

پیشنهاد چارچوب مفهومی بهینه‌سازی الگوی کشت منطقه‌ای محصولات زراعی و باغی در ایران (چالش‌ها و راهکارها)

عباس عبدشاهی*^۱، مصطفی مردانی نجف‌آبادی^۲، الهه آهنی^۳

چکیده

طراحی و پیشنهاد الگوی کشت یکی از مهم‌ترین مباحث در برنامه‌ریزی کشاورزی محسوب می‌شود. اهمیت و ضرورت برنامه‌ریزی منطقه‌ای کشت را می‌توان ناشی از لزوم استفاده بهینه از ظرفیت‌های تولید منطقه‌ای و ارائه راهکارهایی جهت رسیدن به توازن عرضه و تقاضا در تصمیم‌گیری‌ها و تخصیص منابع تولید کشاورزی دانست. مطالعه حاضر، به بررسی ابعاد مختلف بهینه‌سازی الگوی کشت محصولات کشاورزی در ایران پرداخته و ضمن بررسی چالش‌های این برنامه‌ریزی به ارائه یک چارچوب مفهومی جهت ایجاد راهکارهای مربوط به این چالش‌ها پرداخته است. نتایج بررسی‌ها نشان داد که ارائه الگویی جامع که کلیه عوامل موثر بر الگوی کشت محصولات زراعی و باغی را در بر داشته باشد مستلزم استفاده از یک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری الگوی کشت منطقه‌ای می‌باشد. در نهایت، با توجه به تمام جوانب فنی، اقتصادی، اجتماعی و سیاسی موثر بر الگوی بهینه کشت، ساختار اصلی یک سیستم پشتیبان تصمیم با جزئیات اجرایی آن پیشنهاد شد.

واژه‌های کلیدی: امنیت غذایی، اقلیم، مدیریت آب، منابع تولید کشاورزی، سیاست‌های کلان اقتصادی

^۱ دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده مهندسی زراعی و عمران روستایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاتانی، ایران

^۲ استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده مهندسی زراعی و عمران روستایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاتانی، ایران

Email: abdesahi1349@asnruk.ac.ir

*نویسنده مسئول:

^۳ دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی، دانشگاه ملی زابل، سیستان و بلوچستان، ایران

مقدمه

کشاورزی به مفهوم راه‌ها و روش‌های بهره‌برداری از منابع آب و خاک و انرژی و غیره در جهت تأمین نیازهای غذایی و پوشاک انسان‌ها همواره در طول تاریخ پایه و اساس بسیاری از تحولات اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و فرهنگی در سرتاسر جهان بوده و هست (Chatterjee et al., 2016). با توجه به گستردگی پهنه مرزی ایران و تنوع اقلیمی مناطق گوناگون (Mosleh et al., 2017) رسیدن به الگوی کشت مناسبی که بتوان حداکثر بهره‌برداری را از عوامل و نهادهای تولید به‌ویژه عامل محدود کننده آب به‌دست آورد ضرورتی انکار ناپذیر است (Sabouhi and Mardani, 2013). اگر چه در هر برهه‌ای از زمان متناسب با اطلاعات موجود اقداماتی صورت گرفته ولی این اقدامات کامل و جامع نبوده است (Emamzadeh et al., 2016). در مجموع به نظر می‌رسد الگوی کشت فعلی ایران متأثر از اقدامات گذشته و عمدتاً بر پایه منابع آب و خاک موجود و بعضاً مزیت‌های اقتصادی بوده (Nikouei and Ward, 2013) و با توجه به تغییر شرایط آب و هوایی و اقتصادی به دلیل قابل رقابت نبودن تولید برخی از محصولات با چالش‌هایی مواجه شده که برای غلبه بر آن نیاز به تغییر الگوی سالانه کشت می‌باشد (Manos et al., 2010).

در منابع مختلف تعاریف متفاوتی از الگوی کشت ارائه شده است که بعضاً قسمتی از اهداف الگوی کشت را پوشش داده است (Pan et al., 2014; Sethi et al., 2006; Zeng et al., 2010). با توجه به این تعاریف و همچنین استفاده از دیدگاه برخی از صاحب‌نظران ایران، الگوی کشت به تعیین نظام کشت مبتنی بر شرایط اقلیمی (Huang et al., 2012; Nugroho and Nuraini, 2010; Wineman and Crawford, 2017; Zeng et al., 2010) بهره‌برداری بهینه از منابع و عوامل تولید (Biswas and Pal, 2005; Latinopoulos and Mylopoulos, 2006) متناسب با پتانسیل‌های منطقه‌ای (Lundberg et al., 2015; Manos et al., 2010) و مزیت اقتصادی (Howitt et al., 2009) با رعایت اصول پایداری تولید محصولات کشاورزی (Bell and Morse, 2009) و ملاحظات زیست محیطی (De Koeijer et al., 2003; Emamzadeh et al., 2016; Pedro-Monzonis et al., 2016; Tiwari et al., 1999) در راستای سیاست‌های کلان کشور (Galán-Martín et al., 2015) و تأمین امنیت غذایی (Lundberg et al., 2015; Pinstrup-Andersen, 2009) می‌پردازد. در تعریف فوق اشاره به پتانسیل‌های منطقه‌ای در استفاده از عوامل تولید، نگرشی متفاوت از تعیین الگوی کشت و چگونگی ارتباط مناطق مختلف برای تولید محصولات کشاورزی می‌دهد. اهمیت و ضرورت

برنامه‌ریزی منطقه‌ای کشت را می‌توان ناشی از لزوم استفاده بهینه از ظرفیت‌های تولید منطقه‌ای و ارائه راهکارهایی جهت نیل به توازن عرضه و تقاضا در تصمیم‌گیری‌ها و تخصیص منابع تولید کشاورزی دانست (Delmotte et al., 2013). بنابراین، افزایش یا کاهش سطح زیرکشت محصولات مختلف کشاورزی در مناطق مختلف باید با توجه به محدودیت منابع و همچنین زمین‌های حاصلخیز کشاورزی صورت گیرد و این مسأله لزوم طراحی یک مدل فراگیر الگوی کشت محصولات کشاورزی را آشکار می‌کند.

