسخ) برخی مسائل مکان‌یابی موجود در منابع را ارائه کرده است.

مدل مکان- تخصیص[۹] (LA)، یک مدل مکان‌یابی برای ارائهٔ مجموعه‌ای از تسهیلات[۱۰] جدید است، به طوری که هزینهٔ حمل و نقل از تسهیلات تا مشتریان کمینه شود و به منظور رضایت‌مندی مشتری، تعداد بهینه‌ای از تسهیلات در آن مکان استقرار یابد. این مسئله در بسیاری از محیط‌های واقعی که خدمات یکسان ارائه می‌کنند به وقوع می‌پیوندد، مانند تعیین مکان انبارها، مراکز توزیع، مراکز مخابراتی و تسهیلات تولیدی. مسئله مکان- تخصیص را کوپر (Cooper, 1963) پیشنهاد کرد و حکیمی (Hakimi, 1964) آن را به یک شبکه وزن‌دار توسعه داد، مسئلهٔ LA شبکه‌ای و بسیاری از مدل‌های دیگر را بدری (Badri, 1999) معرفی کرد.

جدول ۲- مشخصات برخی مسائل مکان‌یابی مراکز کشاورزی

Table 2- Specifications of some issues of location of agricultural centers

موضوع (Subject)	تابع هدف (Objective function)	نوع مدل (The type of model)	تعداد اهداف (No. of goals)	تصمیم (Decision)	روش حل (Solution method)	فضای پاسخ (Solution space)	منبع (Reference)
نیروگاه زیست‌توده جامد	کمینه‌سازی هزینه تولید الکتریسیته	مدل مکان- تخصیص	چندگانه	مکان‌یابی و استقرار انواع مختلف نیروگاه با کمترین هزینهٔ تولید الکتریسیته	برنامه‌ریزی خطی	شبکه	(Bojic *et al*., 2013)
عمده فروشان نهاده‌های کشاورزی	کمینه‌سازی تعداد عمده‌فروشان جدید و آموزش ندیده	مدل پوشش مجموعه[۱] در یک محیط مدل‌سازی شطرنجی[۲] و مدل مکان- تخصیص	چندگانه	بهبود دسترسی فیزیکی به نهاده‌های زراعی	روش کاوشی افزودن طماع[۳]	گسسته	(Farrow *et al*., 2011)
طراحی چیدمان تسهیلات کشاورزی	-	-	-	طراحی چیدمان بهینه تسهیلات کشاورزی	تبرید شبیه‌سازی شده[۴]	شبکه	(Satake *et al*., 2003)
مکان‌یابی مراکز توزیع آمادگاری کشاورزی	-	مدل ساختار سلسله مراتبی	-	کاهش هزینه‌های آمادگاری به‌منظور بهبود معیشت کشاورزان	مدل‌سازی ساختار تفسیری[۵]	-	(Huang *et al*., 2012)
مکان‌یابی تسهیلات لبنی و برنامه‌ریزی زنجیره تأمین آن	کمینه‌سازی هزینهٔ استقرار، ازدحام ترافیک و حمل و نقل	مدل مکان‌یابی پویا در شرایط عدم اطمینان[۶]	چندگانه	برنامه‌ریزی پویا[۷] برای زنجیره تأمین لبنیات	برنامه‌ریزی غیر خطی عدد صحیح مختلط[۸]	شبکه	(Jouzdani *et al*., 2013)
انتخاب مکان سامانه‌های هاضم غیرهوازی در مزارع گاوهای شیری	بیشینه‌سازی سطح پوشش، بیشینه‌سازی تیمار، بیشینه‌سازی سهم بازار، کمینه‌سازی تعداد تسهیلات	مدل مکان- تخصیص، مدل چند معیاره	چندگانه	تعداد و مکان بهینه هاضم‌های بی‌هوازی در مزارع	ابزار همپوشانی GIS	گسسته	(Thompson *et al*., 2013)
مکان‌یابی کشتارگاه	کمینه‌سازی هزینهٔ حمل و نقل	مدل مکان‌یابی پویا	چندگانه	کاهش هزینهٔ استقرار و حمل و نقل	برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط	گسسته	(Zucchi *et al*., 2011)

برای حل این مدل‌ها، الگوریتم‌های بی شماری طراحی شده است، شامل الگوریتم‌های شاخه و حد[1] (Kuenne & Soland, 1972)، تبرید شبیه‌سازی شده[2] (Murray & Church, 1996) و جست‌وجوی تابو (Brimberg & Mladenovic, 1996) و (Ohlemuller, 1997) و وبر به اضافه P-میانه (Hansen *et al.*, 1998). در این تحقیق به منظور مکان یابی مراکز خدمات کشاورزی از مدل مکان-تخصیص استفاده و الگوریتم شاخه و حد برای حل آن به کار گرفته شد.

