مهندسی صنایع و مدیریت شریف، (تابستان ۱۴۰۰)
دوره‌ی ۱-۳۷، شماره‌ی ۱، ص. ۱۳-۲۵، (پژوهشی)

Original Article

ارائه‌ی مدل دومرحله‌یی برای آمایش سرزمین طراحی شبکه‌ی زنجیره‌ی تأمین محصول گندم با استفاده از تکنیک ویکور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه‌ی موردی: استان فارس)

مهرداد گبل (دانشجوی کارشناسی‌ارشد)
دانشکده‌ی مهندسی پیشرفت، دانشگاه علم‌و صنعت ایران
میرسامان پیشوایی * (دانشیار)
دانشکده‌ی مهندسی صنایع، دانشگاه علم‌و صنعت ایران
برات مجردی (استادیار)
دانشکده‌ی مهندسی عمران، دانشگاه علم‌و صنعت ایران

تغییرات اقلیمی در ایران مانند بالارفتن میانگین دما باعث شده حداقل ۱۵٪ از تولیدات کشاورزی کاسته شود. گندم یکی از پرمصرف‌ترین محصولات استراتژیک کشاورزی و دارای اهمیت در امنیت غذایی در ایران و جهان است. این پژوهش آمایش کشت و طراحی شبکه‌ی زنجیره‌ی تأمین گندم را برای استان فارس به‌عنوان دومین تولیدکننده‌ی گندم در ایران مورد مطالعه قرار داده است. در مرحله‌ی اول اراضی مناسب کشت با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و تصمیم‌گیری چندمعیاره ارزیابی شده و از اطلاعات تولیدکنندگان گندم به‌عنوان ورودی مدل طراحی شبکه‌ی زنجیره‌ی تأمین در مرحله‌ی دوم استفاده می‌شود. نتیجه‌ی این مدل نقشه‌یی است که نمایش‌دهنده‌ی سرزمین‌های مناسب کشت گندم است. مرحله‌ی دوم مدل‌سازی ریاضی خطی از نوع کمینه‌سازی هزینه‌ها شامل تصمیمات انتخاب تولیدکنندگان، سیلوها، آسیاب‌ها و مصرف‌کنندگان می‌شود. این تحقیق نشان داده است حدود ۳۲ درصد و بیشتر در نواحی غربی و شمال غربی استان فارس در درجات بالای تناسب اراضی برای کشت و زنجیره‌ی تأمین گندم قرار دارد.

واژگان کلیدی: شبکه‌ی زنجیره‌ی تأمین کشاورزی، آمایش سرزمین، تصمیم‌گیری چندمعیاره، سیستم اطلاعات جغرافیایی.

mehrdadgobal@yahoo.com
pishvaee@iust.ac.ir
mojaradi@iust.ac.ir

۱. مقدمه

رشد جمعیت و به دنبال آن نیازهای روزافزون بشر برای تأمین غذا موجب شده است تا جوامع با استفاده از ابزارها و تکنولوژی‌های جدید به فکر استفاده‌ی هرچه بیشتر از منابع طبیعی و بهره‌برداری از محیط زیست بیفتد. در چنین شرایطی استفاده از روش‌های آمایش سرزمین اهمیت می‌یابد. علم آمایش سرزمین در واقع تلفیقی از سه علم جغرافیا، اقتصاد و جامعه‌شناسی است و شامل اقدامات سامان‌دهی و نظام‌بخشی به فضای طبیعی، اجتماعی، اقتصادی و ملی است. تغییر کاربری اراضی بر بسیاری از فرایندهای طبیعی نظیر فرسایش خاک و تولید رسوب، سیلاب و تخریب خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک اثر می‌گذارد. این تغییر اکوسیستم باعث تخریب کیفیت خاک شده، در نتیجه قدرت محصول‌دهی خاک برای تولید غذا به شدت کاهش می‌یابد. بنابراین لازم است جنبه‌های مختلف تغییر کاربری اراضی در مطالعات و تصمیم‌گیری‌های کلان کشور مورد توجه قرار گیرد.

چالش پیش رو برای سرزمین ایران، رویدادهای مربوط به تغییر اقلیم در ایران است. اولین مسئله این که میزان بارندگی متوسط کشور حدود ۲۰ درصد کاهش یافته به‌گونه‌یی که متوسط بلندمدت از ۲۵۰ به ۲۱۰ میلی‌متر در سال تقلیل یافته است. از طرفی با توجه به اثرات مستقیم درجه حرارت بر تبخیر، براساس سنجش‌های صورت گرفته، در بیست سال اخیر پهنه‌ی کشورمان به‌طور متوسط ۱/۱ درجه سانتی‌گراد گرم شده است. پیش‌بینی شده تا دهه‌ی آینده حدوداً ۳۰ میلیارد متر مکعب در سال به حجم تبخیر افزوده خواهد شد.[۱] بررسی‌های سازمان‌های علمی جهان نیز حاکی از آن است که ایران در محدوده‌ی مناطقی است که در سال‌های پیش رو

* نویسنده مسئول
تاریخ: دریافت ۱۳۹۸/۷/۶، اصلاحیه ۱۳۹۹/۲/۹، پذیرش ۱۳۹۹/۱۲/۱۲.
DOI:10.24200/J65.2021.53730.2018

به دلیل تغییرات اقلیمی بیش از ۱۵٪ از عملکرد تولیدات محصولات کشاورزی آن کاسته خواهد شد. از سوی دیگر، امنیت غذایی با خودکفایی در تأمین محصولات کشاورزی و غذایی مترادف است و بنا بر تعریف سازمان ملل، دسترسی همه مردم به غذای کافی در تمام اوقات برای داشتن یک جسم سالم ضروری دانسته شده است. امنیت غذایی، مترادف با خودکفایی در تأمین محصولات کشاورزی و غذایی به‌عنوان شاخصی مهم در راستای استقلال سیاسی و اقتصادی هر کشوری به شمار می‌رود.[۲] در میان محصولات کشاورزی، گروه نان و غلات بزرگ‌ترین سهم را به خود اختصاص داده است. گندم در این گروه جای گرفته و با توجه به این که منبع مهم انرژی، آهن و انواع ویتأمین‌هاست، نقش مهمی در تأمین امنیت غذایی بازی می‌کند. طبق آمار سال ۲۰۰۷ مربوط به سرانه تولید گندم در نقاط مختلف جهان بر اساس اطلاعات فائو (سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد)، سرانه‌ی تولید گندم در ایران ۱/۱ برابر مصرف سرانه‌ی کشور است. این در حالی است که فرانسه و آلمان به ترتیب حدود ۶ و ۴ برابر نیاز مصرف سالانه خود گندم تولید می‌کنند که این آمار نشان می‌دهد امنیت غذایی ایران با وجود خودکفایی در کشت گندم، در معرض تهدید است.[۳] با این وجود، مصرف گندم در کشورمان نسبت به سایر کشورها و متوسط جهانی بیشتر است. هر ایرانی به طور متوسط حدود ۱۵۷ کیلوگرم در سال گندم مصرف می‌کند که ۲/۴ برابر مقدار جهانی است. نکته‌ی قابل تأمل سرانه مصرف کشورهای جنوب شرق آسیاست که حدود یک‌دهم ایران گندم مصرف می‌کنند. راهبرد کاهش مصرف سرانه باید به اندازه‌ی ارتقای توان تولید داخلی مورد توجه قرار بگیرد و کلید آن در ارتقای کیفیت زنجیره‌ی تولید است.[۴] ارتقاء کیفیت هم در گرو قاعده‌گذاری صحیح برای بهینه‌سازی اقتصادی زنجیره ارزش گندم، آرد و نان است تا محصول نهایی با بالاترین کیفیت به دست مصرف کننده برسد. این کار رویکرد نظام‌مند و مدیریت یکپارچه در تولید این محصول استراتژیک را می‌طلبد.

هدف از نگارش مطالعه‌ی حاضر، پیاده‌سازی یک مدل دومرحله‌یی برای طراحی شبکه‌ی زنجیره‌ی تأمین گندم است. مرحله‌ی اول این مدل‌سازی، تصمیم‌گیری به منظور یافتن نقاط مناسب کشت گندم را شامل می‌شود (مسئله آمایش کشت) که این کار نیازمند استفاده از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره‌ی ویکور و ترکیب آن با داده‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی است. سپس با استفاده از خروجی مرحله‌ی اول، در مرحله‌ی دوم طراحی شبکه‌ی زنجیره‌ی تأمین گندم از تولیدکننده تا مصرف‌کننده انجام می‌شود. در این مرحله بر اساس نقشه‌ی پراکندگی مناطق مناسب کشت که در مرحله‌ی اول استخراج شد، درصد مساحت مناسب به تفکیک هر شهرستان به‌عنوان داده‌ی ورودی به مدل برنامه‌ریزی زنجیره‌ی تأمین استفاده می‌شود.

در بخش اول این پژوهش با بیان مقدمه‌یی کلی از موضوع مورد بحث به تعریف مسئله‌و بیان ضرورت آن خواهیم پرداخت. در ادامه و در بخش دوم با نگاهی گذرا به مرور ادبیات این تحقیق، پژوهش‌های مرتبط انجام شده در سال‌های اخیر در این زمینه بررسی خواهد شد. در بخش سوم روش تحقیق و معرفی داده‌ها و چگونگی ساخت مدل بیان می‌شود. در بخش چهارم نتایج مدل ساخته شده در بخش سه ارائه خواهد شد و در نهایت در مورد نتایج این پژوهش بحث و نتیجه‌گیری خواهد شد.

