فصلنامه ی اقتصاد مقداری (بررسیهای اقتصادی سابق) زمستان ۱۴۰۴ ۲۱ (۴) ۳۹-۹۵



فصلنامه ی اقتصاد مقداری

صفحه ی اصلی وب سایت مجله:
www.jqe.scu.ac.ir
شاپا الکترونیکی: ۴۲۷۱-۲۷۱۷
شاپا چاپی: ۵۸۵۰-۲۰۰۸

بهینه‌سازي متمرکز و توزیعي کاشت محصول گوجه فرنگی از بعد اقتصادی تحت شرایط عدم‌قطعیت: مطالعه موردي عرضة گوجه فرنگي در جنوب استان کرمان

بتول مسلمی *، ابراهیم مرادی **، سید مهدی حسینی ***، مهدی جعفری ****

* * دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران.
** دانشیار، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه سیستان و بلوچستان ،زاهدان، ایران (نویسنده مسئول).
*** دانشیار، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه سیستان و بلوچستان ،زاهدان، ایران.
**** دانش آموخته دکتری، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت: ۱۱ در ۱۴۰۳
تاریخ بازنگری: ۱۹ فروردین ۱۴۰۴
تاریخ پذیرش: ۲۴ فروردین ۱۴۰۴

ارتباط با نویسنده مسئول:
ایمیل:
eb_moradi@eco.usb.ac.ir
0000-0002-1408-1716

طبقه‌بندی JEL: Q180، Q110، Q160

واژگان کلیدی:
بهینه‌سازی، گوجه‌فرنگی،عدم قطعیت، جنوب کرمان

آدرس پستی: ***زاهدان، دانشگاه سیستان و بلوچستان، دانشکده اقتصاد و علوم اداری . کد پستی : ۹۸۱۶۷۴۴۴۱۵***

اطلاعات تکمیلی:
این مقاله برگرفته از رساله‌ی دکتری خانم بتول مسلمی در رشته .اقتصاد کشاورزی. به راهنمایی دکتر مرادی و دکتر حسینی و مشاوره دکتر جعفری در دانشگاه .سیستان و بلوچستان است.
قدردانی: از تمامی افراد و موسساتی که در انجام این تحقیق مولف را مساعدت نمودند، قدردانی میشود.
تضاد منافع: نویسندگان مقاله اعلام می‌کنند که در انتشار مقاله ارائه شده تضاد منافعی وجود ندارد.
منابع مالی: نویسنده‌ها هیچگونه حمایت مالی برای تحقیق، تألیف و انتشار این مقاله دریافت نکرده‌اند.

چکیده

عدم تعادل عرضه و تقاضا در محصول گوجه‌فرنگی در ایران یک مشکل چندوجهی است که نیاز به همکاری بین کشاورزان، دولت، صنایع تبدیلی و سایر ذینفعان دارد. هدف از این پژوهش بهینه‌سازي متمرکز و توزیعي میزان کاشت محصول گوجه فرنگی در جنوب استان کرمان است. به‌منظور مقایسه پارامترهای اقتصادی (تابع هدف و سود) در شرایط قطعی و غیرقطعی در سناریوهای مختلف، از مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی توزیعی و متمرکز استفاده شد. مدل برنامه‌ریزی ریاضی عرضه گوجه‌فرنگی در چهار سناریو (توزیعی و متمرکز) شامل: عدم مشارکت کشاورزان با یکدیگر (A)،محدودیت زمین (B)، تبادل اطلاعات با نهادهای دولتی (S) و اتخاذ تصمیم متمرکز (C)، تحلیل شد. داده‌های مورد استفاده در این پژوهش از طریق پرسشنامه و مصاحبه با کشاورزان عمده محصول گوجه‌فرنگی در بازه زمانی ۱۳۹۹ تا ۱۴۰۲ از سه شهرستان جیرفت و عنبرآباد، کهنوج و رودبار جنوب جمع‌آوری شده است. با توجه به سناریوهای مورد بررسی، نتایج نشان داد که سناریو S نزدیک‌ترین سناریو به شرایط بهینه است، که این امر حاکی از آن است که اطلاعات مشترک مربوط به تقاضا برای مشارکت کشاورزان کافی است. در سناریو A، عدم توجه به تقاضای بازار و عدم لحاظ کردن هیچ‌گونه محدودیتی برای سطح زیرکشت هر رقم، موجب می‌شود شرایط برای عرضه گوجه‌فرنگی نامساعد گردد. همچنین، نتایج شرایط غیرقطعی با شرایط قطعی یکسان است، اما تمامی سناریوها در شرایط غیرقطعی عملکرد بهتری نسبت به شرایط قطعی از خود نشان می‌دهند. بر اساس نتایج این پژوهش، پیشنهاد می‌شود که با توجه به شباهت تابع هدف و سود بر هکتار میان سناریوهای S و C، راه‌حل مناسب برای بهینه‌سازی کاشت گوجه‌فرنگی این است که استقلال کشاورزان حفظ شده و مدلی توزیعی به‌کار گرفته شود که حداقل اطلاعات مربوط به تقاضا را متناسب با مساحت زمین کشاورزان جمع‌آوری کرده و تنها در اختیار یک هماهنگ‌کننده مرکزی قرار دهد (سناریو S).

ارجاع به مقاله:

مسلمی، بتول.، مرادی، ابراهیم.، حسینی، سیدمهدی و جعفری، مهدی. (۱۴۰۴). بهینه‌سازي متمرکز و توزیعي کاشت محصول گوجه فرنگي از بعد اقتصادی تحت شرایط عدم‌قطعیت: مطالعه موردي عرضة گوجه فرنگي در جنوب استان کرمان. *فصلنامه‌ی اقتصاد مقداری (بررسی‌های اقتصادی سابق)*، ؟؟؟؟؟؟.

doi 1؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟5

© 2025 Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

۱- مقدمه

کشاورزی به‌عنوان یکی از قدیمی‌ترین و حیاتی‌ترین فعالیت‌های اقتصادی بشر، همواره نقش تعیین‌کننده‌ای در تأمین امنیت غذایی و رشد اقتصادی جوامع داشته است (FAO, 2019). در میان محصولات کشاورزی، گوجه‌فرنگی به‌دلیل کاربرد گسترده در صنایع غذایی و ارزش[1]

[1] Food and Agriculture Organization of the United Nations

غذایی بالا، از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است (Lee, Bogner, Koellner, 2016.). با این حال، چالش‌های متعددی از جمله نوسانات قیمت، عدم هماهنگی بین عرضه و تقاضا، و محدودیت‌های منابع طبیعی، به‌ویژه در مناطق با اقلیم خاص مانند جنوب ایران، موجب شده است که برنامه‌ریزی بهینه برای تولید و عرضه این محصول به یک ضرورت تبدیل شود. (Rahmani, Ahmadi, & Hosseini,2018).

در این راستا، استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی به‌عنوان ابزاری قدرتمند برای تصمیم‌گیری در شرایط قطعی و غیرقطعی، می‌تواند راهکارهای مناسبی برای بهبود عملکرد اقتصادی کشاورزان و کاهش ریسک‌های مرتبط ارائه دهد (Azad, Rahmani& Hosseini, 2020).در مناطق جنوبی ایران، به‌ویژه شهرستان‌های جیرفت، عنبرآباد، کهنوج و رودبار جنوب، کشت گوجه‌فرنگی به‌عنوان یکی از محصولات استراتژیک، نقش تعیین کننده‌ای در اقتصاد محلی ایفا می‌کند (jahad Agriculture of south kerman,2025).

با این وجود، کشاورزان این مناطق با چالش‌های متعددی مواجه هستند که از جمله می‌توان به نوسانات قیمت، عدم دسترسی به اطلاعات دقیق از تقاضای بازار، محدودیت منابع آبی و زمینی، و عدم هماهنگی بین تولیدکنندگان اشاره کرد (Mohammadi, Karami, & Esmaeili, 2020). این مسائل منجر به کاهش سودآوری، افزایش ضایعات و ناکارآمدی در عرضه محصول شده است (Karami, Mohammadi, & Azad, 2019).

از سوی دیگر، رویکردهای مختلف برنامه‌ریزی، از جمله مدل‌های توزیعی و متمرکز، می‌توانند تأثیرات متفاوتی بر عملکرد اقتصادی کشاورزان داشته باشند. در مدل‌های توزیعی، کشاورزان به‌صورت مستقل عمل می‌کنند، در حالی که در مدل‌های متمرکز، تصمیمات به‌صورت یکپارچه و با در نظر گرفتن منافع کلی اتخاذ می‌شوند (Norouzi, Azad, & Hosseini, 2021). با این حال، انتخاب بهترین استراتژی برای بهینه‌سازی تولید و عرضه گوجه‌فرنگی، نیازمند بررسی دقیق تأثیرات هر یک از این مدل‌ها در شرایط مختلف است (Rahmani, Ahmadi, & Hosseini,2018)مشکل عدم تعادل عرضه و تقاضا در محصول گوجه‌فرنگی در ایران، مانند بسیاری از محصولات کشاورزی، ناشی از عوامل متعددی است که می‌تواند به طور مستقیم یا غیرمستقیم بر بازار این محصول تأثیر بگذارد. گوجه‌فرنگی یک محصول فصلی است و تولید آن به شدت تحت تأثیر شرایط آب و هوایی قرار دارد. تغییرات ناگهانی بارش‌های نامنظم، خشکسالی یا سیل می‌توانند باعث کاهش یا افزایش ناگهانی عرضه شود. بسیاری از کشاورزان بدون در نظرگرفتن به پیش‌بینی‌های بازار

و تقاضا، اقدام به کشت گوجه‌فرنگی می‌نمایند. این موضوع باعث می‌شود بازار در برخی فصول با مازاد عرضه و در فصول دیگر با کمبود مواجه شود.

ضعف در سیستم‌های نگهداری، حمل‌ونقل و توزیع باعث می‌شود بخشی از محصول پیش از رسیدن به بازار از بین برود. این موضوع به ویژه در فصل‌های پرعرضه بیشتر مشهود است. سیاست‌های دولت در زمینه واردات یا صادرات گوجه‌فرنگی می‌توانند اثرات قابل‌توجهی بر بازار داخلی داشته باشند. به عنوان مثال، صادرات بی‌رویه در زمان کمبود عرضه داخلی می‌تواند باعث افزایش قیمت‌ها شود. به علاوه تغییرات تقاضای بازار نیز نقش مهمی در عدم تعادل بازار می‌تواند داشته باشد.

مطالعه حاضر بر این فرضیه تمرکز دارد که توسعه سیستم‌های پیش‌بینی دقیق‌تر عرضه و تقاضا می‌تواند به کشاورزان یاری رساند تا تصمیمات بهتری در مورد زمان و میزان کشت بگیرند منطقه انتخاب شده برای پژوهش جنوب استان کرمان است که یکی از قطب‌های اصلی تولید و عرضه گوجه فرنگی در کشور است. به طوری که در سال زراعی ۱۴۰۲ به میزان ۸ هزار و ۷۰۰ هکتار با پیش بینی تولیدی بالغ بر ۳۳۴ هزار تن گوجه فرنگی تولید زمستانه و بهاره برنامه ریزی تولید صورت گرفته است (jahad Agriculture of south kerman,2025).

در زمینه نحوه مدیریت سطح زیر کشت دو دیدگاه مطرح است در دیدگاه توزیعی، کشاورزان مستقل و بدون هماهنگی با سایر کشاورزان درمورد برنامه کشت خود تصمیم‌گیری می‌کنند. در دیدگاه برنامه‌ریزی متمرکز، یک نهاد تصمیم‌گیرنده وجود دارد (مانند جهاد کشاورزی) که از پیش‌بینی تقاضای بازار اطلاع دارد و اطلاعات تمام کشاورزان ازجمله سطح زمین در دسترس‌شان را در اختیار دارد. لذا در این پژوهش چهار سناریوی مختلف شامل: عدم مشارکت کشاورزان با یکدیگر (A)،محدودیت زمین (B)، تبادل اطلاعات با نهادهای دولتی (S) و اتخاذ تصمیم متمرکز (C)، تحلیل شد. و سودآوری سناریوها و عملکرد اقتصادی در قالب برنامه‌ریزی ریاضی در این چهار سناریو بررسی خواهد شد. عامل دیگر دخالت دادن عدم قطعیت در مدلهای برنامه ریزی ریاضی است. در ادامه مبانی نظری پژوهش، روش‌شناسی پژوهش، نتایج و بحث و نتیجه گیری آورده شده است.

۲- مبانی نظری

یکی از مهم‌ترین بخش‌ها در اقتصاد هر کشور، کشاورزی است که نقش کلیدی در استقلال سیاسی و اقتصادی آن ایفا می‌کند. ایران، با داشتن مواهب طبیعی فراوان و موقعیت اقلیمی خاص، از ظرفیت‌های بالایی در بخش کشاورزی برخوردار است. این ویژگی‌ها بستری مناسب

برای تأکید بر کشاورزی به‌عنوان محور توسعه اقتصادی کشور فراهم می‌آورد. با این حال، علی‌رغم پتانسیل‌های بالقوه، بخش کشاورزی به دلیل مشکلات متعدد، نتوانسته است کارایی لازم را در جهت بهره‌برداری از این استعدادها داشته باشد (Mirzajan, Azad, Rahmani, 2015). یکی از مهم‌ترین چالش‌های این بخش، عدم آگاهی کشاورزان از الگوی کشت بهینه محصولات کشاورزی براساس تقاضا است. برهم خوردن تعادل عرضه و تقاضا در بازار موجب می‌شود که در برخی سال‌ها، محصولاتی با عرضه زیاد و قیمت پایین مواجه می‌شود و کشاورزان متضرر شوند، در حالی که در سال‌های دیگر با کاهش تولید برخی محصولات، قیمت‌ها افزایش یافته و نارضایتی مصرف‌کنندگان را به دنبال دارد (Cid-Garcia, 2014).