مواد و روش‌ها

هدف اصلی مدل مکان-تخصیص، کمینه‌سازی هزینهٔ استقرار مراکز خدمات کشاورزی (شامل هزینهٔ راه‌اندازی و هزینهٔ حمل و نقل) است. در مسئله مکان‌یابی مراکز خدمات کشاورزی سه نوع مشتری وجود دارد که در مجموع هفت نوع خدمات به آنها عرضه می‌شود. برای توسعه مدل مکان‌یابی مراکز خدمات کشاورزی فرضیاتی در نظر گرفته شده است. مشتریان نوع اول، که بیشترین تعداد را در بین انواع مشتریان دارند مزارع و واحدهای تولیدکنندهٔ محصولات کشاورزی هستند. هر یک از نقاط تقاضای این دسته از مشتریان ممکن است انواع متفاوتی از خدمات را در زمان‌های متفاوتی نیاز داشته باشد. با بررسی‌های صورت گرفته، به دلایل مختلف از جمله دسترسی به امکانات و زیرساخت‌ها، امنیت، کاهش تردد و ...، نقاط نامزد استقرار مراکز خدمات نیز همین نقاط روستایی در نظر گرفته شده است. به منظور حمل و نقل محصولات کشاورزی از محل تولیدکنندگان، در مسئلهٔ مکان‌یابی حاضر، مسافت تا محل تولیدکننده در نظر گرفته می‌شود و در اینجا مقصد حمل محصول مطالعه نمی‌شود. مشتریان نوع دوم و سوم، خواستار دسترسی به خدمات در مکان خودشان هستند. این نوع مشتریان ممکن است در برخی مناطق و زنجیره‌های تامین کشاورزی وجود داشته باشند یا وجود نداشته باشند. این دو گروه مشتریان شامل کارخانه‌های فراوری و صنایع تبدیلی و تکمیلی، انبارها و سیلوها هستند که عمدتا در مراحل پس از تولید محصولات کشاورزی فعالیت می‌کنند. برای تامین تقاضای هر یک از نقاط تقاضای انواع مشتریان، به تعداد سفر متفاوتی از مراکز خدمات تا محل مشتریان یا بالعکس نیاز است. ظرفیت مراکز به منظور تامین برخی خدمات محدود است و برخی خدمات نیز محدودیت ندارد. زمان ارائهٔ خدمات در برخی از انواع خدمات، حساس و بحرانی است یعنی باید در بازه زمانی محدود ارائهٔ خدمات به پایان برسد و اگر خدمات به موقع تامین نشود ممکن است هزینه‌های به موقع نبودن به‌میان آید. از آنجایی که تعداد مزارع بسیار زیاد است و در نظر گرفتن تک تک آنها به عنوان نقاط تقاضای انفرادی حجم محاسبات را به شدت افزایش می‌دهد و مدل‌سازی را عملاً ناممکن می‌سازد، همهٔ این نوع نقاط تقاضا در نقطه‌ای متمرکز می‌شود و میزان تقاضای آن نقطه از مجموع تقاضای مزارع به دست می‌آید. این نقطهٔ متمرکز همان مرکز روستا در نظر گرفته شده است. هر یک از نقاط تقاضا ممکن است به انواع متفاوتی از خدمات نیاز داشته باشد. مشخصات اصلی خدمات برای هر یک از انواع مشتریان در جدول ۳ ارائه شده است.

1- Branch-and-Bound Algorithms
2- Simulated Annealing

جدول ۳- توصیف خدمات برای هر یک از انواع مشتریان در طول زنجیرهٔ تامین کشاورزی

Table 3- Description of the services for each type of customer throughout the agricultural supply chain

مشخصات (Characteristics)	نوع خدمات (Type of service)						
	قبل از تولید (Pre-production)	تولید (Production)			پس از تولید (Post-production)		
	تامین نهاده (Input supply)	مکانیزاسیون (Mechanization)	مشاوره برای تولیدکنندگان (Consulting service)	مالی (Financial)	مشاوره (Consult)	نظارت (Supervision)	تجاری (Business)
دفعات در هر فصل کاری (Frequency in each working season)	یک	چند	چند	یک	چند	یک	چند
نوع مشتری برای هر نوع خدمت (Customer type for any type of services)	اول	اول	اول	اول	دوم و سوم	دوم و سوم	اول، دوم و سوم
مکان تقاضای خدمات (Service demand location)	در محل مشتری	در محل مشتری	در محل مرکز خدمات	در محل مرکز خدمات	در محل مشتری	در محل مشتری	در محل مشتری
ظرفیت (Capacity)	نامحدود	محدود	نامحدود	محدود	نامحدود	نامحدود	محدود
وزن تقاضا (Demand weight)	وزن دار	وزن دار	بدون وزن	وزن دار	بدون وزن	بدون وزن	وزن دار
حساسیت به زمان تامین خدمات (Sensitivity to service time)	دارد	دارد	ندارد	دارد	ندارد	ندارد	دارد

در این پژوهش، فرضیات مدل مکان- تخصیص به صورت زیر در نظر گرفته شد:

- انواع مختلفی از مراکز خدمات در منطقهٔ مورد مطالعه مکان‌یابی می‌شود، بنابراین مراکز خدمات از نظر نوع خدماتی که عرضه می‌کنند یکسان نخواهند بود.
- مکان تمام تسهیلات (نقاط تقاضا و نقاط نامزد) در این مدل ثابت است.
- وزن تقاضا در یک سال در نقاط تقاضا ثابت است.
- فضای پاسخ مدل گسسته است.
- مشتریان نزدیک‌ترین مرکز خدمات را برای تأمین خدمات خود انتخاب می‌کنند. به عبارت دیگر، همهٔ انواع مشتریان از مراکز خدمات تقاضای دریافت خدمات تأمین شده را دارند.
- هر نقطهٔ تقاضا، میزان تقاضای متفاوتی دارد، بنابراین وزن آنها در نظر گرفته شده است. خدمات تأمین نهاده، مکانیزاسیون، مالی و تجاری دارای وزن تقاضا هستند.
- برای خدمات تأمین نهاده و مکانیزاسیون، فاصله اهمیت بیشتری دارد زیرا سرعت جابه‌جایی ادوات برای این خدمات کمتر است تا سایر وسایل نقلیه.
- محصولات کشاورزی از محل مشتریان تا هر نقطهٔ دیگر را مراکز خدمات حمل می‌کنند. همچنین،

حمـل و نقـل محصـولات غـذایی و سـایر فراورده‌هـای موجـود در زنجیـره تـأمین کشـاورزی از محـل هـر مشتری به محل سایر مشـتریان را ایـن مراکـز بـه عهـده دارند.

در ایـن مـدل، هزینـهٔ اسـتقرار مراکـز خـدمات کشـاورزی عبـارت اسـت از: هزینـهٔ راه‌انـدازی و هزینـهٔ حمـل و نقـل. مقـدار هزینـهٔ راه‌انـدازی بـرای هـر یـک از نقـاط نـامزد اسـتقرار مرکـز خـدمات متفـاوت اسـت. هزینـهٔ راه‌انـدازی می‌توانـد بـا اسـتفاده از پایگاه‌هـای اطلاعـات محلـی محاسـبه شـود کـه شـامل دو هزینـهٔ اصـلی اسـت: (الـف) هزینـه‌های سـاخت و (ب) هزینـهٔ راه‌اندازی خدمات.