در تصمیم‌گیری کشت محصولات کشاورزی خواه در سطح خرد یا کلان مجموعه‌ای از مسائل (چالش‌ها) مطرح می‌شود. از جمله این مسائل می‌توان به سوالات مهم (۱) چه چیزی تولید کنیم؟ (۲) چقدر تولید کنیم؟ (۳) تا کی تولید کنیم؟ و (۴) کجا تولید کنیم؟ اشاره کرد. در این راستا، سوالات دیگری که از پس این سوالات مطرح می‌شوند اعم از (۱) چقدر نیاز برای محصولات وجود دارد؟ (۲) چقدر منابع تولید در دسترس هست؟ و (۳) چقدر پتانسیل برای کشت محصولات وجود دارد؟ توجه محققین کشاورزی را به خود معطوف کرده است. پاسخ به چنین سوالات مهمی بطور ضمنی منجر به ایجاد مطالعات الگوی کشت خواهد شد. محققین و کارشناسان بخش کشاورزی با مطالعات گوناگون و در عناوین متفاوت درصدد پاسخ به اینگونه مسائل بوده و هستند. شکل ۱ چالش‌های اصلی موضوع تعیین الگوی کشت را در سمت راست تصویر و تقسیم‌بندی پاسخ مطالعات گوناگون به این چالش‌ها را در سمت چپ تصویر به نمایش گذاشته است.



شکل ۳. چالش‌های اصلی تعیین الگوی بهینه کشت و تقسیم‌بندی مطالعات انجام شده جهت حل این چالش‌ها

در ادبیات علمی بهینه‌سازی، نوع مدل تصمیم‌گیری مناسب در چنین شرایطی به یکی از روش‌های چند معیاری^۱، چند هدفی^۲، اهداف متقابل^۳ و چند خصلتی^۴ طبقه‌بندی می‌شود (Triantaphyllou, 2000). وجه مشترک تمامی این روش‌ها، آن است که یک توافق کامل در خصوص یک هدف ویژه به راحتی بدست نمی‌آید. از این جهت، استفاده از رهیافت برنامه‌ریزی ریاضی در ارائه الگوی کشت بهینه از مزیت‌های قابل توجهی برخوردار است و به همین دلیل، در مطالعات مختلف از آن استفاده شده است. البته باید توجه داشت انجام مطالعات مذکور با توجه به مناطق تحت بررسی و اولویت‌های متفاوت هر یک از آنها در حل چالش‌ها، دارای اهداف گوناگونی بوده و در نظر گرفتن چالش‌های مختلف دلیل برتری مطالعات نسبت به یکدیگر نیست.

ارائه الگویی جامع که کلیه موارد فوق را در برداشته باشد برای مدیران تصمیم‌گیر درگیر در این امر در سطوح مختلف مدیریتی امری مهم بوده و از اهداف زیر پیروی می‌کند:

- ایجاد یک برنامه‌ریزی منطقه‌ای مدون در سطح ساختاری
 - حفاظت از منابع پایه و تجدید شونده (اهداف زیست محیطی)
 - کاهش هزینه‌های تولید و اقتصادی تر کردن تولیدات کشاورزی (اهداف اقتصادی)
 - افزایش بهره‌وری عوامل تولید
 - یکپارچگی تولید در جهت رفع نیازهای کشور (اجرای سیاست‌های کلان کشوری)
 - رسیدن به پایداری تولید در سه بعد اقتصادی، اجتماعی و اکولوژیکی
 - ایجاد اشتغال مولد (اهداف اجتماعی)
 - مدیریت مناسب خدمات، نهاده‌ها و حمایت‌های یکپارچه به تولید کنندگان
 - تولید غذای سالم و حفظ تندرستی با استاندارد سازی تولید (امنیت غذایی)
- برای تحقق اهداف فوق، در مطالعه حاضر سعی در ارائه یک چارچوب مفهومی مناسب برای مدل‌سازی الگوی کشت محصولات کشاورزی در ایران با توجه به خصوصیات برنامه‌ریزی

¹- Multi criteria

²- Multi objective

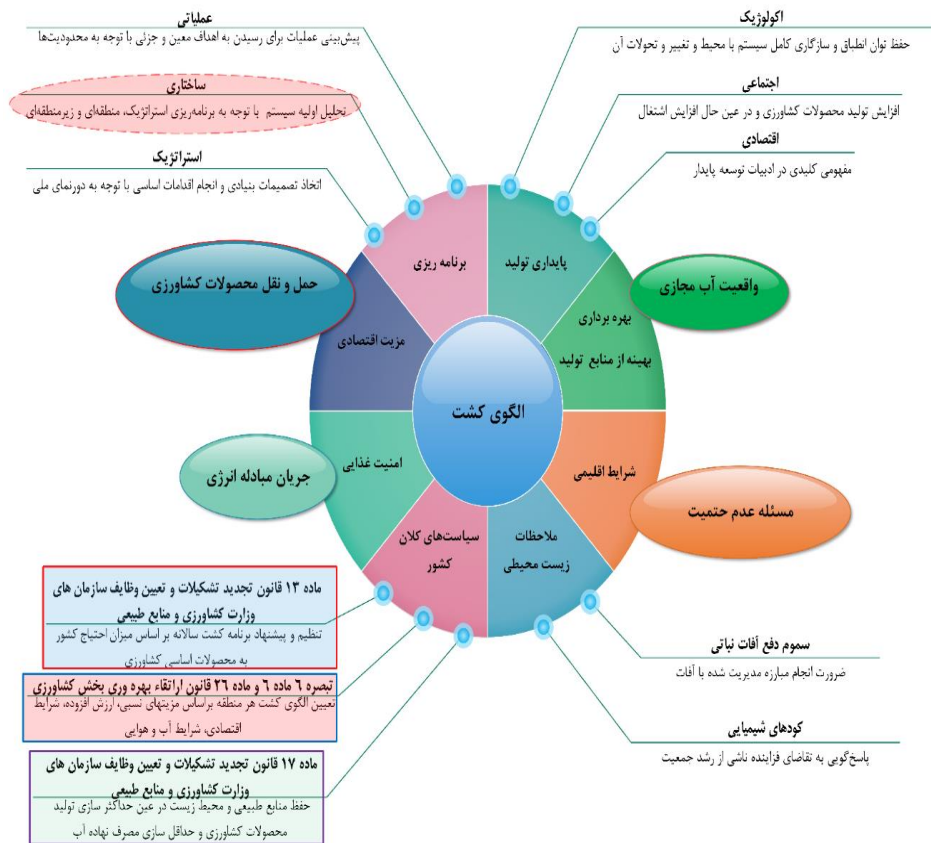
³- Competing objective

⁴- Multi attribute

منطقه‌ای شده است. در این راستا، با توجه به وجود اهداف گوناگون و متضاد و همچنین چالش‌های ذکر شده، راهکارهای محتمل برای آن‌ها ارائه خواهد شد.