۲. مبانی و پیشینه‌ی پژوهش

یکی از مهم‌ترین شاخصه‌های رشد اقتصادی، استفاده‌ی منطقی و پایدار از منابع طبیعی غیرتجدیدپذیر مانند زمین شناخته شده است. در حقیقت، توسعه‌ی پایدار را «برطرف کردن نیازهای فعلی جامعه بدون به خطر انداختن قابلیت‌های زمین برای نسل‌های آینده» تعریف کرده‌اند.[۵] در استفاده‌ی طولانی‌مدت از یک قطعه زمین بدون زوال، معیارهایی مانند هزینه‌های اجتماعی و اقتصادی و محیط زیست و عواقب آن، علاوه بر خواص ذاتی زمین، باید در نظر گرفته شود.[۶] یکی از پرمصرف‌ترین محصولات زراعی در جهان گندم است. گیاه گندم با نام علمی Triticum از گیاهان گل‌دار تک‌لپه‌یی و از خانواده‌ی گرامینه‌هاست.[۷] در زمینه‌ی مطالعه برای افزایش عملکرد محصول گندم و شرایط تأثیرگذار بر رشد بهتر این گیاه تحقیقات زیادی انجام شده است، که از آن جمله می‌توان به مطالعه‌ی لودگر[۱] و همکاران[۸] برای کشور آلمان اشاره کرد که تأثیر امواج گرمایی و دوره‌های خشک‌سالی بر رشد گندم دیم را در دوره‌های مختلف بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که دوره‌های خشک‌سالی و امواج گرمایی ارتباط مستقیمی با یکدیگر دارند و اگر در دوره‌ی گل‌دهی، دمای هوا مدت زیادی بیش از ۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد باشد تأثیر منفی قابل توجهی بر باردهی گندم خواهد داشت. همچنین ماز[۲] و همکاران،[۹] با در نظر گرفتن شرایط و محدودیت‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک به بررسی مسائل اقتصادی و اجتماعی و استراتژی‌های مدیریت ریسک در مورد بررسی تناسب زمین و شرایط بهینه‌ی کاشت گندم به منظور بهره‌برداری اصولی و حداکثری از منابع پرداخته‌اند. سیستم اطلاعات جغرافیایی[۳] یکی از ابزارهای مناسب برای ارائه‌ی اطلاعات است و تحلیل تناسب زمین را به شکل مؤثری فراهم کرده است.[۱۰] در «تجزیه و تحلیل تناسب اراضی»، هر منطقه به واحدهایی از مشاهدات چندضلعی یا شطرنجی تقسیم می‌شود که هر کدام از این واحدها دارای اطلاعات زمین‌شناسی منحصر به فرد است.[۱۱] تناسب زمین شامل ارزیابی و طبقه‌بندی واحدهای حوزه‌ی مورد مطالعه برای یک فعالیت خاص است.[۱۲] تناسب زمین در کشاورزی کاربرد فراوانی دارد. به‌عنوان مثال ملکی و همکاران،[۱۳] در آمایش زمین‌های کشاورزی به طور تخصصی به دنبال یافتن زمین‌های مناسب برای کشت زعفران هستند. در پژوهش پرامانیک[۴][۱۴] نیز، منطقه‌ی دارجیلینگ درکوهپایه‌های هیمالیا از نظر مناسب بودن زمین‌ها برای کاشت چای مورد بررسی قرار گرفت. بسیاری از زمین‌های این منطقه تحت جنگل‌های متراکم هیمالیا قرار گرفته که تنوع زیستی و تنوع اقلیمی و تنوع گیاهان را در بر می‌گیرد. با این حال، به دلیل تهدیدات فیزیکی مختلف (مانند شیب بسیار زیاد و ارتفاع، پوشش گیاهی متراکم، امکانات آبریز کم‌تر، خاک خشک و غیره)، مشکلات کشاورزی اجتماعی و فقدان حمل‌ونقل کافی، کشاورزی این منطقه توسعه نیافته است. پژوهش دادیچ،[۵][۱۵] نیز در رابطه با مناسب بودن زمین‌های زراعی برای محصول گندم در منطقه پاتان، در هند انجام شده است. عوامل متعددی مانند استفاده از زمین، پوشش زمین، بافت خاک، شیب، PH خاک و ... وجود دارد که بر مناسب بودن زمین برای کشت گندم تأثیرگذار است. نتایج حاصل از ارزیابی ارقام مورد مطالعه‌ی تناسب گندم، بر اساس استانداردهای سازمان غذا و کشاورزی (FAO) در چهار دسته (بسیار مناسب، نسبتاً مناسب، حاشیه‌ی مناسب و نامناسب) طبقه‌بندی شده است. روش‌های تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه (MCDM) مبحثی است که به فرایند تصمیم‌گیری در حضور معیارهای متفاوت و بعضاً متناقض با یکدیگر می‌پردازد.[۱۶] برخلاف گستردگی موارد استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، مفاهیم مشترکی در تمامی این مسائل وجود دارد. روش ویکور،[۶] به‌عنوان یکی از این روش‌ها شناخته می‌شود که برای حل مسائل چندمعیاره با معیارهای گسسته و ناهمسان توسعه داده شده است. هدف این روش رسیدن به یک راه‌حل سازشی و رتبه‌بندی و انتخاب از میان گزینه‌هایی است با معیارهای متضاد که نزدیک‌ترین فاصله را نسبت به نقطه‌ی ایده‌آل دارند.[۱۷] زمانی که GIS با روش ویکور ترکیب می‌شود، ابزار خوبی برای انتخاب زمین‌های مناسب برای کشت و پرورش گندم است. روش ویکور بر چهار عنصر استوار است:[۱۸]

جدول ۱. پژوهش‌های مرتبط اخیر.

نویسندگان	سال	ابزار و مطالعه موردی
Rahimi et al [۲۶]	۲۰۲۰	بهینه‌سازی مختلط دوهدفه، GIS تصمیم‌گیری چندشاخصه، بیودیزل فارس
Kumar et al [۲۷]	۲۰۲۰	توان اکولوژیکی، ترکیب روش ویکور و BWM، مکان‌یابی فرودگاه
Yohannes et al [۲۸]	۲۰۱۹	ترکیب سنجش از دور، تصمیم‌گیری چندمعیاره‌ی فازی و سیستم اطلاعات جغرافیایی، طبقه‌بندی سرزمین اندونزی
Akgun et al [۲۹]	۲۰۱۹	ترکیب دو روش TOPSIS و AHP با سیستم اطلاعات جغرافیایی، شبکه‌ی توزیع نیرو
Vestergaard et al [۳۰]	۲۰۱۸	مطالعه‌ی اکوسیستم، تناسب زمین با AHP وGIS، جنگل‌های هیرکانی، برنامه‌ریزی خطی

۱. انتخاب از میان دو یا چند گزینه‌ی ممکن؛

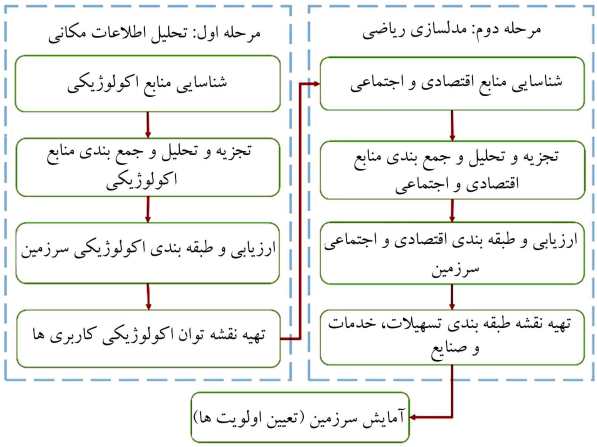
۲. معیارهایی که بر اساس آن‌گزینه‌ها ارزیابی می‌شوند؛

۳. امتیازات نشان‌گر عملکرد مورد انتظار هر معیار؛

۴. وزن هر معیار که بیان‌گر اهمیت نسبی آن در مقایسه با سایر معیارهاست.

کاربرد تصمیم‌گیری به روش ویکور در تحقیق ونگ[۷] و همکاران،[۱۹] برای اولویت‌بندی انتخاب روش تبدیل پسماندهای کشاورزی به انرژی پایدار انجام شده است. این تحقیق ارزیابی یک‌پارچه و اولویت‌بندی هفت فنّاوری مختلف تولید انرژی زیست را انجام می‌دهد. یک سیستم از معیارها، متشکل از چهار جنبه‌ی زیست‌محیطی، فنی، اقتصادی و اجتماعی (که در مجموع ۱۵ معیار هستند) ساخته شده است.

مدیریت زنجیره‌ی تأمین مجموعه‌یی از راهکارها به منظور یک‌پارچه‌سازی اعضای زنجیره است که هدف آن کاهش هزینه‌های سیستم و نیز افزایش سطح خدمت‌دهی به مشتریان است.[۲۰] طراحی، مدیریت و پیاده‌سازی یک شبکه‌ی زنجیره‌ی تأمین یک‌پارچه و کارامد می‌تواند چالش تغییرات ناگهانی بازار و شرایط تولید را مدیریت کند. تصمیمات متنوعی درخصوص تعداد سطوح زنجیره، ظرفیت و مکان تسهیلات در هر سطح و جریان مواد اولیه یا محصولات نهایی در سراسر شبکه در این مرحله از فرایند گرفته می‌شود. طراحی شبکه‌ی زنجیره‌ی تأمین سطوح مختلف تصمیمات استراتژیکی، تاکتیکی و عملیاتی را شامل می‌شود.[۲۱] ژانگ[۸] و همکاران،[۲۲] با ترکیب استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی مدل برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح (MILP)،[۹] مدلی را برای تعیین مقرون به صرفه‌ترین سرمایه‌گذاری در استفاده از زیست توده برای تولید انرژی پیشنهاد دادند. محسنی و همکاران،[۲۳] برای برنامه‌ریزی زنجیره‌ی تأمین بیودیزل از تحلیل دومرحله‌یی استفاده کرده‌اند که در مرحله‌ی اول از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) مکان‌های مناسب شناسایی می‌شوند و در مرحله‌ی دوم، با بهینه‌سازی، از بین مکان‌های نامزد شده بهترین نقطه را انتخاب می‌کنند. عباسی و همکاران،[۲۴] با استفاده‌ی از امکانات سیستم اطلاعات جغرافیایی و طراحی شبکه‌ی زنجیره‌ی تأمین به موقعیت‌یابی بنادر خشک پرداخته‌اند. هدف این نوشتار بررسی موقعیت بنادر خشک با ارائه یک مدل بهینه‌سازی دوبعدی مبتنی بر GIS است. در مورد زنجیره‌ی تأمین گندم نیز مطالعه‌ی غلامیان و همکاران[۲۵] پیشنهاد طراحی زنجیره‌یی عرضه‌ی یک‌پارچه‌ی محصولات گندم را می‌دهد که شامل تصمیمات درازمدت انتخاب تأمین‌کنندگان و تعیین مکان سیلوهای جدید و تصمیمات میان‌مدت در زمینه‌ی تخصیص و توزیع گندم و محصولات آن است. در جدول ۱ چند نمونه از آخرین مقالات منتشر شده در این حوزه معرفی شده است.



شکل ۱. فرایند انجام تحقیق.

نگاه تک‌بعدی به آمایش سرزمین در مقالات منتشر شده‌ی مرتبط ازگذشته تاکنون موجب شده است تا تمام جوانب استفاده از زمین، چه در حیطه‌ی زیست‌محیطی و بحث تخریب اکوسیستم و چه در بحث مزیت اقتصادی و بهینه‌سازی امکانات نادیده گرفته شود. از این رو هریک از اقتصاددانان و کارشناسان جغرافیا و کشاورزی از زاویه‌ی دید خود به مسئله نگریسته‌اند. این نکته موجب شده است همواره جوانب مختلف آمایش سرزمین پنهان باقی بماند. در این مطالعه مدل‌سازی در دو مرحله اجرا می‌شود به طوری که نتایج ارزیابی توان زیست‌شناختی سرزمین مبنای اطلاعات ورودی به مدل‌سازی ریاضی قرارگیرد. متدولوژی این پژوهش بر دوگام استوار است (شکل ۱).

الف) تعیین مکان‌های بهینه‌ی اولیه با استفاده از رویکردهای تصمیم‌گیری و ابزار GIS؛

ب) طراحی شبکه‌ی زنجیره‌ی تأمین و در نظرگرفتن مفروضات متناسب با شرایط واقعی.

پرداختن یک‌پارچه به موضوع آمایش کشت و طراحی شبکه‌ی زنجیره‌ی تأمین، نوآوری مفهومی این پژوهش است که درمورد یک محصول استراتژیک مهم در تأمین امنیت غذایی ـ یعنی گندم ـ به‌عنوان مطالعه موردی انجام گرفته است. از منظر تکنیکی ترکیب روش ویکور با ابزارهای سیستم اطلاعات جغرافیایی برای تصمیم‌گیری طبق معیارهای مؤثر در کشت گندم، توسعه‌ی یک مدل طراحی شبکه‌ی زنجیره‌ی تأمین متناسب با فصلی بودن کشت گندم و عرضه‌ی آن در فصول مختلف و مدت زمان استراحت محصول در سیلوها، تعیین روش حمل‌و نقل گندم و آرد در مسیرهای

ریلی و جاده‌یی و استفاده از داده‌های حقیقی و با جزئیات در استان فارس از نوآوری‌های این پژوهش به شمار می‌رود.