هزینهٔ راه‌انـدازی مرکـز در نقطـه نـامزد j بـا اسـتفاده از رابطهٔ ۱ محاسبه شده است.

$$U_j = (Y_j * S_j) + \sum_{k=1}^{s} \left(P_j^k * Z_j^k\right) \quad \forall j \qquad (۱)$$

که در آن،

k= انـدیس نـوع خـدمات $k = 1, 2, \dots, s$.؛ j= انـدیس نقـاط نـامزد اسـتقرار مراکـز خـدمات کشـاورزی $= j$ $1,2, \dots, m$؛ U_j= هزینـهٔ راه‌انـدازی مرکـز در نقطـهٔ نـامزد j؛ S_j= هزینـه‌های زیرسـازی و سـاخت و سـاز در نقطـهٔ نـامزد j؛ P_j^k= هزینـهٔ ایجـاد خـدمت نـوع k در نقطـهٔ نـامزد j؛ و Y_j= متغیـر بـاینری تصـمیم مکـان، اگـر یـک مرکـز خـدمات در نقطـهٔ نـامزد j مسـتقر شـود مقدارش یک و گـر نـه صـفر خواهـد بـود، همچنـین Z_j^k= متغیـر بـاینری تصـمیم خـدمات، اگـر خـدمت نـوع k در نقطـهٔ نـامزد j ایجـاد شـود مقـدارش یـک وگرنـه صـفر خواهد بود.

هنگـام محاسـبهٔ هزینـه راه‌انـدازی مراکـز خـدمات، از آنجـا کـه هزینـهٔ سـاخت در عمـر مفیـد مرکـز مسـتهلک می‌شـود، امـا هزینـه راه‌انـدازی خـدمات بـرای یـک سـال زراعـی در نظـر گرفتـه می‌شـود، بنـابراین هزینـهٔ سـاخت مرکـز بایـد بـر عمـر مفیـد مرکـز تقسـیم شـود (کـه بـه طـور متوسـط ۲۰ سـال در نظـر گرفتـه شـده اسـت) و پـس از آن بـا هزینـهٔ راه‌انـدازی خـدمات جمـع شـود و مجموعـاً هزینـهٔ راه‌انـدازی مرکـز را تشکیل دهد. هزینـهٔ حمـل و نقـل بـرای رسـیدن بـه هـر یـک از نقـاط تقاضـا بـه مقـدار مسـافت و نـوع خـدمت ارائـه شـده بسـتگی دارد. هزینـهٔ حمـل و نقـل در نقطـهٔ نامزد j با استفاده از رابطهٔ ۲ محاسبه شده است.

$$T_j = \sum_{i=1}^{n} \sum_{k=1}^{s} X_{ij}^k \left[d_{ij} * c_{ij}^k * \theta_i^k\right] \qquad (۲)$$

که در آن،

i= انـدیس نقـاط تقاضـا $i = 1,2, \dots, n.$؛ d_{ij}= فاصـله بـین نقطـهٔ تقاضـای i و نقطـهٔ نـامزد j؛ c_{ij}^k= هزینـهٔ حمـل و نقـل بـین نقطـهٔ تقاضـای i و نقطـهٔ نـامزد j بـه ازای هـر واحـد مسـافت بـرای ارائـهٔ خـدمت نـوع k؛ θ_i^k= تعـداد سـفر لازم بـرای تـأمین خـدمت نـوع k بـرای نقطـهٔ تقاضـای i. $(\theta_i^k = f(D_i^k) = \left[\frac{D_i^k}{\alpha}\right]$؛ D_i^k= مقـدار تقاضـای خـدمت نـوع k بـرای نقطـهٔ تقاضای i؛ α= مقـدار تقاضـایی کـه می‌توانـد در یـک بـار سفر به نقطـهٔ تقاضـای i تـأمین شـود؛ T_j= هزینـهٔ حمـل و نقـل نقطـهٔ نـامزد j. $\forall i, k$ $j = 1,2, \dots, m.$؛ و X_{ij}^k= متغیـر بـاینری تخصـیص مرکـز خـدمات بـه مشـتریان؛ مرکـز خـدمات مسـتقر شـده در نقطـه نـامزد j اگـر خـدمت نـوع k را بـرای نقطـهٔ تقاضـای i تـأمین کنـد مقـدارش یـک وگـر نـه صـفر اسـت. بنابرایـهٔ کـل هزینـهٔ تأسـیس و اسـتقرار مرکـز خـدمات در نقطـهٔ نـامزد j بـه صـورت رابطـهٔ ۳ محاسـبه می‌شـود. تـابع هـدف مـدل مکـان- تخصـیص مراکـز خـدمات کشـاورزی بـه صـورت رابطهٔ ۴ خواهد بود.

$$TC_j = (Y_j * S_j) + \sum_{k=1}^{s}(P_j^k * Z_j^k) + \sum_{i=1}^{n}\sum_{k=1}^{s}(X_{ij}^k[(d_{ij} * c_{ij}^k * \theta_i^k)]) + \sum_{r=1}^{p}\sum_{k=1}^{s}X_{rj}^k[(d_{rj} * c_{rj}^k * \theta_r^k)] + \sum_{h=1}^{o}\sum_{k=1}^{s}X_{hj}^k[(d_{hj} * c_{hj}^k * \theta_h^k)] \quad \forall j \qquad (۳)$$

$$Z^* = \min\left[(Y_j * S_j) + \sum_{k=1}^{s}(P_j^k * Z_j^k) + \sum_{i=1}^{n}\sum_{k=1}^{s}(X_{ij}^k[(d_{ij} * c_{ij}^k * \theta_i^k)])\right] \quad \forall j, \quad i \in C^A, C^B, C^C \qquad (۴)$$

که در آن،

C^A= مجموعهٔ مشتریان نوع اول؛ C^B= مجموعهٔ مشتریان نوع دوم؛ C^C= مجموعهٔ مشتریان نوع سوم؛ و TC_j= کل هزینهٔ ایجاد مرکز خدمات در نقطهٔ تقاضای j.

محدودیت‌های مدل مکان- تخصیص برای مراکز خدمات کشاورزی به صورت زیر است:

محدودیت ۱: همهٔ خدمات مورد نیاز هر یک از نقاط تقاضا باید توسط یک و فقط یک مرکز خدمات تأمین شود. دلیل این محدودیت آن است که از جنبه فنی و مالی ضروری است هر نقطهٔ تقاضا فقط به یک مرکز خدمات مراجعه کند (رابطهٔ ۵).

$$\sum_{j=1}^{m} X_{ij}^k = 1 \qquad \forall i, k \qquad (۵)$$

محدودیت ۲: حداکثر تعداد مراکز خدمات محدود است (رابطهٔ ۶).

$$\sum_{j=1}^{m} Y_j \le \Omega \qquad (۶)$$

که در آن،

Ω= بیشینهٔ تعداد مراکز خدمات کشاورزی در یک منطقه.