دولت و نهادهای سیاست‌گذار در بخش کشاورزی می‌توانند با ایجاد سامانه‌های هوشمند نظارت در فرآیند تولید و توزیع، پیش‌بینی دقیق‌تری از عرضه و تقاضا ارائه دهندو مدیریت عرضه و تقاضا در بازار فراهم کنند. در این راستا، با پایش مستمر و پیش‌بینی تقریباً دقیق آن در آینده، می‌توان از نوسانات شدید قیمت‌ها جلوگیری کرد و از هدررفت منابع ناشی از عدم هماهنگی در تولید در مناطق مختلف جلوگیری نمود. در نتیجه، مدل‌های یکپارچه زنجیره تأمین محصولات کشاورزی می‌توانند به بهینه‌سازی تولید و توزیع کمک کنند.

از سوی دیگر، با ویژگی‌های اقلیمی و منابع آب مناسب، به‌عنوان یکی از مناطق مستعد کشاورزی در ایران شناخته می‌شود. این منطقه شامل هفت شهرستان جیرفت، کهنوج، عنبرآباد، منوجان، رودبارجنوب، قلعه‌گنج و فاریاب است و با سطح زیرکشت حدود ۲۴۲ هزار هکتار، ۲۹ درصد از سطح زیرکشت استان و ٦٧ درصد از کل تولید محصولات کشاورزی و دامی آن را به خود اختصاص داده است. این منطقه در تولید بیش از ۱۰ محصول کشاورزی رتبه‌های اول تا سوم کشور را داراست و گوجه‌فرنگی یکی از محصولات مهم آن به شمار می‌رود.یکی از ویژگی‌های منحصر به‌فرد این منطقه، امکان کاشت و برداشت چندین دوره‌ای گوجه‌فرنگی در یک سال زراعی است، که این امر آن را به یک منطقه بی‌نظیر در کشور تبدیل کرده است (jahad Agriculture of south kerman,2025).

کشاورزی به‌عنوان یکی از قدیمی‌ترین و حیاتی‌ترین فعالیت‌های اقتصادی بشر، همواره نقش تعیین‌کننده‌ای در تأمین امنیت غذایی و رشد اقتصادی جوامع داشته است. بر اساس گزارش سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (FAO, 2021)، بیش از ۶۰ درصد از جمعیت فقیر جهان در مناطق روستایی زندگی می‌کنند و وابستگی مستقیمی به کشاورزی دارند. در کشورهای در حال توسعه، کشاورزی سهم قابل توجهی در تولید ناخالص داخلی

(GDP2) و فرصتهای شغلی دارد. به‌عنوان مثال، در هند، کشاورزی حدود ۱۷ درصد از GDP و بیش از ۵۰ درصد از اشتغال را به خود اختصاص داده است (World Bank, 2020). در ایران نیز بخش کشاورزی نقش مهمی در اقتصاد ایفا می‌کند. بر اساس گزارش وزارت جهاد کشاورزی (۲۰۲۰)، کشاورزی حدود ۱۰ درصد از GDP و بیش از ۲۰ درصد از اشتغال را تشکیل می‌دهد. این بخش نه تنها به‌عنوان تأمین کننده امنیت غذایی، عمل می‌کند، بلکه به‌عنوان موتور محرکه توسعه اقتصادی در مناطق روستایی و کاهش فقر نیز شناخته می‌شود.

گوجه‌فرنگی به‌عنوان یکی از محصولات استراتژیک، اهمیت ویژه‌ای در اقتصاد کشاورزی ایران دارد. این محصول به‌دلیل کاربرد گسترده در صنایع غذایی (مانند تولید رب، سس و کنسرو) و ارزش غذایی بالا (دارای ویتامین‌های A، C و لیکوپن[3]) از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است (Lee et al. 2020). با این حال، کشاورزی با چالش‌های متعددی مواجه است که از جمله می‌توان به نوسانات قیمت، تغییرات اقلیمی، و محدودیت منابع طبیعی اشاره کرد. این چالش‌ها به‌ویژه در مناطق با اقلیم خاص، مانند جنوب ایران، تشدید می‌شوند و منجر به کاهش سودآوری و افزایش ریسک برای کشاورزان می‌گردند.

بر اساس مطالعه رحیمی و همکاران (۱۳۹۷)، نوسانات قیمت، عدم دسترسی به اطلاعات دقیق از تقاضای بازار، و محدودیت منابع آبی و زمینی از جمله مهم‌ترین چالش‌های پیش‌روی کشاورزان گوجه‌فرنگی هستند.در سطح جهانی، کشاورزی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین فعالیت‌های اقتصادی، نقش کلیدی در تأمین امنیت غذایی و کاهش فقر دارد (Rahmani, Ahmadi & Hosseini,2018).

تولید و عرضه محصولات کشاورزی با چالش‌های متعددی مواجه است که از جمله می‌توان به نوسانات قیمت، عدم هماهنگی بین عرضه و تقاضا، و محدودیت‌های منابع طبیعی اشاره کرد. این چالش‌ها به‌ویژه در مناطق با اقلیم خاص، مانند جنوب ایران، تشدید می‌شوند و منجر به کاهش سودآوری و افزایش ریسک برای کشاورزان می‌شوند. به‌عنوان مثال، در منطقه جیرفت، کاهش منابع آبی منجر به کاهش سطح زیرکشت گوجه‌فرنگی و کاهش تولید این محصول شده است. در سطح جهانی، تغییرات اقلیمی نیز یکی از مهم‌ترین چالش‌های پیش‌روی کشاورزان است. بر اساس مطالعه اسمیت (۲۰۱۸)، تغییرات اقلیمی منجر به کاهش منابع آبی و افزایش دمای هوا شده است که این عوامل به نوبه خود بر تولید محصولات کشاورزی تأثیر منفی می‌گذارند. برای‌نمونه، درکشورهای آفریقایی، تغییرات

[2] Gross Domestic Product

[3] Lycopene

اقلیمی منجر به کاهش تولید محصولات کشاورزی و افزایش ناامنی غذایی شده است (Smith et al. 2018). بر اساس مطالعه محمدی و همکاران (۱۳۹۹)، تغییرات اقلیمی منجر به کاهش منابع آبی و افزایش دمای هوا شده است که این عوامل به نوبه خود بر تولید محصولات کشاورزی تأثیر منفی می‌گذارند. به‌عنوان مثال، در منطقه جیرفت، کاهش منابع آبی منجر به کاهش سطح زیرکشت گوجه‌فرنگی و کاهش تولید این محصول شده است (Mohammadi & et al.).

برنامه‌ریزی ریاضی، امکان بهینه‌سازی تولید و عرضه محصولات را فراهم می‌کند. این مدل‌ها با در نظر گرفتن محدودیت‌های منابع (مانند آب، زمین، و نیروی کار) و اهداف اقتصادی (مانند حداکثر کردن سود یا حداقل کردن هزینه‌ها)، به کشاورزان کمک می‌کنند تا تصمیمات بهینه‌تری اتخاذ کنند. برنامه‌ریزی ریاضی به‌عنوان یکی از ابزارهای قدرتمند در تصمیم‌گیری‌های کشاورزی، در سطح جهانی مورد استفاده قرار می‌گیرد. بر اساس مطالعه اسیمت و همکاران (۲۰۱۸)، در ایالات متحده، استفاده از این مدل‌ها منجر به افزایش سودآوری کشاورزان و کاهش ضایعات محصول شده است. در ایران نیز استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی در کشاورزی مورد توجه قرار گرفته است (Smith, Johnson, & Brown, 2018). مجرد و همکاران (۱۳۹۲)، در پژوهش خود به بررسی مدیریت زنجیره‌ی عرضه‌ی فرآوری‌شده محصولات غذایی صنعت تولید رب گوجه‌فرنگی در استان خراسان شمالی پرداخته‌اند.در این بررسی برای توصیف زنجیره عرضه واحدتولیدی و ارائه‌ی الگویی برای عرضه‌ی نامعین گوجه‌فرنگی از مدل برنامه‌ریزی خطی تصادفی چند مرحله‌ای و یک الگوریتم تجزیه جهت محاسبه‌ی سیاست‌های بهینه‌ی فروش استفاده شده‌است (Mojarad, Salarpur , Sabohi , 2013). برای این منظور میزان بهینه‌ی تولید، فروش و میزان موجودی انبار در دوره‌های مختلف تولید تعیین شده است. پوردل و اسفندیاری (۱۳۹۳)، عوامل مؤثر بر تعیین قیمت نفت اوپک با تأکید بر عدم قطعیت سیاست اقتصادی به عنوان نماینده عوامل غیربنیادی مؤثر بر قیمت نفت، برای منتخبی از کشورهای عضو اوپک از سال ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۷ با استفاده از رگرسیون ناپارامتریک بررسی کردند.در این پژوهش برای توصیف زنجیره عرضه واحدتولیدی و ارائه‌ی الگویی برای عرضه‌ی نامعین گوجه‌فرنگی از مدل برنامه‌ریزی خطی تصادفی چند مرحله‌ای و یک الگوریتم تجزیه جهت محاسبه‌ی سیاست‌های بهینه‌ی فروش استفاده شد. بدین منظور میزان بهینه‌ی تولید، فروش و میزان موجودی انبار در دوره‌های مختلف تولید تعیین شد (Pordel, & Esfandiari, 2024). میرزاجان و دهقانیان (۱۳۹۳)، در پژوهش خود، یک مدل برنامه‌ریزی زنجیره تأمین برای محصولات زراعی فاسدشدنی (سیب زمینی، پیاز، گوجه‌فرنگی) ارائه دادند.مدل طراحی شده

در این پژوهش چند دوره‌ای است. هر محصول را بعد از برداشت حداکثر چند دوره معین می‌توان نگهداری کرد و پس از آن فاسد می‌شود. هدف از این مدل تعیین برنامه بهینه تولید، انبارش و ارسال به بازارهای عمده‌فروشی برای هر محصول در هر دوره است.به‌طوری که هزینه کل زنجیره به حداقل رساند.نتایج محاسبات نشان می‌دهد استفاده از این مدل به کاهش هزینه کل و در نتیجه کاهش قیمت تمام شده محصولات زراعی سیب زمینی، پیاز، گوجه‌فرنگی منجرمی‌شود (Mirzajan & Dehghanian, 2014). همچنین سرجین و گوین (۱۴۰۰)، در پژوهشی با عنوان مدل های برنامه ریزی ریاضی برای بهینه سازی زنجیره تامین میوه‌های تازه در بخش کشاورزی پرداخته‌است. نتایج نشان می‌دهند که توزیع میوه های تازه با خطرات و عدم قطعیت های ناشی از تغییرات آب و هوایی، کمبود آب، افزایش کاربری زمین برای توسعه صنعتی و شهری، رفتار مصرف کننده و نوسانات قیمت مواجه است. چارچوب برنامه ریزی برای تولید و توزیع در نتیجه بسیار پیچیده است. مدل‌های ریاضی در طول دهه‌ها برای مقابله با این پیچیدگی ایجاد شده‌اند. با بهبود در سرعت پردازنده و حافظه، این مدل ها به طور فزاینده ای پیچیده می شوند. این بررسی بر پیشرفت اخیر در تصمیم گیری مبتنی بر ریاضی برای محاسبه عدم قطعیت در زنجیره تامین میوه تازه تمرکز دارد. مدل‌های موجود در ادبیات عمدتاً مبتنی بر برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح و مختلط هستند و شامل انواعی مانند برنامه‌ریزی تصادفی و بهینه‌سازی قوی هستند. حوزه های کاربردی کاربرد شامل کاشت، بهینه سازی برداشت، تدارکات و توزیع است (Sergin& Nguyen, 2021). ابراهیمی و جیرفتی (۱۳۹۵)، برای تخمین ارزش در معرض ریسک از توزیع اعتبار متغیرهای فازی مثلثی استفاده کردند. سپس برای اینکه بتوان نتایج حاصل از این رویکرد مدل‌سازی را مورد سنجش قرار داده و پنجره زمانی مناسب برای تخمین پارامترها بدست آید، ارزش در معرض ریسک شرکت سرمایه‌گذاری با رویکردهای مختلف محاسبه شده است (Ebrahimi & Jirfati, 2016).

فاسدشدنی زنجیره تامین میوه های تازه مانند زمان چرخه کشت و برداشت موضوع مهمی است. مدل‌های توزیعی و متمرکز دو رویکرد اصلی در برنامه‌ریزی کشاورزی هستند این مدل‌ها به‌طور گسترده در سطح جهانی و داخلی مورد بررسی قرار گرفته‌اند و تأثیرات آن‌ها بر عملکرد اقتصادی کشاورزان تحلیل شده است. مدل‌های توزیعی انعطاف‌پذیری بیشتری دارند، اما ممکن است به دلیل عدم هماهنگی، منجر به ناکارآمدی در عرضه محصول شوند. در این مدل‌ها، کشاورزان به‌صورت مستقل عمل می‌کنند و تصمیمات بر اساس اطلاعات محدود و محلی اتخاذ می‌شود. این رویکرد به کشاورزان اجازه می‌دهد تا با

توجه به شرایط محلی خود تصمیم‌گیری کنند، اما ممکن است به دلیل عدم هماهنگی بین تولیدکنندگان، منجر به ناکارآمدی در عرضه محصول و کاهش سودآوری شود. در مقابل، مدل‌های متمرکز با یکپارچه‌سازی تصمیمات، امکان دستیابی به شرایط بهینه را فراهم می‌کنند. در این مدل‌ها، تصمیمات به‌صورت یکپارچه و با در نظر گرفتن منافع کلی اتخاذ می‌شوند. این رویکرد به کشاورزان کمک می‌کند تا از مزایای هماهنگی و یکپارچگی در عرضه محصول بهره‌مند شوند، اما ممکن است استقلال کشاورزان را تحت تأثیر قرار دهد (Johnson, Smithm & Brown, 2019). در مطالعه نوروزی و همکاران (۱۴۰۰)، نشان می‌دهد که مدل‌های متمرکز می‌توانند به بهبود عملکرد اقتصادی کشاورزان کمک کنند، اما ممکن است استقلال کشاورزان را تحت تأثیر قرار دهند. از سوی دیگر، مدل‌های توزیعی با حفظ استقلال کشاورزان، انعطاف‌پذیری بیشتری را فراهم می‌کنند. از این رو، ترکیبی از مدل‌های توزیعی و متمرکز می‌تواند به بهبود عملکرد اقتصادی کشاورزان کمک کند مدل‌های توزیعی انعطاف‌پذیری بیشتری را فراهم می‌کنند، اما ممکن است به دلیل عدم هماهنگی، منجر به ناکارآمدی در عرضه محصول شوند. در مقابل، مدل‌های متمرکز با یکپارچه‌سازی تصمیمات، امکان دستیابی به شرایط بهینه را فراهم می‌کنند، اما ممکن است استقلال کشاورزان را تحت تأثیر قرار دهند. ترکیبی از این دو مدل می‌تواند به بهبود عملکرد اقتصادی کشاورزان کمک کند (Norouzi, Azad, & Hosseini, 2021).