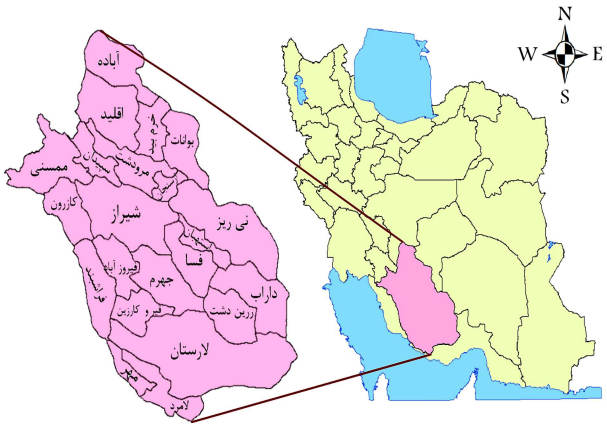
۳. مدل‌سازی و روش حل مسئله

همان‌طورکه در بخش قبل ذکر شد حل این مسئله برحسب روش‌شناسی پیشنهادی از دو مرحله‌ی کلی تشکیل شده است (شکل ۱). در گام اول از پژوهش ابتدا شاخصه‌های مؤثر در رشد و نمو محصول گندم محدود به مرزهای جغرافیایی استان فارس انتخاب می‌شوند. سپس اطلاعات هر لایه به‌صورت نقشه‌های قابل تفسیر در نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی از منابع مختلف جمع‌آوری می‌شود. در نهایت لایه‌های اطلاعاتی با استفاده از روش تصمیم‌گیری ویکور بر هم منطبق شده و به نتیجه‌ی مطلوب می‌رسد. نتایج گام اول که بیانگر درصد زمین‌های قابل کشت در هر شهرستان است، به‌عنوان داده‌های ورودی در مدل‌سازی زنجیره‌ی تأمین گام دوم استفاده خواهد شد. برای محدود کردن تعریف مسئله با توجه به ابعاد آن مفروضات زیر را درنظر می‌گیریم:

- زمان به‌عنوان یک متغیر در مدل در نظر گرفته نشده و تمام داده‌ها به‌صورت میانگین سالیانه و بلندمدت استفاده شده؛ به عبارت دیگر مدل ایستا در نظر گرفته شده است؛
- اثر تولید و تقاضای سایر استان‌های همسایه در این مدل لحاظ نشده و از این نظر استان فارس مجموعه‌یی بسته است؛
- با توجه به تغییرات اقلیمی و خشک‌سالی اخیر کشور، فرض مسئله این است که تغییرات اقلیمی در دوره‌ی انجام تحقیق ثابت و قطعی است؛
- گندم دارای گونه‌های متفاوتی در نقاط مختلف است و بسیاری از آنها بذرهای اصلاح شده و مقاوم‌ترند. در این پژوهش فرض بر این است گونه‌های مختلف گندم تفاوت قابل توجهی با یکدیگر ندارند؛
- اطلاعات جغرافیایی جمع‌آوری شده از مناطق و پایگاه‌های مختلف به صورت کامل و صحیح در دسترس است؛
- مناطق مختلف برای تقاضای محصولات کشاورزی سبد غذایی یکسان دارند؛
- پهنه‌های سرزمین نه به‌صورت نقطه‌یی، بلکه به‌صورت ناحیه‌یی در نظر گرفته شده است؛
- جز پارامترهای وارد شده در پژوهش سایر متغیرها تأثیر چندانی ندارند؛
- مرز داده‌ها در لایه‌های مختلف به خوبی منطبق بر واقعیت است و انحراف ندارند.

۱.۳. منطقه‌ی مورد مطالعه

استان فارس یکی از ۳۱ استان کشور است که در بخش جنوبی ایران واقع شده و به طور تقریبی بین مدارهای ۲۷ و ۳۱ درجه‌ی عرض شمالی و نصف‌النهارهای ۵۰ و ۵۵ درجه‌ی طول شرقی واقع شده و از شمال به استان اصفهان، از جنوب و جنوب‌شرق به استان هرمزگان، از غرب و جنوب‌غرب به استان بوشهر، از شمال غرب به استان کهکیلویه و بویراحمد، از شرق به استان کرمان و از سمت شمال شرق به استان یزد محدود شده است. اقلیم خشک و نیمه‌خشک و گرم، اقلیم مدیترانه‌یی بری، اقلیم مدیترانه‌یی بحری (پرباران‌ترین بخش استان) و اقلیم نیمه‌خشک تا خشک سرد از جمله اقلیم‌های متنوع استان هستند. مساحت استان



شکل ۲. موقعیت استان فارس.

حدود ۱۲۲۶۰۸ کیلومتر مربع است که ۷٫۵ درصد از مساحت کل کشور را شامل می‌شود و از این لحاظ در بین استان‌های کشور رتبه‌ی چهارم را دارد. بر اساس تقسیمات کشوری شهریورماه ۱۳۹۵، استان فارس دارای ۲۹ شهرستان است. بر اساس سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۹۵ جمعیت استان برابر با ۴۸۵۱۲۷۴ نفر است که حدود ۶٫۰۷ درصد از جمعیت کشور را شامل می‌شود. شکل ۲ جانمایی منطقه‌ی مورد مطالعه و شهرستان‌های استان فارس را نشان می‌دهد.

۲.۳. گام اول: روش ویکور و سیستم اطلاعات جغرافیایی برای آمایش کشت

روش ویکور یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است که برای حل مسائل با معیارهای گوناگون و متضاد گسترش داده شده است. در این روش راه حل سازگاری برای نزدیک شدن به نقطه‌ی ایده‌آل انتخاب می‌شود. مزیت اصلی استفاده از روش ویکور نسبت به سایر روش‌های تحلیل سلسله‌مراتبی این است که علاوه بر ویژگی‌های سایر روش‌ها، در نتایج به دست آمده نیز می‌توان نظر تصمیم‌گیرنده را مبنی بر خوش‌بینی یا محافظه‌کارانه نسبت به تأثیرگذاری معیارها لحاظ کرد. در واقع این روش قابلیت تنظیم ریسک (یا محافظه‌کاری) را برای تصمیم‌گیر ایجاد می‌کند که مسئله‌یی مهم در تصمیمات آمایش سرزمین است. همچنین نیاز به مقایسات زوجی زمان‌بر و پیچیده بین معیارها و گزینه‌ها صورت نمی‌گیرد و همواره چند گزینه‌ی مختلف وجود دارد که این گزینه‌ها بر اساس چند معیار به صورت مستقل ارزیابی می‌شوند و در نهایت گزینه‌ها بر اساس ارزش، رتبه‌بندی می‌شوند.

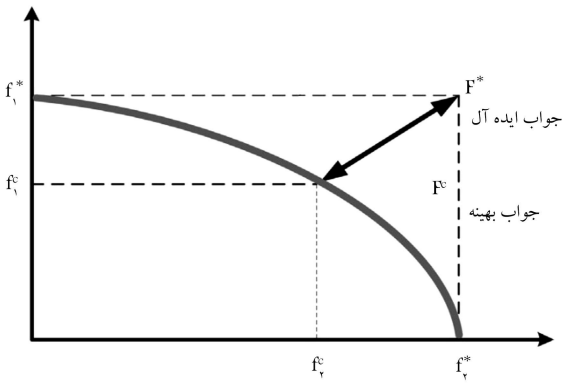
فرض بر این است که گزینه‌ی جایگزین برای نقطه‌ی ایده‌آل هر معیار قابل محاسبه است. با اندازه‌گیری فاصله‌ی نقاط با نقطه‌ی جایگزین ایده‌آل در هر معیار، رتبه‌بندی انجام می‌شود. با فرض این که n معیار به نام‌های $A_1, A_2, \ldots, A_n$ وجود داشته باشد، امتیاز مربوط به معیار iام با نماد f_{ij} نمایش داده می‌شود $(i = 1, 2, \ldots, n,\ j = 1, 2, \ldots, m)$ جواب f^c یک جواب شدنی است که کم‌ترین فاصله را از نقطه‌ی ایده‌آل f^* دارد. همان‌طورکه در شکل ۳ ملاحظه می‌شود، جواب سازگار مجموعه‌یی از بهترین نقاط در هر معیار است.[۳۱]

الگوریتم امتیازدهی و ارزیابی سازگاری ویکور شامل مراحل زیر است:

مرحله‌ی ۱: تعیین مقادیر ایده‌آل مثبت f_i^* و ایده‌آل منفی f_i^- برای هر معیار $(i = 1, 2, \ldots, n)$ طبق رابطه‌ی ۱ تا ۴.

جدول ۲. مقالات پایه.

مقاله پایه	Gholamian etal [۲۵]	تیموری و همکاران [۳۳]
	کمینه کردن هزینه‌های حمل‌ونقل بین سطوح زنجیره و نگهداری انبارها در تابع هدف.	محدودیت کیفیت و ضریب استخراج گندم از آرد.
موارد استخراج شده	موجودی سیلو با توجه به ورودی و خروجی در هر دوره.	محدودیت دوره‌ی خواب یک‌ماهه محصول گندم.
	ذخیره استراتژیک گندم.	سهم هر شهرستان از تولید و عرضه‌ی گندم به صورت درصدی.



شکل ۳. نمودار منطق روش ویکور.

- در صورتی که بیشینه‌سازی معیار مطلوب در مسئله باشد:

$$f_i^* = max_j f_{ij} \quad (۱)$$

$$f_i^- = min_j f_{ij} \quad (۲)$$

- در صورتی که کمینه‌سازی معیار مطلوب در مسئله باشد:

$$f_i^* = min_j f_{ij} \quad (۳)$$

$$f_i^- = max_j f_{ij} \quad (۴)$$

مرحله‌ی ۲: محاسبه‌ی مقادیر سودمندی (S_j) و تأسف (R_j) طبق رابطه‌های ۵ و ۶:

$$S_j = \sum_{i=1}^{n} \left[w_i \frac{f_i^* - f_{ij}}{f_i^* - f_i^-} \right] \quad (۵)$$

$$R_j = max_i \left[w_i \frac{f_i^* - f_{ij}}{f_i^* - f_i^-} \right] \quad (۶)$$

که در آن f_i^* مقادیر ایده‌آل مثبت f_i^- و ایده‌آل منفی برای هر معیار $(i = 1, 2, \ldots, n)$ و ضریب w_i میزان تأثیر هریک از معیارهاست. به عبارت دیگر w_i بیان می‌کند که هر معیار چه میزان در بازدهی محصول گندم تأثیرگذار است. این ضریب با استفاده از روش BWM از طریق ارسال پرسش‌نامه به متخصصین و خبرگان حوزه‌ی مهندسی کشاورزی و زراعت به دست آمده است.

مرحله‌ی ۳: محاسبه‌ی مقدار Q_j به ازای مقادیر $j = 1, 2, \ldots, n$ با استفاده از رابطه‌ی ۷ و مقادیر R_j و S_j در مرحله‌ی قبل:

$$Q_j = v.\frac{(S_j - S^*)}{(S^- - S^*)} + (1 - v).\frac{(R_j - R^*)}{(R^- - R^*)} \quad (۷)$$

که در آن $S_i^* = min_j S_j$ و $S_i^- = max_j S_j$ و $R_i^* = min_j R_j$ و $R_i^- = max_j R_j$ است. همچنین مقدار $v \epsilon (0, 1)$ بر اساس وزن خوش‌بینی یا بدبینی بین معیارها توسط تصمیم‌گیرنده تعیین می‌شود.

مرحله‌ی ۴: مرتب کردن هر یک از مقادیر R، S و Q در سه گروه به‌صورت نزولی.

مرحله‌ی ۵: بهترین گزینه آن است که در رتبه‌بندی دارای کم‌ترین مقدار برای Q باشد، اگر دو شرط زیر برقرار باشد:

- مزیت مورد قبول: رابطه‌ی $Q_{A_1} - Q_{A_2} \geq DQ$ برقرار باشد، جایی که در آن A_2 رتبه‌ی دوم بهترین گزینه در لیست Q قرار دارد و $DQ = \frac{1}{n-1}$ است؛
- ثبات مورد قبول در تصمیم‌گیری: گزینه‌ی A_1 باید در حداقل یکی از گروه‌های R و S دارای کم‌ترین مقدار باشد.