محدودیت ۳: ظرفیت تأمین برخی خدمات محدود است. در این‌گونه خدمات محدودیت‌های زیر باید حاکم باشد (رابطه های ۷ تا ۹).

$$\sum_{i=1}^{n} X_{ij}^k * D_i^k \le Q_j^k * Z_j^k \quad \forall j, k \in \{2,4,7\} \qquad (۷)$$

$$\sum_{r=1}^{p} X_{rj}^k * D_r^k \le Q_j^k * Z_j^k \quad \forall j, k \in \{2,4,7\} \qquad (۸)$$

$$\sum_{h=1}^{o} X_{hj}^k * D_h^k \le Q_j^k * Z_j^k \quad \forall j, k \in \{2,4,7\} \qquad (۹)$$

رابطه‌های فوق به صورت رابطهٔ ۱۰ قابل تلخیص‌اند. ظرفیت هر مرکز خدمات مستقر در نقطهٔ تقاضای j برای تأمین خدمات کشاورزی ثابت است، از این رو ظرفیت قابل دسترس به صورت رابطهٔ ۱۱ خواهد بود و بنابراین محدودیت ظرفیت می‌تواند به صورت رابطهٔ ۱۲ نوشته شود. محدودیت ۴: فقط مراکز خدمات مستقر شده می‌توانند تقاضای مشتریان را تأمین کنند (رابطهٔ ۱۳). تابع هدف نهایی برای این مسئله مکان‌یابی به شکل روابط ۱۴ تا ۱۹ است.

$$\sum_{i=1}^{n} X_{ij}^k * D_i^k \le Q_j^k * Z_j^k \quad \forall j \ , k \in \{2,4,7\}, i \in C^A, C^B, C^C \qquad (۱۰)$$

$$\sum_{k=1}^{s} Q_j^k * Z_j^k = A_j \qquad (۱۱)$$

$$\sum_{i=1}^{n} X_{ij}^{k} * D_i^k = A_j \quad \forall j, \qquad k \in \{2,4,7\}, \quad i \in C^A, C^B, C^C \tag{۱۲}$$

که در آن،

Q_j^k= ظرفیت مرکز خدمات مستقر در نقطهٔ نامزد j به‌منظور تأمین خدمت نوع k؛ D_i^k= مقدار تقاضا برای خدمت نوع k در نقطهٔ تقاضای i.

$$\mathrm{X_{ij}^{k} \le Z_{j}^{k}}, \qquad \mathrm{Z_{j}^{k} \le Y_{j}} \quad \forall \mathrm{i, j, k} \tag{۱۳}$$

$$Z^* = min\left[(Y_j * S_j) + \sum_{k=1}^{s}\left(P_j^k * Z_j^k\right) + \sum_{i=1}^{n}\sum_{k=1}^{s}\left(X_{ij}^k\left[\left(d_{ij} * c_{ij}^k * \theta_i^k\right)\right]\right)\right] \quad \forall j, i \in C^A, C^B, C^C \tag{۱۴}$$

$$\sum_{j=1}^{m} X_{ij}^{k} = 1 \qquad \forall i, k \tag{۱۵}$$

$$\sum_{j=1}^{m} Y_j \le \Omega \tag{۱۶}$$

$$X_{ij}^{k} \le Z_j^k \quad \forall i, j, k \tag{۱۷}$$

$$Z_j^k \le Y_j \quad \forall i, j, k \tag{۱۸}$$

$$\sum_{i=1}^{n} X_{ij}^{k} * D_i^k = A_j \quad \forall j, \qquad k \in \{2,4,7\}, \quad i \in C^A, C^B, C^C \tag{۱۹}$$

که در آن،

Z^*= مقدار بهینهٔ تابع هدف این مسئله.

تابع هدف راهکار (الف): در این راهکار مکان‌یابی یک مرکز خدمات بزرگ ملاک عمل است که ظرفیت کافی برای تأمین تقاضای همهٔ نقاط تقاضا را داشته باشد. تابع این راهکار به صورت رابطه‌های ۲۰ تا ۲۵ است.

$$Z^* = \min_{i \in C^A, C^B, C^C}\left[(Y_j * S_j) + \sum_{k=1}^{s}\left(P_j^k * Z_j^k\right) + \sum_{i=1}^{n}\sum_{k=1}^{s}\left(X_{ij}^k\left[\left(d_{ij} * c_{ij}^k * \theta_i^k\right)\right]\right)\right] \quad \forall j, \tag{۲۰}$$

$$\sum_{j=1}^{m} Y_j = 1 \tag{۲۱}$$

$$\sum_{j=1}^{m} X_{ij}^{k} = 1 \qquad \forall i, k \tag{۲۲}$$

$$X_{ij}^{k} \le Z_j^k \quad \forall i, j, k \tag{۲۳}$$

$$Z_j^k \le Y_j \quad \forall i,j,k \tag{۲۴}$$

$$\sum_{i=1}^{n} X_{ij}^k * D_i^k = A_j \quad \forall j, \qquad k \in \{2,4,7\}, \quad i \in C^A, C^B, C^C \tag{۲۵}$$

تابع هدف راهکار (ب): در این راهکار چندین مرکز خدمات کوچک مکان‌یابی شوند که توانایی تأمین همهٔ انواع خدمات کشاورزی را برای مشتریان خود دارند. تابع این راهکار به صورت روابط ۲۶ تا ۳۱ است.

$$Z^* = min\left[(Y_j * S_j) + \sum_{k=1}^{s}\left(P_j^k * Z_j^k\right) + \sum_{i=1}^{n}\sum_{k=1}^{s}\left(X_{ij}^k\left[\left(d_{ij} * c_{ij}^k * \theta_i^k\right)\right]\right)\right] \qquad \forall j, \qquad i \in C^A, C^B, C^C \tag{۲۶}$$

$$\sum_{j=1}^{m} Y_j \le \Omega^{\pi} \tag{۲۷}$$

$$\sum_{j=1}^{m} X_{ij}^k = 1 \qquad \forall i,k \tag{۲۸}$$

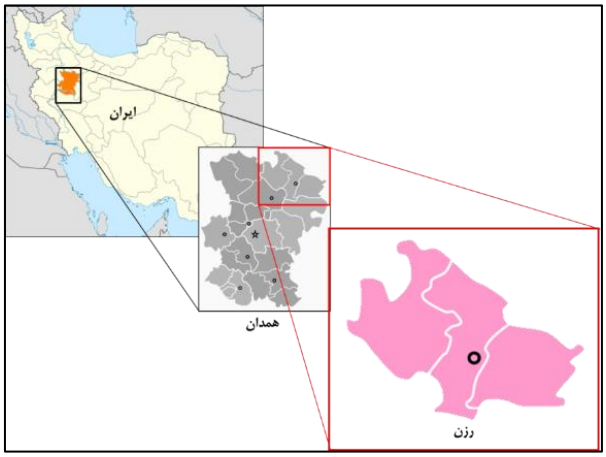
$$X_{ij}^k \le Z_j^k \quad \forall i,j,k \tag{۲۹}$$

$$Z_j^k \le Y_j \quad \forall i,j,k \tag{۳۰}$$

$$\sum_{i=1}^{n} X_{ij}^k * D_i^k = A_j \quad \forall j, \qquad k \in \{2,4,7\}, \quad i \in C^A, C^B, C^C \tag{۳۱}$$