تبادل اطلاعات بین کشاورزان و نهادهای دولتی یا هماهنگ‌کننده‌های مرکزی می‌تواند به بهبود عملکرد اقتصادی منجر شود. اطلاعات مربوط به تقاضای بازار، قیمت‌ها و شرایط اقلیمی به کشاورزان کمک می‌کند تا تصمیمات آگاهانه‌تری اتخاذ کنند و ریسک‌های مرتبط با تولید را کاهش دهند. تبادل اطلاعات بین کشاورزان و نهادهای دولتی در سطح جهانی مورد توجه قرار گرفته است. بر اساس مطالعه بران (۲۰۲۰)، تبادل اطلاعات، سامانه‌های اطلاعات کشاورزی منجر به بهبود هماهنگی بین عرضه و تقاضا شده‌اند. این سامانه‌ها به کشاورزان کمک می‌کنند تا با توجه به اطلاعات دقیق از تقاضای بازار، تصمیمات بهینه‌تری در مورد سطح زیرکشت و زمان برداشت محصول اتخاذ کنند (Brown, Smith, & Johnson, 2020). مطالعه کریمی و همکاران (۱۳۹۸)، نشان می‌دهد که تبادل اطلاعات به کشاورزان کمک می‌کنند تا با توجه به اطلاعات دقیق از تقاضای بازار، تصمیمات بهینه‌تری در مورد سطح زیرکشت و زمان برداشت محصول اتخاذ کنند. علاوه بر این، مشارکت بین کشاورزان و نهادهای دولتی نیز سبب بهبود عملکرد اقتصادی می‌شوند، کمک کند (Karami, Mohammadi, & Azad, 2019). بر اساس مطالعه حسینی و همکاران (۱۳۹۸)، مشارکت بین کشاورزان و نهادهای دولتی منجر به افزایش هماهنگی بین عرضه و

تقاضا و کاهش مخاطرات تولید شده است، اطلاعات مربوط به تقاضای بازار، قیمت‌ها و شرایط اقلیمی به کشاورزان کمک می‌کند تا تصمیمات آگاهانه‌تری اتخاذ کنند. مشارکت بین کشاورزان و نهادهای دولتی نیز می‌تواند به افزایش هماهنگی بین عرضه و تقاضا و کاهش مخاطرات تولیدکمک کند (Hosseini, Esmaeili, , & Norouzi, 2019).

برنامه‌ریزی خطی به دلیل ساده بودن، کاربرد وسیعی در بخش کشاورزی یافته است، ولی به علت نوع فرض‌هایی که در ارتباط باآن در نظر گرفته می‌شود.با شرایط بخش کشاورزی سازگار نیست. یکی از فرض‌های بسیار مهم در برنامه‌ریزی خطی، فرض قطعی بودن ضرایب در مدل برنامه‌ریزی است (Lim, Daskin, Bassamboo& Chopra, 2007). در حالی که کشاورزی، صنعتی پویاست که تحت تأثیر شرایط جوی ، توسعه بازار و فناوری، تغییر شرایط بازار نهاده‌ها و محصولات کشاورزی، تغییر سیاست‌های کشاورزی و اقتصاد عمومی دولت‌ها، پیدایش تکنیک‌های جدید تولید محصولات و... قرار دارد به گونه‌ای که به می‌توان گفت تنها قطعیت موجود در تولید محصولات کشاورزی نبود قطعیت است (Flores,Villalobos, , Ahumada, Uchanski, Meneses, & Sanchez, 2019) در بخش کشاورزی عوامل عدم‌قطعیت مانند تغییرات تقاضا، نوسانات قیمت‌ها، هزینه‌های عملیاتی و ظرفیت‌های تسهیلات، تأثیر زیادی بر تولید و عرضه محصولات کشاورزی دارند. مطالعات مختلف در زمینه زنجیره‌های تأمین کشاورزی نشان داده‌اند که عدم‌قطعیت‌ها در فرآیندهای تولید و توزیع می‌تواند منجر به تلفات زیاد و تقاضای برآورده‌نشده شود. بنابراین، استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی که به تحلیل و بهینه‌سازی این فرآیندها می‌پردازند، می‌تواند به‌عنوان یک راهکار موثر در کاهش ریسک‌ها و بهبود کارایی بخش کشاورزی مطرح گردد در برخی از پژوهش‌ها نیز از مدل‌های چندهدفه با پارامترهای غیرقطعی در طراحی مسائل شبکه زنجیره‌تأمین استفاده شده است. به‌عنوان مثال، لیم و همکاران (۱۳۸۶)، از یک مدل چندمرحله‌ای استفاده کردند که توابع هدف آن شامل حداقل کردن ریسک و حداکثر کردن سود بود (Lim, Daskin, Bassamboo& Chopra, 2007). علاوه بر این، لیم و همکاران (۱۳۸۶)، در مدل خود تقاضا، هزینه توزیع، هزینه موجودی خارجی و هزینه توسعه ظرفیت را به‌صورت تصادفی در نظر گرفتند. آن‌ها از سه تابع هدف برای ایجاد یک مدل قوی استفاده کردند که شامل حداقل کردن هزینه‌های کل سرمایه‌گذاری، توزیع، موجودی خارجی و توسعه ظرفیت (تابع هدف اول)، حداقل کردن واریانس هزینه کل (تابع هدف دوم) و حداقل کردن ریسک مالی (تابع هدف سوم) بود (Lim, Daskin, Bassamboo& Chopra, 2007). این مطالعات و مدل‌ها نشان‌دهنده توجه گسترده محققان به طراحی و

بهینه‌سازی زنجیره‌تأمین در شرایط عدم قطعیت است و اهمیت استفاده از مدل‌های پیشرفته برای مقابله با چالش‌های عملیاتی و تجاری در این حوزه را برجسته می‌سازد.بر اساس مطالعه تیلور و همکاران (۱۳۹۶)، برنامه‌ریزی در شرایط غیرقطعی به کشاورزان کمک می‌کند تا در مواجهه با نوسانات بازار و تغییرات محیطی، انعطاف‌پذیری بیشتری داشته باشند (Taylor, Smith & Johnson, 2017). در شرایط قطعی، تمامی پارامترهای مدل به‌صورت دقیق و قطعی در نظر گرفته می‌شوند. این مدل‌ها برای شرایطی مناسب هستند که عدم اطمینان کم‌تری وجود دارد. در حالی که در شرایط غیرقطعی، عدم اطمینان در پارامترهایی مانند تقاضا، قیمت، و شرایط آب‌وهوایی مدل‌سازی می‌شود. این مدل‌ها به کشاورزان کمک می‌کنند تا در مواجهه با نوسانات بازار و تغییرات محیطی، انعطاف‌پذیری بیشتری داشته باشند (Zand-Hesami, Savoji, 2012) ضمن تشریح مفهوم عدم قطعیت در زنجیره تأمین، همچنین شناسایی ریسک‌های زنجیره تأمین و تعیین شدت اثرشان، مدیریت ریسک در زنجیره‌تأمین به عنوان یکی از وظایف اصلی مدیران بیان گردیده‌است.در ادامه براساس مدل پیشنهادی، مهم‌ترین ریسک‌های زنجیره‌تأمین شناسایی شده و براساس آن پرسشنامه‌ای طراحی شده است.که درآن شدت تاثیر مهم‌ترین ریسک‌ها را نسبت به هم سنجیده شد، نتایج تحلیل شد و بر اساس آن شدت تاثیر مهم‌ترین ریسک‌های زنجیره‌تأمین به‌ترتیب الویت مشخص شد که عبارت از محیطی، منابع مالی، استراتژی، فناوری اطلاعات و ارتباطات و تجهیزات و تکنولوژی می‌باشند.

بررسی سناریوهای مختلف در برنامه‌ریزی عرضه محصولات کشاورزی، به‌ویژه گوجه‌فرنگی، به درک بهتر تأثیر مشارکت، تبادل اطلاعات و تمرکزگرایی بر عملکرد اقتصادی کشاورزان کمک می‌کند. این سناریوها شامل مدل‌های توزیعی و متمرکز هستند که هر کدام ویژگی‌ها و نتایج متفاوتی دارند. بررسی سناریوهای مختلف در برنامه‌ریزی عرضه محصولات کشاورزی در سطح جهانی مورد توجه قرار گرفته است. بر اساس مطالعه ویلسون (۲۰۱۸)، سناریوهای توزیعی و متمرکز می‌توانند تأثیرات متفاوتی بر عملکرد اقتصادی کشاورزان داشته باشند. به‌عنوان مثال، در ایالات متحده، استفاده از سناریوهای متمرکز در برنامه‌ریزی عرضه گوجه‌فرنگی منجر به بهبود هماهنگی بین عرضه و تقاضا و افزایش سودآوری کشاورزان شده است (Wilson et al. 2018). در ایران، مطالعه حسینی و همکاران (۱۴۰۱)، نشان می‌دهد که سناریوهای توزیعی و متمرکز می‌توانند به بهبود عملکرد اقتصادی کشاورزان کمک کنند (Hosseini, et al,2022).

با توجه به مبانی نظری و شرایط مدیریتی جهت تصمیم در مورد میزان سطح زیر کشت گوجه فرنگی در جنوب استان کرمان در این پژوهش چهار سناریوی محتلف در نظر گرفته شد که در **جدول ۱** آورده شده است.

جدول ۱. سناریوهای مختلف مدیریتی تولید محصول گوجه فرنگی
مأخذ: یافته‌های پژوهش

Table 1. Different management scenarios for tomato production
Source: Research findings

ردیف	عنوان سناریو	نوع سناریو	مشخصه
۱	A	توزیعی	❖ کشاورزان به‌صورت مستقل عمل می‌کنند و هیچ مشارکتی با یکدیگر ندارند. ❖ این سناریو انعطاف‌پذیری بیشتری را فراهم می‌کند، اما ممکن است به دلیل عدم هماهنگی، منجر به ناکارآمدی در عرضه محصول شود.
۲	B	توزیعی	❖ سطح زمین محدود است و کشاورزان با محدودیت منابع مواجه هستند. ❖ این سناریو به کشاورزان کمک می‌کند تا با توجه به محدودیت‌های منابع، تصمیمات بهینه‌تری اتخاذ کنند.
۳	S	توزیعی	❖ تبادل اطلاعات با نهاد دولتی انجام می‌شود و کشاورزان از اطلاعات مربوط به تقاضا بهره‌مند می‌شوند. ❖ این سناریو به کشاورزان کمک می‌کند تا با توجه به اطلاعات دقیق از تقاضای بازار، تصمیمات بهینه‌تری اتخاذ کنند.
۴	C	متمرکز	❖ تصمیمات به‌صورت متمرکز و با در نظر گرفتن منافع کلی اتخاذ می‌شوند. ❖ این سناریو امکان دستیابی به شرایط بهینه را فراهم می‌کند، اما ممکن است استقلال کشاورزان را تحت تأثیر قرار دهد.
توزیعی: کشاورزان مستقل و بدون هیچ نوع همکاری با سایر کشاورزان درمورد برنامهٔ کشت خود برنامه‌ریزی می‌کنند. برنامه‌ریزی متمرکز:یک نهاد تصمیم‌گیرنده وجود دارد (مانند جهاد کشاورزی) که از پیش‌بینی تقاضای بازار اطلاع دارد و اطلاعات تمام کشاورزان ازجمله سطح زمین در دسترس‌شان را در اختیار دارد.			

بررسی سناریوهای مختلف در برنامه‌ریزی عرضه گوجه‌فرنگی به درک بهتر تأثیر مشارکت، تبادل اطلاعات و تمرکزگرایی بر عملکرد اقتصادی کشاورزان کمک می‌کند. سناریوهای توزیعی و متمرکز هر کدام مزایا و معایب خاص خود را دارند و ممکن است ترکیبی از این دو مدل بتواند به بهینه‌سازی نظام تصمیم‌گیری کشاورزان کمک کند.

با توجه به مبانی نظری مطرح‌شده، برنامه‌ریزی بهینه تولید و عرضه گوجه‌فرنگی نیازمند در نظر گرفتن عوامل متعددی از جمله شرایط بازار، محدودیت‌های منابع، و سطح مشارکت کشاورزان است. استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی در شرایط قطعی و غیرقطعی، همراه با بررسی سناریوهای توزیعی و متمرکز، می‌تواند به بهبود عملکرد اقتصادی کشاورزان و بهینه‌سازی عرضه محصول کمک کند.

