نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی سال سیزدهم، شماره ۳۰، پاییز ۹۲

مدلسازی سطح مورنیاز محصولات کشاورزی با استفاده از روش برنامه‌ریزی چند هدفه و GIS

دریافت مقاله:۹۱/۷/۱ پذیرش نهایی: ۹۱/۱۲/۲۰
صفحات:۲۱۰-۱۹۱

پرستو پیله فروش‌ها: دانشجوی کارشناسی ارشد GIS، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
Email:Pilehforoosh.p@gmail.com
محمد کریمی: استادیار گروه GIS، دانشکده مهندسی نقشه‌برداری، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی[1]
Email:mkarimi@kntu.ac.ir
محمد طالعی: استادیار گروه GIS، دانشکده مهندسی نقشه‌برداری، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
Email:mtaleai@kntu.ac.ir
بهمن فرهادی بانسوله: استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه رازی کرمانشاه
Email:bfarhadi@razi.ac.ir
محمدعلی شریفی: دانشیار دانشکده علوم اطلاعات جغرافیایی و مشاهدات زمینی (ITC)، دانشگاه تونته، هلند
Email:alisharifi@itc.nl

چکیده

یکی از مراحل مهم برنامه‌ریزی فضایی، تعیین مساحت موردنیاز (تقاضا) کاربری‌های مختلف می‌باشد. در این خصوص معمولا تقسیمات سیاسی و مدیریتی به عنوان واحد تقاضا مورد توجه قرار گرفته و مساحت موردنیاز هر واحد با استفاده از روش‌های رگرسیون آماری، مدل‌های اجتماعی- اقتصادی و یا برنامه‌ریزی چند هدفه، محاسبه می‌شود. در این تحقیق ابتدا با لحاظ نمودن تقسیمات سیاسی و مدیریتی و همچنین قابلیت‌ها و پتانسیل محدوده مورد مطالعه، واحدهای همگن مدیریتی – محیطی به عنوان واحدهای تقاضای کوچکتر تعریف شد. سپس تقاضای محصولات کشاورزی با استفاده از روش برنامه‌ریزی چند هدفه که شامل دو هدف، پنج محدودیت و بیست و دو متغیر می‌باشد، محاسبه شد. مدل توسعه داده شده با استفاده از نرم افزارهای GAMS 23.7 و ArcGIS 10، برای برآورد تقاضای محصولات کشاورزی بخشی از استان اصفهان در سال ۱۳۹۴ پیاده سازی شد. به منظور ارزیابی واحد تقاضا، در این تحقیق، واحدهای همگن مدیریتی – محیطی به عنوان یک نوع واحد تقاضای ریزدانه با دو واحد تقاضای درشت‌دانه شامل دهستان و محدوده جغرافیایی تحت پوشش نقاط

---

[1]. **نویسنده مسئول**: تهران، خیابان ولیعصر، تقاطع میرداماد، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی،دانشکده مهندسی نقشه‌برداری، اتاق شماره ۴۰۵، کدپستی ۱۵۴۳۳- ۱۹۹۶۷

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

جمعیتی مقایسه گردید. نتایج حاصل شده دلالت بر اولویت بالاتر واحد تقاضای ریزدانه داشته و مبین آن است که به منظور تدقیق میزان تقاضای کاربری‌ها نیاز است تا با مدنظر قرار دادن قابلیت‌ها و پتانسیل محدوده مورد مطالعه، از واحدهای تقاضای ریزدانه در تعیین میزان تقاضای کاربری استفاده شود.

کلید واژگان: برآورد تقاضا، تناسب اراضی، کاربری، برنامه‌ریزی آرمانی وزنی، اصفهان

مقدمه

کشاورزی از نقش مهمی در برنامه‌ریزی اقتصادی برخوردار است و به عنوان محور اصلی توسعه اقتصادی و اجتماعی مورد توجه می‌باشد. دستیابی به رشد مستمر تولید و افزایش بهره‌وری، اهداف این بخش محسوب می‌شوند (طرح جامع توسعه کشاورزی استان اصفهان، ۱۳۸۰). در حال حاضر بخش مهمی از نیازهای ملی برای محصولات کشاورزی از طریق واردات تامین می‌شود. سطح تولیدات حاضر بیشتر محصولات، به دلیل شرایط محیطی و به خصوص به دلیل مشکلات و محدودیت‌هایی که در تخصیص منابع به فعالیت‌های مختلف وجود دارد، خیلی کمتر از وضعیت بالقوه زمین می‌باشد (Farhadi Bansouleh, 2009). همچنین میزان تقاضا برای مواد غذایی در آینده به دلیل نرخ حاضر رشد جمعیت، افزایش پیدا می‌کند (ضیایی و صبوحی، ۱۳۸۷؛ راعی و صبوحی، ۱۳۸۹). بنابراین نیاز به روش‌هایی می‌باشد که علاوه بر در نظر گرفتن نیازهای آتی و محدودیت منابع، بتوانند با لحاظ کردن قابلیت‌ها و محدودیت‌های زمین، به برنامه‌ریزی برای تخصیص بهینه زمین به محصولات کشاورزی منجر شوند. بنابراین، بیش از پیش بر اهمیت برنامه‌ریزی هوشمندانه به منظور تعیین میزان تقاضا تاکید می‌شود.

به طور کلی فرایند تخصیص کاربری زمین[1]، شامل سه مرحله اصلی ارزیابی تناسب زمین[2]، ارزیابی تقاضا[3] و تخصیص می‌باشد (Sante-Riveira et al., 2008; Karimi et al., 2012). تناسب زمین، از طریق مطالعه شرایط زیست محیطی و اجتماعی- اقتصادی مورد نیاز برای انواع کاربری‌ها و مقایسه آن‌ها با ویژگی‌های زمین، انجام می‌پذیرد (FAO, 1976). در مرحله بعد، ارزیابی تقاضای زمین، که به معنای برآورد مساحت مورد نیاز برای انواع کاربری‌ها در سطح واحدهای تقاضا تعریف می‌شود، صورت می‌گیرد (کریمی و همکاران، ۱۳۸۸). در نهایت،

[1]. Land Use Allocation
[2]. Land Suitability Evaluation
[3]. Demand Assessment

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

تخصیص زمین به معنای تعریف کاربری مناسب برای واحدهای زمین، براساس محاسبه تناسب زمین، تقاضا و قوانین تغییر کاربری انجام می‌شود (Verburg and Overmars, 2009).

با توجه به آنچه گفته شد، یکی از مراحل اصلی در فرایند تخصیص کاربری، محاسبه مساحت مورد نیاز برای تامین میزان تقاضا می‌باشد. در برخی از تحقیقات صورت گرفته، میزان تقاضا با استفاده از مدل‌های اجتماعی- اقتصادی (Liu et al., 2007)، روش‌های آماری (Verburg et al., 2002) و یا زنجیره مارکوف (Xu et al., 2009) تعیین گردیده است. با این حال، برنامه‌ریزی خطی روشی است که در تعدادی از تحقیقات (Chen et al., 2008؛ فلاح شمسی و همکاران، ۱۳۸۴)، به خصوص در برنامه‌ریزی کشاورزی بدین منظور استفاده شده است. اما از آنجایی که مسائل مربوط به برنامه‌ریزی کشاورزی دربرگیرنده اهدافی متفاوت و گاه متضاد مانند بیشینه کردن سود و کمینه کردن هزینه می‌باشد، مدل برنامه‌ریزی خطی تک هدفه نمی‌تواند جوابگوی تصمیم‌گیرنده باشد (Biswas and Pal, 2005; Sante and Crecente, 2007; Zeng et al., 2010؛ ضیایی و صبوحی، ۱۳۸۷؛ امینی فسخودی و همکاران، ۱۳۸۷؛ راعی و صبوحی، ۱۳۸۹). به منظور حل این مسئله، در تحقیقات متنوعی استفاده از برنامه‌ریزی خطی چند هدفه[1] مورد توجه قرار گرفته است. در این روش با تعریف اهداف مختلف محیطی، اقتصادی و اجتماعی، محدودیت‌ها و متغیرها، مساحت مورد نیاز کاربری‌ها به تفکیک واحد تقاضا محاسبه می‌شود.