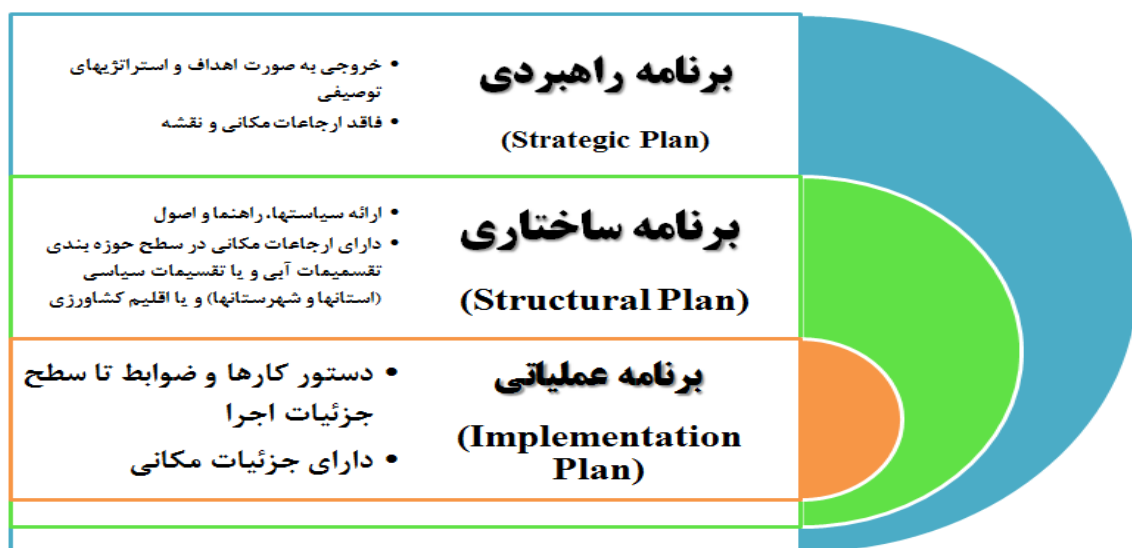
روش تحقیق

شکل ۲ درک کلی مفهوم الگوی کشت و مفاهیم بنیادین مربوط به این موضوع را به وضوح به نمایش می‌گذارد. با نگاهی سیستمی به این شکل لزوم استفاده از تکنیک‌های مدرن و کارای برنامه‌ریزی، به طوری که بتواند کلیه عوامل اثرگذار بر سیاست‌های بخش کشاورزی و آثار اقتصادی آن را بسنجد مشخص می‌شود (Mardani Najafabadi et al., 2019). ملاحظه می‌شود که برای دستیابی به یک الگوی کشت بهینه هشت موضوع اساسی اعم از نوع برنامه‌ریزی، بهره‌برداری بهینه از منابع تولید کشاورزی، حمل و نقل محصولات کشاورزی، امنیت غذایی، شرایط زیست محیطی، شرایط آب و هوایی، پایداری تولید و سیاست‌های کلان باید مورد توجه قرار گیرد. در ادامه این بخش به ارتباط شدید این اجزا با الگوی کشت پرداخته می‌شود.



شکل ۲ نمای کلی مفاهیم مورد استفاده در تعریف الگوی کشت (Mardani Najafabadi et al., 2019)

برنامه‌ها برای مقاصد متنوعی تنظیم می‌شوند و به فراخور هر وضعیت به گونه‌ای متناسب با آن شکل می‌گیرند. از این دیدگاه، مطابق شکل ۳، می‌توان برنامه‌ریزی را به سه نوع راهبردی^۱، ساختاری^۲ و عملیاتی^۳ تقسیم‌بندی (Philips, 2013). مجموعه این برنامه‌ها سطوح مختلف، ناقص یکدیگر نبوده بلکه به دلیل محدودیت‌های اطلاعاتی، هزینه‌ای، اعتباری، و فنی (تعداد زیاد متغیرها و حجم زیاد اطلاعات)، مکمل یکدیگر می‌باشند. در این مطالعه برنامه‌ریزی الگوی کشت در مقیاس تقسیمات سیاسی (شهرستان و استان) در نظر گرفته شده که نتیجه این امر به تهیه یک برنامه‌ریزی ساختاری منتهی می‌گردد.



شکل ۳ روش‌شناسی سطوح برنامه‌ریزی الگوی کشت

پایداری تا مدت‌ها تنها در مفهوم پایداری اکولوژیک و یا پایداری منابع طبیعی قابل تجدید به کار می‌رفت (Maros et al., 2009). اما از زمانی که توسعه پایدار توسط کمیسیون برانتلند در سال ۱۹۸۷ تعریف شد و دستورالعمل ۲۱ در کنفرانس جهانی محیط و توسعه در ریو در سال ۱۹۹۲ تهیه شد، پایداری مفهومی بسیار گسترده یافت و در سه بعد اکولوژیک، اقتصادی و اجتماعی مطرح گردید (Lynam and Herdt, 1989). عدم توجه به این جنبه‌های پایداری تولید منجر به شکست برنامه‌ریزی الگوی کشت در دراز مدت خواهد شد.

وجود امکانات بهره‌برداری محدود برای افزایش درآمد خرده مالکان در کنار افزایش روز افزون جمعیت جهان، لزوم استفاده بهتر و مطلوب‌تر از منابع محدود در دسترس را بیش از پیش آشکار می‌سازد (Apaiah, 2006; Howitt et al., 2009). در نقاط خشک و نیمه خشکی چون ایران، آب مهمترین عامل محدود کننده در توسعه اقتصادی است

¹ Strategic Plan

² Structural Plan

³ Operational Plan

که مدیریت اصولی استفاده از آن، دارای اهمیت ویژه‌ای است (Sabouhi and Mardani, 2013). به اعتقاد بسیاری از محققان (برای نمونه، (Dury et al., 2012; Huang et al., 2012; Sethi et al., 2006; Zeng et al., 2010))، می‌توان با برنامه‌ریزی صحیح در ارتباط با الگوی بهره‌برداری از اراضی (الگوی کشت) تقاضا برای آب را مدیریت کرد و از تشدید بحران جلوگیری به عمل آورد.