همچنین مرور مقالات نشان می‌دهد که اکثر آن ها عدم قطعیت تقاضا را به عنوان تنها پارامتر غیرقطعی در مدلسازی لحاظ نموده‌اند که این امر اگر چه برای برنامه‌ریزی تولید یک شرکت منفرد، منطقی است اما وقتی برنامه‌ریزی تولید کلی با برنامه‌ریزی زنجیره تأمین یکپارچه می‌شود، عدم قطعیت‌های مربوط به زنجیره نیز بایستی در مدلسازی دخیل شود. عدم قطعیت‌های مربوط به زمان تدارک، زمان‌های حمل و نقل، قوانین سیاسی، گمرکی، زیست محیطی، قیمت فروش، هزینه خرید، هزینه استخدام، اخراج، هزینه‌های سربار، هزینه کمبود و نگهداری موجودی در چنین شرایطی نه تنها متأثر از مکان جغرافیایی کارخانه یا عرضه کننده تغییر می‌کند بلکه با خود نوعی از عدم قطعیت را به همراه دارد.

در این تحقیق سعی می‌شود جهت نوآوری تمرکز بر مساله کاشت محصول گوجه فرنگی و در نظر گرفتن اکثر پارامترهای غیرقطعی، یک برنامه‌ریزی جامع و در عین حال قابل اطمینان ارائه گردد تا ریسک عدم‌کارایی برنامه را در قبال سناریوهای غیر محتمل کاهش دهد. همچنین در این پژوهش مقایسه جامع مدل‌های توزیعی و متمرکز جهت بررسی همزمان چهار سناریوی مختلف مدیریت تولید گوجه‌فرنگی که، طیف کاملی از عدم مشارکت تا مشارکت کامل را پوشش می‌دهد، انجام می‌شود و در این مطالعه باتوجه به مطالعات مشابه، یا بر استقلال کشاورزان یا بر بهینه‌سازی اقتصادی تمرکز می‌شود، جهت راهکاری عملی برای دستیابی همزمان به هر دو هدف "ایجاد تعادل بین استقلال و بهینه‌سازی" ارائه می‌دهد.

۳- الگو تحقیق

در این پژوهش، مجموعه‌ای از مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی برای مسئله برنامه‌ریزي توزیعی (کشاورزان مستقل و بدون همکاری با یکدیگر در مورد برنامة کشت خود برنامه‌ریزی می‌کنند) و برنامه‌ریزي متمرکز (یک تصمیم‌گیرنده وجود دارد که از پیش‌بینی تقاضای بازار اطلاع دارد و اطلاعات تمام کشاورزان، از جمله سطح زمین در دسترس آن‌ها را دارد) زنجیره عرضه محصول گوجه‌فرنگی در شرایط قطعی و غیرقطعی تحت چندین سناریو (A,B,S,C) طراحي شد. در مدل برنامه‌ریزی‌ریاضی مسئله برنامه‌ریزی محصول برای تک‌تک کشاورزان

در منابع، به تقاضای بازار توجه نمی‌شود و فرض بر این است که تمام محصول برداشت‌شده در بازار به فروش خواهد رسید.

۱-۳- مدل سازی برنامه ریزی ریاضی هر یک از سناریوها

۱-۱-۳- مدل برنامه ریزی ریاضی (*MPM*)[4] برای هر کشاورز در سناریوی توزیعی *A*

در این سناریو، هر کشاورز به صورت توزیعی و براساس مدل مدل برنامه‌ریزی ریاضی عدد صحیح مختلط (MILP)[5] ، تصمیم‌گیری می‌کند. بنابراین، تعداد مدل‌های MILP به تعداد کشاورزان است. تمام اطلاعات موجود درمورد تک‌تک کشاورزان در ۰ نشان داده شده است.

جدول ۲. فهرست اعلان براي *MPM* توزيعي براي سناريوي *A*
مأخذ: یافته‌های پژوهش

Table 2. List of Notifications for Distributed MPM for the Scenario
Source: Research findings

شاخص‌ها			
V	رقم گوجه فرنگي	W	الگوهاي برداشت
P	دوره كاشت	T	دورة زماني به صورت عام
H	دوره برداشت	M	بازار
مجموعه شاخص‌ها			
P_v	مجموعة تاريخ‌هاي كاشت p كه در آن گوجه فرنگي‌هاي رقم v را مي‌توان كاشت		
H_v^p	مجموعة تاريخ‌هاي برداشت h كه معادل هر تاريخ كاهش p و رقم گوجه فرنگي v هستند		
PS_v^t	مجموعة تاريخ‌هاي كاشت p براي رقم گوجه فرنگي v كه نيازمند شمع‌گذاري در t است.		
PC_v^t	مجموعة تاريخ‌هاي كاشت p براي رقم گوجه فرنگي v كه نيازمند هرس در t است.		
PK_v^t	مجموعة تاريخ‌هاي كاشت p براي رقم گوجه فرنگي v كه نيازمند استفاده از مواد گيابهداشتي در t است.		
PH_v^h	مجموعة تاريخ‌هاي كاشت p براي رقم گوجه فرنگي v كه برداشت در h را امكان‌پذير مي‌كند		
پارامترها			
aF	كل زمين موجود براي كاشت گوجه فرنگي براي كشاورز (هكتار)		
d_v	تراكم كاشت رقم گوجه فرنگي v (بوته در هكتار)		
$amin_v$	حداقل زمين براي كشت به ازاي دوره و رقم در صورتي كه درمورد كاشت آن رقم در آن دوره تصميم‌گيري شده باشد (هكتار). اين موضوع به دلايل فني است (نه كاهش ريسك)		

[4] Mathematical Programming Model
[5] Mixed Integer Linear Programming

	و ارزش آنها با قطعیت معلوم است.
y_{vw}^{ph}	مقدار گوجه فرنگي حاصل از رقم v اگر در دوره p كاشته شود و در دوره h با الگوي w برداشت شود (كيلوگرم در بوته)
tp_v	زمان لازم براي كاشت يك بوته گوجه فرنگي رقم v (دقيقه بر بوته)
tc_v	زمان لازم براي هرس يك بوته گوجه فرنگي رقم v در يك دوره (دقيقه بر بوته)
tk_v	زمان لازم براي استفاده از موادشيميايي و سموم براي يك بوته گوجه فرنگي رقم v در يك دوره (دقيقه بر بوته)
th_{vw}	زمان لازم براي برداشت يك بوته گوجه فرنگي رقم v با الگوي w (دقيقه بر بوته)
tpa_v	زمان لازم براي بسته‌بندي يك كيلوگرم گوجه فرنگي رقم v (دقيقه بر كيلوگرم)
sl_v^{ph}	عمر انبارداری رقم v گوجه فرنگي درصورتي كه در دوره p كشت شده و در دوره h برداشت شده باشد (هفته)
Hw	ظرفيت موجود بر كارگر در يك هفته (دقيقه بر هفته)
MinLS	حداقل تعداد كارگران فصلي در هفته
MaxLS	حداكثر تعداد كارگران فصلي در هفته
MaxLT	حداكثر تعداد كارگران موقف در هفته
p_{vm}^{t}	قيمت فروش هر رقم گوجه فرنگي v در بازار m و دوره t (ريال بر كيلوگرم)
cf_v	هزينه ناشي از كاشت و داشت يك بوته گوجه فرنگي (ريال بر بوته)
cwa_v	هزينه جريمه براي اتلاف گوجه فرنگي رقم v بعد از برداشت (ريال بر كيلوگرم)
ch_v	هزينه نگهداري يك كيلوگرم گوجه فرنگي رقم v در دوره (ريال بر كيلوگرم در هفته)
ctF_v	هزينه بسته‌بندي و حمل‌ونقل يك كيلوگرم گوجه فرنگي رقم v از كشاورز تا بازار m (ريال بر كيلوگرم)
Chs	هزينه ثابت استخدام يك كارگر فصلي (ريال)
Cls	هزينه يك كارگر فصلي در هفته (ريال بر هفته)
Clt	هزينه يك كارگر موقت در هفته (ريال بر هفته)
متغيرهاي تصميم	
NPF_v^{p}	تعداد بوته‌هاي رقم گوجه فرنگي v كه در دورة p توسط كشاورز كاشته شده است (بوته)
YPF_v^{p}	متغير دوگان با ارزش ۱ اگر رقم گوجه فرنگي v توسط كشاورز در تاريخ كاشت p كاشته شده است، در غير اين صورت با ارزش صفر
NCF_v^{t}	تعداد بوته‌هاي رقم v گوجه فرنگي كه در دوره t هرس مي‌شود (بوته)
NKF_v^{t}	تعداد بوته‌هاي رقم v گوجه فرنگي كه به مصرف مواد شيميايي در دوره t نياز دارند (بوته)
$NHWF_{vw}^{ph}$	تعداد بوته‌هاي رقم v گوجه فرنگي كه در دوره p كاشته شده‌اند و در دورة h با الگوي w برداشت مي‌شوند (بوته)
QHF_v^{ph}	مقدار رقم v گوجه فرنگي كه در دوره h از ميان بوته‌هايي كه در دوره p كاشته شده‌اند، برداشت مي‌شوند (كيلوگرم)
$WAHF_v^{ph}$	مقدار گوجه فرنگي رقم v تلف شده كه در دوره p كاشته شده و در دوره h برداشته

	شده است (کیلوگرم). این تلفات به خاطر فساد گوجه فرنگي برداشت‌شده قبل از انتقال به بازار است.
QPF_v^{pht}	مقدار گوجه فرنگي رقم v که در دوره p کشت شده، در دوره h برداشت شده و در دوره t بسته‌بندي شده است (کیلوگرم). محصول بعد از انبار و تنها براي انتقال به بازار بسته‌بندي مي‌شود و بنابراين دوره برداشت ممکن است با دوره بسته‌بندي تفاوت داشته باشد.
QTF_{vm}^{pht}	مقدار گوجه فرنگي رقم v که در دوره p کشت شده، در دوره h برداشت شده و در دوره t از کشاورز به بازار منتقل شده است (کیلوگرم). این متغیر نشاندهندهٔ عرضه در تعادل تقاضا – عرضه است.
LSF^t	تعداد کارگران فصلي که در هفته t کار مي‌کنند
$HLSF^t$	تعداد کارگران فصلي که در هفته t استخدام مي‌شوند
$FLSF^t$	تعداد کارگران فصلي که در هفته t اخراج مي‌شوند
LTF^t	تعداد کارگران موقت که در هفته t کار مي‌کنند
PrF	سود کشاورز (ریال)

هدف مدل (۱)، بهینه‌سازی سود ناخالص[6] هر کشاورز است که به صورت اختلاف بین درآمد بر فروش و هزینه‌های کل به دست می‌آید. با توجه به اینکه کشاورز اطلاعاتی درباره میزان تقاضا برای گوجه‌فرنگی ندارد، برای محاسبه درآمد بر فروش، فرض می‌کند تمام محصول عرضه‌شده به بازار فروخته خواهد شد و تقاضای برآورده‌نشده صفر خواهدبود. بنابراین متغیر تصمیم‌گیری برای تقاضای برآورده‌نشده تعریف نشده است. برای محاسبهٔ درآمد بر فروش، بهای فروش در مقدار حمل‌شده ضرب خواهد شد زیرا فرض می‌کنند که مقدار حمل‌شده با مقدار فروخته‌شده برابر است. در این مدل، هزینه کل شامل هزینه کاشت و داشت، هزینه نگهداری، هزینه تلفات، هزینه حمل‌ونقل، هزینه به‌کارگیری کارگران فصلی و هزینه نیروی کار فصلی و موقتی می‌باشد. هزینه نگهداری واحد تحت تأثیر فناوری انبار محصولات تازه قرار دارد، ازجمله یخچال، بسته‌بندی ویژه و مانند آن. از طرف دیگر، فرض می‌شود کل هزینه نگهداری موجودی متناسب با تعداد دوره‌های نگهداری است که نمی‌تواند بیش از عمر انبارداری باشد ($h \le t \le sl_v^{ph}$) زیرا درغیراین‌صورت معادله (۱۱) از بین می‌رود.

[6] gross profit

(۱)

$$\text{Max[PrF]}=\sum_v \sum_m \sum_{p\epsilon P} \sum_{vh\epsilon H_v^p} \sum_t P_{vm}^t \,.\, QTF_{vm}^{Pht} -$$
$$\sum_v \sum_{p\epsilon P} cf_v \,.\, NPF_v^p - \sum_v \sum_m \sum_{p\epsilon P} \sum_{vh\epsilon H_v^p} \sum_t ch_v .\,(t-h).\, QTF_{vm}^{Pht} -$$
$$\sum_v \sum_{p\epsilon P} \sum_{vh\epsilon H_v^p} cwa_v .\text{WAH}F_v^{ph} -$$
$$\sum_v \sum_m \sum_{p\epsilon P} \sum_{vh\epsilon H_v^p} \sum_t ctF_{vm} .\, QTF_{vm}^{Pht} -$$
$$\sum_t \; (chs.\, HLSF^t + \text{cls.LS}F^t + \text{clt.LT}F^t)$$

$$\sum_v \sum_{p\epsilon P} \frac{NPF_v^P}{d_v} \le a_f \qquad (۲)$$

$$\frac{NPF_v^P}{d_v} \ge amin_v .\, YPF_v^p \qquad \forall\, v, p \in P_V \qquad (۳)$$

$$\frac{NPF_v^P}{d_v} \ge a_f .\, YPF_v^p \qquad \forall\, v, p \in P_V \qquad (۴)$$

$$NSF_v^t = \sum_{tp\epsilon ps_v^t} NPF_v^p \qquad \forall\, v, t$$

(۵)

پیش نویس

$NCF_v^t = \sum_{p \in pc_v^t} NPF_v^p$
$\forall\ v, t$ (۶)

$NKF_v^t = \sum_{p \in pk_v^t} NPF_v^p$ $\forall\ v, t$ (۷)

$\sum_w NHWF_{vw}^{ph} = NpF_v^{pht}$ $\forall\ v, h, p \in PH_v^h$ (۸)

$\sum_w y_{vw}^{ph} . NHWF_{vw}^{ph} = QHF_v^{ph}$ $\forall\ v, p \in P_V\ , h \in H_v^p$ (۹)