از جمله این تحقیقات می‌توان به مدل AEZ[2] در بخش کشاورزی اشاره نمود که در آن ۱۰ هدف، ۳۶ محدودیت و بیش از ۷۰ متغیر تعریف شده است (Agrell et al., 2004). همچنین، Wang و همکاران (۲۰۰۴)، با استفاده از برنامه‌ریزی خطی چند هدفه فازی، مساحت مورد نیاز در فرایند تخصیص کاربری را تعیین کرده‌اند. در این تحقیق، کل منطقه مورد مطالعه به هفت حوزه مدیریتی تقسیم و مساحت مورد نیاز انواع کاربری‌ها به تفکیک هر حوزه مشخص گردیده است. افزون بر این، در تعدادی از تحقیقات بررسی شده (Biswas and Pal, 2005; Sante and Crecente, 2007; Sante-Riveira et al., 2008; Sadeghi et al., 2009; Zeng et al., 2010)، از برنامه‌ریزی خطی چند هدفه برای برآورد تقاضای کشاورزی استفاده شده است. از دیگر تحقیقات مرتبط می‌توان به استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی[3] در دو حالت قطعی و فازی در محاسبه تقاضای کشاورزی اشاره کرد (امینی فسخودی و همکاران، ۱۳۸۷؛ ضیایی و صبوحی، ۱۳۸۷؛ راعی و صبوحی، ۱۳۸۹).

---

[1]. Multi-objective Linear Programming
[2]. Agro-Ecological Zones
[3]. Goal Programming

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

در بررسی مطالعات گسترده‌ای که در زمینه استفاده از برنامه‌ریزی خطی چند هدفه برای تعیین مساحت بهینه کاربری‌ها در بخش کشاورزی انجام شده است، می توان گفت که در غالب مطالعات واحدهای تقاضا به صورت واحدهای درشت‌دانه[1] (کل منطقه مورد مطالعه و یا تقسیمات سیاسی و مدیریتی مانند شهرستان، بخش و دهستان) در نظر گرفته شده و پتانسیل و قابلیت زمین در تعیین میزان تقاضای هر کاربری در نظر گرفته نشده است. این مسئله می‌تواند منجر به بروز اشتباه در برآورد میزان تقاضای کاربری شود (Taleai et al., 2007). به عنوان مثال، با در نظر گرفتن واحدهای برنامه‌ریزی درشت‌دانه، مساحت بالای یک واحد که ممکن است ناشی از مساحت بالای زمین‌های غیر کشاورزی باشد، منجر به برآورد میزان بالای تقاضا برای آن واحد می‌شود؛ این در حالی است که با مد نظر قرار دادن میزان تناسب برای نوع کاربری و استفاده از واحدهای تقاضای ریزدانه[2]، میزان تقاضا تنها برای واحدهایی که دارای پتانسیل برای انجام کشاورزی می‌باشند محاسبه شده و منجر به برآورد دقیق‌تر میزان تقاضای کاربری می‌شود. لذا لزوم در نظر گرفتن قابلیت و تناسب زمین و در نتیجه تولید واحدهای برنامه‌ریزی به صورت ریزدانه در فرایند تعیین میزان تقاضای کاربری مشخص می‌شود. در تحقیق حاضر این مسئله مورد توجه قرار می‌گیرد.

در این مقاله با در نظر گرفتن واحدهای تقاضای ریزدانه و استفاده از روش برنامه‌ریزی آرمانی وزنی، محاسبه میزان تقاضای محصولات عمده کشاورزی برای شهرستان برخوار و میمه واقع در استان اصفهان انجام شده است. بدین منظور نقشه کاربری کشاورزی، نقشه محدوده روستاها و نقشه پتانسیل کشاورزی، به عنوان ورودی توابع هدف و محدودیت‌ها وارد و سپس با استفاده از روش برنامه‌ریزی آرمانی، میزان مساحت مورد نیاز انواع محصولات محاسبه شده است.

مواد و روش‌ها

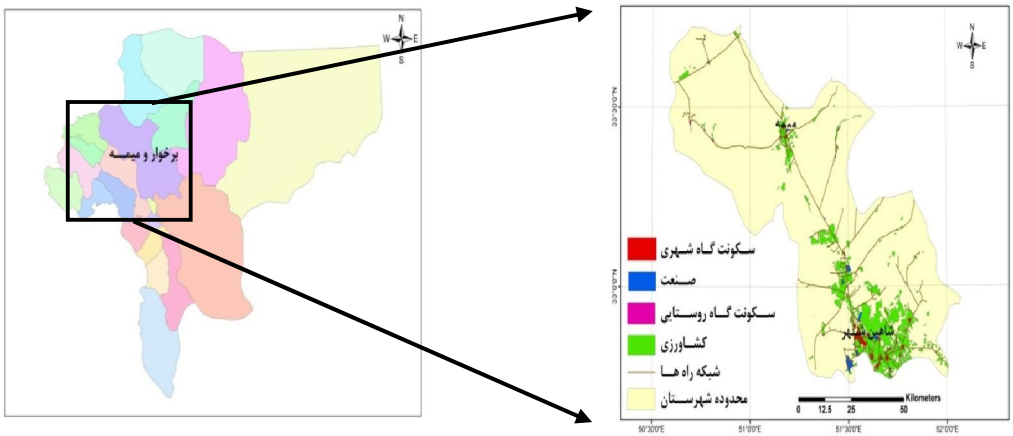
پژوهش حاضر در شهرستان برخوار و میمه واقع در استان اصفهان صورت گرفته است (شکل ۱). این منطقه دارای وسعتی برابر ۶۹۵۷ کیلومتر مربع و جمعیتی معادل ۲۷۹,۷۸۸ نفر است (SCI, 2008). رشد جمعیت سالانه ۲/۵۸ درصد در طول سال‌های ۱۳۶۵ تا ۱۳۷۵ و رشد سالانه ۲/۳۹ درصد در طول سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۵، همچنین افزایش ۱/۱۷ درصد در مساحت زیر کشت محصولات کشاورزی در طول سال‌های ۱۳۷۵-۱۳۶۵ و افزایش ۱/۱۰ درصد در طول سال‌های ۱۳۸۵-۱۳۷۵، گویای رشد جمعیت و در نتیجه افزایش نیاز به محصولات

[1]. Aggregated
[2]. Disaggregated

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

کشاورزی در این منطقه است. رشد نسبتا زیاد جمعیت و افزایش مساحت اختصاص داده شده به کاربری کشاورزی در دو دهه فوق و همچنین توسعه زیرساخت‌های بخش کشاورزی در سال‌های اخیر نظیر یک شبکه آبیاری جدید در بخش جنوبی منطقه، از دلایل انتخاب شهرستان برخوار و میمه به عنوان منطقه مورد مطالعه می‌باشد.