تولید و عملکرد محصولات کشاورزی همواره تحت تاثیر شرایط متعدد و عواملی است که تحت کنترل کشاورز نیست. بنابراین همواره این دو شاخص همگام با تغییر شرایط حاکم بر تولید نوسان می‌یابد و ثبات درآمدی کشاورزان را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Hardaker et al., 2004). با این حال تنها ابزار کشاورزان در زمان تصمیم‌گیری نحوه تخصیص زمین به کشت و تولید محصولات مختلفی است که چند ماه بعد و در زمان برداشت متاثر از تکانه‌های آب و هوایی تولید می‌گردد (Itoh et al., 2003). در این راستا، ابهام و عدم قطعیت ذاتی حاکم بر فعالیت‌های کشاورزی به طور کلی و به ویژه محیط‌های برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری، نیازمند روش‌هایی است که امکان بررسی و صورت‌بندی ریاضی مفاهیم غیردقیق این زمینه را فراهم نماید (Hoag, 2009).

در حال حاضر مهم‌ترین جنبه‌های زیست محیطی نگران‌کننده فعالیت‌های کشاورزی، استفاده از نهاده‌های تهیه شده از بخش غیر کشاورزی همانند کودها و سموم شیمیایی برای افزایش تولیدات کشاورزی و پاسخ‌گویی به تقاضای فزاینده ناشی از رشد جمعیت می‌باشد (Semaan et al., 2007). این وضعیت در نظام‌های تولیدی باعث ایجاد تعارض جدی میان اهداف زیست محیطی و اهداف اقتصادی کشاورزان می‌شود. عدم توجه به وجود چنین تعارضاتی در بسیاری از الگوهای کشت ارائه شده در ایران منجر به عدم پذیرش این الگوها توسط کشاورزان شده است (Emamzadeh et al., 2016).

تعیین الگوی بهینه کشت هر منطقه از دیرباز جزو وظایف ذاتی وزارتخانه‌های مسئول کشاورزی و از آرمان‌های دیرینه دست اندرکاران بخش کشاورزی در ایران بوده و سال‌ها در قوانین متعدد مورد تاکید قرار گرفته است. از بررسی بسیاری از این مواد قانونی استنباط می‌گردد که چالش موجود در اجرای آن منوط به انجام یک برنامه‌ریزی منسجم با اهداف کاملاً متضاد است.

امنیت غذایی در هر کشور از شرایط مهم جهت برقراری امنیت ملی در آن کشور است (Karami et al., 2012). از آنجا که دستیابی به امنیت غذایی مستلزم توسعه تولیدات کشاورزی است، لذا توجه به ساختار کشاورزی در جوامع مختلف و بهبود وضعیت کشاورزی و تخصیص بهینه عوامل تولید به منظور تولید بیشتر در واحد سطح از اهمیت بالایی برخوردار خواهد بود (Ejaz Qureshi et al., 2013). در این راستا، واضح است که هرچه اتکاء به تولیدات داخلی بیشتر گردد، امنیت غذایی تقویت خواهد شد و این امر کمکی در جهت ثبات امنیت ملی خواهد بود. اما توجه بیش از حد به تولید در داخل نباید منجر به هزینه‌های گزاف ملی و تخصیص غیر بهینه عوامل تولید گردد (Brambilla and Testa, 2014).

حمل و نقل در سیستم‌های اقتصادی، تولیدی و خدماتی از جایگاه مهمی برخوردار است و بخش قابل توجهی از تولید ناخالص ملی هر کشور را به خود اختصاص می‌دهد (Walter et al., 1976). فراموشی این مسأله مهم در سیستم عرضه و تقاضای محصولات کشاورزی و تدوین الگوی کشت باعث بروز مشکلات فراوانی از جمله نوسان شدید قیمت منطقه‌ای برخی از محصولات نظیر سیب‌زمینی، گوجه و پیاز به طور متناوب شده که به تئوری تار عنکبوتی (CWT)^۱ شهرت دارد (Fu et al., 2015). برآورد هزینه‌های حمل و نقل و دخالت آن در تدوین الگوی کشت منطقه‌ای محصولات کشاورزی که اکثراً از فسادپذیری بالایی برخوردار هستند، تأثیر به‌سزایی در ارائه الگوی مناسب دارد. در تبادل فیزیکی کالاهای کشاورزی توجه به مبادلات مجازی از جمله تبادل آب و انرژی در بین کشورها و همچنین در نظر گرفتن مزیت‌های اقتصادی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

استفاده از واژه آب مجازی در کاربرد کشاورزی سه مفهوم آب، غذا و تجارت این محصولات را به یکدیگر پیوند می‌دهد (Hoekstra and Hung, 2005). به تبع استفاده از مفهوم تجارت در این مبحث، جریان تبادل کالاهای کشاورزی بین مناطق مختلف نیز قوت می‌گیرد (Zhang et al., 2016). دو مفهوم آب و غذا نیز ذهن را به یک گام عقب‌تر از مرحله تبادل محصولات یعنی تولید آن محصولات سوق داده که در بخش کشاورزی موجب تداعی شدن مبحث گسترده الگوی کشت می‌شود (Rasul, 2014). در جریان تبادل انرژی از طریق نقل و انتقال محصولات کشاورزی نیز چنین فرایندی وجود دارد. علاوه بر آن، مبحث جریان تبادل انرژی به موضوع امنیت غذایی نیز مربوط می‌شود (Zhang and Vesselinov, 2017). تجارت مواد غذایی رابطه مستقیم با امنیت غذایی داشته و سبب می‌شود غذا به طور مستقیم در بازارهای جهانی با درآمد حاصل از صادرات خریداری شود (Hosoe, 2016). تجارت کلی و ناحیه‌ای به کشورها اجازه خرید یا فروش غذا در بازار جهانی، تعدیل تولیدات در هنگام بروز شوک‌های اقتصادی، تولید درآمد برای دولت و دستیابی به رشد سراسری اقتصاد را داده که هر کدام از آنها اثر مستقیم یا غیر مستقیم بر وضعیت تغذیه‌ای مردم کشور دارد (Pinstrup-Andersen, 2009). بنابراین، هرگاه کشوری دارای زمینه‌های تولید داخلی محصولات وارداتی باشد، ولی به سبب عدم حمایت‌های لازم نتواند از قابلیت‌ها و ظرفیت‌های ملی بهره‌بردار لازم را به عمل آورد، ضریب امنیت غذایی و به تبع آن ضریب امنیت ملی دارای وضعیت نگران‌کننده‌تری خواهد بود.