اگر فقط شرط دوم برقرار نباشد، هر دو گزینه‌ی A_1 و A_2 برگزیده هستند.[۳۲] لازم به ذکر است در این مسئله به دنبال بهترین گزینه نیستیم و مجموعه‌یی از بهترین نقاط را به‌عنوان جواب مطلوب در نظر می‌گیریم، پس مرحله‌ی پنج اجرا نخواهد شد.

۳.۳. گام دوم مدل‌سازی شبکه‌ی زنجیره‌ی تأمین

در این بخش یک مدل ریاضی برای طراحی و بهینه‌سازی شبکه‌ی زنجیره‌ی تأمین گندم از تولیدکننده تا مصرف‌کننده ارائه می‌شود. مدل خطی مرحله‌ی دوم این پژوهش بر اساس مکان‌های جغرافیایی بهینه‌ی مشخص شده از مرحله‌ی قبل توسعه داده و حل می‌شود. این مدل‌سازی بر اساس تحقیقات در جدول ۲ توسعه داده شده است.

۱.۳.۳. مجموعه‌ها، پارامترها و متغیرهای تصمیم مدل

الف) مجموعه‌ها: مجموعه‌های زیر در مدل تعریف شده که به‌صورت اندیس در رابطه‌ها از آن‌ها استفاده می‌شود:

$i \in I$: مجموعه‌ی شهرستان‌های استان؛

$j \in J$: مجموعه‌ی انبارهای استان؛

$f \in F$: مجموعه‌ی کارخانه‌های آرد؛

$m \in M$: مجموعه‌ی روش‌های حمل‌و نقل (جاده‌یی و ریلی)؛

$t \in T$: مجموعه‌ی دوره‌های زمانی.

ب) پارامترها: پارامترهای به کار رفته در مدل به‌صورت زیر است:

- **پارامترهای هزینه:**

C_{ijm}: هزینه‌ی ترابری گندم از شهرستان i به انبار j با روش حمل‌ونقل m؛

C'_{jfm}: هزینه‌ی ترابری گندم از انبار j به کارخانه‌ی آرد f با روش حمل‌ونقل m؛

C''_{fim}: هزینه‌ی ترابری آرد ازکارخانه‌ی f به تقاضای شهرستان i با روش حمل‌ونقل m؛

B_i: قیمت خرید هر تن گندم از شهرستان i؛

H_j: هزینه‌ی نگه‌داری هر تن گندم در سیلوی j؛

O_i: هزینه‌ی تولید هر تن گندم در شهرستان i؛

Q_f: هزینه‌ی تولید هر تن آرد درکارخانه‌ی f.

- **پارامتر انبارش:**

$M\,cap_{ijm}$: ظرفیت حمل‌ونقل به روش m از شهرستان i به انبار j؛

$M\,cap'_{jfm}$: ظرفیت حمل‌ونقل به روش m از انبار j به کارخانه‌ی آرد f؛

$M\,cap''_{fim}$: ظرفیت حمل‌ونقل به روش m ازکارخانه‌ی f به تقاضای شهرستان i؛

$Jcap_j$: ظرفیت انبار j؛

$Fcap_f$: ظرفیت تولید آرد کارخانه‌ی f؛

D_{it}: میزان تقاضای آرد شهرستان i در دوره‌ی t منتقل می‌شود.

- **پارامترهای فنی کشت گندم:**

α: ضریب استخراج آرد ازگندم؛

SS: موجودی اطمینان استراتژیک انبارهای استان فارس؛

P_i: میزان تولید گندم از هر هکتار زمین در شهرستان i؛

A_i: مساحت شهرستان i؛

SA_i: درصد مساحت مناسب درحال کاشت دیم در شهرستان i؛

ST_i: بیشینه‌ی درصد مساحت بالقوه مناسب برای کاشت گندم دیم در شهرستان i.

ج) متغیرها: متغیرهای مدل که در فرایند حل مسئله به دنبال بهینه‌سازی آن‌ها هستیم به شرح زیر است:

y_{ijmt}: میزان گندمی که از تولید شهرستان i به انبار j به‌روش حمل m در دوره‌ی t منتقل می‌شود؛

y'_{jfmt}: میزان گندمی که از انبار j به کارخانه‌ی آرد f به روش حمل m در دوره‌ی t منتقل می‌شود؛

y''_{fimt}: میزان آردی که ازکارخانه‌ی آرد f به تقاضای شهرستان i به روش حمل m در دوره‌ی t منتقل می‌شود؛

X_{jt}: میزان موجودی گندم در انبار j در انتهای دوره‌ی زمانی t؛

Z_{ft}: میزان آرد تولیدی درکارخانه‌ی آرد f در انتهای دوره‌ی زمانی t؛

U_{it}: میزان عرضه‌ی شهرستان i در دوره‌ی t منتقل می‌شود؛

SP_i: درصد مساحت زیرکشت رفته‌ی گندم دیم در شهرستان i در دوره‌ی t؛

SX_{it}: درصد مساحت برداشت شده‌ی گندم دیم در شهرستان i در دوره‌ی t.

۲.۳.۳. تابع هدف و محدودیت‌های مدل

با توجه به تعریف مجموعه‌ی اندیس‌ها، پارامترها و متغیرهای مسئله، تابع هدف و محدودیت‌ها عبارت‌اند از:

$$Min \sum_i O_i\,(SP_i)\,A_i + \sum_i \sum_t B_i U_{it} + \sum_i \sum_j \sum_m \sum_t C_{ijm} y_{ijmt} + \sum_j \sum_t H_j X_{jt} + \sum_j \sum_f \sum_m \sum_t C'_{jfm} y'_{jfmt} + \sum_f \sum_t Q_f Z_{ft} + \sum_f \sum_i \sum_m \sum_t C_{fim}{}'' y_{fimt}{}'' \quad (۸)$$

$$Subjectto:$$

$$SA_i \le SP_i \le ST_i \quad \forall i \in I \quad (۹)$$

$$SX_{it} \le SP_i \quad \forall i \in I \;\; t = ۱ \quad (۱۰)$$

$$U_{it} \le (SX_{it})\,P_i A_i \quad \forall i \in I \;\; \forall t \in T \quad (۱۱)$$

$$(SX_{it})\,P_i A_i = (SX_{it-۱})\,P_i A_i - U_{it-۱} \quad \forall i \in I \;\; t = ۲ \quad (۱۲)$$

$$SX_{it} = ۰ \qquad \forall i \in I \;\; t = ۳, ۴ \quad (۱۳)$$

$$U_{it} = \sum_j \sum_m y_{ijmt} \quad \forall i \in I \;\; \forall t \in T \quad (۱۴)$$

$$X_{jt} = X_{jt-۱} + \sum_i \sum_m y_{ijmt} - \sum_f \sum_m y'_{jfmt} \quad \forall j \in J \;\; t = ۲, ۳, ۴ \quad (۱۵)$$

$$\sum_f \sum_m y'_{jfmt} \le X_{jt-۱} \quad \forall j \in J \;\; t = ۲, ۳, ۴ \quad (۱۶)$$

$$X_{jt} \le Jcap_j \quad \forall j \in J \;\; \forall t \in T \quad (۱۷)$$

$$\sum_j \sum_m y'_{jfmt} \le Fcap_f \quad \forall f \in F \;\; \forall t \in T \quad (۱۸)$$

$$\alpha \times \sum_j \sum_m y'_{jfmt} = Z_{ft} \qquad \forall f \in F \;\; \forall t \in T \quad (۱۹)$$

$$\sum_i \sum_m y_{fimt}{}'' \le Z_{ft} \qquad \forall f \in F \;\; \forall t \in T \quad (۲۰)$$

$$D_{it} \le \sum_f \sum_m y_{fimt}{}'' \quad \forall i \in I \;\; \forall t \in T \quad (۲۱)$$

$$\sum_j X_{jt} \ge SS \qquad \forall t \in T \quad (۲۲)$$

$$\sum_i \sum_j y_{ijmt} + \sum_j \sum_f y'_{jfmt} + \sum_f \sum_i y_{fimt}{}''$$

$$\leq \sum_i \sum_j Mcap_{ijm} + \sum_j \sum_f Mcap'_{jfm} + \sum_f \sum_i Mcap_{fim}{}'' \quad \forall t \in T \;\; m = ۱ \tag{۲۳}$$

$$y_{ijmt} \leq Mcap_{ijm} \quad \forall i \in I \; \forall j \in J \; \forall t \in T \;\; m = ۲ \tag{۲۴}$$

$$y'_{jfmt} \leq Mcap'_{jfm} \quad \forall j \in J \; \forall f \in F \; \forall t \in T \;\; m = ۲ \tag{۲۵}$$

$$y''_{fimt} \leq Mcap_{fim}{}'' \quad \forall f \in F \; \forall i \in I \; \forall t \in T \;\; m = ۲ \tag{۲۶}$$

$$y_{ijmt}, y'_{jfmt}, y_{fimt}{}'' \in [۰, +\infty) \tag{۲۷}$$

$$X_{jt}, Z_{ft}, U_{it} \in [۰, +\infty) \tag{۲۸}$$

$$SP_i, SX_{it} \in [۰, ۱] \tag{۲۹}$$

تابع هدف ۸ به دنبال کمینه کردن هزینه‌های تولید گندم، خرید گندم، حمل‌ونقل محصول به انبار، هزینه‌های انبارداری، حمل و نقل محصول به کارخانه‌ی تولید آرد، هزینه‌های آسیابانی و تولید آرد و ترابری محصول برای رساندن به دست مصرف‌کننده است. محدودیت ۹ نشان‌می‌دهد که مجموع درصد مساحت زیرکشت گندم در هر شهرستان نباید از کل زمین‌های مناسب تشخیص داده شده بیشتر و از زمین‌های در حال کشت کم‌تر شود. محدودیت ۱۰ بیان‌گر میزان برداشت گندم از زمین در هر شهرستان در دوره‌ی اول است، به عبارت دیگر درصد زمین‌های زیر کشت که از آن‌ها گندم برداشت شده در دوره‌ی اول (بهار) نباید از کل زمین‌های در حال کشت بیشتر شود. محدودیت ۱۱ نشان‌دهنده‌ی میزان گندم خریداری شده در هر دوره‌ی t است که نباید بیشتر از گندم برداشت شده در شهرستان i باشد. معادله‌ی ۱۲ بیان‌گر گندم قابل برداشت در دوره‌ی دوم (تابستان) است که برابر با میزان گندم تولید شده در دوره‌ی اول (بهار) منهای میزان گندم خریداری شده در دوره‌ی اول (بهار) در شهرستان i است. طبق معادله‌ی ۱۳ در دوره‌ی سوم و چهارم (پاییز و زمستان) گندم برداشت نمی‌شود و زمین برای کشت جدید آماده می‌شود. در معادله‌ی ۱۴ مجموع گندم ترابری شده با روش‌های مختلف از شهرستان i به انبارها برابر با میزان خرید گندم در هر دوره‌ی t است. تساوی ۱۵ میزان موجودی گندم در انبار را در انتهای هر دوره اندازه‌گیری می‌کند. به عبارت دیگر موجودی انبار j در انتهای دوره‌ی t برابر است با موجودی انبار در انتهای دوره‌ی $t-۱$ و گندم وارد شده به انبار در دوره‌ی t منهای گندم ارسال شده به کارخانه‌ها در دوره‌ی t. گندم مناسب برای تولید آرد باید حتماً یک دوره (بیش از یک ماه) از برداشت آن گذشته باشد و در انبار نگه‌داری شده باشد تا خشک شود. گندم بلافاصله بعد از برداشت مناسب آرد شدن نیست. رابطه‌ی ۱۶ محدودیت استفاده از گندم تازه برداشت شده را وارد مدل می‌کند. موجودی انبار j نباید از حداکثر ظرفیت انبار بیشتر باشد و ارسال گندم به کارخانه‌ی f نباید از ظرفیت کارخانه‌ی f در دوره‌ی t بیشتر باشد. رابطه‌های ۱۷ و ۱۸ نشان‌گر ظرفیت انبار و کارخانه‌ی آرد هستند. طبق تساوی ۱۹ میزان آرد تولید شده در کارخانه‌ی f برابر با میزان گندم ارسال شده از انبارها ضرب در ضریب استخراج آرد از گندم است. محدودیت ۲۰ نشان می‌دهد میزان آرد ارسالی برای تقاضا از هر کارخانه نباید از میزان آرد تولیدی هر کارخانه در دوره‌ی t باشد. محدودیت ۲۱ بیان‌گر فروش گندم برای تقاضای هر شهرستان است که از مجموع گندم حمل شده به روش‌های مختلف کم‌تر است.