در این تحقیق فرایند تعیین میزان تقاضا مطابق با فلوچارت ارائه شده در شکل ۲ مدلسازی شده است. بدین منظور، ابتدا برآورد میزان تقاضای کلی کاربری کشاورزی با استفاده از روش زنجیره مارکوف صورت می‌گیرد. در مرحله بعد، زمین براساس پتانسیل‌های زیست محیطی و ویژگی‌های مدیریتی خود به واحدهای همگنی تقسیم‌بندی شده است، که واحد زمین[1] (LU) نامیده می‌شود و به عنوان واحد مکانی تقاضای ریزدانه در نظر گرفته شده است. سپس، به منظور تعیین میزان تقاضای هر محصول، یک مدل برنامه‌ریزی خطی برای هر واحد توسعه داده شده و به بهینه سازی اهداف درآمد خالص و هزینه تولید، با در نظر گرفتن محدودیت‌های مربوط به زمین، آب، نیروی کار، ماشین آلات و الگوی کشاورزی پرداخته شده است. سپس، محاسبه میزان تقاضا به تفکیک دو نوع واحد تقاضای درشت‌دانه (حوزه جغرافیایی تحت پوشش نقاط جمعیتی و دهستان) انجام و نتایج مقایسه شده‌اند. در ادامه ضمن توضیح مختصری درباره زنجیره مارکوف، مدل ارائه شده تشریح می‌گردد.

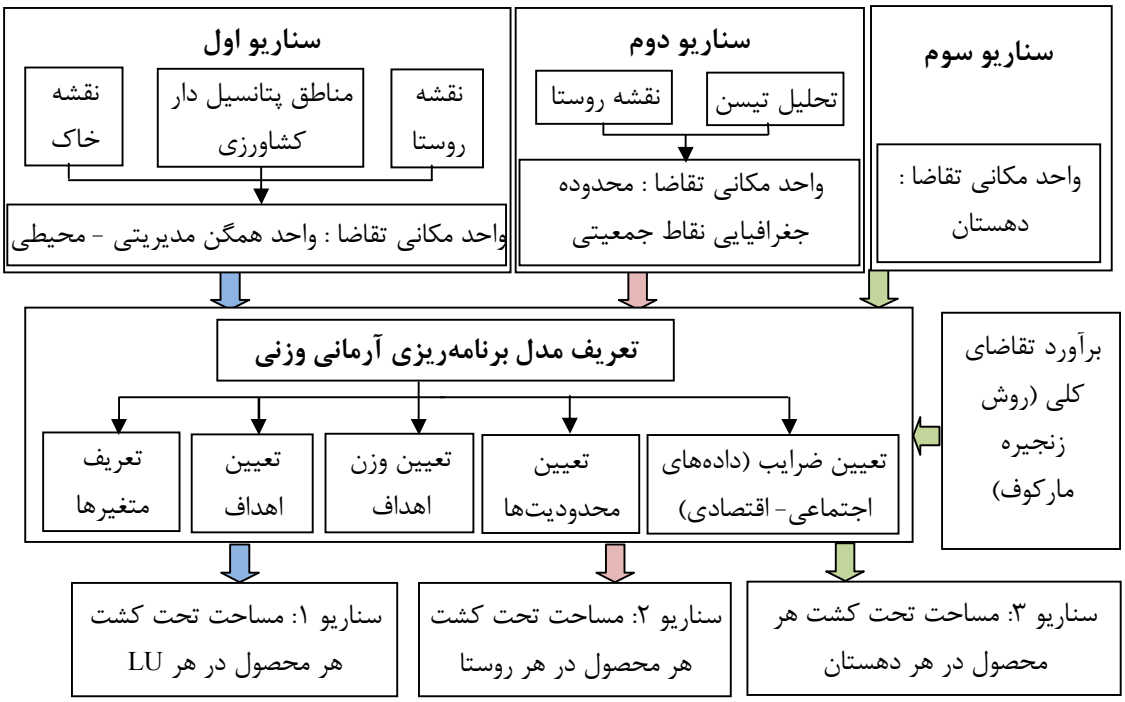


الف ب

شکل (۱) موقعیت شهرستان برخوار و میمه در استان اصفهان (الف)، نقشه کاربری شهرستان برخوار و میمه (ب)

[1]. Land Unit

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]



شکل (۲) ساختار اجرای پژوهش

زنجیره مارکوف

زنجیره مارکوف براساس تغییر کاربری زمین از یک دوره زمانی به دوره دیگر، تغییرات کاربری زمین را در آینده محاسبه می‌کند. بنابراین برای اجرای زنجیره مارکوف، حداقل نیاز به دو نقشه کاربری منطقه مربوط به دو دوره زمانی مختلف می‌باشد. در این صورت، ماتریس احتمال تبدیل که ورودی زنجیره مارکوف می‌باشد و با استفاده از نقشه‌های کاربری استخراج می‌شود، مطابق رابطه ۱ تعیین می‌گردد (Stewart, 1994):

$$P = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & \cdots & P_{1N} \\ P_{21} & P_{22} & \cdots & P_{2N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ P_{N1} & P_{N2} & \cdots & P_{NN} \end{bmatrix} \quad \& \quad \sum_{i=1}^{N} P_{ij} = 1$$

$$P_{ij} = {}^{n_{ij}}/_{n_i} \qquad (۱)$$

در رابطه بالا، n_{ij} تعداد کلی سلول‌های مشاهده شده از گروه i به گروه j در طول دوره زمانی تبدیل و n_i، تعداد کلی سلول‌هایی که در حال تبدیل از گروه i در طول دوره زمانی

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

تبدیل هستند، می‌باشند. در مرحله آخر، برای بدست آوردن بردار مناطق تبدیل، نیاز به ضرب هر ستون ماتریس احتمال تبدیل در تعداد سلول‌های کاربری زمین منطبق بر نقشه کاربری مبنا می‌باشد.

تعیین واحد برنامه‌ریزی (واحد مکانی تقاضا)

در تحقیق حاضر در تعیین واحد مکانی تقاضا که به عنوان ورودی مدل بهینه‌سازی استفاده می‌شود، سه سناریو در نظر گرفته شده و مدل برنامه‌ریزی برای هریک اجرا می‌شود:

- سناریو اول: در این سناریو، واحدهای زمین که از نظر ویژگی‌های محیطی و مناطق مدیریتی همگن هستد و از طریق همپوشانی نقشه کاربری کشاورزی (مناطق تخصیص یافته به کاربری کشاورزی) با نقشه زمین‌های دارای تناسب کشاورزی روستاها تعیین شده‌اند، به عنوان واحد مکانی تقاضای ریزدانه انتخاب شده‌اند.
- سناریو دوم: در این سناریو، حوزه جغرافیایی نقاط جمعیتی که با اجرای تحلیل تیسن[1] بر روی لایه شهرها و روستاهای واقع در محدوده مورد مطالعه تعیین شده است، به عنوان واحد مکانی تقاضا انتخاب شده‌اند. تحلیل تیسن، محدوده تحت پوشش نقاط جمعیتی را تعیین می-کند، بطوریکه، هر پلی‌گون تیسن تنها شامل یک نقطه جمعیتی می باشد و فاصله نقاط داخل هر پلی‌گون تا نقطه جمعیتی مربوطه، کمتر از فاصله آنها تا سایر نقاط جمعیتی باشد.
- سناریو سوم: در این سناریو، دهستان‌های منطقه به عنوان واحدهای همگن مدیریتی و در نتیجه واحد مکانی تقاضای درشت‌دانه انتخاب شده‌اند.