نتایج و بحث

اکنون، پس از بررسی همه جانبه موضوع الگوی کشت همراه با در نظر گرفتن ابعاد مورد بررسی (هشت بعد) و ارتباط تنگاتنگ این ابعاد با یکدیگر، به ارائه ابزار مناسب جهت حل چالش‌های آن پرداخته می‌شود. در دنیای امروز، اداره امور سازمان‌ها به شیوه‌ای کارآمد و مؤثر، مستلزم جمع‌آوری و پردازش انبوهی از اطلاعات گوناگون و با تغییرات و آهنگ رشد بسیار سریع است. کمیت و کیفیت اطلاعات مورد نیاز مدیران برای تصمیم‌گیری به عوامل متعددی بستگی دارد. ولی ویژگی‌های خود اطلاعات و نیز نحوه پردازش آن‌ها از جمله عوامل تعیین‌کننده

^۱Cob web theorem

و اساسی در این روند هستند. این اطلاعات علاوه بر دارا بودن ویژگی‌هایی همچون دقت، صحت، تازگی و غیره بایستی به نحوی پردازش شده باشند که توان و کیفیت تصمیم‌گیری مدیر را ارتقاء دهند. پردازش اطلاعات نباید به گونه‌ای باشد که مدیران را در انبوه اطلاعات غرق نموده و به عنصری سردرگم و ناتوان در تصمیم‌گیری تبدیل نماید که به این وضعیت، پدیده آلودگی اطلاعات گفته می‌شود. (Cascetta & Coppola, 2016).

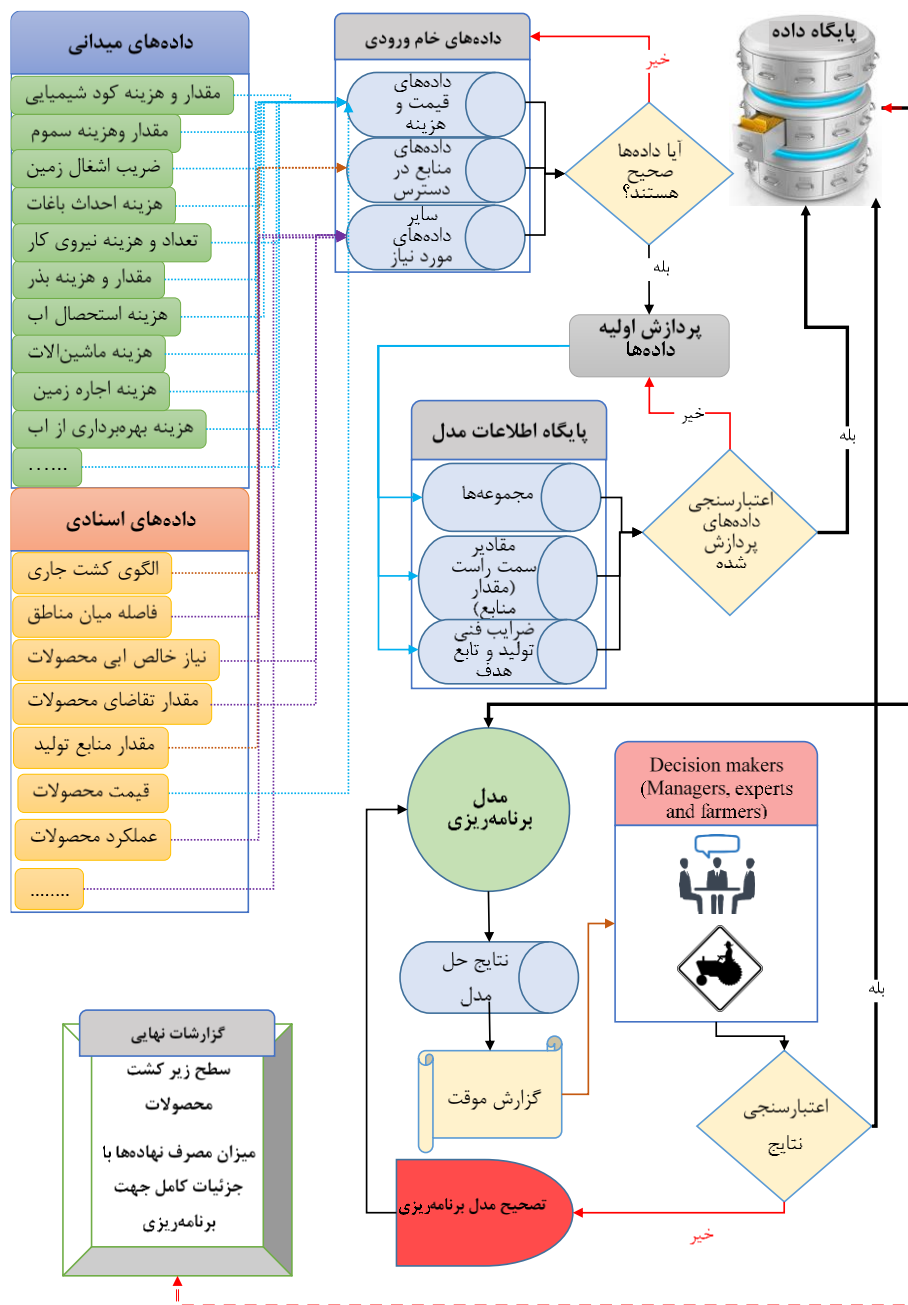
رفع این تناقضات و فراهم نمودن موجبات دسترسی مدیریت به یک مجموعه اطلاعاتی منظم، کامل، صحیح و قابل انعطاف، درگرو تهیه مجموعه‌ای جامع، کامل و منسجم از سیستم‌ها و سازوکارهایی است که به آن سیستم اطلاعات مدیریت گفته می‌شود. این سیستم‌های سازمان‌یافته، ابزاری مفید بوده که اطلاعات صحیح و خلاصه‌شده را در موقع مناسب به تصمیم‌گیرندگان سازمان ارائه داده و امکان تصمیم‌گیری صحیح و دقیق را برای مدیران سازمان فراهم می‌سازد (Mardani Najafabadi et al., 2020).