انتخاب بهترین سناریو از بین راهکارهای معرفی شده در این تحقیق بستگی دارد به هدف مدیران و تصمیم‌گیران هر منطقه و توجه به شرایط، توانمندی‌ها و محدودیت‌های آن مناطق. در این پژوهش، به منظور حل مدل مکان-تخصیص از نرم‌افزار CPELX V. 12.6 استفاده شد. این نرم‌افزار در حقیقت یک موتور حلال است که قابلیت اتصال به اکثر محیط‌های برنامه نویسی و بهینه‌سازی مدل‌های ریاضی را دارد. در این پژوهش برای تحلیل‌های فضایی، رسم‌کردن نقشه‌ها و نشان دادن مکان نقاط تقاضا، نقاط منتخب و ... از نرم‌افزار ArcGIS v.10.2 استفاده شد.

به‌منظور نشان دادن قابلیت‌های عملی مدل‌های توسعه داده‌شده، یک مطالعهٔ موردی در شهرستان رزن واقع در شمال استان همدان اجرا شد. استان همدان ۱/۲ درصد از مساحت ایران را دارد و در شمال غرب ایران بین عرض جغرافیایی ۳۶° و ۴۰´ و طول جغرافیایی ۴۸° و ۳۱´ واقع است. کل مساحت استان همدان ۱۹۵۴۶۰۰ هکتار است که ۶۶۰۰۰۰ هکتار از آن (حدود ۳۴ درصد) زمین زراعی است (Zangeneh et al., 2010). شهرستان رزن به سه بخش اصلی تقسیم شده است: بخش مرکزی، بخش سردرود و بخش قروه درجزین. مکان منطقهٔ موردمطالعه در شکل ۱ نشان داده شده است.

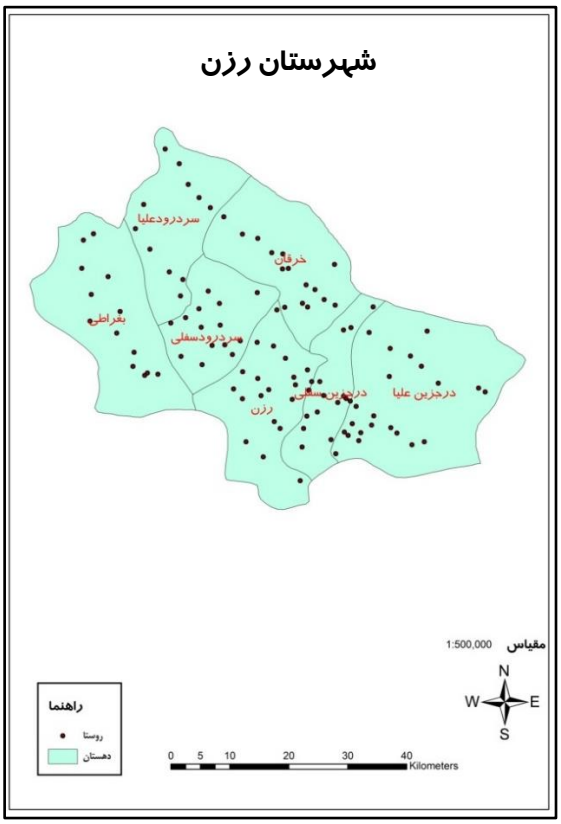


شکل ۱- موقعیت مکانی منطقهٔ موردمطالعه

Fig. 1- Location of the study area

هر بخش شهرستان چند دهستان دارد و در مجموع هفت دهستان در این شهرستان وجود دارد. در این مطالعه، هر دهستان به عنوان یک منطقهٔ جداگانه مطالعه شده است. موقعیت مکانی دهستان‌ها در شهرستان رزن در شکل ۲ نشان داده‌شده است. مهم‌ترین مشخصات دهستان‌های موردمطالعه در جدول ۴ آورده شده است

.



شکل ۲- نقشهٔ دهستان‌های شهرستان رزن در استان همدان

Fig. 2- Map of the counties of Razan city in Hamadan province

جدول ٤ - ویژگی‌های مناطق مورد مطالعه (دهستان‌های شهرستان رزن در استان همدان)

Table 4- Features of the study areas (counties of Razan city in Hamadan province)

دهستان (County)	مجموع سطح زیر کشت (Total cultivated area)	تعداد روستا (No. of village)	جمعیت (Population)
بغراطی (Boqrati)	23489	13	15826
درجزین علیا (Darjazin Olia)	25521	21	14642
درجزین سفلی (Darjazin-Sofla)	6157	15	12515
خرقان (Kharaqan)	10746	14	5240
رزن (Razan)	16594	18	14740
سردرود علیا (Sardrood Olia)	20644	11	11344
سردرود سفلی (Sardrood Sofla)	14530	14	8113