مدل برنامه‌ریزی آرمانی

زمانی که نیاز به در نظر گرفتن اهداف متعدد در مسئله تصمیم‌گیری می‌باشد، مدل‌های برنامه‌ریزی خطی چند هدفه، ارائه کننده روشی مناسب برای تجزیه و تحلیل روابط و تناقضات میان این اهداف هستند. یکی از روش‌های چند هدفه که به طور گسترده‌ای برای مقابله با چنین شرایطی به کار گرفته شده است، برنامه‌ریزی آرمانی می‌باشد (Sante and Crecente, 2007). برنامه‌ریزی آرمانی شکلی از برنامه‌ریزی خطی است که امکان در نظر گرفتن آرمان‌های چندگانه را فراهم می‌کند. به عبارت دیگر در برنامه‌ریزی آرمانی نقطه‌ای تعیین می‌گردد که به بهترین صورت در انطباق با آرمان‌های مطرح در فرآیند تصمیم‌گیری قرار دارد و در آن سعی می‌شود که انحرافات از آرمان‌ها به حداقل رسانده شود. بنابراین، در برنامه‌ریزی آرمانی، مطابق با رابطه ۲، می‌بایست یک سطح آرمان برای هر تابع هدف مشخص شود و در آن راه حلی

[1] Thiessen

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

مناسب است که میزان انحراف مقادیر حاصل شده از سطح آرمان هر تابع هدف را به حداقل برساند (پرهیزکار، ۱۳۸۵؛ مهرگان، ۱۳۸۶).

$$f_k(x) + d_k^- - d_k^+ = a_k \quad k=1,2,...,q \qquad (۲)$$
$$d_k^-, d_k^+ \geq 0 \ , \ (d_k^-, d_k^+) = 0$$

در این رابطه، a_k بیانگر سطح انتظار مترتب بر هدف k ام و d_k^- و d_k^+ نیز به ترتیب معرف انحراف‌های منفی و مثبت از آرمان هستند. بنابراین در هر رابطه مربوط به برنامه‌ریزی آرمانی، دو نوع متغیر وجود دارد: متغیرهای تصمیم x و متغیرهای انحراف d و راه‌حل بهینه، راه حلی است که انحرافات از سطوح انتظار را به حداقل برساند. در تحقیق حاضر، از برنامه‌ریزی آرمانی به منظور بهینه‌سازی مساحت مورد نیاز برای هر محصول استفاده شده است که در ادامه اجزای مختلف آن توضیح داده می‌شود.

متغیرهای تصمیم

در این تحقیق هر سیستم کشت به عنوان یک متغیر تصمیم انتخاب شده است. شهرستان برخوار و میمه دارای سیستم‌های کشت ذیل می باشد (طرح جامع توسعه کشاورزی استان اصفهان، ۱۳۸۰) :

- سیستم های تک محصول شامل گندم، جو، کلم، چغندرقند، سیب‌زمینی، آفتابگردان، یونجه، خربزه، هندوانه و ذرت
- سیستم های دو محصول شامل گندم – آفتابگردان، گندم – خربزه، جو – آفتابگردان، جو – خربزه، کلم – آفتابگردان، کلم – خربزه، گندم – ذرت، گندم – هندوانه، جو – ذرت ، جو – هندوانه، کلم – ذرت و کلم - هندوانه

تعیین اهداف

در تحقیق حاضر براساس مطالعات صورت گرفته توسط Farhadi Bansouleh (۲۰۰۹)، برای محاسبه میزان تقاضای محصولات مختلف دو هدف بیشینه نمودن درآمد خالص و کمینه نمودن هزینه‌های تولید در نظر گرفته شدند.

در هدف اول، بیشینه نمودن درآمد خالص، مجموع درآمد خالص کشاورزان توسط روابط (۳) و (۴) محاسبه شده است :

$$Net\ Income = \sum_{Cropsys,LU} X_{Cropsys,LU} * Net\ Income_{Cropsys,LU} \qquad (۳)$$
$$Net\ Income_{Cropsys,LU} = Gross\ Income_{Cropsys,LU} - Production\ Cost_{Cropsys,LU} \qquad (۴)$$

که در روابط فوق،

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

- $Net\ Income$، مجموع درآمد خالص از تولید در تمام واحدهای تقاضا (ریال)،
- $X_{Cropsys,LU}$، مساحت اختصاص داده شده به هر یک از متغیرها در هر واحد تقاضا (هکتار)،
- $Net\ Income_{Cropsys,LU}$، درآمد خالص از هر هکتار تولید محصولات کشاورزی در هر واحد تقاضا (ریال بر هکتار)
- $Gross\ Income_{Cropsys,LU}$، درآمد ناخالص هریک از متغیرها در هر واحد تقاضا
- $Production\ Cost_{Cropsys,LU}$، کل هزینه تولید هریک از متغیرها در هر واحد تقاضا

تابع هدف دوم، کمینه کردن هزینه‌های تولید می‌باشد که بر اساس روابط (۵) و (۶) محاسبه می شود.

$$Production\ Cost_{Cropsys,LU} = \sum_{Crop}(Production\ Cost_{Crop,LU} * Relation_{Cropsys,Crop}) \quad (۵)$$

$$Production\ Cost_{Crop,LU} = Seed\ Cost_{Crop} + Pesticide\ Cost_{Crop} + Fertilizer\ Cost_{Crop,LU} + Water\ Cost_{Crop,LU} + Labor\ Cost_{Crop,LU} + Machinery\ Cost_{Crop,LU} \quad (۶)$$

در روابط فوق،

- $Relation_{Cropsys,Crop}$، متغیر کمکی برای ارتباط بین سیستم کشت و محصول، در صورتی که محصول بخشی از سیستم کشت باشد، برابر با ۱ و در غیر این صورت برابر با صفر است
- $Seed\ Cost_{Crop}$، هزینه بذر برای هر محصول (ریال بر هکتار)
- $Pesticide\ Cost_{Crop}$، هزینه آفت‌کش برای هر محصول
- $Fertilizer\ Cost_{Crop,LU}$، هزینه کود برای هر محصول در هر واحد تقاضا
- $Water\ Cost_{Crop,LU}$، هزینه آب برای هر محصول در هر واحد تقاضا
- $Labor\ Cost_{Crop,LU}$، هزینه نیروی کار برای هر محصول در هر واحد تقاضا
- $Machinery\ Cost_{Crop,LU}$، هزینه ماشین آلات کشاورزی برای هر محصول در هر واحد تقاضا (ریال بر هکتار) می‌باشد.

تعیین محدودیت‌ها

در این تحقیق، محدودیت‌های در نظر گرفته شده شامل زمین، آب، نیروی کار، ماشین آلات کشاورزی و الگوی کشت می‌باشند که در ادامه به اختصار تشریح می‌گردند. جزییات مربوط به محدودیت‌های فوق در (Farhadi Bansouleh, 2009) ارائه شده است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

- **قید نیروی کار:** کل نیروی کار مورد نیاز برای فعالیت‌های کشاورزی نباید بیش‌تر از نیروی کار موجود در هر روستا در هر ماه باشد. نیروی کار موجود در هر روستا در هر ماه بوسیله ضرب تعداد نیروی کار در روستا و تعداد روزهای کاری هر ماه محاسبه شده است.
- **قید آب:** محدودیت آب به صورت ماهانه و سالانه در سطح واحد تقاضا مشخص شده است. بدین ترتیب که، کل آب مورد نیاز برای آبیاری فعالیت‌های مختلف کشاورزی در هر واحد تقاضا، نباید بیش‌تر از ۱/۲ برابر کل آب موجود از منابع آبی مختلف (کانال یا آب‌های زیرزمینی) برای آن واحد تقاضا در هر ماه باشد. این قید، قابلیت جابجایی۲۰٪ را برای انتقال آب بین واحدهای تقاضا در نظر می‌گیرد. همچنین، برای محدودیت سالانه در دسترس بودن آب نیز، فرض مشابهی در نظر گرفته شده است.
- **قید زمین:** کل مساحت تحت فعالیت‌های مختلف در هر واحد تقاضا، نباید از مساحت زمین‌های موجود در هر واحد تقاضا تجاوز کند.
- **قید ماشین آلات کشاورزی:** کل تعداد ساعات مورد نیاز به تراکتور برای انجام فعالیت‌های کشاورزی، نباید بیش‌تر از میزان در دسترس بودن تراکتور در دهستان در هر ماه باشد.
- **محدودیت الگوی کشت:** بررسی الگوی کشت در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد که برای جلوگیری از تولید بیش از حد کالاها، که منجر به کاهش جدی قیمت‌ها می‌شود، می‌بایست سه محدودیت اضافی، به منظور محدود کردن سطح زیر کشت چغندرقند، آفتابگردان و هندوانه، هرکدام به ۱۰٪ کل زمین موجود، تعریف شود.