رابطه‌ی ۲۲ برای رعایت مسائل استراتژیک ذخیره‌سازی گندم برای شرایط پیش‌بینی نشده وارد مدل شده است. میزان موجودی انبار نباید از میزان ذخیره‌ی استراتژیک (معمولاً به اندازه‌ی مصرف ۶ ماه گندم استان) کم‌تر شود. مجموع ظرفیت ترابری گندم به روش‌جاده‌یی در محدودیت ۲۳ و ظرفیت حمل ریلی در محدودیت‌های ۲۴ تا ۲۶ به تفکیک در هر مرحله از حمل‌ونقل نشان داده شده است. محدودیت‌های ۲۷ و ۲۸ تضمین می‌کند موجودی محصول در هر سطح و میزان انتقال محصول بین سطوح مختلف در هر دوره عددی نامنفی را اختیار کند. بازه‌ی تغییرات پارامترهای درصدی در محدودیت ۲۹ نشان داده شده است.

۴. نتایج

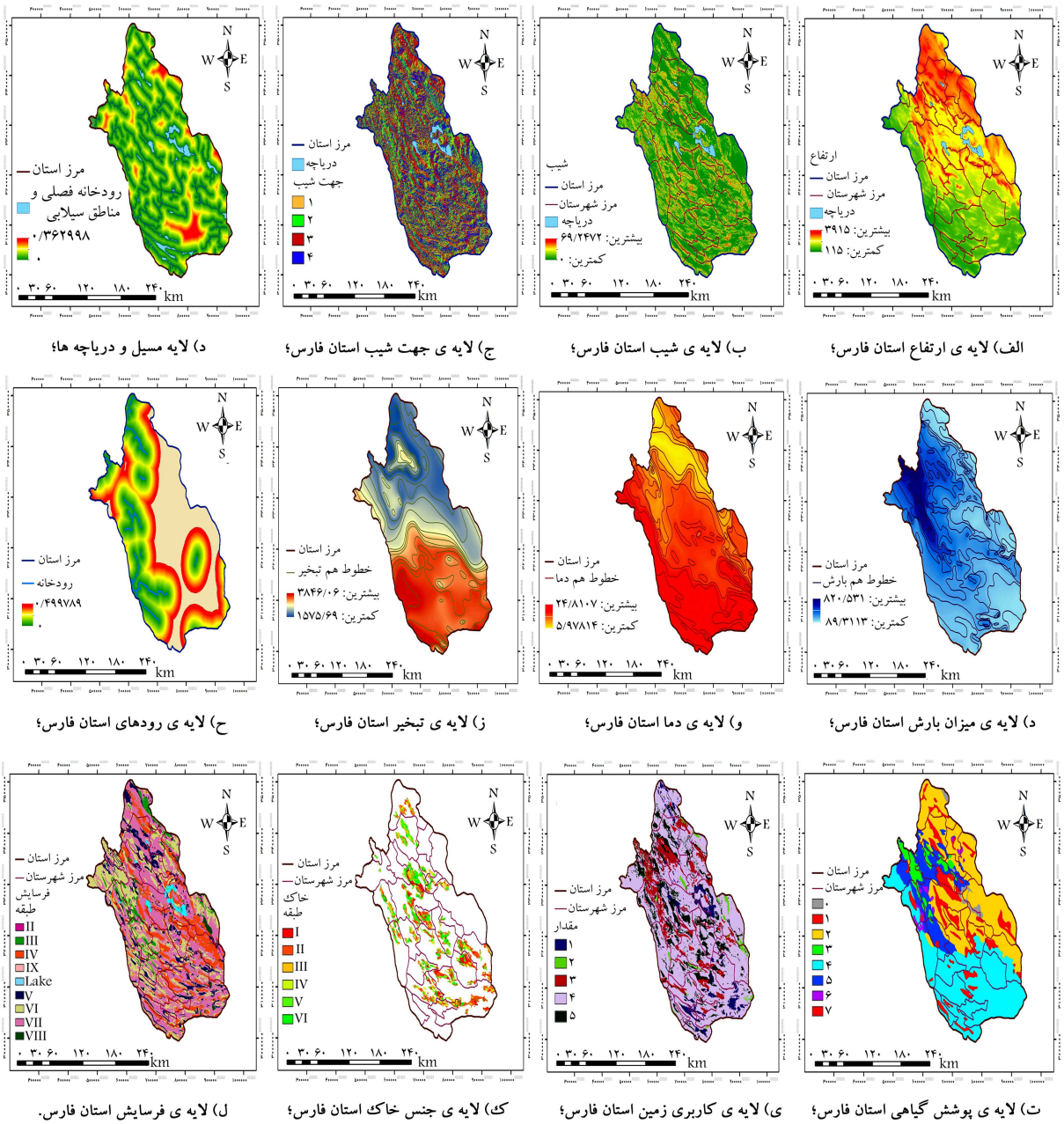
۱.۴. داده‌های مورد مطالعه

برای گام اول با مرور ادبیات تحقیق و مقالات مشابه ۲۳ معیار به عنوان پارامترهای تأثیرگذار برکشت گندم شناسایی شد که از این تعداد ۱۲ معیار در این مقاله استفاده شده است و مابقی به علت هم‌پوشانی و ارائه‌ی اطلاعات مشابه و بی تأثیر در فرایند تحقیق حذف شده‌اند. لایه‌های مورد استفاده به طورکلی در سه دسته تقسیم‌بندی می‌شوند: ۱. اطلاعات توپولوژی (ارتفاع، شیب و جهت شیب)، ۲. اطلاعات محیطی (رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و مناطق سیلابی، کاربری زمین و پوشش گیاهی)، ۳. اطلاعات اقلیمی (دما، بارش و تبخیر) ۴. اطلاعات خاک‌شناسی (جنس خاک و فرسایش خاک).

تمام لایه‌ها به‌صورت نقشه در نرم‌افزار ArcGIS به رستر[۱۰] تبدیل شده و طبقه‌بندی[۱۱] می‌شوند. هریک از لایه‌های پیوسته نظیر بارش، دما، تبخیر، ارتفاع، شیب و فاصله از رودخانه‌ها و دریاچه‌ها از نظر تأثیرگذاری مثبت یا منفی بر مسئله طبقه‌بندی شده و لایه‌های گسسته با متغیر کیفی مانند جهت شیب، کاربری زمین، پوشش گیاهی، جنس خاک و فرسایش برحسب اعداد کیفی‌سازی می‌شوند. نتیجه‌ی فرایند فوق روی هریک از لایه‌ها در شکل ۴ آمده است.

در ادامه ورودی‌های پارامترها برای حل مدل درگام دوم تعریف می‌شود.

دوره‌ی زمانی: با توجه به این که آب مورد نیاز محصول تنها از طریق نزولات آسمانی تأمین می‌شود، بنابراین تاریخ کاشت و شروع فعالیت زیست‌شناختی آن به تاریش شروع بارش بستگی دارد. بهترین تاریخ کشت گندم‌های پاییزه زمانی است که احتمال شروع بارندگی از طریق هواشناسی اعلام شده و دما وارد دوره‌ی کاهشی شده باشد. گندم برای جوانه‌زنی به حداقل ۵ میلی‌متر باران و دمای بین ۸ تا ۱۴ درجه‌ی سانتی‌گراد نیاز دارد که این زمان برای هر سال و هر منطقه متغیر خواهد بود. از سوی دیگر برداشت محصول نیز در استان فارس به واسطه‌ی تغییرات آب و هوایی از اوایل اردیبهشت شروع شده و در ماه تیر به اوج خود می‌رسد و حتی در برخی سال‌ها تا پایان شهریور به طول می‌انجامد.[۳۴] این پژوهش کوچک‌ترین واحد دوره‌های زمانی فصل در نظرگرفته شده و هر سال به چهار دوره تقسیم می‌شود. بر این اساس فصل پاییز مرحله‌ی کاشت گندم (بدون احتساب تغییرات در شرایط اقلیمی و تاریخ مطلوب کاشت) در نظرگرفته شده است. در فصل پاییز و زمستان هیچ گونه برداشت گندمی صورت نمی‌گیرد و تقاضای محصول از انبارها برآورده می‌شود. فصول بهار و تابستان دو دوره‌ی مساعد برای برداشت تدریجی محصول‌اند



شکل ۴. لایه‌های اطلاعاتی استان فارس.

که برداشت در این دو فصل برحسب شرایط تقاضا، تأثیرات دمای هوا و بارش بر سرعت رشد گیاه توزیع می‌شود.

روش‌های حمل‌ونقل: دو نوع روش برای حمل‌ونقل گندم مابین مزارع و انبارها، انبارها و کارخانجات آرد، و بین کارخانجات آرد و تقاضا در نظر گرفته می‌شود. مسیرهای جاده‌یی سراسر استان فارس را به یکدیگر متصل کرده‌اند و از این حیث هیچ گونه محدودیتی برای ترابری بین شهرستان‌ها وجود ندارد. خطوط ریلی نیز از شهرستان‌های آباده، اقلید، خرم‌بید، بوانات، پاسارگاد، مرودشت و شیراز را به یکدیگر متصل می‌کند و با ظرفیتی محدود نسبت به حمل جاده‌یی فعالیت می‌کند.

سیلوهای ذخیره‌ی گندم: در استان ۱۷ سیلوی ذخیره‌ی گندم با ظرفیت‌های مختلف در حال بهره‌برداری هستند. موجودی استراتژیک ذخیره‌سازی گندم برای شرایط ضروری معادل تقاضای ۶ ماه مصرف گندم در مجموع ظرفیت سیلوها در نظر گرفته شده است. با توجه به شکل مشاهده می‌شود پراکندگی سیلوها در مناطق شمال غربی و غربی به تناسب تولید گندم در این نواحی بیشتر است.

کارخانه‌های آرد: در این پژوهش، آرد تقاضای اصلی مصرف‌کنندگان در نظر گرفته شده است. تولید آرد از گندم با ضرایب استخراج مختلفی بر حسب نوع استفاده‌ی آن در صنایع شیرینی‌پزی یا تولید نان‌های مختلف با درصدهای متفاوتی صورت می‌گیرد. در این پژوهش درصد استخراج آرد برابر با ۸۵٪ در نظر گرفته شده است.[۳۵] در استان ۱۶ کارخانه‌ی تولید آرد با ظرفیت‌های مختلف تولید در سال در حال بهره‌برداری هستند.

تقاضای گندم: جمعیت استان فارس در سرشماری سال ۱۳۹۵ تعداد ۴۸۵۱۲۷۴

جدول ۳. مقادیر پارامترهای هزینه.