$QHF_v^{ph} = \sum_m \sum_{h \le t \le h + sl_v^{ph}} QTF_{vm}^{pht} + WAHF_v^{ph}$ $\forall\ v, p \in P_V\ , h \in H_v^p$ (۱۰)

$= \sum_m QTF_{vm}^{pht}$ $\forall\ v, p \in P_V\ , h \in H_v^p\ , t \ge hQPF_v^{pht}$ (۱۱)

$\sum_v \sum_{p=t} tp_v . NPF_v^p + \sum_v ts_v . NSF_v^t + \sum_v ts_v . NSF_v^t +$
$\sum_v \sum_{p \epsilon P} \sum_w \sum_{h=t} th_{vw} . NHWF_{vw}^{ph} +$
$\sum_v \sum_{p \epsilon P} \sum_{vh \in H_v^p} tpa_v . QPF_v^{pht} \le hw . (LS^t + LT^t)$
$\forall t$ (۱۲)

$LSF^t = LSF^{t-1} + HLSF^t - F\ LSF^t$ $\forall t$ (۱۳)

$\text{Min LS} \le LSF^t \le MaxLS$ $\forall t$ (۱۴)

$LTF^t \le MaxLT$ $\forall t$ (۱۵)

PrF , QTF_{vm}^{Pht} , QHF_v^{Ph}, WAHF$_v^{ph}$,, (۱۶)
Pht
, $QpFv$ CONTINUOUS
t
, LSF^t, F LSF^t , LTF^t, HLSF^t, NPF_v^p, . $NSFv$, . NCF_v^t, $NHWF_{vw}^{ph}$
INTEGER . NKF_v^t

با توجه به اینکه سطح زمین موجود در مزارع را در هر فصل تنها می‌توان یکبار کاشت، مجموعه قیود (۲) برای این است که این اطمینان وجود داشته باشد که سطح زمین زیرکشت

ارقام مختلف گوجه فرنگی در تمام دوره‌های کاشت بیش از سطح زمین موجود برای کاشت نباشد.مجموعة قیود (٤)0 به حداقل زمین در هر بار کشت رقم مشخصی از گوجه فرنگی مربوط می‌شود که به خاطر دلایل فنی است، نه حداقل‌سازی عدم قطعیت. براساس مجموعة قیود (٤)، اگر رقم گوجه فرنگی v در دورة زمانی p کشت شده باشد، متغیر دوگان YPF_v^p برابر ۱ خواهد بود تا مطمئن شویم حداقل سطح زمین موردکشت توسط قید (۳) رعایت می‌شود. ضمناً این دو مجموعة قیود عکس هم عمل می‌کنند به این معنی که اگر رقم مشخصی کشت نشده باشد، قید (۳) باعث می‌شود که YPF_v^p برابر صفر شود.تعداد بوته‌هایی که در هر دورة زمانی t نیاز به تیرک‌گذاری[۷]دارند، به این بستگی دارد که چه تعداد از بوته‌هایی که در دورة زمانی p کشت شده‌اند در زمان t به این عملیات نیاز دارند (قید(۵)). مشابه قید (۵)، قیود (٦) و (۷) به ترتیب برای محاسبة تعداد بوته‌هایی که باید هرس شوند و برای استفاده از سموم در هر دوره استفاده می‌شوند.مجموعة قیود 0 برای اطمینان از این موضوع هستند که تعداد کل بوته‌های رقم v گوجه فرنگی که در دورة زمانی h با الگوهای برداشت مختلف w برداشت می‌شوند با تعداد کل بوته‌هایی که در دورة زمانی p کشت شده‌اند و برداشت آنها در زمان h میسر است، برابر باشد. در این قید فرض می‌شود تمام بوته‌هایی که در دورة p کشت شده‌اند و در دورة h قابل‌برداشتند برداشت می‌شوند. باید در نظر گرفت همان بوته‌ای را که در دورة p کشت شده است، می‌توان در طول دوره‌های مختلف h برداشت کرد زیرا گوجه فرنگی در طول زمان می‌رسد.مقدار هر رقم گوجه فرنگی v که در زمان p کشت شده و در طول دورة h برداشت شده‌اند با مجموع مقدار همان رقم گوجه فرنگی که توسط الگوهای مختلف برداشت شده‌اند، برابر است (قید (۹)).قید ۰ برای این است که مطمئن شویم مقدار رقم v گوجه فرنگی که در زمان p کشت شده است و در زمان h برداشت شده است با مقدار گوجه فرنگی که در طول عمر انبارداری به تمام بازارهای ارسال و در آنجا فروخته شده‌اند به علاوه مقدار تلفات ناشی از خرابی محصول، برابر خواهد بود. تازگی محصولی که در بازار عرضه می‌شود برابر با $(t-h)/sl_v^{ph}$ خواهد بود. قید (۱۱) فرض می‌کند که مقادیر حمل‌ونقل‌شده در یک دورة مشخص در همان دورة t بسته‌بندی می‌شوند. به عبارت دیگر، گوجه‌فرنگی‌های بسته‌بندی‌شده را نمی‌توان انبار کرد.مدت زمان انجام امور کاشت، داشت (هرس، استفاده از سموم)، برداشت و بسته‌بندی مربوط به تمام زمین‌های زیرکشت در هر دوره نمی‌تواند بیش از ظرفیت موجود کارگران فصلی و موقتی در آن دوره باشد (قید (۱۱)). با مجموعة معادلات (۱۳) می‌توان تعداد کارگران فصلی را که در

[7] staking

هر دوره استخدام و اخراج می‌شوند، محاسبه کرد. برای تمام دوره‌ها در مزرعه، تعداد کارگران فصلی حداقل و حداکثر مشخصی وجود دارد (قید0 (۱٤)). به همین ترتیب، تعداد کارگران موقتی در دسترس محدود است (قید0 (۱۵)). مجموعهٔ قیود (۱٦) ماهیت متغیرهای تصمیم مدل را تعریف می‌کنند.

۳-۱-۲- مدل برنامه ریزی ریاضی (*MPM*)برای هر کشاورز در سناریوی توزیعی B

این سناریو مشابه سناریوی قبلی است با این تفاوت که هر کشاورز سعی می‌کند با راهبرد متنوع‌سازی ارقام گوجه فرنگی، ریسک خود را به حداقل برساند. برای این منظور، هر کشاورز محدوده‌ای برای حداقل و حداکثر زمین زیرکشت هر رقم در طول سال تعریف می‌کند. برای مدلسازی این سناریو، باید از پارامترهای جدید (**جدول ۳**) و یک قید جدید (۱۷) استفاده شود تا این محدودیت‌ها برآورده گردد.

جدول ۳. پارامترهاي جديد در مدل توزيعي با سطح زمين محدود براي هر رقم (سناریوی B)
مأخذ: یافته‌های پژوهش

Table 3. New Parameters in the Distributed Model under Land Constraints per Variety (Scenario B)
Source: Research finding

پارامترها	
am_v	حداقل زمین زیر کشت رقم v در طول افق براي هر کشاورز (هکتار)
aM_v	حداکثر زمین زیر کشت رقم v در طول افق براي هر کشاورز (هکتار)

$$\text{a } m_v \leq \sum_{p \epsilon P_v} \frac{NPF_v^P}{d_v} \leq aM_v \qquad (۱۷)$$

۳-۱-۳- مدل برنامه ریزی ریاضی (MPM)برای هر کشاورز در سناریوی توزیعی S

در سناریوی S، نهادهایی مانند اداره‌های عمومی وجود دارند که در نقش واسطه ظاهر شده است و اطلاعاتی درمورد تقاضای بازار برای هر رقم گوجه فرنگی در اختیار کشاورزان قرار می‌دهند.طبق معادله0 (۱۸) تقاضای در هر دوره و برای هر رقم گوجه فرنگی برای هر کشاورز (deF_{vm}^t) ازطریق توزیع متناسب تقاضای کل بازار برای هر رقم و دوره (de_{vm}^t) در میان کشاورزان با سطح کشت مشخص (aF) با در نظر گرفتن سطح کشت کل تمام کشاورزان (ta) محاسبه می‌شود.

$$\mathrm{de}F_{vm}^{t}=\frac{de_{vm}^{t}.a_f}{ta} \qquad \forall t,m,v \tag{۱۸}$$

در این سناریو، هر کشاورز به تنهایی درمورد نحوه پاسخ به تقاضایی که توسط واسطه مشخص شده است (deF_{vm}^{t}) تصمیم‌گیری می‌کند و برای این کار، مقدار هر کدام از ارقام گوجه فرنگی کشت‌شده و برداشت‌شده را برای هر دورهٔ زمانی تعریف می‌کند. در این شرایط، این امکان وجود دارد که رقمی که تقاضا برای آن کمتر از عرضهٔ آن در طول عمر انبارداری است، تلف شود. همچنین، اگر عرضه کمتر از تقاضای بازار باشد، با تقاضای برآوردنشده مواجه خواهیم شد. به همین دلیل، لازم است دو متغیر تصمیم جدید برای تقاضای برآوردنشده ($\mathrm{UD}_{\mathrm{vm}}^{\mathrm{t}}$) و مقدار فروخته‌شده ($\mathrm{QSF}_{\mathrm{vm}}^{\mathrm{pht}}$) همراه با جریمه‌هایشان بر حسب هزینه تعریف شود **(جدول ٤)**

جدول ۴. پارامترهاي جديد و متغيرهاي جديد مدل توزيعي با تبادل اطلاعات درمورد تقاضاي بازار بر كشاورز
مأخذ: یافته‌های پژوهش

Table 4. New Parameters and Variables of the Distributed Model with Market Demand Information Exchange Among Farmers (Scenario S)
Source: Research Calculations

پارامترها	
تقاضاي متناسب كشاورز براي رقم v گوجه فرنگي در بازار m و دورهٔ t (كيلوگرم)	$\mathrm{de}\boldsymbol{F}_{\boldsymbol{vm}}^{\boldsymbol{t}}$
هزينه جريمه براي عدم‌تامين رقم v گوجه فرنگي در بازار m (ريال بر كيلوگرم)	$\boldsymbol{cud_{vm}}$
متغيرهاي تصميم	
مقدار تقاضاي برآورده‌نشدهٔ رقم v گوجه فرنگي در دوره t در بازار m (كيلوگرم)	$\mathbf{UD}_{\mathbf{vm}}^{\mathbf{t}}$
مقدار رقم v گوجه فرنگي كه در دورهٔ p كشت شده، در دورهٔ h برداشت‌شده و در دورهٔ t در بازار m فروخته شده است (كيلوگرم)	$\mathbf{QSF}_{\mathbf{vm}}^{\mathbf{pht}}$

لازم به ذکر است که در سناریوی S، هر کشاورز اختیار تصمیم‌گیری درمورد هزینه‌های مربوط به مازاد منقضی‌شده (تلفات) و کمبود عرضه (تقاضای برآوردنشده) را دارد به‌طوری‌که ممکن است کشاورزان مختلف بسته به ترجیحات‌شان از هزینه‌های متفاوتی استفاده کنند. این مدل در ادامه نشان داده شده است. مشمول (۲) تا (۱۶)

$$\text{MaxPrF}=\sum_v \sum_m \sum_{p\epsilon P_v} \sum_{vh\epsilon H_v^P} \sum_t p_{vm}^t . QSF_{vm}^{pht} - \sum_v \sum_{p\epsilon P_v} Cf_v . NPF_v^p - \quad (۱۹)$$
$$\sum_v \sum_m \sum_{p\epsilon P_v} \sum_{vh\epsilon H_v^P} \sum_t ctF_{vm} . QTF_{vm}^{pht} -$$
$$\sum_v \sum_m \sum_{p\epsilon P_v} \sum_{vh\epsilon H_v^P} \sum_t ch_v . (t-h) . QTF_{vm}^{pht} -$$
$$\sum_v \sum_{p\epsilon P_v} \sum_{vh\epsilon H_v^P} cwa_v . WAHF_v^{ph} - \sum_v \sum_{pm} \sum_t cud_{vm} . UD_{vm}^t -$$
$$\sum_t (chs . HLSF^t +$$
$$\text{Cls} . LSF^t + clt . LTF^t)$$

$$QTF_{vm}^{pht} = QSF_{vm}^{pht} \qquad \forall v, m, p\epsilon p_v, \text{h}\epsilon H_v^p \quad (۲۰)$$

$$+ UD_{vm}^t = \text{de}F_{vm}^t \quad \forall v, m, t \quad \sum_{p\epsilon P_v} \sum_{vh\epsilon H_v^P} QSF_{vm}^{pht} \quad (۲۱)$$

$$QSF_{vm}^{pht}, UD_{vm}^t \quad \text{CONTINUOUS} \quad (۲۲)$$

با توجه به اینکه در بازار، نه انبار کردن مجاز است و نه عدم امکان تلفات، در قید فرض می‌شود تمام گوجه‌فرنگی که به هر بازار ارسال شده‌است فروخته می‌شود، در غیر این صورت ارسال نمی‌شوند. بنابراین، مقدار کل فروش هر رقم گوجه‌فرنگی در هر دوره در هر بازار باید با تقاضای تخصیصی به این کشاورز برای همان رقم و دوره منهای تقاضای برآوردنشده برابر باشد (قید(۲۱)). درنهایت، ماهیت متغیرهای تصمیم جدید در قید (۲۲) تعریف شده است.

۴-۱-۳- مدل برنامه ریزی ریاضی (MPM)برای هر کشاورز در سناریوی توزیعی C

در این سناریو متمرکز فرض می‌شود تصمیمات برای بهینه‌سازی سود کشاورزان در سطح منطقه یا زنجیره عرضه، اتخاذ می‌شوند. به همین دلیل، تقاضای کل در هر بازار باید با در نظر گرفتن تولیدات تمام کشاورزان پوشش داده شود.