مدل برنامه‌ریزی آرمانی وزنی

بر اساس رابطه ۱ و اهداف تعیین شده در رابطه های ۲ تا ۵، مدل برنامه‌ریزی آرمانی وزنی مطابق با روابط (۷) تا (۹) تعریف شده است. لازم به توضیح است که در روابط ارائه شده، میزان انحراف از آرمان‌ها با تقسیم بر آرمان آن واحد تقاضا برای آن هدف، استاندارد شده است.

$$Net\ Income + D_{\text{"Income",LU}} - E_{\text{"Income"},LU} = Income\ goal_{LU} \quad (۷)$$

$$Production\ Cost_{Cropsys,LU} + D_{\text{"Production Cost",LU}} - E_{\text{"Production Cost"},LU} = Production\ cost\ goal_{LU} \quad (۸)$$

$$Weighted\ deviation = \sum_{LU}\left(W_{\text{"Income"},LU} * \frac{D_{\text{"Income",LU}} + E_{\text{"Income"},LU}}{Income\ goal_{LU}} + W_{\text{"Production Cost"},LU} * \frac{D_{\text{"Production Cost"},LU} + E_{\text{"Production Cost"},LU}}{Production\ cost\ goal_{LU}}\right) \quad (۹)$$

که در روابط فوق،

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

- $Income\ goal_{LU}$ و $Production\ cost\ goal_{LU}$، آرمان‌های هر واحد تقاضا به ترتیب برای اهداف درآمد خالص و هزینه تولید هستند.
- $D_{\text{"Objective"},LU}$ و $E_{\text{"Objective"},LU}$، متغیرهای کمکی برای اهداف و واحدهای تقاضای مختلف
- $W_{\text{"Income"},LU}$، وزن هر هدف برای هر واحد تقاضا

نتایج

در مدل برنامه‌ریزی آرمانی وزنی استفاده شده در این تحقیق، سال ۱۳۸۴ به عنوان سال مبنا و اثر اهداف و سیاست‌های کشاورزی بر مساحت زیر کشت محصولات عمده کشاورزی در شهرستان برخوار و میمه برای سال ۱۳۹۴ برآورد می‌شود. در این قسمت، ابتدا، بر اساس سه سناریوی بیان شده در بخش قبل، واحدهای مکانی تقاضا تشکیل شده و سپس با توجه به مدل ارائه شده و اهداف برنامه‌ریزی شده، مدل برای هریک از سه سناریو اجرا و سپس نتایج مقایسه شده است. در ادامه، نتایج حاصل شده ارائه می‌شوند.

تعیین تقاضای کلی

پیش از اجرای مدل بهینه سازی، میزان تقاضای کاربری کشاورزی، به عنوان کل مساحتی که می‌بایست به محصولات کشاورزی اختصاص داده شود، با استفاده از زنجیره مارکوف تعیین شد. بدین منظور نیاز به نقشه‌های کاربری این منطقه بوده و از آنجایی که این نقشه‌ها در سال‌های قدیمی وجود نداشت، در تحقیق حاضر از تصاویر ماهواره‌ای LANDSAT و ASTER به منظور تهیه نقشه‌های کاربری این منطقه در سال‌های ۱۳۷۷ و ۱۳۸۴ استفاده شده است (http://gloviz.usgs.gov). در مرحله بعد، با استفاده از نقشه کاربری وضعیت موجود (سال ۱۳۷۷) و نقشه کاربری برای کالیبراسیون (سال ۱۳۸۴)، ماتریس احتمال تبدیل در این بازه زمانی تعیین می‌شود. سپس با تعیین میزان تقاضای کاربری‌ها در سال ۱۳۸۴، کالیبراسیون زنجیره مارکوف صورت می‌پذیرد. در مرحله بعد، براساس مقادیر کالیبره شده زنجیره مارکوف و معرفی نقشه مبنای سال ۱۳۷۷، پیش‌بینی میزان تقاضای کاربری کشاورزی برای سال ۱۳۹۴ تعیین می‌گردد (جدول ۱).

جدول (۱) مساحت موجود، مورد نیاز و میزان تقاضا (بر حسب پیکسل) برای کاربری کشاورزی در منطقه مورد مطالعه

نام کاربری	میزان کاربری موجود و آتی			میزان تقاضای کاربری		
	۱۳۷۷	۱۳۸۴	۱۳۹۴	۱۳۶۵-۱۳۷۷	۱۳۷۷-۱۳۸۴	۱۳۸۴-۱۳۹۴
کشاورزی	۵۶۶۲۵	۶۲۵۹۸	۶۸۰۴۱	۹۸۰۳	۷۸۳۹	۷۵۰۹

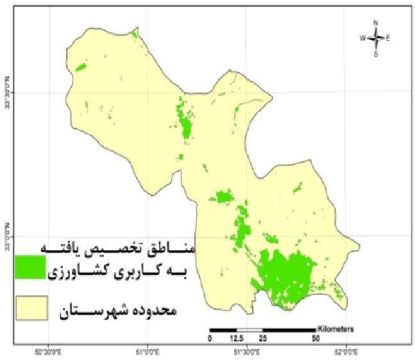
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

تولید واحد مکانی تقاضا

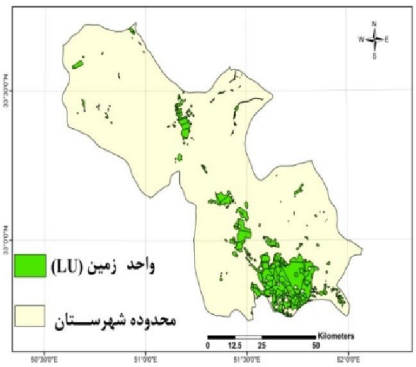
به منظور تولید واحد مکانی تقاضای ریزدانه، نیاز است در ابتدا مناطق دارای پتانسیل کشاورزی تعیین گردند. مراحل انجام این کار شامل موارد ذیل می باشد:

- با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای ASTER نقشه کاربری کشاورزی تهیه شد (شکل ۳ الف).
- نقشه تناسب کشاورزی بر مبنای روش فائو (FAO, 1976) تهیه شد. در این تحلیل نقشه های شیب و خاک به عنوان ورودی مدنظر قرار گرفتند. نقشه خاک متشکل از واحدهایی که از نظر ویژگی‌های فیزیکی خاک (بافت خاک، ظرفیت نگهداری آب، هدایت هیدرولیکی اشباع و عمق خاک) همگن می‌باشند، تهیه شد.
- با استفاده از تحلیل تیسن، حوزه جغرافیایی ۴۷ نقطه جمعیتی تعیین شد (شکل ۳ ج).
- با استفاده از همپوشانی نقشه کاربری کشاورزی (مناطق تخصیص یافته به کشاورزی)، نقشه مناطق دارای پتانسیل کشاورزی و نقشه تیسن روستاها، واحد مکانی تقاضا برای سناریو اول تشکیل می‌گردد (شکل ۳ ب). لازم به توضیح است که در همپوشانی سه نقشه مذکور، واحدهای کوچک (مناطق کمتر از ۵۰ هکتار) وجود داشت که با پلی‌گون‌های بزرگتر همجوار ادغام شد.