سیستم پشتیبان تصمیم (DSS)^۱ یکی از انواع سیستم‌های اطلاعات مبتنی بر کامپیوتر (CBIS)^۲ است که برای حمایت از مدیریت و تصمیم‌گیری‌های وی به وجود آمده است. این سیستم‌ها با استفاده از منابع انسانی و قابلیت‌های کامپیوتری، مدیر را در حل مسائل پیچیده کمک نموده و کیفیت تصمیم را بهبود می‌بخشد. با توجه به گستردگی حجم اطلاعات در تدوین الگوی کشت منطقه‌ای، لزوم استفاده از چنین سیستم‌هایی جهت سهولت تصمیم‌گیری برای مدیران در سطوح مختلف به خوبی احساس می‌شود. هدف از ایجاد این سیستم، برآورد اهداف زیر است:

- حمایت و پشتیبانی از تصمیم‌گیرندگان با کنار هم قرار دادن افکار انسانی و اطلاعات رایانه‌ای
 - بهبود بخشیدن دقت، کیفیت و به روز بودن تصمیمات در تصمیم‌گیری
 - در دسترس قرار دادن به موقع اطلاعات الگوی کشت محصولات در مناطق مختلف برای کاربران در سطوح مختلف اعم از مدیران ارشد، میانی و عملیاتی و به تبع آن افزایش قدرت ریسک
 - انعطاف‌پذیری بالا برای اضافه و یا حذف کردن مناطق و یا محصولات به مدل
 - مدل ریاضی قدرتمند و منعطف برای تولید اطلاعات مناسب جهت ارائه الگوی کشت با اهداف مختلف تکنیکی و سیاستی
 - قابلیت گزارش‌گیری از داده‌های پردازش‌شده و نتایج حاصل از حل مدل ریاضی
- تحقق همه جانبه این اهداف و همچنین نیل به اهداف الگوی کشت، با توجه به حجم بالای اطلاعات ورودی و همچنین تعداد زیاد معادلات و متغیرها نیازمند انجام یک فرایند گسترده و پی‌درپی در قالب یک سیستم پشتیبان تصمیم، مطابق شکل ۴ است. هر سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری شامل سه جزء اصلی با عناوین پایگاه داده، پایگاه مدل و نرم‌افزار است (Mardani et al., 2017). در ادامه به بررسی هر یک از این اجزاء پرداخته خواهد شد.

¹ Decision Support Systems

² Computer Based Information Systems



شکل ۴ شمای کلی سیستم پشتیبان تصمیم برای الگوی کشت منطقه‌ای

دو روش کلی برای ذخیره و بازیابی خودکار داده‌ها تحت عناوین سیستم فایلی ساده و سیستم پایگاه داده وجود دارد. در روش سیستم فایلی ساده، داده‌ها در فایل‌های مجزا قرار گرفته و سیستم‌های جداگانه‌ای به نام سیستم پردازش فایل برای استفاده از فایل‌های داده‌ای طراحی می‌شوند. در این سیستم‌ها، هر برنامه کاربردی تنها می‌تواند به فایل داده‌ای مربوط به خود مراجعه می‌کند. در روش سیستم پایگاه داده، کلیه داده‌ها به صورت مجتمع در پایگاه داده ذخیره شده ولی هر کاربر دید خاص خود را نسبت به داده‌ها دارد. کاربران مختلف می‌توانند به طور مشترک با پایگاه داده کار کنند. به دلیل تجمع داده، افزونگی به حداقل ممکن کاهش می‌یابد. به عبارت دیگر، یک بانک اطلاعاتی یا پایگاه داده مجموعه‌ای سازمان‌یافته و بدون افزونگی از داده‌های مرتبط به هم است که می‌تواند توسط سیستم‌های کاربردی مختلف به اشتراک گذاشته شده و به راحتی مدیریت و بهنگام شود.

یکی از انواع نرم‌افزارهای پایگاه داده، نرم‌افزار SQL¹ بوده که یک زبان برنامه نویسی تعاملی استاندارد برای بازیابی و بهنگام‌سازی پایگاه داده رابطه‌ای به وجود می‌آورد. در این نرم‌افزار، دستوراتی برای ایجاد، حذف و تغییر اشیای مختلف در پایگاه داده وجود دارد. پرکاربردترین دستور آن برای اجرای پرس و جوهای² مختلف روی پایگاه داده استفاده می‌شود. نوع دیگری از نرم‌افزارهای پایگاه داده، Microsoft Access بوده که خواص کاربردی شبیه به SQL دارد. در این میان، استفاده از صفحه‌گسترده Excel جهت ایجاد ارتباط بین پایگاه مدل و پایگاه داده اجتناب‌ناپذیر است (این نرم‌افزار به منظور ایجاد یک واسط کاربردی جهت ایجاد گزارشات و همچنین نگهداری موقت داده‌های خام مورد استفاده قرار می‌گیرد). کلیه اطلاعات اولیه که به دو صورت میدانی و اسنادی جمع‌آوری شده‌اند، در نرم‌افزار Excel ذخیره می‌شود. سپس این داده‌های خام به جداولی در نرم‌افزار Access جهت پردازش اولیه و تهیه اطلاعات مورد نیاز مدل ریاضی انتقال می‌یابد. بعد از ساخت فرم‌های پرس و جو در نرم‌افزار Access و فرم‌های نما³ در نرم‌افزار SQL پردازش اطلاعات آغاز می‌گردد. کارشناس مربوطه، اطلاعات پردازش‌شده را از حیث منطقی بررسی نموده و در صورت عدم نیاز به تصحیح، این اطلاعات وارد پایگاه داده می‌گردد.