پارامتر	B_i	H_j	Qf	O_i
مقدار	۱۵۰۰۰۰۰۰	۱۷۰۰۰۰۰	۱۷۵۰۰۰۰	۱۹۰۰۰۰۰

نفر ثبت شده است. همچنین سرانه‌ی مصرف گندم ۶٫۲ کیلوگرم در ماه معادل ۰٫۰۰۶۲ تن در ماه است. بر این اساس میزان تقاضا به تفکیک جمعیت هر شهرستان و برای دوره‌های مورد مطالعه‌ی سه‌ماهه (فصلی) محاسبه می‌شود.

تولید گندم: بر اساس نتایج به دست آمده از تصمیم‌گیری بخش اول درصدی از هر شهرستان به‌عنوان مساحت بسیار مناسب برای شت گندم تعریف می‌شود که بر اساس نرخ بهره‌وری کشت گندم هر هکتار کشت معادل ۱٫۰۱۷ تن گندم تولید خواهد شد.

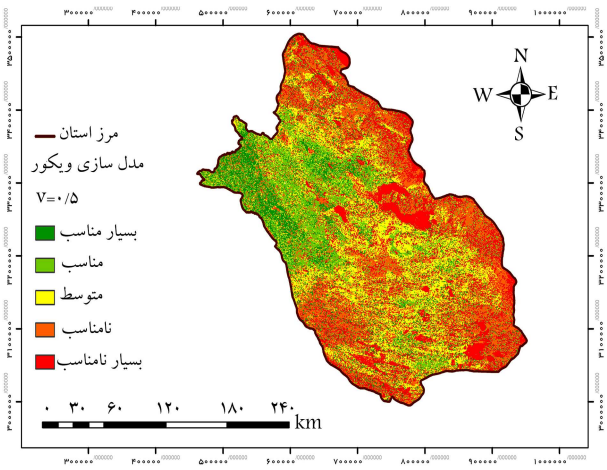
پارامترهای هزینه: داده‌های هزینه به‌صورت جدول ۳ مقداردهی می‌شوند.

۲.۴. نتایج مدل‌سازی با روش ویکور

پس از استخراج داده‌ها و ورود آنها در نرم‌افزار ArcGis، فرمول‌بندی روش ویکور بر روی لایه‌ها با استفاده از ابزار ریاضی algebra Map موجود در نوار ابزار این نرم‌افزار انجام می‌پذیرد. نتایج حاصل از وزن‌دهی معیارها نیز در این مرحله به مدل افزوده می‌شود. از روش بهترین ـ بدترین برای محاسبه‌ی وزن و درجه‌ی اهمیت معیارهای تعیین شده استفاده شد. نخستین گام در این روش تعیین با اهمیت‌ترین و کم اهمیت‌ترین معیارها است. بر اساس نتایج به دست آمده از نظرات کارشناسان، معیار «میزان بارش» با میانگین امتیاز ۸٫۶۸ از ۹ با اهمیت‌ترین و معیار «فاصله از دریاچه‌ها» با میانگین امتیاز ۲٫۸ از ۹ کم اهمیت‌ترین معیار انتخاب شدند. سپس مقایسات زوجی بهترین معیار نسبت به سایر معیارها (BO) و سایر معیارها نسبت به بدترین معیار (OW) با کمک نتایج پرسش‌نامه محاسبه شد. در مرحله‌ی بعد مدل کمینه‌سازی مسئله ایجاد و حل شد. نتایج حل مدل‌سازی به روش بهترین ـ بدترین در جدول ۴ ارائه شده است. همچنین مقدار سازگاری (ξ^*) این مسئله برابر با ۰٫۱۲۳ است که با محاسبه‌ی رابطه‌ی نرخ سازگاری عدد ۰٫۰۲۷۴ به دست می‌آید که نشان‌دهنده‌ی حل این مسئله در سطح بسیار بالا و قابل قبول است.

در نهایت، شکل ۵ خروجی نرم‌افزار و نشان دهنده‌ی نقشه‌ی نهایی مناطق مناسب برای کشت گندم است. رنگ سبز نشان‌دهنده‌ی مناطق مستعد و رنگ قرمز نمایانگر مناطق نامناسب برای کشت گندم است.

با توجه به نقشه‌ی فوق، سه نقطه‌ی قرمز رنگ مشاهده شده در میانه‌ی نقشه مربوط به دریاچه‌های آب شور طشک، بختگان و مهارلو است که قابلیت کشت در آن‌ها وجود ندارد. بخش‌های شمال‌شرق و شرق استان، هم‌جوار با استان‌های یزد و کرمان است و اقلیم این مناطق به سمت خشکی و کویری می‌گراید، به همین دلیل از تراکم واحدهای سبزرنگ کاسته می‌شود. بخش شمال‌غربی و غربی استان در کوهپایه‌ها و دامنه‌های رشته‌کوه زاگرس قرار گرفته که با آب و هوای کوهستانی و مرطوب مناسب‌ترین نقاط از نظر کشاورزی و از جمله کشت گندم است. واحدهای کوچک قرمز رنگ که در پهنه‌های سبز پراکنده شده و همچنین بالعکس، ناشی



شکل ۵. نقشه‌ی مناطق مناسب کشت گندم استان فارس.

از معیار جهت شیب است که ممکن است در برخی نقاط با تغییر جهت زمین از مناسب به نامناسب تغییر حالت داده باشد. در نهایت این مطالعه نشان داد حدود ۳۲ درصد معادل ۳۹۶۰۰ کیلومتر مربع از اراضی استان فارس برای کشت گندم در کلاس بسیار مناسب و مناسب قرار می‌گیرند. حدود ۲۱ درصد موقعیت متوسطی دارند و حدود ۴۷ درصد از زمین‌های این استان برای کشت نامناسب است.

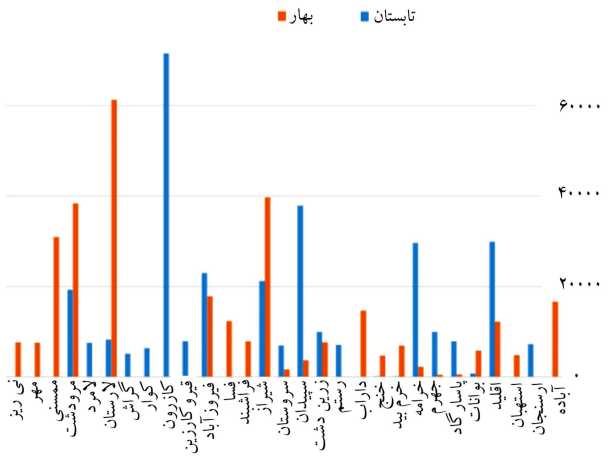
۳.۴. نتایج مدل‌سازی شبکه‌ی زنجیره‌ی تأمین

با تکمیل جمع‌آوری داده‌ها، این اطلاعات وارد شده و توابع هدف و محدودیت‌ها کدنویسی می‌شوند. این مدل از نوع مسائل برنامه‌ریزی خطی یا LP، شامل یک تابع هدف از نوع کمینه‌سازی و ۲۶ محدودیت است. مدل با استفاده از نرم‌افزار لینگو به مدت ۲۱ ثانیه با تعداد ۷۲۴ تکرار حل شده و نتایج برای مقادیر ۱۲۰۲۷ متغیر که تمام متغیرهای غیرصحیح‌اند، به دست آمد. همچنین مقدار تابع هدف برابر با ۴٫۶۹۷٫۸۸۶٫۰۰۰٫۰۰۰ تعیین شد که شامل تمام هزینه‌های خرید تضمینی، انبارداری، حمل‌ونقل و یارانه‌های آرد و نان می‌شود. در گزارش مرکز پژوهش‌های مجلس آمده است که اعتباری معادل با ۶۱۴۵۰ میلیارد ریال بابت تسهیلات کشاورزی، یارانه نان و خرید تضمینی گندم از محل منابع سازمان هدف‌مندسازی یارانه‌ها در نظر گرفته شده و رقم مربوط به یارانه خرید تضمینی گندم نیز در قانون بودجه سال ۱۳۹۸ به ۲۰ هزار میلیارد ریال افزایش یافته است. در ادامه وضعیت سایر متغیرها بررسی و ارزیابی می‌شود.

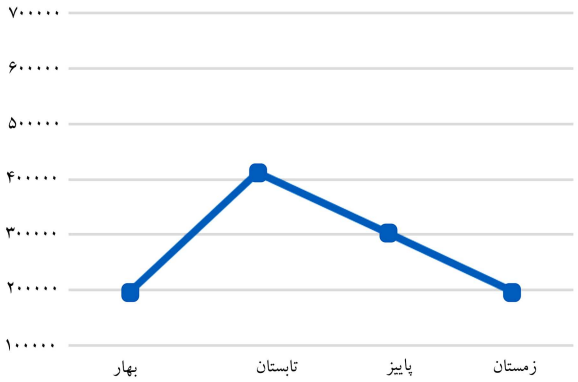
میزان خرید گندم از شهرستان‌ها: طبق شرایط حاکم بر مسئله تولید گندم فقط در دوره‌های اول و دوم صورت می‌پذیرد و از میزان گندم تولید شده خریداری می‌شود. مجموع خرید گندم از شهرستان‌ها در فصل بهار برابر با ۳۶ هزار و ۱۵۶ تن و در فصل تابستان مقدار ۳۱۸ هزار و ۴۸۹ تن بوده است. شکل ۶ نمودار خرید گندم در فصول سال را نشان می‌دهد.

جدول ۴. نتایج وزن‌دهی به روش بهترین ـ بدترین.

ارتفاع	شیب	جهت شیب	بارش	دما	تبخیر	پوشش گیاهی	کاربری زمین	فاصله رودخانه	فاصله دریاچه	جنس خاک	فرسایش
۰٫۰۴۹	۰٫۰۸۲	۰٫۰۴۹	۰٫۱۲۳	۰٫۱۲۳	۰٫۱۲۳	۰٫۰۴۹	۰٫۰۸۲	۰٫۰۳۵	۰٫۰۳۵	۰٫۱۲۳	۰٫۱۲۳



شکل ۶. نمودار خرید گندم از هر شهرستان.



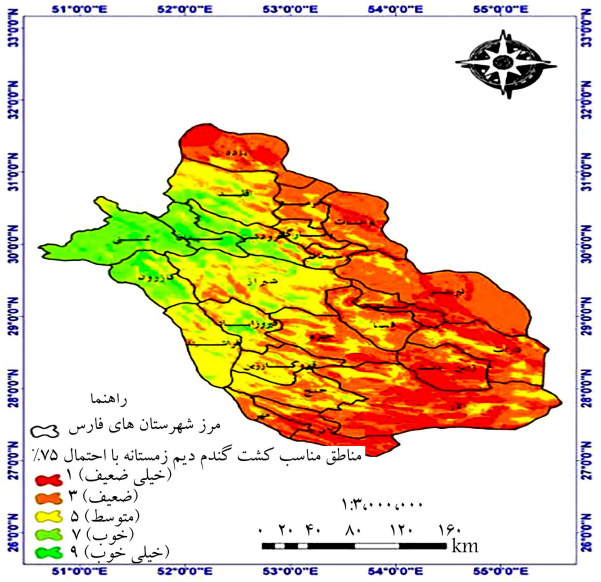
شکل ۷. وضعیت ذخیره‌سازی مجموع سیلوها.