در مرحله بعد حوزه جغرافیایی نقاط جمعیتی (۴۷ نقطه) و دهستان‌های منطقه (۶ دهستان) به ترتیب به عنوان واحد مکانی تقاضا برای سناریو دوم و سناریو سوم در نظر گرفته شده است (شکل ۳ ج و د).

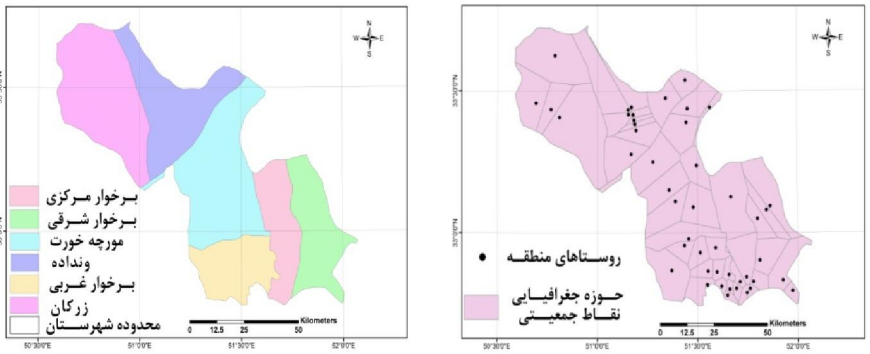


الف



ب

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]



ج د

شکل (۳) نقشه مناطق دارای پتانسیل کشاورزی (الف)، واحد مکانی تقاضا در سناریو اول (ب)، سناریو دوم (ج) و سناریو سوم (د)

اجرای مدل

در اجرای مدل برنامه‌ریزی آرمانی وزنی ارائه شده در بخش ۲، مقدار آرمان هر تابع هدف، با استفاده از بهینه‌سازی آن هدف به صورت جداگانه تعیین شد. در این مطالعه با استفاده از نتایج طرح جامع توسعه کشاورزی استان اصفهان و همچنین دانش کارشناسان ذیربط، وزن‌های ۰/۷ و ۰/۳ به ترتیب برای اهداف درآمد خالص و هزینه تولید در نظر گرفته شده‌اند.

در مرحله بعد مدل برنامه‌ریزی برای هریک از سه سناریو اجرا شده و خروجی مدل بهینه‌سازی، که اندازه بهینه هر کاربری به منظور تامین میزان تقاضا در طول سال‌های ۱۳۹۴ - ۱۳۸۴ می‌باشد، به ازای واحدهای مکانی تقاضای تعریف شده در هریک از سه سناریو تعیین شده است. در این مطالعه، نرم افزار GAMS 23.7 برای برنامه‌نویسی و حل مدل برنامه‌ریزی خطی به کار گرفته شده است. جدول ۲، نمونه‌ای از نتایج حاصل شده را نشان می‌دهد. در این جدول، میزان کل تقاضای تمام محصولات در واحدهای تقاضای سناریو اول و سناریو دوم تا سطح دهستان ادغام شده و با نتایج حاصل شده از سناریوی سوم که در سطح دهستان می‌باشند مقایسه شده است. همچنین در این جدول، میزان تقاضا برای دو محصول گندم و جو، که درصد بالایی از مساحت زیر کشت در هر دهستان را به خود اختصاص می‌دهد، در هر سناریو نشان داده شده است.

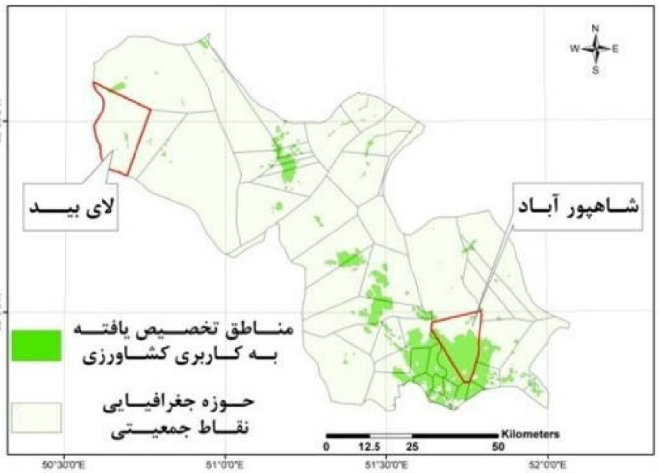
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

جدول(۲) کل مساحت اختصاص داده شده به هردهستان و مساحت اختصاص داده شده به گندم و جو در هر دهستان در سناریوهای مختلف

دهستان	مساحت اختصاص داده شده (هکتار)					
	سناریو اول		سناریو دوم		سناریو سوم	
	مساحت گندم و جو	مجموع	مساحت گندم و جو	مجموع	مساحت گندم و جو	مجموع
برخوار شرقی	۱۲۴۴	۱۵۵۴	۸۹۱	۹۹۴	۷۸۷	۹۸۵
مرکزی	۶۲۵	۱۰۳۹	۵۹۶	۸۵۶	۶۰۱	۸۳۸
زرکان	۰	۱۶۲	۰	۶۹۳	۰	۷۲۱
ونداده	۸	۸۶۹	۶۵	۱۶۱۸	۷۱	۱۵۳۷
برخوار غربی	۱۴۴۸	۱۸۰۹	۱۱۱۵	۱۲۴۵	۱۱۷۹	۱۳۱۱
مورچه خورت	۱۴۱۴	۲۰۷۶	۱۶۷۳	۲۱۰۳	۱۷۱۰	۲۱۱۷
مجموع	۴۷۳۹	۷۵۰۹	۴۳۴۰	۷۵۰۹	۴۳۴۸	۷۵۰۹

با توجه به نتایج مدل بهینه‌سازی، همانطور که در جدول ۲ نشان داده شده است، اندازه بهینه هر کاربری به نوع واحد مکانی تقاضا در مدل بستگی دارد. بدین مفهوم که با تغییر واحد تقاضا، میزان مساحت اختصاص داده شده به هر کاربری تغییر خواهد کرد. این مهم در شکل ۴ نشان داده شده است. در این شکل دو روستای شاهپور آباد و لای بید که دارای مساحت تقریبا برابر هستند، انتخاب شده و نتیجه فرایند تعیین میزان تقاضا برای این دو روستا تحت سناریو اول و دوم نشان داده شده است. بنابر نتایج حاصل شده میزان تقاضا برای روستای شاهپورآباد و لای بید تحت سناریو اول به ترتیب برابر با ۴۲۹ هکتار و ۴۸ هکتار، و تحت سناریو دوم به ترتیب برابر با ۳۹۶ هکتار و ۱۴۹ هکتار بدست آمده است. بنابراین، با توجه به نتایج سناریو اول، در روستای شاهپور آباد که در قسمت جنوبی منطقه و بخش دارای پتانسیل برای کشاورزی واقع شده، میزان تقاضا ۸/۹ برابر روستای لای بید می‌باشد، که در بخش فاقد پتانسیل مناسب برای کشاورزی واقع شده است. این میزان تقاضا برای روستای شاهپور آباد در سناریوی دوم، ۲/۶۶ برابر روستای لای بید بدست آمده است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]