نتایج و بحث

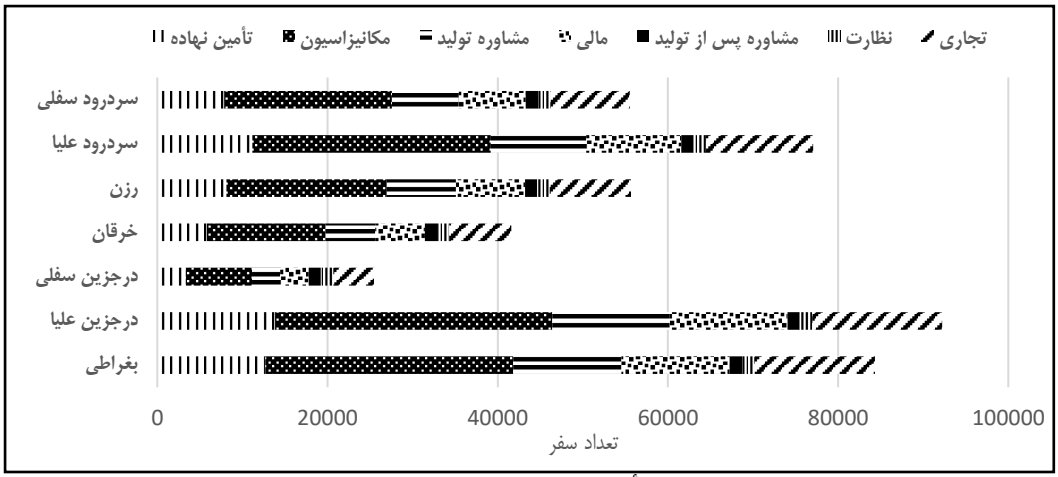
در مدل مکان-تخصیص که یکی از بهترین مدل‌های مکان‌یابی در زمینهٔ خدمات‌رسانی است، هزینهٔ استقرار و هزینهٔ حمل و نقل تا رسیدن به محل خدمت‌رسانی ملاک انتخاب بهترین مکان است. کمینه‌سازی این هزینه‌ها، از طریق استقرار حداقل تعداد مراکز خدمات در بهترین نقاط توسط این مدل امکان‌پذیر می‌شود. در این پژوهش، برای حل مدل مکان- تخصیص توسعه داده شده از الگوریتم شاخه و حد در نرم‌افزار CPLEX استفاده‌شده است که توانست در زمان بسیار کوتاه به جواب بهینه در هر یک از مناطق موردمطالعه دست یابد. هزینه‌های مکان‌یابی مراکز خدمات کشاورزی در جدول ۵ ارائه شده است.

در این پژوهش، سنجه‌های مختلفی برای اجرای مدل مکان- تخصیص توسعه داده‌شده مورد نیاز است. شکل ۳، تعداد سفر مورد نیاز برای تأمین هر یک از خدمات برای مشتریان را به تفکیک دهستان نشان می‌دهد.

جدول ۵- هزینه‌های مکان‌یابی مراکز خدمات کشاورزی در دهستان‌های موردمطالعه

Table 5- Expenses for locating agricultural service centers in the studied counties

دهستان (County)	هزینهٔ ایجاد خدمات (میلیارد ریال) (Cost of creating services (billion rials)							هزینهٔ ثابت (Fixed cost)
	تأمین نهاده (Input supply)	مکانیزاسیون (Mechanization)	مشاوره برای تولیدکنندگان (Consulting service)	مالی (Financial)	مشاوره (Consult)	نظارت (Supervision)	تجاری (Business)	
هزینهٔ حمل و نقل (هزار ریال بر کیلومتر) Transportation cost (one thousand Rials per kilometer)	6.475	7.399	1.757	1.757	4.011	4.011	7.714	-
بغراطی (Boqrati)	2.569	35.677	0.391	0.391	0.391	0.391	3.327	3.047
درجزین علیا (Darjazin Olia)	2.827	39.745	0.460	0.460	0.460	0.460	2.231	3.310
درجزین سفلی (Darjazin-Sofla)	0.815	10.765	0.244	0.244	0.244	0.244	0.671	0.803
خرقان (Kharaqan)	1.286	17.519	0.290	0.290	0.290	0.290	1.036	1.397
رزن (Razan)	1.751	24.399	0.362	0.362	0.362	0.362	1.402	1.946
سردرود علیا (Sardrood Olia)	2.268	31.315	0.354	0.354	0.354	0.354	1.787	2.678
سردرود سفلی (Sardrood Sofla)	1.665	22.860	0.318	0.318	0.318	0.318	1.326	1.887



شکل ۳- تعداد سفر مورد نیاز برای تأمین هر یک از خدمات برای مشتریان به تفکیک دهستان

Fig. 3- The number of trips required to provide each service to customers for each county

پس از اجرای مدل مکان- تخصیص در نرم‌افزار CPLEX، مکان‌های بهینه برای استقرار مراکز خدمات کشاورزی در هر یک از دهستان‌های مورد مطالعه انتخاب شد. بر اساس برنامهٔ عملیاتی استقرار شرکت‌های خدمات مشاوره‌ای، فنی و مهندسی کشاورزی مصوب وزارت جهاد کشاورزی (Anon, 2005) ، هر یک از دهستان‌های کشور باید یک مرکز خدمات داشته باشند، بنابراین، در مدل توسعه داده شده در این پژوهش یک محدودیت قرار داده شد تا تنها یک مکان بهینه در هر دهستان انتخاب و معرفی شود و تمام انواع مشتریان و نقاط تقاضا (اول، دوم و سوم) برای دریافت خدمات به همین مرکز تخصیص داده شوند. بنابراین، راهکاری که در این مدل ملاک عمل قرار گرفته است راهکار اول است، یعنی استقرار یک مرکز خدمات بزرگ که قادر است همه انواع خدمات را عرضه کند. مکان‌های منتخب در این مدل در جدول ۶ معرفی شده است. در پژوهشی مشابه، روش‌هایی به غیر از الگوریتم شاخه و حد، به کار گرفته شده در پژوهش حاضر، برای مدل مکان-تخصیص در مسائل مکان‌یابی توسعه داده شد. آن روش‌ها نشان دادند که در مسائل مکان‌یابی که هزینهٔ راه‌اندازی از هزینهٔ حمل و نقل بیشتر است روش حل با الگوریتم حریصانه[1] کارایی بیشتری دارد (Dantrakul *et al.*, 2014).