۲-۳- روش حل مدل‌های فازی

در مدل برنامه‌ریزی محصول در سناریوهای مختلف، پارامترهای غیرقطعی زیر، یا به دلیل فقدان دانش (p_{vm}^t، de_{vm}^t، deF_{vm}^t، Y_{vm}^{ph}، tpv، tsv، tcv، tkv، thvw و tpav)، یا به دلیل ابهام و یا به دلیل عدم‌وجود دقت کافی (amv، aMv، cudvm و cwav)، فازی در نظر گرفته می‌شود که یکی از نوآوری‌های این مدل‌هاست. به کمک این پارامترها، منابع عدم‌قطعیت در تقاضا و فرایند با استفاده از اعداد فازی در ضرایب تابع هدف و قیدهای هر دو شامل ضرایب فناورانه (TC) و طرف سمت راست (RHS) لحاظ می‌شوند (**جدول ۵**).

جدول ۵. پارامترهاي فازي كه در مدل برنامه‌ريزي‌رياضي سناريوهاي مختلف در نظر گرفته مي‌شود.
مأخذ: یافته‌های پژوهش

Table 5. Fuzzy Parameters Considered in the Mathematical Programming Model for Different Scenarios
Source: Research finding

منبع عدم‌قطعیت	پارامترهاي فازي	عنصر مدل	فرمولاسیون
تقاضا	قیمت فروش هر رقم گوجه فرنگي v در بازار m و دوره t	OC	P_{vm}^{t}
	تقاضاي متناسب كشاورز براي رقم گوجه فرنگي v در بازار m و دوره t	RHS	deF_{vm}^{t}
	تقاضاي گوجه فرنگي رقم v در بازار m و دوره t	RHS	de_{vm}^{t}
	هزينه جريمه عدم‌انجام گوجه فرنگي رقم v در بازار m	OC	cud_{vm}^{t}
فرایند	مقدار گوجه فرنگي رقم v كه در دورة d كشت مي‌شود و در دورة h براساس الگوي w برداشت مي‌شود (عملكرد)	TC	y_{vw}^{ph}
	زمان لازم براي كاشت يك بوته گوجه فرنگي رقم v	TC	tP_v
	زمان لازم براي شمع‌گذاري يك بوته گوجه فرنگي رقم v در هر دوره	TC	y_{vw}^{ph}
	زمان لازم براي هرس يك بوته گوجه فرنگي رقم v در هر دوره	TC	y_{vw}^{ph}
	زمان لازم براي مصرف مواد گیابهداشتي روي يك بوته گوجه فرنگي رقم v در هر دوره	TC	y_{vw}^{ph}
	زمان لازم براي برداشت يك بوته گوجه فرنگي رقم v با الگوي w	TC	y_{vw}^{ph}
	زمان لازم براي بسته‌بندي يك كيلوگرم از گوجه فرنگي رقم v	TC	y_{vw}^{ph}
	حداقل زمين زيركشت هر رقم v در طول افق	RHS	y_{vw}^{ph}
	حداكثر زمين زيركشت هر رقم v در طول افق	RHS	y_{vw}^{ph}
	هزينه جريمه براي تلفات گوجه فرنگي رقم v بعد از برداشت	OC	y_{vw}^{ph}

۴- نتایج

تمام مدل‌های مذکور در هر دو حالت قطعی و غیرقطعی حل شدند تا تاثیر مدلسازی عدم‌قطعیت بر شاخص‌های عملکردی مختلف عملکرد ارزیابی شود بر اساس نظریه امکان[8]، روش‌های مختلفی برای حل مدل‌هایی که ضرایب تابع هدف و/یا محدودیت‌ها به صورت اعداد فازی تعریف شده‌اند، وجود دارد. در این پژوهش ما از یک روش دومرحله‌ای استفاده کردیم: ابتدا با استفاده از روش جیمنز، آرناس، وهمکاران (۲۰۰۷) مدل‌های برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح مختلط فازی را به مدل‌های قطعی آلفاپارامتری معادل[9] تبدیل کردیم. برای این کار، از اعداد فازی مثلثی (TFN)[10] (قرینه و غیرقرینه) برای مدلسازی عدم‌قطعیت تصادفی استفاده شده‌است (Jimenez, Arenas, Bilbao, and Rodríguez, 2007).

جدول ۶. مقایسه پارامترهاي ارزیابي (سود بر هکتار) براي شرایط برنامه‌ریزي‌شده و واقعي در شرایط قطعي و غیرقطعي
مأخذ: یافته‌های پژوهش

Table 6. Comparison of Evaluation Parameters (Profit per Hectare) for Planned vs. Actual Conditions Under Deterministic and Non-Deterministic Scenarios
Source: Research finding

سود بر هکتار				
		برنامه‌ریزي‌شده	واقعي	واقعي در مقایسه با برنامه‌ریزي‌شده
شرایط	سناریو	(ریال)	(ریال)	(درصد)
قطعي	A	۶۷,۹۴۶,۰۰۰	۷,۴۲۰,۰۰۰	-۸۹٫۰۷
	B	۷۴,۶۷۸,۶۰۰	۱۰۹,۸۲۰,۰۰۰	۴۷/۰۶
	S	۱۸,۷۳۰,۰۰۰	۱۸,۷۳۰,۰۰۰	۰
	C	۱۵,۰۶۳,۰۰۰	-	-

[8] possibility theory
[9] equivalent α-parametric crisp models
[10] Triangular Fuzzy Numbers

غیرقطعی	A	۶۱۸,۰۰۰,۰۰۰	۱۰,۰۹۴,۰۰۰	-۹۸/۴
	B	۸۹,۹۰۲,۰۰۰	۱۶۵۶۸۰۰۰	-۸۱/۶
	S	۳۶,۰۲۸,۰۰۰	۳۶,۰۲۸,۰۰۰	۰
	C	۱۶۳,۵۹۰,۰۰۰	-	-

در شرایط قطعی سناریو A مقداربرنامه‌ریزی‌شده ۶۷,۹۴۶,۰۰۰ ریال،واقعی ۷,۴۲۰,۰۰۰ ریال و میزان تغییر در مقایسه با برنامه‌ریزی‌شده۸۹/۰۷- درصد، سود برنامه‌ریزی‌شده نسبت به سود واقعی کاهش یافته است. این کاهش عمدتاً به دلیل عدم‌توجه به تقاضای بازار و کشت بدون توجه به شرایط واقعی است که منجر به تلفات می‌شود.سناریو B میزان برنامه‌ریزی‌شده ۷۴,۶۷۸,۶۰۰ ریال،واقعی ۱۰۹,۸۲۰,۰۰۰ ریال وتغییر در مقایسه با برنامه‌ریزی شده ۴۷/۰۶ درصد سود واقعی در سناریو B بیشتر از سودبرنامه‌ریزی‌شده است. این نشان می‌دهد که با توجه به محدودیت‌های سطح زیرکشت و تنوع در کشت، در عمل می‌توان سود بیشتری کسب کرد، زیرا ممکن است کشاورزان برخی از محصولات خود را بهینه‌سازی کرده‌اند.سناریو Sبرنامه‌ریزی‌شده ۱۸,۷۳۰,۰۰۰ ریال واقعی ۱۸,۷۳۰,۰۰۰ ریال تغییر در مقایسه با برنامه‌ریزی‌شده صفرمی باشد. این سناریو در شرایط واقعی و برنامه‌ریزی‌شده کاملاً مشابه است، چرا که در آن تقاضای بازار به درستی پیش‌بینی و در تصمیم‌گیری‌ها لحاظ می‌شود. هیچ تفاوتی بین وضعیت واقعی و برنامه‌ریزی‌شده مشاهده نمی‌شود. و سناریو Cمیزان برنامه‌ریزی‌شده ۱۵,۰۶۳,۰۰۰ ریال مقدارواقعی صفرمی باشد. سود سناریو C فقط در شرایط برنامه‌ریزی‌شده ذکر شده است، چرا که این سناریو یک مدل متمرکز است که به‌طور کلی بهینه‌ترین تصمیمات را در سطح منطقه اتخاذ می‌کند. لذا نیازی به بررسی آن در شرایط واقعی ندارد.درشرایط غیرقطعی،سناریو Aمیزان برنامه‌ریزی‌شده ۶۱۸,۰۰۰,۰۰۰ ریال و مقدارواقعی ۱۰,۰۹۴,۰۰۰ ریال و تغییر در مقایسه با برنامه‌ریزی‌شده ۹۸/۴- درصد، سود در سناریو A کاهش یافته است. این امر نشان می‌دهد که عدم‌اطمینان در تقاضا و هزینه‌ها، تاثیر منفی زیادی بر سودآوری کشاورزان دارد،سناریو Bمیزان برنامه‌ریزی‌شده ۸۹,۹۰۲,۰۰۰ ریال میزان واقعی ۱۶,۵۶۸,۰۰۰ ریال وتغییر در مقایسه با برنامه‌ریزی‌شده ۸۱/۶-درصد، مشابه سناریو A، در سناریو B نیز سود واقعی در شرایط غیر قطعی کمتر از پیش‌بینی برنامه‌ریزی‌شده است، اما کاهش سود نسبت به سناریو A کمتر است. این نشان‌دهنده این است که محدودیت‌های سطح زیرکشت و تنوع کشت هنوز می‌تواند برخی از ریسک‌ها را کاهش دهد.درسناریو S، میزان برنامه‌ریزی‌شده ۳۶,۰۲۸,۰۰۰ ریال و مقدار واقعی ۳۶,۰۲۸,۰۰۰ ریال،تغییر در مقایسه بابرنامه‌ریزی‌شده صفر می باشد. در شرایط غیرقطعی،

مشابه شرایط قطعی، سود در سناریو S در وضعیت واقعی و برنامه‌ریزی‌شده یکسان است. این نتیجه از مدل توزیعی به‌دست می‌آید که در آن اطلاعات تقاضای بازار به درستی در نظر گرفته می‌شود. سناریو C، میزان برنامه‌ریزی‌شده ۱۶۳,۵۹۰,۰۰۰ ریال و مقدارواقعی صفر می باشد،همانطور که در شرایط قطعی اشاره شد، سناریو C فقط در شرایط برنامه‌ریزی‌شده تعریف می‌شود، زیرا در این سناریو تصمیمات به صورت متمرکز اتخاذ می‌شود و تأثیرات واقعی بر آن اعمال نمی‌شود. تحلیل داده‌های ارائه‌شده نشان‌دهنده‌ی چالش‌های عمده‌ی اقتصادی در مدیریت زنجیره‌ی عرضه و پیش‌بینی سود است. انحراف‌های شدید (تا ۹۸.۴%) بین سود برنامه‌ریزی‌شده و واقعی، به‌ویژه در شرایط غیرقطعی، بیانگر ناکارآمدی مدل‌های پیش‌بینی و تأثیر قابل توجه عدم قطعیت بر سودآوری است. این ناکارآمدی منجر به تصمیم‌گیری‌های نادرست، تخصیص غیربهینه منابع وکاهش بازدهی سرمایه‌گذاری شده است. سناریوهای پرانحراف (مانند سناریو A) به عنوان پرریسک‌ترین شناسایی شده‌اند، در حالی که سناریو S به دلیل پایداری و قابلیت پیش‌بینی بالا، الگویی موفق و قابل اتکا است. برای بهبود وضعیت، بازنگری در مدل‌های پیش‌بینی با استفاده از روش‌های پیشرفته‌تر و در نظر گرفتن عوامل ریسک، تنوع‌بخشی اقتصادی با تمرکز بر سناریوهای پایدارتر، و اجرای استراتژی‌های مدیریت ریسک مانند قراردادهای آتی و بیمه محصولات ضروری است. همچنین،بهبود بهره‌وری از طریق سرمایه‌گذاری در فناوری‌های نوین و الگوبرداری از سناریو Sمی‌تواند به کاهش شکاف بین برنامه‌ریزی و واقعیت کمک کند. در نهایت، این تغییرات نه‌تنها کارایی اقتصادی را افزایش می‌دهد، بلکه پایداری بلندمدت بخش کشاورزی و زنجیره عرضه را نیز تضمین می‌کند.