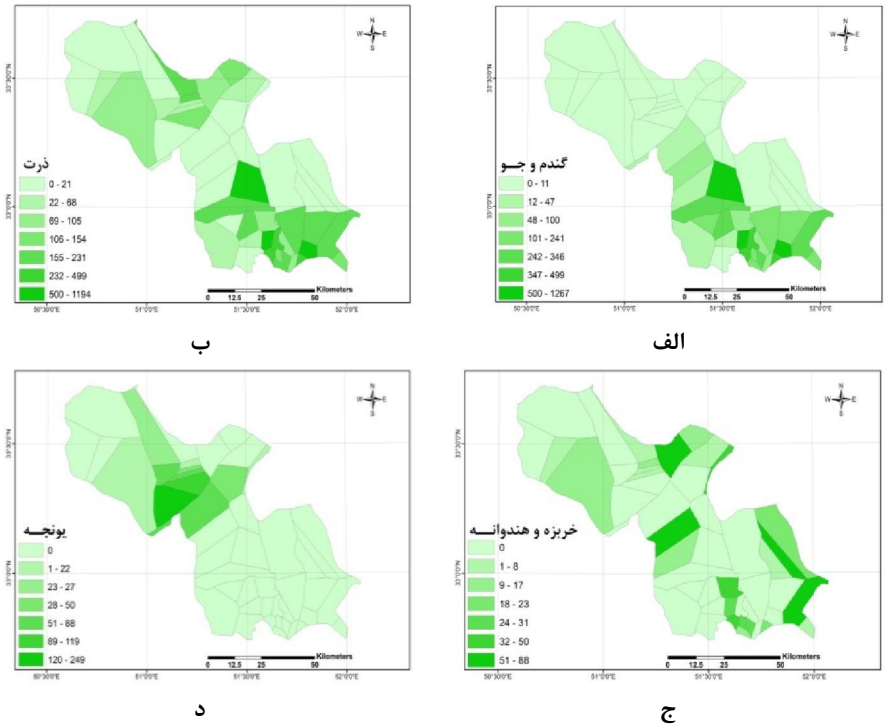
شکل (۴) موقعیت مکانی دو روستای شاهپور آباد و لای بید

این امر بدان دلیل است که در سناریوی دوم، میزان تقاضا برای واحدهایی که تنها از لحاظ ویژگی‌های مدیریتی همگن هستند تعیین شده و در نتیجه میزان پتانسیل کشاورزی تاثیری بر اجرای این فرایند نداشته و میزان تقاضا برای تمام روستاهای شهرستان محاسبه شده است. این موضوع برای سناریوی سوم نیز صادق است. در این سناریو، میزان تقاضا برای تمام دهستان‌های منطقه محاسبه گردیده است. این در حالی است که در سناریوی اول، با در نظر گرفتن واحدهایی که از لحاظ ویژگی‌های محیطی و مدیریتی همگن هستند، به عنوان واحدهای مکانی تقاضای ریزدانه، میزان تقاضا تنها برای واحدهایی که دارای پتانسیل برای انجام کشاورزی می‌باشند محاسبه شده است. به همین دلیل در مقایسه دو روستای با مساحت تقریبا مساوی، در سناریو اول به روستایی که پتانسیل بالاتری برای کشاورزی دارا می‌باشد، نسبت به روستایی که پتانسیل کمتری برای کشاورزی دارد، میزان مساحت بیشتری برای تامین تقاضا، اختصاص داده شده و این امر دلالت بر اولویت بالاتر سناریو اول دارد. با توجه به آنچه گفته شد، میزان اهمیت و لزوم در نظر گرفتن واحدهای برنامه‌ریزی ریزدانه در آنالیز تقاضا و در نتیجه اولویت بالاتر سناریو اول به دو سناریوی دیگر اثبات می‌شود.

همچنین به منظور نمایش مکانی نتایج بدست آمده در سطح واحدهای مکانی تقاضا یا سطوح بالاتر، در این بخش، الگوی جدید تعدادی از محصولات کشاورزی منطقه با توجه به مقادیر پیشنهادی آن‌ها در سناریو اول، تا سطح روستا ادغام و در شکل ۵ نشان داده شده است. با بررسی این شکل مشخص می‌شود که با در نظر گرفتن اهداف بیشینه نمودن درآمد و کمینه

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

نمودن هزینه به منظور تعیین میزان تقاضا برای سال ۱۳۹۴ در شهرستان برخوار و میمه، کشت گندم، جو و ذرت به صورت سیستم کشت دو محصولی، می‌بایست در قسمت جنوبی شهرستان، کشت خربزه و هندوانه در قسمت‌های حاشیه‌ای شهرستان، و کشت یونجه در قسمت شمالی این شهرستان صورت گیرد.



شکل (۵) الگوی کشت بدست آمده با استفاده از سناریو اول، برای گندم و جو (الف)، ذرت (ب)، خربزه و هندوانه (ج) و یونجه (د) (بر حسب هکتار)

بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش به منظور تعیین میزان تقاضای محصولات کشاورزی، به بهینه سازی یک مسئله برنامه‌ریزی خطی چند هدفه با اهداف بیشینه نمودن درآمد خالص و کمینه نمودن هزینه تولید، با در نظر گرفتن محدودیت‌های زمین، آب، نیروی کار، ماشین آلات کشاورزی و الگوی کشت پرداخته شده است. در این مدل، با در نظر گرفتن واحدهایی که از لحاظ ویژگی‌های محیطی و مناطق مدیریتی همگن هستند به عنوان واحد تقاضای ریزدانه، میزان

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

تاثیر قابلیت‌ها و پتانسیل کاربری در تعیین میزان تقاضای کاربری مشخص شده است. علاوه بر این، در تحقیق حاضر به منظور مقایسه نتایج، با در نظر گرفتن دو واحد برنامه‌ریزی درشت‌دانه (حوزه جغرافیایی نقاط جمعیتی و دهستان)، دو سناریوی دیگر تعریف و مدل برای هریک از سه سناریو اجرا شده است.

نتایج حاصل از اجرای این مدل منجر به تعیین مساحت بهینه انواع محصولات کشاورزی تحت سه سناریو گردید. افزون بر این، با استفاده از GIS، الگوی کشت پیشنهادی در سطح واحدهای مکانی به طور نسبی نشان داده شد. نتایج بررسی این مدل برای منطقه مورد مطالعه، حاکی از وابستگی میزان تقاضای کاربری به نوع واحد مکانی مورد استفاده بوده و دلالت بر اولویت بالاتر واحدهای تقاضای ریزدانه (واحدهای همگن محیطی- مدیریتی) بر واحدهای تقاضای درشت‌دانه (واحدهای همگن مدیریتی) و درنتیجه اولویت بالاتر سناریو اول بر دو سناریوی دیگر دارند. بنابراین، با بررسی نتایج حاصل شده مشخص می‌شود که در مسئله تخصیص کاربری نیاز است تا با کوچک‌تر کردن واحد تقاضا، میزان تقاضا برای واحدهایی که دارای قابلیت و پتانسیل لازم برای آن کاربری هستند تعیین شوند. همچنین می‌توان نتیجه گرفت که با استفاده از GIS در مسئله تعیین میزان تقاضا، علاوه بر ارائه پیشنهادات به برنامه‌ریزان از طریق جداول، نقشه‌های الگوی کشت در منطقه برای هر محصول، به صورت مشخصی نتایج را در سطح واحدهای مکانی نشان می‌دهند. لازم به ذکر است که نقشه‌های حاصل شده، مکان دقیق هر کاربری را مشخص نکرده و تنها به منظور ارائه پیشنهادات در این زمینه در نظر گرفته شده‌اند. لذا به منظور تعیین مکان دقیق هر کاربری، نیاز به انجام فرایند تخصیص کاربری به صورت کامل می‌باشد.

یکی از محدودیت‌های این مدل، استفاده از ضرایب و نقشه کاربری مشخص و در نتیجه استاتیک بودن مدل حاضر می‌باشد. لیکن با توجه به افزایش جمعیت، تغییر شرایط اجتماعی و اقتصادی، تغییر مرز مناطق جمعیتی و گسترش زمین‌های کشاورزی، به منظور تعیین هرچه دقیق‌تر میزان تقاضا، استفاده از نقشه کاربری و همچنین تعیین ضرایب مدل در سال مبدا برنامه‌ریزی برای تعیین میزان تقاضا در هر دوره برنامه‌ریزی پیشنهاد می‌گردد. با استفاده از این رویکرد، به نوعی ویژگی پویایی به مدل حاضر افزوده می‌شود. همچنین، با توجه به نیاز مدل به نقشه کاربری کشاورزی، پیشنهاد می‌گردد از روش‌های دقیق‌تر بدین منظور استفاده شود.