جدول ٦- مکان‌های منتخب در مدل مکان- تخصیص در دهستان‌های موردمطالعه

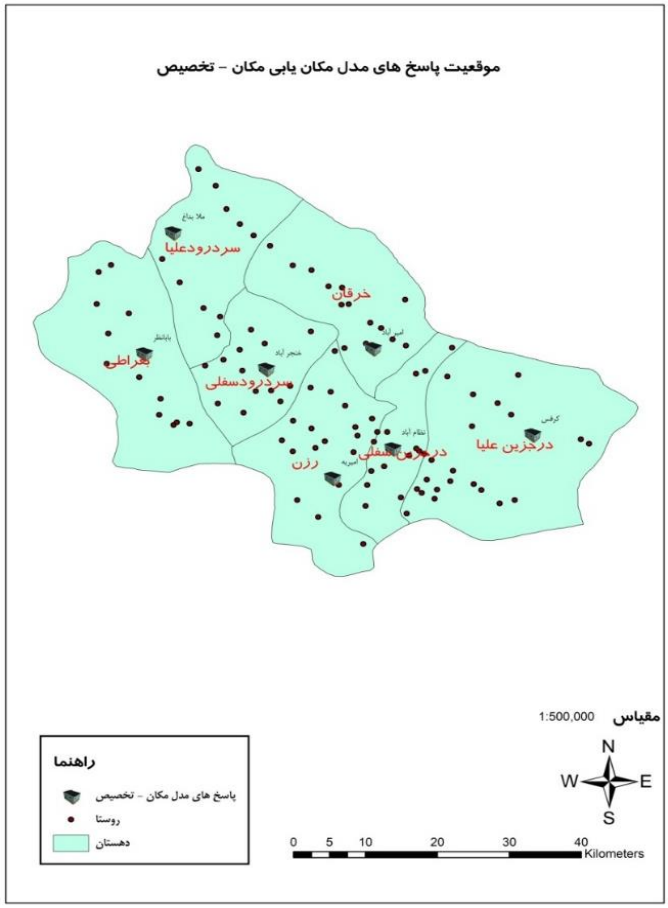
Table 6- Selected locations in Location-Allocation model for each studied county

دهستان (County)	مجموع تعداد مشتریان (Total number of customers)	مکان منتخب (Selected location)
بغراطی (Boqrati)	51	بابانظر
درجزین علیا (Darjazin Olia)	60	کرفس
درجزین سفلی (Darjazin-Sofla)	52	نظام‌آباد
خرقان (Kharaqan)	53	امیرآباد
رزن (Razan)	59	امیریه
سردرود علیا (Sardrood Olia)	49	ملابداغ
سردرود سفلی (Sardrood Sofla)	52	خنجرآباد

موقعیت مکان‌های پاسخ مدل مکان- تخصیص در شکل ۴ مشخص شده است. دیده می‌شود که اغلب مکان‌های منتخب در مناطق مرکزی دهستان‌ها واقع شده‌اند. این موضوع به دلیل تابع هدف مدل مکان- تخصیص است که کمینه‌سازی فواصل مشتریان تا مکان بهینه را در دستور کار خود قرار داده است.

نتایج به دست آمده در این پژوهش، از نظر عملیاتی با برنامهٔ اجرایی سازمان نظام مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی تا حدی در تضاد است. در برنامهٔ اجرایی نظام مهندسی مرکز هر دهستان به عنوان مکان استقرار مراکز خدمات مربوط به شبکهٔ خدمات مشاوره‌ای، فنی و مهندسی کشاورزی در کل کشور پیشنهاد شده است. در حالی‌که نتایج این پژوهش نشان می‌دهد مکان بهینه برای این مراکز در بسیاری از دهستان‌های مورد مطالعه روستاهای دیگری به غیر از مرکز دهستان است. از این رو می‌توان گفت درنظر گرفتن نسخه‌ای واحد

برای کل کشور به هیچ عنوان توجیه علمی و فنی کافی ندارد. عاملی که بقای اکثر مراکز خدمات کشاورزی را در اکثر مناطق کشور در سال‌های اخیر تهدید کرده است، نبود تقاضای کافی برای خدمات عرضه شده در این مراکز است که به تعطیلی آنها انجامیده است. از طرف دیگر، مراکز خدماتی موجود در بخش کشاورزی همهٔ خدمات مورد نیاز کشاورزان را عرضه نمی‌کنند. به دلیل وجود هزینه به موقع نبودن در فعالیت‌های کشاورزی و بحرانی بودن زمان اجرای هر یک از مراحل تولید، قابلیت اطمینان دسترسی به همه خدمات موردنیاز اهمیت بسیار زیادی در کاهش هزینه‌های تولید و افزایش سودآوری فعالیت‌های کشاورزی دارد. از این رو پیشنهاد مطرح شده در این پژوهش می‌تواند از این نظر قابل توجه باشد. دسترسی‌نداشتن به موقع کشاورزان به برخی از خدمات، از تامین نهاده‌های تولید گرفته تا خدمات پس از برداشت مانند انبارداری و فروش و بازاریابی محصولات کشاورزی، لطمه‌های زیادی به بخش کشاورزی وارد کرده است و همچنان وارد می‌کند. بنابراین، رویکرد مطرح شده در این مقاله مبنی بر ارائهٔ تمام خدمات مورد نیاز کشاورزان از طریق یک شبکهٔ خدماتی در نقاط بهینه، به نحوی که هزینهٔ عملیاتی مراکز خدمات و هزینهٔ تولید محصولات کشاورزی را کمینه کند، گامی بسیار مهم در رشد و توسعهٔ بخش کشاورزی ایران خواهد بود.



شکل ٤- نتایج مدل مکان‌یابی مکان- تخصیص در دهستان‌های مورد مطالعه

Fig. 4- Results of Location-Allocation model in studied counties

نتیجه‌گیری

یکی از چالش‌های برنامهٔ عملیاتی طرح ایجاد شبکهٔ خدمات مشاوره‌ای، فنی و مهندسی کشاورزی، پیشنهاد شده درسازمان نظام مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی، مربوط به مکان مراکز خدمات است. در این برنامه، مرکز دهستان به منظور عرضهٔ خدمات به کل دهستان، پیشنهاد شده است. در صورتی که انتخاب مکان بهینه برای این مراکز که قرار است تحولی عظیم در ارتقای بهره‌وری بخش کشاورزی ایفا کنند، نیازمند مطالعات دقیق مکان‌یابی با در نظر گرفتن سنجه‌های مکانی است، مانند: محل و میزان تقاضای خدمات، مسیرهای دسترسی و سایر موارد. مدل مکان- تخصیص توسعه داده شده در این تحقیق نگاهی عملیاتی به مسئله مکان‌یابی مراکز خدمات کشاورزی داشته است. این مدل سنجه‌هایی مانند هزینهٔ استقرار مرکز، هزینهٔ راه‌اندازی خدمات، معیار فاصلهٔ مرکز تا مشتریان، هزینهٔ حمل و نقل و حتی تعداد سفرهای لازم برای تأمین تقاضای هر یک از مشتریان را در نظر گرفته است. تعداد محدودیت‌های لحاظ شده در این مدل نیز از امتیازهای دیگر آن است که امکان نزدیک کردن مدل را به شرایط واقعی مسئلهٔ مکان‌یابی فراهم کرده است. تابع هدف مدل فوق به خوبی با شرایط مسئلهٔ مکان‌یابی تطبیق داده شده است و به دلیل توان محاسباتی بالا نتایج قابل اتکایی دارد.