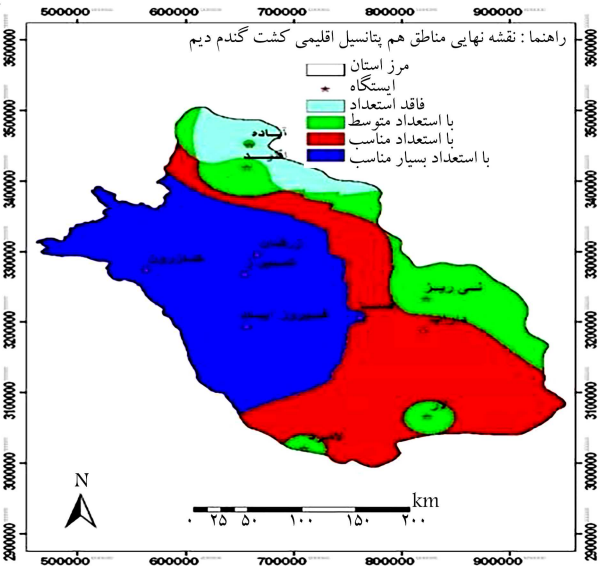
وضعیت سیلوها: مجموع ظرفیت سیلوها در استان فارس برابر با ۷۹۵ هزار تن است؛ نمودار شکل ۷ وضعیت گنجایش مجموع سیلوها در طول دوره را نشان می‌دهد.

همان‌طور که در شکل مشاهده می‌شود در ابتدای دوره گندم به سیلو وارد می‌شود و از ذخیره‌ی دوره‌ی قبل برای تقاضا مصرف می‌شود. دوره‌ی تابستان اوج ورود گندم به سیلو است چرا که باید ذخیره‌ی مناسب برای تقاضای دو دوره‌ی آینده را فراهم آورد. به‌تدریج این ذخیره در پاییز و زمستان مصرف شده و دوباره به سطح اطمینان استراتژیک بازمی‌گردد. همچنین حدود ۳۰۰ هزار تن از ظرفیت انبارها همیشه خالی مانده است.

۴.۴. اعتبارسنجی مدل

اعتبارسنجی مرحله‌ی اول مدل‌سازی به روش تصمیم‌گیری ویکور با مقایسه‌ی نتایج به دست آمده از این مدل و بررسی مقالات مشابه‌صورت می‌پذیرد. استان فارس در دو پژوهش جداگانه و با روش‌های متفاوت برای کشت ارزیابی شده است: در پژوهش نخست[۳۶] با استفاده از اطلاعات ۱۰ ساله‌ی ایستگاه‌های هواشناسی استان فارس این ارزیابی انجام شده و نتایج حاصله حاکی است که نواحی شرقی و جنوب شرقی استان برای کشت گندم نامساعد است، همچنین مساحت نواحی بسیار مناسب کشت دیم در حدود ۱۷۹۶۰۰۰ هکتار تخمین زده شده است. در پژوهش دوم، با استفاده از تکنیک AHP در سیستم اطلاعات جغرافیایی وزن‌دهی شده و خروجی حاصل بیان‌گر این است که ۴۱٫۵۴ درصد از مساحت استان فارس در بخش‌های غربی،



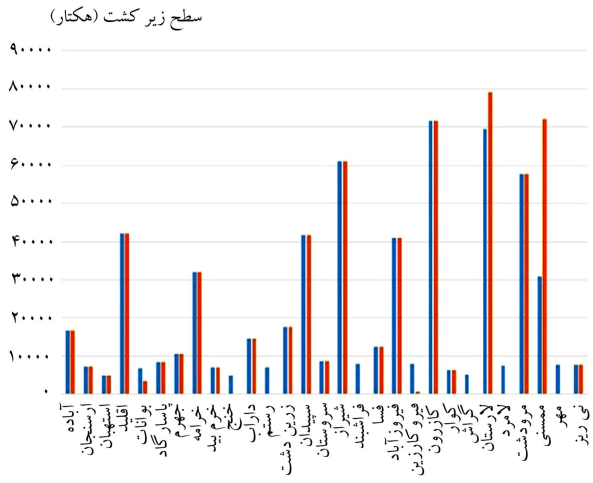


شکل ۸. پایین، بلیانی و همکاران، بالا، توان‌پور و قائمی.

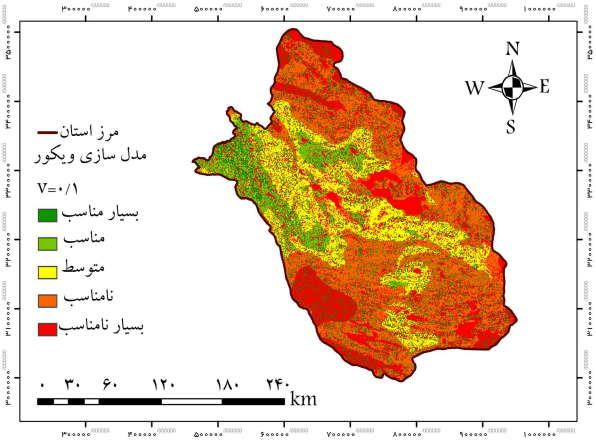
شمال‌غربی و تا حدودی مرکز دارای استعداد بسیار مناسب کشت گندم هستند.[۳۷] نتایج هر دو تحقیق با خروجی حاصل از روش ویکور مطابقت دارد. شکل ۸ نتایج این دو مقاله را نشان می‌دهد.

برای تأیید اعتبار مدل مرحله‌ی دوم، رفتار مدل با اعمال تغییر در مفروضات مدل سنجیده می‌شود. یکی از فرض‌های اولیه‌ی حل مسئله رعایت سهم در حال کشت برای هر شهرستان به‌عنوان حداقل مساحت زیرکشت بود. در این بخش، مدل با حذف این محدودیت دوباره حل خواهد شد. در شکل ۹ نمودار تغییرات سهم کشاورزی گندم برای هر شهرستان، قبل و بعد از حذف این محدودیت، نشان داده شده است.

نمودار آبی رنگ مدل اولیه و نمودار نارنجی بعد از حذف محدودیت را بیان می‌کند. مشاهده می‌شود سطح کشت گندم در شهرستان‌های مهر، لامرد، گراش، فراشبند، رستم و خنج که حداقل تولید را داشتند به صفر رسیده و این کمبود را شهرستان‌های ممسنی و لارستان جبران کرده‌اند. مقدار تابع هدف تحت این سناریو



شکل ۹. تغییرات مناطق مساعد کشت با حذف محدودیت.



شکل ۱۰. آمایش سرزمین استان فارس با تکنیک ویکور ($v = ۰/۱$).

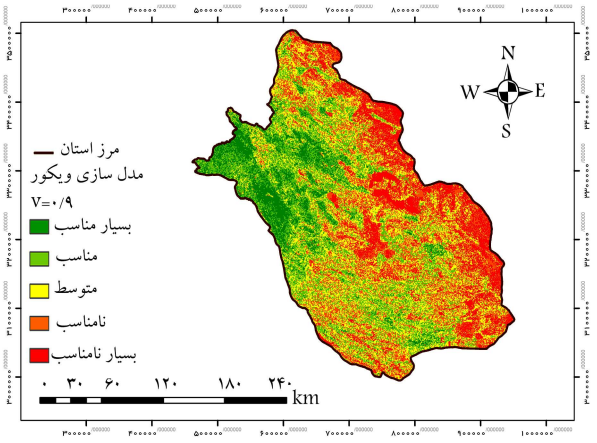
برابر با ۴٫۶۹۴٫۱۰۲٫۰۰۰٫۰۰۰ است که به میزان ۰٫۰۸ درصد کاهش در هزینه‌ها را نشان می‌دهد.

۵.۴. تحلیل حساسیت مدل

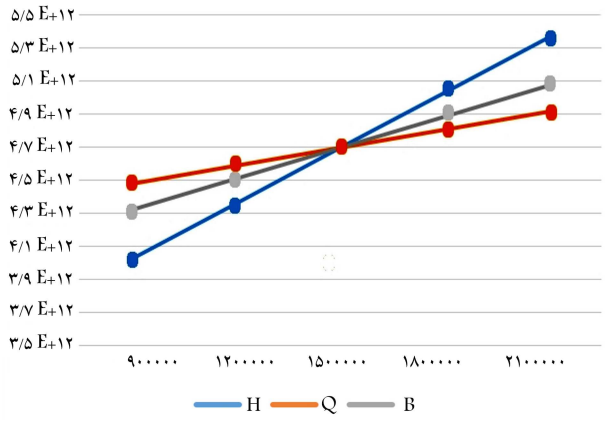
همان‌طور که در روش ویکور گفته شد، در رابطه‌ی ۷ مقدار متغیر v بر اساس میزان خوش‌بینی یا بدبینی بین معیارها توسط تصمیم‌گیرنده تعیین می‌شود. با توجه به تعریف فوق، مسئله را با $v = ۰/۹$ و $v = ۰/۱$ در نظر گرفته و دوباره آن را حل می‌کنیم. نتیجه‌ی حاصل را در شکل ۱۰ قابل مشاهده است؛ مناطق مستعد نسبت به حالت $v = ۰/۵$ کم‌تر شده و پهنه‌ی وسیع‌تری به رنگ نارنجی و قرمز در آمده است.

همچنین در شکل ۱۱ با خوش‌بینی نسبت به معیارهای مؤثر در کشت گندم حل شده که مشاهده می‌شود مناطق غیرمستعد نسبت به حالت $v = ۰/۵$ کم‌تر شده و پهنه‌ی وسیع‌تری به رنگ سبز در آمده است.

تحلیل حساسیت در مرحله‌ی دوم نشان می‌دهد که ضرایب تابع هدف تا چه میزان می‌توانند افزایش یا کاهش یابند بدون این که پایه‌ی بهینه‌ی مسئله (مجموعه متغیرهای غیر صفر) عوض شود. در این مسئله ضرایب تابع هدف، هزینه‌های کشاورزی، انبارداری، آسیابانی هستند که نتایج آن در شکل ۱۲ مشاهده می‌شود.



شکل ۱۱. آمایش سرزمین استان فارس با تکنیک ویکور ($v = ۰/۹$).



شکل ۱۲. تحلیل حساسیت مدل نسبت به تغییر هزینه‌ها.

شکل فوق حساسیت بیشتر هزینه‌های نگه‌داری گندم در سیلو را نسبت به سایر پارامترها، به دلیل شیب بیشتر آن بیان می‌کند. علت این حساسیت بیشتر الزام سیلو برای رعایت ذخیره‌ی استراتژیک و همچنین مدت خواب یک ماهه‌ی گندم برای برای قابل مصرف شدن آن در کارخانجات تولید آرد است.

۶.۴. تحلیل‌ها و پیشنهادهای مدیریتی

بر اساس نتایج به دست آمده از مدل‌سازی، پیشنهادهای زیر برای بهبود عملکرد زنجیره‌ی تأمین ارائه می‌شود:

- جمعیت استان فارس بیشتر در نواحی جنوبی متراکم شده است و از بیشترین ظرفیت سیلوهای این مناطق استفاده می‌شود در حالی که امکانات ذخیره‌سازی و آسیابانی در نیمه‌ی شمالی استان و خصوصاً مرکز استان متمرکز شده است؛
- نگه‌داری گندم در سیلوها بیشترین حساسیت را نسبت به تغییرات قیمت نشان می‌دهد و تأثیر بیشتری را بر روی هزینه‌ی تمام شده‌ی مصرف‌کنندگان می‌گذارد. این نکته لزوم قیمت‌گذاری صحیح در هرسطح از زنجیره‌ی تأمین را نشان می‌دهد؛
- نتایج مدل‌سازی بیانگر این نکته است که در تمام طول دوره از بیشترین توان ظرفیت حمل‌ونقل ریلی استفاده شده است. این در حالی است که به دلیل متصل نبودن راه آهن شیراز به بنادر و مراکز تجاری، عملاً هیچ‌گونه صرفه‌ی اقتصادی برای این استان ندارد.[۳۸] یکی از مطالعات انجام شده برای توسعه‌ی خطوط ریلی، اتصال راه‌آهن شیراز به بندرعباس است که مزیت‌های اقتصادی فراوانی را

به دنبال خواهد داشت.[۳۹] بر این اساس لزوم پیش‌بینی سیلوهای ذخیره‌سازی و کارخانجات آرد در مسیر این خط ریلی که از شهرستان‌های مختلف این استان عبور می‌کند پراهمیت است؛

- آمار مهم‌ترین ابزار برای ارزیابی عملکرد درگذشته و حال و مبنایی برای برنامه‌ریزی درآینده و یکی از عوامل اصلی سیاست‌گذاری و مدیریت در هر سازمانی محسوب می‌شود. جمع‌آوری آمار درست و دقیق از تعداد و ظرفیت کارخانجات آرد و سیلوها در سازمان مرتبط، مبنایی برای پژوهش‌های معتبر در آینده و برنامه‌ریزی‌های قابل اتکا خواهد بود.