هدف از انجام این مقاله مطرح کردن اهمیت موضوع استفاده از واحدهای تقاضای ریزدانه در برآورد میزان تقاضا می‌باشد. مهم‌ترین مزیت این روش، تعیین دقیق‌تر میزان تقاضا و در نتیجه تصمیم‌گیری برای تخصیص مناسب زمین‌های قابل کشت براساس نیاز جامعه به محصولات

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

کشاورزی می‌باشد. همچنین تحت چهارچوب مدل پیشنهادی، اهداف و محدودیت‌های مختلف دیگری به آسانی می‌توانند در مدل جای گیرند و یک برنامه کشت مناسب می‌تواند تهیه شود. این مدل بهینه‌سازی، تحلیل سناریوهای مختلف مرتبط با اهداف متفاوت محیطی، اجتماعی و اقتصادی را امکان پذیر می‌سازد. بنابراین، نتایج این تحقیق را می‌توان با تغییرات مورد نظر برای سایر مناطق با اهداف و محدودیت‌های دیگر مدنظر قرار داد.

منابع و ماخذ

۱. امینی فسخودی، عباس؛ نوری، سید هدایت اله؛ حجازی، سید رضا (۱۳۸۷) **تعیین الگوی بهینه بهره‌برداری در اراضی زراعی ناحیه شرق اصفهان به کمک رهیافت برنامه‌ریزی آرمانی**، مجله اقتصاد کشاورزی، جلد ۲، شماره ۴، صص ۱۹۷-۱۷۷.

۲. پرهیزکار، اکبر؛ غفاری گیلانده، عطا (۱۳۸۵) **سامانه اطلاعات جغرافیایی و تحلیل تصمیم چند معیاری**، انتشارات سازمان سمت، تهران.

۳. فلاح شمسی، سید رشید؛ سبحانی، هوشنگ؛ سعید، ارسطو؛ درویش صفت، علی اصغر؛ فرجی دانا، احمد (۱۳۸۴) **مدل برنامه‌ریزی خطی در تخصیص زمین به کاربری‌های مختلف در حوزه آبخیز کلیبر چای وسطی**، مجله منابع طبیعی ایران، جلد ۵۸، شماره ۳، صص ۵۷۹-۵۸۹.

۴. راعی جدیدی، مهری؛ صبوحی صابونی، محمود (۱۳۸۹) **برنامه‌ریزی زراعی با استفاده از مدل برنامه‌ریزی چند هدفه فازی**، مجله دانش کشاورزی پایدار، جلد ۲۰/۲، شماره ۱، صص ۱۱-۲۲.

۵. ضیایی، سامان؛ صبوحی صابونی، محمود (۱۳۸۷) **بهینه‌سازی الگوی کشت با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی فازی با رویکرد حد تغییرات مجاز: مطالعه موردی شهرستان نیشابور**، مجله اقتصاد کشاورزی، جلد ۳، شماره ۱، صص ۲۲۹-۲۱۷.

۶. طرح جامع توسعه کشاورزی استان اصفهان (۱۳۸۰) **مطالعات سنتز (جلد هجدهم)**، موسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی، تهران، ایران.

۷. کریمی، محمد؛ مسگری، محمد سعدی؛ شریفی، محمد علی (۱۳۸۸) **ارائه مدلی GIS مبنا برای برنامه‌ریزی کاربری اراضی منطقه‌ای (منطقه مورد مطالعه: شهرستان برخوار**

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

و میمه)، نشریه علمی-پژوهشی سنجش از دور و GIS ایران، سال اول، شماره چهارم، صص ۲۱-۴۰.

۸. مهرگان، محمدرضا (۱۳۸۶) **تصمیم‌گیری با چندین هدف**، چاپ اول، دانشکده مدیریت تهران، ۳۴۰ ص.

Agrell, P.J., Stam, A., Fischer, G.W., (2004) ***Interactive multi-objective agro-ecological land use planning: The Bungoma region in Kenya***. European Journal of Operational Research 158, 194-217.

Biswas, A., Pal, B.B., (2005) ***Application of fuzzy goal programming technique to land use planning in agricultural system***. Omega 33, 391-398.

Chen, Y., Li, X. Su, W., Li, Y., (2008) ***Simulating the optimal land-use pattern in the farming-pastoral transitional zone of Northern China***. Computers, Environments and Urban Systems 32, 407-414.

Farhadi Bansouleh, B., (2009) ***Development of a spatial planning support system for agricultural policy formulation related to land ad water resources in Borkhar & Meymeh district***. Iran, Ph.D. Thesis, International Institute for Geo-Information Science & Earth Observation (ITC), Enschede, Wageningen University, The Netherlands.

F.A.O., (1976) ***A framework for land evaluation***. F.A.O soils bulletin,Pb No 32. Rome.

Karimi, M., Sharifi, M.A., Mesgari, M.S., (2012) ***Modeling land use interaction using linguistic variables***. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation 16, 42-53.

Liu, Y, Lv, X, Qin, X, Guo, H, Yu, Y, Wang, J, Mao, G, (2007) ***An integrated GIS-based analysis system for land-use management of lake areas in urban fringe***. Landscape and Urban Planning 82, 233–246.

Sadeghi, S.H.R., Jalili, Kh. Nikkami, D., (2009) ***Land use optimization in watershed scale***. Land Use Policy 26, 186-193.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

Sante-Riveira, I., Crecente-Maseda, R., Miranda-Barros, D., (2008) ***GIS-based planning support system for rural land-use allocation***. Computer and Electronics in Agriculture.

Sante, I., Crecente, R., (2007) ***LUSE, a decision support system for exploration of rural land use allocation: Application to the Terra Cha district of Galicia (N. W. Spain)***. Agricultural Systems 94, 341-356.

SCI, 2008 Housing and Population Census (HPC) (2006) ***Statistical Center of Iran (SCI)***. Retrieved: 15 December 2008.

Stewart, W.J., (1994) ***Introduction to the Numerical Solution of Markov Chains***. Princeton, NJ: Princeton University Press.

Taleai, M., Sharifi, A., Sliuzas, R., Mesgari, M., (2007) ***Evaluating the compatibility of multi-functional and intensive urban land uses***. International Journal of Applied Earth and Geoinformation 9, 375-391.

Verburg, P.H., Soepboer, W., Veldkamp, A., Limpiada, R., Espaldon, V., Mastura, S.S.A., (2002) ***Modelling the Spatial Dynamics of Regional Land Use: The CLUE-S Model***. Environ. Manage. 30 (3), 391- 405.

Verburg, P.H., and Overmars, K.P., (2009) ***Combining top-down and bottom-up dynamics in land use modeling: exploring the future of abandoned farmlands in Europe with the Dyna-CLUE model***. Landscape Ecol, DOI 10.1007/s10980-009-9355-7.

Wang, X., Yu, S., Huang, G.H., (2004) ***Land allocation based on integrated GIS-optimization modeling at a watershed level***. Landscape and Urban Planning 66, 61-74.

Xu, X., Gao, Q., Liu, Y.H., Wang, J.A., Zhang, Y., (2009) ***Coupling a land use model and an ecosystem model for a crop-pasture zone***. Ecological Modelling 220, 2503-2511.

Zeng, X., Kang, S., Li, F., Zhang, L., Guo, P., (2010) ***Fuzzy multi-objective linear programming applying to crop area planning***. Agricultural Water Management 98, 134-142.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]