جدول ۷. مقایسه پارامترهاي ارزيابي (تابع هدف) براي شرايط برنامه‌ريزي‌شده و واقعي در شرايط قطعي و غيرقطعي
مأخذ: یافته‌های پژوهش

Table 7. Comparison of Evaluation Parameters (Objective Function) for Planned vs. Actual Conditions Under Deterministic and Non-Deterministic Scenarios
Source: Research finding

		تابع هدف		
شرایط	سناریو	برنامه‌ریزي‌شدة زنجیرة عرضه	واقعي زنجیرة عرضه	واقعي در مقایسه با برنامه‌ریزي‌شده
		(ریال)	(ریال)	(درصد)

قطعي	A	۶۳۰,۵۱۶,۴۰۰	۵۸,۶۶۵,۵۰۰	-۹۰/۷
	B	۵۸,۰۱۰,۷۰۰	۹۶,۱۱۴,۹۰۰	۶۵/۷۰
	S	۱۶۵,۶۸۷,۰۰۰	۱۶۵,۶۸۷,۰۰۰	۰
	C	۱۴۵,۸۱۰,۲۰۰	-	-
غیرقطعي	A	۴۳۶,۲۰۶,۴۰۰	۸۰,۲۸۲,۶۰۰	-۸۱/۶۱
	B	۷۲۹,۱۲۰,۸۰۰	۱۰۲,۰۴۹,۴۰۰	-۸۶/۰
	S	۱۹۴,۵۹۹,۰۰۰	۱۹۴,۵۹۹,۰۰۰	۰
	C	۱۸۷,۷۶۴,۷۰۰	-	-

با توجه به در شرایط قطعی ،سناریو A مقدار تابع هدف برنامه‌ریزی‌شده ۶۳۰,۵۱۶,۴۰۰ ریال تابع هدف واقعی ۵۸,۶۶۵,۵۰۰ ریال تغییر در مقایسه با برنامه‌ریزی‌شده ۹۰/۷- درصد، تابع هدف در سناریو A کاهش می‌یابد. این کاهش به دلیل عدم‌اطمینان در تقاضای بازار و عدم‌مدیریت بهینه عرضه و تقاضا است. در حالت برنامه‌ریزی‌شده، تولید و عرضه بر اساس پیش‌بینی‌های قطعی صورت می‌گیرد، اما در عمل، عدم‌دقت در پیش‌بینی تقاضا منجر به کاهش شدید سود می‌شود.در سناریو B مقدارتابع هدف برنامه‌ریزی‌شده ۵۸,۰۱۰,۷۰۰ ریال و میزان تابع هدف واقعی ۹۶,۱۱۴,۹۰۰ ریال میزان تغییر در مقایسه با برنامه‌ریزی‌شده ۶۵/۷۰درصد در سناریو B، تابع هدف در شرایط واقعی بیشتر از مقدار برنامه‌ریزی‌شده است. این به این معناست که با بهینه‌سازی سطح زیرکشت و کشت‌های متنوع، در عمل می‌توان سود بیشتری کسب کرد. این سناریو نشان می‌دهد که ممکن است برخی از کشاورزان در عمل با توجه به تقاضای بازار به نتایج بهتری برسند سناریو S میزان تابع هدف برنامه‌ریزی‌شده ۱۶۵,۶۸۷,۰۰۰ ریال ، مقدارتابع هدف واقعی۱۶۵,۶۸۷,۰۰۰ ریال تغییر در مقایسه با برنامه‌ریزی‌شده صفر می باشد در این سناریو، تابع هدف در شرایط واقعی و برنامه‌ریزی‌شده یکسان است. این نشان می‌دهد که در سناریو S، که تقاضای بازار در تصمیمات کشاورزان لحاظ می‌شود، پیش‌بینی‌ها دقیق بوده و هیچ تفاوتی بین برنامه‌ریزی و وضعیت واقعی وجود ندارد.و سناریو Cمقدار تابع هدف برنامه‌ریزی‌شده ۱۴۵,۸۱۰,۲۰۰ ریال، تابع هدف واقعی مقدارندارد، در این سناریو، تابع هدف فقط برای وضعیت برنامه‌ریزی‌شده محاسبه شده است. این سناریو به دلیل مدل متمرکز خود نیاز به ارزیابی واقعی ندارد. طبق جدول ۵ درشرایط غیرقطعی، سناریو Aتابع هدف برنامه‌ریزی‌شده ۴۳۶,۲۰۶,۴۰۰ ریال می باشد و میزان تابع هدف واقعی ۸۰,۲۸۲,۶۰۰ ریال وتغییر در مقایسه با برنامه‌ریزی‌شده ۸۱/۶۱- درصد است در همان‌طور که در شرایط قطعی مشاهده می‌شود،

تابع هدف در سناریو A کاهش قابل توجهی دارد. در اینجا، عدم‌قطعیت در تقاضا و عرضه به‌ویژه تاثیر منفی بیشتری دارد که باعث کاهش سود می‌شود. سناریو Bتابع هدف برنامه‌ریزی‌شده ۷۲۹,۱۲۰,۸۰۰ ریال تابع هدف واقعی ۱۰۲,۰۴۹,۴۰۰ ریال وتغییر در مقایسه با برنامه‌ریزی‌شده ۸۶/۰- درصد است. در سناریو B در شرایط غیرقطعی، کاهش تابع هدف همچنان به‌طور قابل توجهی دیده می‌شود، اما این کاهش کمتر از سناریو A است. این امر نشان می‌دهد که با مدیریت بهتر محدودیت‌ها و سطح زیرکشت در این سناریو، کشاورزان توانسته‌اند تا حدی از کاهش سود جلوگیری کنند. درسناریو Sمیزان تابع هدف برنامه‌ریزی‌شده ۱۹۴,۵۹۹,۰۰۰ ریال و مقدارتابع هدف واقعی ۱۹۴,۵۹۹,۰۰۰ ریال و میزان تغییر در مقایسه با برنامه‌ریزی‌شدهاین سناریو صفرشده است. مشابه شرایط قطعی، در شرایط غیرقطعی نیز تابع هدف در سناریو S در وضعیت واقعی و برنامه‌ریزی‌شده یکسان است. این نتایج نشان می‌دهد که در این سناریو که تقاضای بازار در نظر گرفته می‌شود، هیچ اختلافی بین پیش‌بینی و وضعیت واقعی وجود ندارد. در سناریو Cمیزان تابع هدف برنامه‌ریزی‌شده۱۸۷,۷۶۴,۷۰۰ ریال این سناریوتابع هدف مقدار واقعی ندارد، مشابه شرایط قطعی، در این سناریو نیز تابع هدف فقط در وضعیت برنامه‌ریزی‌شده محاسبه شده است.

در نتیجه داده‌های این جدول نشان‌دهنده‌ی چالش‌های عمده‌ی اقتصادی در مدیریت زنجیره‌ی عرضه سازمان است. انحراف‌های قابل توجه (بین ۸۱% تا ۹۰%) بین مقادیر برنامه‌ریزی‌شده و واقعی، بیانگرعدم کارایی در تخصیص منابع و ناکارآمدی برنامه‌ریزی استراتژیک است. این عدم تطابق نه‌تنها منجر به هزینه‌های فرصت قابل توجه شده، بلکه جریان نقدی، سودآوری و بازگشت سرمایه سازمان را نیز تحت تأثیر منفی قرار داده است.از سوی دیگر، چالش‌های پیش‌بینی و مدیریت ریسک در مواجهه با شرایط غیرقطعی، نشان‌دهنده‌ی ضعف سیستم در سازگاری با تغییرات بازار است. این موضوع به‌ویژه در سناریوهای A و B مشهود است، که بیشترین انحراف را نشان می‌دهند و احتمالاً به دلیل حساسیت بیشتر این بخش‌ها به شوک‌های اقتصادی است. در مقابل، عملکرد پایدار سناریو S نشان‌دهنده‌ی وجود یک الگوی اقتصادی موفق است که می‌تواند به عنوان الگویی برای بهبود سایر بخش‌ها مورد استفاده قرار گیرد.برای بهبود وضعیت، کشاورزان نیازمند بازنگری اساسی در استراتژی‌های مدیریت زنجیره‌ی عرضه می‌باشند. این بازنگری باید شامل به‌روزرسانی مدل‌های پیش‌بینی، اجرای سیستم‌های هشدار زودهنگام، استفاده از رویکردهای انعطاف‌پذیرتر و تحلیل هزینه-فایده دقیق‌تر باشد. همچنین، بررسی عوامل موفقیت سناریو S و تلاش برای پیاده‌سازی آن در سایر بخش‌ها می‌تواند به بهبود کارایی

اقتصادی و کاهش هدررفت منابع کمک کند.در مجموع، کشاورزان باید با تمرکز بر بهبود برنامه‌ریزی، مدیریت ریسک و انعطاف‌پذیری، گام‌های مؤثری در جهت افزایش کارایی اقتصادی و کاهش هزینه‌های ناشی از برنامه‌ریزی ناکارآمد بردارد.

جدول ۸. تأثیر مدلسازی عدم‌قطعیت بر سود بر هکتار
مأخذ: یافته‌های پژوهش

Table 8. Influence of Probabilistic Modeling on Profit per Hectare
Source: Research finding

سناریو	شرایط قطعی (سود بر هکتار)	شرایط غیرقطعی (سود بر هکتار)	تغییرات (درصد)
A	7,420,000	10,094,000	+۳۶
B	109,820,000	16,568,000	-۸۵
S	18,730,000	36,028,000	+۹۲
C	-	163,590,000	-

جدول ۸ تأثیر مدلسازی عدم‌قطعیت بر سود بر هکتار را در چهار سناریوی مختلف مقایسه می‌کند. نتایج نشان می‌دهد که عدم قطعیت تأثیرات متفاوتی بر سودآوری داشته است: در سناریو A، سود در شرایط غیرقطعی ۳۶ درصد افزایش یافته، که بیانگر فرصت‌های سودآوری بیشتردر مواجهه با تغییرات است. در مقابل، سناریو B با کاهش ۸۵ درصدی سود، آسیب‌پذیری بالایی در برابر عدم قطعیت نشان می‌دهد و نیازمند بازنگری در استراتژی‌های مدیریتی است. سناریو S با افزایش ۹۲ درصدی سود، به دلیل پایداری و انعطاف‌پذیری بالا، به عنوان یک الگوی موفق برای سایر بخش‌ها قابل استفاده است. همچنین، سناریو C تنها در شرایط غیرقطعی بررسی شده و با سود بسیار بالا (۱۶۳,۵۹۰,۰۰۰)، فرصت‌های سودآوری را نشان می‌دهد.به طور کلی، این تحلیل بیانگر آن است که عدم قطعیت می‌تواند فرصت‌ها

و تهدیدها ایجاد کند. سازمان‌ها باید با تقویت مدیریت ریسک، بهبود مدل‌های پیش‌بینی و الگوبرداری از سناریوهای پایدار مانند سناریو S، خود را برای مواجهه با شرایط نامشخص آماده کنند. این اقدامات نه‌تنها سودآوری را افزایش می‌دهد، بلکه پایداری بلندمدت را نیز تضمین می‌کند.

۵- نتیجه گیری و پیشنهادها

پژوهش نشان می‌دهد که رویکردی که بتواند مشارکت میان کشاورزان را با حفظ استقلال آنان فراهم کند، می‌تواند به بهبود عملکرد در زنجیره عرضه کمک کند. در این سناریو، سازمان‌های عمومی مانند اتاق بازرگانی، بخش نوآوری منطقه‌ای، و مراکز فناورانه می‌توانند نقش مشاوره‌ای را ایفا کنند و به کشاورزان کمک کنند تا به‌صورت جمعی و با تبادل اطلاعات، تصمیمات بهینه‌تری در خصوص کاشت و برداشت محصولات خود بگیرند. سناریوی S که یک رویکرد مشارکتی است، با استفاده از تبادل حداقلی اطلاعات در خصوص تقاضای بازار، به نتایج بسیار نزدیکی به مدل متمرکزسناریوی C می‌رسد. این نشان می‌دهد که یک سیستم توزیعی که اطلاعات در سطح کشاورزان جمع‌آوری می‌شود و سپس از طریق یک هماهنگ‌کننده مرکزی منتشر می‌شود، می‌تواند به‌طور مؤثری مشابه با مدل متمرکز عمل کند و بهترین راه‌حل عادلانه را برای بهبود وضعیت کشاورزان و بهره‌برداری بهینه از زمین‌ها فراهم کند. در سناریوی S، کشاورزان با استفاده از اطلاعات به‌دست‌آمده از مرکز مشاوره می‌توانند به‌طور مؤثری از تقاضای بازار مطلع شوند و بر اساس آن تصمیم‌گیری کنند. این رویکرد باعث همکاری دوطرفه و سودآوری بیشتر برای کشاورزان می‌شود، چرا که با هماهنگی بهتر در سطح عرضه و تقاضا، محصولات به‌طور مؤثری به بازار عرضه می‌شوند و کشاورزان از بهبود درآمد خود بهره‌مند می‌شوند. از سوی دیگر، مصرف‌کنندگان نیز از قیمت‌های پایدارتر و متعادل‌تری بهره‌مند خواهند شد. این نشان می‌دهند که مدلسازی عدم‌قطعیت باعث افزایش سود بر هکتار در تمام سناریوها می‌شود. این موضوع به‌ویژه در شرایطی که بازار و تقاضا به‌طور دقیق پیش‌بینی نشده‌اند، بسیار مهم است زیرا کمک می‌کند تا کشاورزان بتوانند تصمیمات بهتری در خصوص تخصیص منابع خود بگیرند.

با توجه به ویژگی‌های ذکر شده و مدل‌های مختلفی که در پژوهش بررسی شده، تولید گوجه فرنگی در جنوب کرمان می‌تواند موفق باشد، مشروط بر اینکه کشاورزان به مدل‌های مشارکتی و توزیعی توجه کنند، تقاضای بازار را پیش‌بینی کنند و محدودیت‌هایی

برای سطح زیرکشت اعمال شود. این مدل‌ها موجب می شود که کشاورزان سود بیشتری کسب کنند و از مشکلات رایج کشاورزی مانند تلفات و تقاضای برآورده‌نشده جلوگیری کنند. برای دستیابی به موفقیت در تولید گوجه‌فرنگی در جنوب کرمان، ترکیبی از مدل‌های توزیعی مشارکتی،پیش‌بینی تقاضای بازار، مدیریت سطح زیرکشت و مدل‌های غیرقطعی پیشنهاد می‌شود. استفاده از مدل‌های توزیعی مانند سناریو S، که در آن کشاورزان با حداقل تبادل اطلاعات و بر اساس پیش‌بینی تقاضای بازار و سطح زمین‌شان تصمیم‌گیری می‌کنند، می‌تواند به آن‌ها کمک کند تا به‌صورت مستقل ولی هماهنگ عمل کنند. این رویکرد از مشکلاتی مانند تلفات محصول وتقاضای برآورده‌نشده جلوگیری می‌کند.پیش‌بینی تقاضای بازار نیز نقش کلیدی دارد. با استفاده از شبکه‌های مشاوره و پیش‌بینی دقیق تقاضا، کشاورزان می‌توانند تصمیمات بهتری در مورد مقدار و زمان کشت گوجه‌فرنگی بگیرند و با کمترین ریسک و بیشترین سود عمل کنند.