۵. نتیجه‌گیری

امروزه با توجه به شرایط کنونی کشاورزی و میزان تقاضای مواد غذایی، ضرورت طراحی سیستمی به منظور شناسایی نقاط مستعد کشاورزی و بهینه‌سازی شبکه‌ی توزیع محصول غیر قابل انکار است. هدف از نگارش مطالعه‌ی حاضر، مکان‌یابی پهنه‌های کشت محصول زراعی گندم را با استفاده از روش تحلیلی سلسله‌مراتبی و پس از آن طراحی یک شبکه‌ی زنجیره‌ی تأمین از تولیدکننده به مصرف‌کننده در استان فارس بود. در مرحله‌ی اول ۱۲ لایه‌ی اطلاعاتی از عوامل مؤثر در کشت گندم شناسایی، رتبه‌بندی و با استفاده از نرم‌افزار اطلاعات جغرافیایی GIS با روش ویکور در مورد مناطق مناسب کشت گندم تصمیم‌گیری و در قالب نقشه‌یی با طبقه‌بندی مناطق مساعد و نامساعد ارائه شد. سپس در مرحله‌ی دوم با استفاده از خروجی درصد مناطق قابل کشت به همراه اطلاعات مصرف‌کنندگان سیلوها و کارخانجات آرد مدل‌سازی ریاضی انجام گرفت. استفاده از داده‌های واقعی، روش‌های حمل‌ونقل متفاوت و توجه به ویژگی‌های خاص گندم در زنجیره‌ی تأمین از نوآوری‌های این پژوهش به شمار می‌رود.

این تحقیق در یک مقطع زمانی مشخص و به‌صورت ایستا به مدل‌سازی و حل مسئله پرداخته است، برای تحقیقات آتی می‌توان این مسئله را بار دیگر با استفاده از تکنیک‌های پویا حل کرد. همچنین در این پژوهش بهینه‌سازی تنها برای محدوده‌ی استان فارس به شکل یک سیستم بسته صورت گرفت و اثر تولیدات و تقاضای سایر استان‌ها نادیده گرفته شد. پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آتی اثر صادرات و واردات از سایر استان‌ها و سایر کشورها بر بهینه‌سازی زنجیره‌ی تأمین لحاظ شود.

پانوشت‌ها

1. Lüttger
2. Tai Maaz
3. geographic information system
4. Malay Kumar Pramanik
5. dadhich, gautam
6. vikor
7. Bo-Wang
8. Fengli Zhang
9. mixed integer linear programming
10. raster
11. reclassify

منابع (References)

1. Kehl, M. "Quaternary climate change in Iran - the state of knowledge", Erdkunde. Erdkunde, pp. 1-17 (2009).
2. Fischer, T., Byerlee, D. and Edmeades, G. "Crop yields and global food security: will yield increase continue to feed the world?", Crop Yields Glob. Food Secur. Will Yield Increase Contin. to Feed World? (2014).
3. Bruinsma, J. and et al. "World agriculture: towards 2015/2030: an FAO perspective. FAO, Rome", World Agric. Towar. 2015/2030, an FAO Perspect. FAO, Rome (2003).
4. Magnan, A. "Food regimes and the geopolitics of wheat", *Nat. Plants*, **3**(12), pp. 914-915 (Dec 2017).
5. Feizizadeh, B. and Blaschke, T. "Land suitability analysis for Tabriz County, Iran: a multi-criteria evaluation approach using GIS", *J. Environ. Plan. Manag*, **56**(1), pp. 1-23 (Jan 2013).
6. Duc, T.T. "Using GIS and AHP technique for land-use suitability analysis", In International Symposium on Geoinformatics for Spatial Infrastructure Development In Earth and Allied Sciences, pp. 1-6 (2006).
7. Montgomery, B., Dragićević, S., Dujmović, J. and et al. "A GIS-based logic scoring of preference method for evaluation of land capability and suitability for agriculture", *Comput. Electron. Agric*, **124**, pp. 340-353 (Jun 2016).
8. Lüttger, A.B. and Feike, T. "Development of heat and drought related extreme weather events and their effect on winter wheat yields in Germany", *Theor. Appl. Climatol*, **132**(1-2), pp. 15-29 (2018).
9. Maaz, T. and et al. "Economic, policy, and social trends and challenges of introducing oilseed and pulse crops into dryland wheat cropping systems", *Agric. Ecosyst. Environ*, **253**, pp. 177-194 (2018).
10. Patten, B.C. "Natural ecosystem design and control imperatives for sustainable ecosystem services", *Ecol. Complex*, **7**(3), pp. 282-291 (Sep 2010).
11. Malczewski, J. "GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview", *Prog. Plann*, **62**(1), pp. 3-65, (Jul 2004).

12. Asadi, A., Kalantari, K. and Choobchian, Sh. "Structural analysis of factors affecting agricultural sustainability in Qazvin province, Iran", *Journal of Agricultural Science and Technology*, **15**(1), pp.11-22 (2013).
13. Maleki, F., Kazemi, H., Siahmarguee, A. and et al. "Development of a land use suitability model for saffron (crocus sativus L.) cultivation by multi-criteria evaluation and spatial analysis", *Ecol. Eng*, **106**, pp. 140-153 (2017).
14. Pramanik, M.K. "Site suitability analysis for agricultural land use of darjeeling district using AHP and GIS techniques", *Model. Earth Syst. Environ*, **2**(2), p. 56 (2016).
15. Dadhich, G., Patel, P.R. and Kalubarme, M.H. "Agriculture land suitability evaluation for wheat cultivation using geomatics for Patan District, India", *Int. J. Agric. Resour. Gov. Ecol*, **13**(1), p. 91 (2017).
16. Colson, G. and De Bruyn, C. "Models and methods in multiple objectives decision making", *Math. Comput. Model. An Int. J*, **12**(10-11), pp. 1201-1211 (1989).
17. Chu, M.-T., Shyu, J., Tzeng, G.-H. and et al. "Comparison among three analytical methods for knowledge communities group-decision analysis", *Expert Syst. Appl*, **33**(4), pp. 1011-1024, (Nov 2007).
18. Celik, E., Gul, M., Gumus, A.T. and et al. "A fuzzy TOPSIS approach based on trapezoidal numbers to material selection problem", *J. Inf. Technol. Appl. Manag*, **19**(3), pp. 19-30 (2012).
19. Wang, B., Song, J., Ren, J. and et al. "Selecting sustainable energy conversion technologies for agricultural residues: A fuzzy AHP-VIKOR based prioritization from life cycle perspective", *Resour. Conserv. Recycl*, **142**, pp. 78-87 (2019).
20. Stadtler, H. "Supply chain management-an overview", In Supply Chain Management and Advanced Planning, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, pp. 9-36 (2008).
21. Farahani, R.Z., Rezapour, S., Drezner, T. and et al. "Competitive supply chain network design: An overview of classifications, models, solution techniques and applications", *Omega*, **45**, pp. 92-118 (2014).
22. Zhang, F., Johnson, D., Johnson, M. and et al. "Decision support system integrating GIS with simulation and optimisation for a biofuel supply chain", *Renew. Energy*, **85**, pp. 740-748 (2016).
23. Mohseni, S., Pishvaee, M.S. and Sahebi, H. "Robust design and planning of microalgae biomass-to-biodiesel supply chain: A case study in Iran", *Energy*, **111**, pp. 736-755 (2016).
24. Abbasi, M. and Pishvaee, M.S. "A two-stage GIS-based optimization model for the dry port location problem: A case study of Iran", *Journal of Industrial and Systems Engineering*, **11**(1), pp. 50-73 (2018).
25. Gholamian, M.R. and Taghanzadeh, A.H. "Integrated network design of wheat supply chain: a real case of Iran", *Comput. Electron. Agric*, **140**, pp. 139-147 (2017).
26. Rahemi, H., Torabi, S.A. Avami, A. and et al. "Bioethanol supply chain network design considering land characteristics", *Renew. Sustain. Energy Rev*, **119**, p. 109517 (2020).
27. Kumar, A., Aswin, A., and Gupta, H. "Evaluating green performance of the airports using hybrid BWM and VIKOR methodology", *Tour. Manag*, **76**, p. 103941 (2020).
28. Yohannes, H., and Soromessa, T. "Integration of remote sensing, GIS and MCDM for land capability classification in andit tid watershed, Ethiopia", *J. Indian Soc. Remote Sens.*, **47**(5), pp. 763-775 (2019).
29. Akgün, İ. and Erdal, H. "Solving an ammunition distribution network design problem using multi-objective mathematical modeling, combined AHP-TOPSIS, and GIS", *Comput. Ind. Eng*, **129**, pp. 512-528 (2019).
30. Odgaard, M.V., Turner, K.G., Bøcher, P.K. and et al. "A multi-criteria, ecosystem-service value method used to assess catchment suitability for potential wetland reconstruction in Denmark", *Ecol. Indic*, **77**, pp. 151-165 (2017).
31. Opricovic, S. and Tzeng, G.-H. "Extended VIKOR method in comparison with outranking methods", *Eur. J. Oper. Res*, **178**(2), pp. 514-529 (Apr 2007).
32. Opricovic, S. and Tzeng, G.-H. "Compromise solution by MCDM methods: a comparative analysis of VIKOR and TOPSIS", *Eur. J. Oper. Res*, **156**(2), pp. 445-455 (Jul 2004).
33. Teymouri E., Pourmohammadi F. and Seyed Jifroudi S. "Redesigning wheat supply chain of Iran using an integrated location-allocation model: A robust programming approach", *First International Conference on Systems Optimization and Business Management*, pp.184-193, (In Persian) (2018).
34. Jafari, A. "Wheat intentional buying system," Cereal. Res. Cent. Gov. Trading Corp. Iran, (In Persian) (2011).
35. Moradi V., Ghiasi B., Seyedien Ardebili S.M. and et al. "The assessment and comparison of the quality of iranian commercial flours glutens by alveograph and farinograph methods", *Food Sci. Nutr*, (2), pp.51-57 (In Persian) (2012).
36. Tavanpour N. and Ghaemi A. "Zoning of Fars province in terms of Rain-Fed winter wheat cultivation based on precipitation and morphological factors Iranian", *Journal of Irrigation & Drainage*, **10**(4), pp.544, (In Persian) (2016).
37. Balyani Y., Hejazi Z., Faraji A. and et al. "Zoning of agricultural climate of dryland wheat cultivation using GIS Information: A case study in Fars province", *Journal of Physical Geography Research Quarterly*, **13**(30), pp.33-50, (In Persian) (2012).
38. Mehrnews "Challenges of Fars Railway-Shiraz train connects to ports" , mehrnews.com/xLphB, (In Persian) (2018).
39. Nasr Azadani S.M. "Completion of 60% of the shiraz-bandar abbas railway route /study of the next sections with the participation of the environmental protection organization", http://fna.ir/ehc, (In Persian) (2014).