مراجع

Ahumada, O., & Villalobos, J. R. (2009). Application of planning models in the agri-food supply chain: A review. *European Journal of Operational Research, 195*, 1-20.

Anon, 2005. *Annual Agricultural Statistics*.Tehran. (in Persian)

Anon, 2012. Guidance package supportive plan for equipping the mechanization companies from the credit subsidies for inputs and factors of agricultural production. *Technical Report*. Center of Agricultural Mechainzation Development. Tehran. (in Persian)

Aramyan, C., Ondersteijn, O., Kooten, O. V., & Lansink, A. O. (2006). *Performance indicators in agri-food production chains, In: C. J. M. Ondersteijn., J. H. M. Wijnands., R. B. M. Huirne., & O. Kooten (Eds.) Quantifying the Agri-Food Supply Chain*. Springer.

Badri, M. A. (1999). Combining the analytic hierarchy process and goal programming for global facility location-allocation problem. *International Journal of Production Economics. 62*, 237-248.

Bojic, S., Datkov, D., Brcanov, D., Georgijevic, M., & Martinov, M. (2013). Location allocation of solid biomass power plants: Case study of Vojvodina. *Rnewable and Sustainable Energy Reviews, 26*, 769-775.

Brandeau, M. L., & Chiu, S. S. (1989). An overview of representative problems in location *Research. Management Science, 35*, 645-674.

Brimberg, J., & Mladenovic, N. (1996). Solving the continuous location-allocation problem with tabu search. *Studies In Locational Annals*, 8, 23-32.

Cooper, L. (1963). Location-Allocation problems. *Operational Research, 11*, 331-343.

Dantrakul, S., Likasiri, C., & Pongvuthithum, R. (2014). Applied p-median and p-center algorithms for facility location problems. *Expert Systems with Applications, 41*, 3596-3604.

Doh, J. P., Bunyaratavej, K., & Hahn, E. D. (2009). Separable but not equal: The location determinants of discrete services offshoring activities. *Journal of International Business Studies, 40*, 926-943.

Farrow, A., Risinamhodzi, K., Zingore, S., & Delve, R. J. (2011). Spatially targeting the distribution of agricultral input stockists in Malawi. *Agricultural Systems, 104*, 694-702.

Hakimi, S. (1964). Optimum distribution of switching centers in a communication network and some graph theoretic problems. *Operational Research, 13*, 462-475.

Hansen, P., Jaumard, B., & Taillard, E. (1998). Heuristic solution of the multi source Weber problem as a p-median problem. *Operations Research Letters*, 22, 55-62.

Huang, L., Yu, J., & Huang, X. (2012). Modeling agricultural logistics distribution center location based on ISM. *Journal of Software, 7*, 638-643.

Jouzdani, J., Sadjadi, S. J., & Fathian, M. (2013). Dynamic dairy facility location and supply chain planning under traffic congestion and demand uncertainty: A case study of Tehran. *Applied Mathematical Modelling, 37*, 8467-8483.

Kuenne, R. E., & Soland, R. M. (1972). Exact and approximate solutions to the multi source Weber problem. *Math Program, 3*, 193-209.

Lucas, M., & Chhajed, D. (2004). Applications of location analysis in agriculture: A survey. *Journal of the Operational Research Society, 55*, 561-578.

Murray, A. T., & Church, R. L. (1996). Applying simulated annealing to location-planning models. *Hournal of Heuristics, 2*, 31-53.

Berman, Z. D., & Wesolowsky, G. O. (2008). The multiple location of transfer points the multiple location of transfer points. *Journal of the Operational Research Society, 59*, 805-811.

Ohlemuller, M. (1997). Tabu search for larg location-allocation problems. *Journal of Operations Research Society*, 48, 745-750.

Satake, T., Sakata, O., Ohta, Y., & Furuya, T. (2003). Optimal layout design for agricultural facility using simulated annealing. *The CIGR Journal, 5*, 1-11.

Thompson, E., Wang, Q., & Li, M. (2013). Anaerobic digester systems (ADS) for multiple dairy farms: A GIS analysis for optimal site selection. *Energy Policy, 61*, 114-124.

Zangeneh, M., Omid, M., & Akram, A. (2010). A comparative study on energy use and cost analysis of potato production under different farming technologies in Hamadan province of Iran. *Energy, 35* (7), 2927-2933.

Zucchi, J. D., Zeng, A. Z., & Caixeta-Filho, J. V. (2011). Optimum location for export-oriented slaughterhpuses in Mato Grosso, Brazil: a dynamic mathematical model. *International Journal of Logistics: Research and Applications, 14*, 135-148.

Agricultural Mechanization and Systems Research/Vol.21/No.74/Spring & Summer 2020/P:185-202

Research Paper

Developing Approaches for Locating and Creating Agricultural Service Centers using Location-Allocation Model

M. Zanganeh and A. Akram*

* Corresponding Author: Associate Professor, Department of Agricultural Machinery Engineering; Faculty of Agricultural Engineering and Technology, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Iran. Email: zanganeh@guilan.ac.ir.
Received: 12 May 2019, Accepted: 31 March 2020

Abstract

In this research, different strategies were developed to establish an agricultural service center in terms of the number and capacity of services provided. A separate location model was developed to locate agricultural service centers for each solution. For this purpose, the location-allocation model was used to develop the location models and the branch and bound algorithm to solve the models. The main purpose of these models was to minimize the cost of deploying agricultural service centers (including start-up and shipping costs to the point of service). In the model solved in this study, measures such as cost of establishment, cost of service start-up, distance between service center to customers, transportation costs and number of trips required to meet each customer's demand were considered. In this study, in order to show the practical capabilities of developed methods and models, a case study was conducted in Razan city, in Hamadan Province. After implementation of the location-allocation model, the optimal locations to establish agricultural service centers in all villages of the area were determined separately. The results of this study can be used by national and regional managers and planners in locating agricultural service and planning centers to provide services to agricultural users.

Keywords: Branch and Bond Algorithm, Distance, Demand, Establishment Cost, Transportation Cost