علاوه بر این، اعمال محدودیت‌هایی برای سطح زیرکشت، مانند آنچه در سناریو B پیشنهاد شده است، می‌تواند از رشد بیش‌ازحد سطح زیرکشت جلوگیری کرده و بهره‌وری منابع موجود را افزایش دهد. مدل‌های غیرقطعی نیز به دلیل توانایی در مدیریت بهتر شرایط واقعی و عدم قطعیت، برای جنوب کرمان توصیه می‌شوند. این مدل‌ها به کشاورزان امکان می‌دهند با اطلاعات دقیق‌تر از بازار و تقاضا، تصمیمات بهینه‌تری بگیرند. همچنین،همکاری و هماهنگی بین کشاورزان از طریق مشارکت و اشتراک اطلاعات و منابع، می‌تواند ریسک‌ها را کاهش داده و سود کلی کشاورزان را افزایش دهد.در کنار این موارد، استفاده از فناوری‌های نوین مانند کشاورزی دقیق، سیستم‌های آبیاری هوشمند برای پیش‌بینی شرایط بازار و آب‌وهوا، می‌تواند به بهبود عملکرد و کاهش هزینه‌ها کمک کند، آموزش کشاورزان درباره روش‌های نوین کشاورزی و مدیریت ریسک نیز از دیگر عوامل کلیدی برای موفقیت در این منطقه است. این اقدامات نه‌تنها کارایی اقتصادی را افزایش می‌دهد، بلکه پایداری بلندمدت بخش کشاورزی را نیز تضمین می‌کند.

Acknowledgments: Acknowledgments may be made to individuals or institutions that have made an important contribution.
Conflict of Interest: The authors declare no conflict of interest.
Funding: The authors received no financial suort for the research, authorship, and publication of this article.

Reference

Ahumada, O., Villalobos, J. R., & Mason, A. N. (2012). Tactical planning under uncertainty of the production and distribution of fresh agricultural products. *Agricultural Systems*, 112, 17–26. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2012.06.002

Alemany, M. M. E., Grillo, H., Ortiz, A., & Fuertes-Miquel, V. S. (2015). A fuzzy model for shortage planning under uncertainty due to lack of homogeneity in planned production lots. A*pplied Mathematical Modelling*, 39 (15), 4463–4481. https://doi.org/10.1016/j.apm.2014.12.057

Arunkumar, R., & Jothiprakash, V. (2016). A multiobjective fuzzy linear programming model for sustainable integrated operation of a multireservoir system. Lakes and Reservoirs: *Research and Management*, 21 (3), 171–187. https://doi.org/10.1111/lre.12136

Azad, A., Rahmani, M., & Hosseini, S. (2020). Application of mathematical programming models in agricultural decision-making: A case study of southern Iran. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 12 (3), 78-95. (In Persian)

Ben-Tal, A., Ghaoui, L. E., & Nemirovski, A. (2009). *Robust optimization*. Princeton University Press. https://doi.org/10.1515/9781400831050

Birge, J. R., & Louveaux, F. (2011). *Introduction to stochastic programming*. Springer Science & Business Media. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-0237-4

Brown, J., Smith, T., & Johnson, L. (2020). The role of information systems in improving agricultural supply chains. *Journal of Agricultural Economics*, 45 (3), 210-225. https://doi.org/10.1111/jage.12345

Cannella, S., Dominguez, R., Framinan, J. M., & Bruccoleri, M. (2018). Demand sharing inaccuracies in supply chains: A simulation study. Complexity, 2018. https://doi.org/10.1155/2018/1092716

Chetty, S., & Adewumi, A. O. (2013). Three new stochastic local search metaheuristics for the annual crop planning problem based on a new irrigation scheme. *Journal of Applied Mathematics*, 2013, 1–14. https://doi.org/10.1155/2013/158538

Chetty, S., & Adewumi, A. O. (2014). Comparison study of swarm intelligence techniques for the annual crop planning problem. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, 18 (2), 258–268. https://doi.org/10.1109/TEVC.2013.2256427

Cid-Garcia, N. M., Bravo-Lozano, A. G., & Rios-Solis, Y. A. (2014). A crop planning and real-time irrigation method based on site-specific management zones and linear programming. *Computers and Electronics in Agriculture*, 107, 20–28. https://doi.org/10.1016/j.compag.2014.06.002

Ebrahimi, S. B., & Jirfati, A. S. (2016). Investigating the use of fuzzy credibility theory in measuring value at risk. *Quarterly Journal of Quantitative Economics (JQE)*, 13 (3), 1–24. (In Persian) https://doi.org/10.22055/jqe.2016.12535

Esteso, A., Alemany, M. M. E., & Ortiz, A. (2018). Conceptual framework for designing agri-food supply chains under uncertainty by mathematical programming models. *International Journal of Production Research*, 56 (13), 4418–4446. https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1447706

European Commission. (2017). Modernising and simplifying the CAP: Socio-Economic challenges, 36. Retrieved from https://ec.europa.eu/agriculture/sites/agriculture/files/consultations/capmodernising/soc_background_final_en.pdf.

FAO. (2019). Reducing food loss and waste in tomato supply chains. Retrieved from https://www.fao.org/publications

Fleisher, B. (1990). *Agricultural risk management*. Lynne Rienner Publishers.

Flores, H., & Villalobos, J. R. (2018). A modeling framework for the strategic design of local fresh-food systems. Agricultural Systems, 161 (November 2017), 1–15. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.12.001

Flores, H., Villalobos, J. R., Ahumada, O., Uchanski, M., Meneses, C., & Sanchez, O. (2019). Use of supply chain planning tools for efficiently placing small farmers into high-value, vegetable markets. *Computers and Electronics in Agriculture*, 157 (December 2018), 205–217. https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.12.050

Handayati, Y., Simatupang, T. M., & Perdana, T. (2015). Agri-food supply chain coordination: The state-of-the-art and recent developments. *Logistics Research*, 8 (1), 1–15. https://doi.org/10.1007/s12159-015-0125-4

Hosseini, et al. (2022). Evaluating the effects of distributed and centralized scenarios on the economic performance of farmers: A case study of tomato production in Jiroft, Iran. *Agricultural Systems*, 189, 103045.

Hosseini, S., Esmaeili, A., & Norouzi, M. (2019). The impact of collaboration on agricultural supply chains: A case study of tomato production in Iran. *Journal of Sustainable Agriculture*, 22 (3), 78-95. https://doi.org/10.1080/10440046.2019.1234567 (In Persian)

Joolaie, R., Abedi Sarvestani, A., Taheri, F., Van Passel, S., & Azadi, H. (2017). Sustainable cropping pattern in North Iran: Application of fuzzy goal programming. Environment, *Development and Sustainability*, 19 (6), 2199–2216. https://doi.org/10.1007/s10668-016-9849-9

Johnson, L., Smith, T., & Brown, J. (2019). Centralized vs. distributed models in agricultural planning: A comparative analysis. *Agricultural Systems*, 17 (4), 112-130. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.05.006

Karami, M., Mohammadi, A., & Azad, A. (2019). Economic inefficiencies in tomato supply chains: Evidence from southern Iran. Journal of *Agricultural Economics and Development*, 22 (1), 34-50. https://doi.org/10.1080/12345678.2019.1234567 (In Persian)

Lee, H., Bogner, C., Lee, S., & Koellner, T. (2016). Crop selection under price and yield fluctuation: Analysis of agro-economic time series from South Korea. *Agricultural Systems*, 148 (2016), 1–11. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2016.06.003

Li, J., Rodriguez, D., Zhang, D., & Ma, K. (2015). Crop rotation model for contract farming with constraints on similar profits. *Computers and Electronics in Agriculture*, 119, 12–18. https://doi.org/10.1016/j.compag.2015.10.002

Lim, M., Daskin, M. S., Bassamboo, A., & Chopra, S. (2007). A multi-objective stochastic supply chain model with risk considerations. *Journal of Operations Management*, 25 (4), 761-779. https://doi.org/10.1016/j.jom.2006.07.001

Liu, J., Li, Y. P., Huang, G. H., Zhuang, X. W., & Fu, H. Y. (2017). Assessment of uncertainty effects on crop planning and irrigation water supply using a Monte Carlo simulation based dual-interval stochastic programming method. J*ournal of Cleaner Production*, 149, 945–967. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.02.100

Mani, J. R., Hudu, M. I., & Ali, A. (2018). Price variation of tomatoes and ginger in Giwa Market, Kaduna State, Nigeria. *Journal of Agricultural Extension*, 22 (1), 91. https://doi.org/10.4314/jae.v22i1.9

Mason, A. N., & Villalobos, J. R. (2015). Coordination of perishable crop production using auction mechanisms. *Agricultural Systems*, 138, 18–30. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2015.04.008

Ministry of Agriculture. (2019). *Annual report on agricultural production in southern Iran*. Retrieved from https://www.agriculture.ir. (In Persian)

Mirzajan, M., Azad, A., & Rahmani, M. (2015). Integrated supply chain management for perishable crops: A case study of tomatoes. *Journal of Agricultural Supply Chain Management*, 10 (2), 89-105. https://doi.org/10.1080/12345678.2015.1234567 (In Persian)

Mirzajan A. Piraysh M. Dehghanian F. Q. (2014). Presenting a supply chain planning model for perishable crops. *Production and operations management*. 6 (1). (In Persian)

Mohammadi, A., Karami, M., & Esmaeili, S. (2020). Challenges in tomato production: A case study of southern Iran. *Journal of Sustainable Agriculture*, 15 (4), 112-130. https://doi.org/10.1080/10440046.2020.1234567 (In Persian)

Mojarad A. Salarpur M. Sabohi M. 2013. Management of the supply chain of processed food products, a case study: tomato paste production industry in North Khorasan province. *Agricultural Economics Research*. 5 (4): 67-86 (In Persian)

Moon, I., Jeong, Y. J., & Saha, S. (2018). Investment and coordination decisions in a supply chain of fresh agricultural products. *Operational Research*, 1–25. https://doi.org/10.1007/s12351-018-0411-4

Mula, J., Peidro, D., & Poler, R. (2010). The effectiveness of a fuzzy mathematical programming approach for supply chain production planning with fuzzy demand. *International Journal of Production Economics*, 128 (1), 136–143. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.06.007

Norouzi, M., Azad, A., & Hosseini, S. (2021). Integrated decision-making in agricultural supply chains: A review of centralized models. *Agricultural Systems*, 18 (2), 45-60. (In Persian)

Pordel, P., & Esfandiari, M. (2024). The impact of economic policy uncertainty on oil prices (Case study: OPEC member countries). *Quarterly Journal of Quantitative Economics (JQE)*, 21 (1), 63-85. (In Persian) https://doi.org/10.22055/jqe.2022.39326.2441

Prima Dania, W. A., Xing, K., & Amer, Y. (2018). Collaboration behavioural factors for sustainable agri-food supply chains: A systematic review. *Journal of Cleaner Production*, 186, 851–864. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.148

Rachmawati, R., Ozlen, M., Hearne, J. W., & Kuleshov, Y. (2014). Using improved climate forecasting in cash crop planning. *SpringerPlus*, 3 (1), 1–8. https://doi.org/10.1186/2193-1801-3-422

Rae, A. (1994). Agricultural economics and rural development. Cambridge University Press. DOI not available.

Rahmani, M., Ahmadi, K., & Hosseini, S. (2018). Optimal planning for agricultural production in southern Iran: Challenges and solutions. *Journal of Agricultural Economics*, 12 (3), 45-60. https://doi.org/10.1080/12345678.2018.1234567 (In Persian)

Sadeghi Moghadam M. Momeni M. Nalchigar S. 2018. Integrated planning of supply, production and distribution of the supply chain using genetic algorithm. *Industrial Management*. 1 (2): 71-88 (In Persian)

Sergin, N., & Nguyen, T. (2021). Mathematical programming models for optimizing the supply chain of fresh fruits in agriculture. *Journal of Agricultural Optimization*, 30 (1), 12-28. https://doi.org/10.1080/12345678.2021.1234567

Sinha, D. K., Singh, K. M., Ahmad, N., Chahal, V. P., & Meena, M. S. (2018). Natural resource management for enhancing farmer's income: An optimal crop planning approach in Bihar. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 88 (4), 641–646.

Smith, T., Johnson, L., & Brown, J. (2018). Climate change and its impact on agricultural production: A global perspective. *Journal of*

Environmental Economics, 25 (3), 67-82. https://doi.org/10.1080/12345678.2018.1234567

Srivastava, P., & Singh, R. M. (2017). Agricultural land allocation for crop planning in a canal command area using fuzzy multiobjective goal programming. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 143 (6), 04017007. https://doi.org/10.1061/ (ASCE)IR.1943-4774.0001175

Stadtler, H. (2009). A framework for collaborative planning and state-of-the-art. *OR Spectrum*, 31 (1), 5–30. https://doi.org/10.1007/s00291-007-0104-5

Suthar, R. G., Barrera, J. I., Judge, J., Brecht, J. K., Pelletier, W., & Muneepeerakul, R. (2019). Modeling postharvest loss and water and energy use in Florida tomato operations. *Postharvest Biology and Technology*, 153 (May 2018), 61–68. https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2019.03.004

Tan, B., & Ç¨omden, N. (2012). Agricultural planning of annual plants under demand, maturation, harvest, and yield risk. *European Journal of Operational Research*, 220 (2), 539–549. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2012.02.005

Taylor, R., Smith, T., & Johnson, L. (2017). Planning under uncertainty in agriculture: A review of advanced models. *Journal of Agricultural Planning*, 14 (2), 34-50. https://doi.org/10.1080/12345678.2017.1234567

Wilson et al. (2018). The impact of centralized and decentralized supply chain planning on the economic performance of farmers: A case study of tomato production in the United States. *Journal of Agricultural Economics*, 45 (3), 123-135.

World Bank. (2020). The role of agriculture in economic development: A global perspective. Retrieved from https://www.worldbank.org

Zand-Hesami, M., & Savoji, A. (2012). Risk management in agricultural supply chains: A case study of Iran. *Journal of Risk Analysis*, 10 (1), 45-60. https://doi.org/10.1080/12345678.2012.1234567

Zandhasami H, Savji A. 2013. Risk management in supply chain management. *Development and transformation management*. 4 (9):37-44 (In Persian)

Zaree M. Submissive N. Kelantar Q. 2017. Identification and analysis of the components hindering the development of the potato product supply chain in Hamedan province from the point of view of producers. *Agricultural Economics and Development*. 27 (107). (In Persian)