الگوهای برنامه‌ریزی مختلف مبتنی بر سامانه اطلاعات جغرافیایی⁴ یا برنامه‌ریزی ریاضی⁵ قادر به بررسی اثر تصمیمات مختلف کاربردهای شهری، صنعتی، کشاورزی و زیست محیطی منابع تولید کشاورزی می‌باشند (Ward, 2007). در این میان، الگوهای برنامه‌ریزی ریاضی به شکل گسترده‌تری مورد استفاده قرار گرفته‌اند (برای نمونه، Ren et al., 2017; Romero and Rehman, 2003; Zeng et al., 2010). تصمیم‌گیری در شرایطی که چند هدف

¹ Structured Query Language

² Query

³ View

⁴ - Geographical Information System (GIS)

⁵ - Mathematical Programming (MP)

ویژه در پیش روی مدیران واحدهای مختلف قرار دارد، علاوه بر ابزار تصمیم‌گیری، نیازمند اطلاعات متنوع و مختلفی می‌باشد (Van Hop, 2007). ساز و کار یک نظام مدیریتی براساس چنین اطلاعاتی و اهداف چند گانه در طول زمان و مکان‌های مختلف، کار ساده‌ای نیست و نیازمند روشی است که بتواند براساس مجموعه‌ای از اطلاعات موجود و آرمان‌های متفاوتی که در پیش روی مدیران واحدهای کشاورزی وجود دارد، وی را در جهت اتخاذ یک تصمیم منطقی راهنمایی کند (De Oliveira et al., 2003).

با توجه به مطالب ذکر شده در قسمت‌های قبلی استفاده از روش‌های برنامه‌ریزی ریاضی چند هدفه می‌تواند انتخابی مناسب جهت پایگاه مدل الگوی کشت در این سیستم پشتیبان تصمیم باشد. مطالعاتی که در جدول ۱ لیست هستند از منابع بسیار مفید برای تعیین اهداف و محدودیت‌های این سیستم محسوب می‌شوند. بعلاوه توانمندی بسته نرم افزاری GAMS در حل الگوریتم‌های ریاضی الگوی برنامه‌ریزی و همچنین توانایی اتصال آن با سایر نرم‌افزارهای مورد استفاده در سیستم پشتیبان تصمیم الگوی کشت، این نرم‌افزار می‌تواند به عنوان محیط توسعه پایگاه مدل در نظر گرفته شود.

در نهایت، ارتباط بین پایگاه داده با حجم زیادی از اطلاعات، پایگاه مدل با تعداد زیادی از معادلات و استفاده کنندگان از این دو مجموعه که عمدتاً مدیران تصمیم‌گیر در سطوح متفاوت مدیریتی هستند، توسط یک نرم‌افزار امکان‌پذیر می‌باشد. نرم‌افزار، مجموعه‌ای از برنامه‌های رایانه‌ای، رویه‌ها و مستندات است که انجام کارهای مختلف روی یک سیستم رایانه‌ای را بر عهده دارد. استفاده از زبان‌های برنامه‌نویسی قدرتمندی همچون C# که توانایی اتصال خارق‌العاده‌ای در اتصال به انواع دیگر نرم‌افزارهای درگیر در طراحی این سیستم پشتیبان تصمیم را دارد، یکی از گزینه‌های بسیار مناسب جهت ایجاد این رابط کاربری است.

نتیجه‌گیری

عوامل اقتصادی، فنی و استراتژیک سه گروه عواملی هستند که در بررسی الگوی کشت در ایران از اهمیت بیشتری برخوردار می‌باشند. این کشور از نظر جغرافیایی در قسمتی از کره‌ی زمین قرار گرفته که با محدودیت‌های اقلیمی خاص مواجه است؛ خشک‌سالی یکی از محدودیت‌هایی است که در بسیاری از سال‌ها به‌عنوان چالشی بزرگ در برابر توسعه‌ی کشاورزی مطرح بوده و همواره مورد بحث و بررسی قرار گرفته است. مطالعه حاضر به معرفی چالش‌های پیش روی کشور جهت بهینه‌سازی تصمیمات الگوی کشت منطقه‌ای محصولات کشاورزی پرداخته و اهداف متفاوتی همچون اهداف اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی به صورت مجزا و توأم مورد توجه قرار گرفته است. پس از بررسی این چالش‌ها و معرفی ابعاد مختلف الگوی بهینه کشت، به ارائه راهکارهای مناسب جهت نیل به اهداف الگوی کشت اشاره شد. این راهکارها در قابل یک سیستم پشتیبان تصمیم طراحی و هر یک از اجزا با جزئیات مورد بررسی قرار گرفت. مطالعات گوناگونی در ارائه جزئیات این سیستم دخیل بوده که از مهمترین آنها می‌توان به

مطالعات (2019) Mardani Najafabadi et al., و (2010) Manos et al., اشاره کرد. تاکید در استفاده از این چارچوب برای ارائه الگوی کشت در کشور به شدت توصیه می‌شود.

منابع

- Apaiiah, K.R., 2006. Designing food supply chains- a structured methodology: A case on Novel Protein Foods. Wageningen University.
- Bell, S., Morse, S., 2008. Sustainability Indicators: Measuring the Immeasurable? Earthscan UK.
- Biswas, A., Pal, B.B., 2005. Application of fuzzy goal programming technique to land use planning in agricultural system. Omega 33, 391-398
- Brambilla, G., Testa, C., 2014. Food safety/food security aspects related to the environmental release of pharmaceuticals. Chemosphere 115, 81-87.
- Chatterjee, R., Atta ur, R., Tran, T., Shaw, R., 2016. Urban Food Security in Asia: A Growing Threat, Urban Disasters and Resilience in Asia. Butterworth-Heinemann, pp. 161-178
- De Koeijer, T.J., Wossink, G.A.A., Smit, A.B., Janssens, S.R.M., Renkema, J.A., Struik, P.C., 2003. Assessment of the quality of farmers' environmental management and its effects on resource use efficiency: a Dutch case study. Agricultural Systems 78, 85-103
- De Oliveira, F., Volpi, N.M.P., Sanquetta, C.R., 2003. Goal programming in a planning problem. Applied Mathematics and Computation 140, 165-178
- Delmotte, S., Lopez-Ridaura, S., Barbier, J.-M., Wery, J., 2013. Prospective and participatory integrated assessment of agricultural systems from farm to regional scales: Comparison of three modeling approaches. Journal of Environmental Management 129, 493-502
- Dury, J., Schaller, N., Garcia, F., Reynaud, A., Bergez, J.E., 2012. Models to support cropping plan and crop rotation decisions. A review. Agronomy for Sustainable Development 32, 567-580.
- Ejaz Qureshi, M., Hanjra, M.A., Ward, J., 2013. Impact of water scarcity in Australia on global food security in an era of climate change. Food Policy 38, 136-145.
- Emamzadeh, S.M., Forghani, M.A., Karnema, A., Darbandi, S., 2016. Determining an optimum pattern of mixed planting from organic and non-organic crops with regard to economic and environmental indicators: A case study of cucumber in Kerman, Iran. Information Processing in Agriculture 3, 207-214.
- Fu, M., Xia, J., Fan, X., Tian, L., Wang, M., 2015. New non-equilibrium cobweb dynamical evolution model and its application. Economic Modelling 51, 544-550.
- Galán-Martín, Á., Pozo, C., Guillén-Gosálbez, G., Antón Vallejo, A., Jiménez Esteller, L., 2015. Multi-stage linear programming model for optimizing cropping plan decisions under the new Common Agricultural Policy. Land Use Policy 48, 515-524.
- Hardaker, J.B., Huirne, R.B.M., Anderson, J.R., Lien, G., 2004. Coping with risk in agriculture, in: 2 (Ed.), p. 332
- Hoag, D.L., 2009. Applied Risk Management in Agriculture 1ed. CRC Press, United State of America.
- Hoekstra, A.Y., Hung, P.Q., 2005. Globalisation of water resources: international virtual water flows in relation to crop trade. Global Environmental Change 15, 45-56.
- Hosoe, N., 2016. The double dividend of agricultural trade liberalization: Consistency between national food security and gains from trade. Journal of Asian Economics 43, 27-36

- Howitt, R.E., Medellin-Azuara, J., MacEwan, D., 2009. Estimating the economic impacts of agricultural yield related changes for California. Final Paper, A Paper From California Climate Change Center.
- Huang, J., Ridoutt, B.G., Xu, C.-c., Zhang, H.-l., Chen, F., 2012. Cropping Pattern Modifications Change Water Resource Demands in the Beijing Metropolitan Area. *Journal of Integrative Agriculture* 11, 1914-1923.
- Itoh, T., Ishii, H., Nanseki, T., 2003. A model of crop planning under uncertainty in agricultural management. *International Journal of Production Economics* 81-82, 555-558.
- Karami, A., Esmaeili, A., Najafi, B., 2012. Assessing effects of alternative food subsidy reform in Iran. *Journal of Policy Modeling* 34, 788-799.
- Latinopoulos, D., Mylopoulos, Y., 2006. Optimal allocation of land and water resources in irrigated agriculture by means of goal programming: Application in Loudias river basin GLOBAL NEST: the International Journal.
- Lundberg, L., Jonson, E., Lindgren, K., Bryngelsson, D., Verendel, V., 2015. A cobweb model of land-use competition between food and bioenergy crops. *Journal of Economic Dynamics and Control* 53, 1-14.
- Lynam, J.K., Herdt, R.W., 1989. Sense and sustainability: Sustainability as an objective in international agricultural research. *Agricultural Economics* 3, 381-398.
- Manos, B., Papatthasiou, J., Bournaris, T., Voudouris, K., 2010. A multicriteria model for planning agricultural regions within a context of groundwater rational management. *Journal of Environmental Management* 91, 1593-1600.
- Mardani, M., Nikouei, A., Ziaei, S., Ahmadpour, M., 2017. Codifying regional cropping pattern of agricultural and horticultural products in Isfahan Province: Multi-objective structural planning approach. *Journal Of Agricultural Economics and Development* 30, 188-206.
- Mardani Najafabadi, M., Abdeslahi, A., Shirzadi Laskookalayeh, S., 2020. Determining the Optimal Cropping Pattern with Emphasis on Proper Use of Sustainable Agricultural Disruptive Inputs: Application of Robust Multi-Objective Linear Fractional Programming. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production* 30, 241-256.
- Mardani Najafabadi, M., Ziaee, S., Nikouei, A., Ahmadpour Borazjani, M., 2019. Mathematical programming model (MMP) for optimization of regional cropping patterns decisions: A case study. *Agricultural Systems* 173, 218-232.
- Maros, I., Arabatzis, G., Sifaleras, A., 2009. Special issue on "Optimization models in environment and sustainable development". *Operational Research* 9, 225-227.
- Mosleh, Z., Salehi, M.H., Amini Fasakhodi, A., Jafari, A., Mehnatkesh, A., Esfandiarpour Borujeni, I., 2017. Sustainable allocation of agricultural lands and water resources using suitability analysis and mathematical multi-objective programming. *Geoderma* 303, 52-59.
- Nikouei, A., Ward, F.A., 2013. Pricing irrigation water for drought adaptation in Iran. *Journal of Hydrology* 503, 29-46.
- Nugroho, B.D.A., Nuraini, L., 2016. Cropping Pattern Scenario based on Global Climate Indices and Rainfall in Banyumas District, Central Java, Indonesia. *Agriculture and Agricultural Science Procedia* 9, 54-63.
- Pan, Y., Yu, Z., Holst, J., Doluschitz, R., 2014. Integrated assessment of cropping patterns under different policy scenarios in Quzhou County, North China Plain. *Land Use Policy* 40, 131-139.

- Pedro-Monzonis, M., Jimenez-Fernandez, P., Solera, A., Jimenez-Gavilan, P., 2016. The use of AQUATOOL DSS applied to the System of Environmental-Economic Accounting for Water (SEEAW). *Journal of Hydrology* 533, 1-14
- Philips, A., 2013. *Designing Urban Agriculture: A Complete Guide to the Planning, Design, Construction, Maintenance and Management of Edible Landscapes*, 1 ed. Wiley, United State of America, p. 288.
- Pinstrup-Andersen, P., 2009. Food security: definition and measurement. *Food Security* 1, 5-7
- Rasul, G., 2014. Food, water, and energy security in South Asia: A nexus perspective from the Hindu Kush Himalayan region. *Environmental Science & Policy* 39, 35-48.
- Ren, C., Guo, P., Tan, Q., Zhang, L., 2017. A multi-objective fuzzy programming model for optimal use of irrigation water and land resources under uncertainty in Gansu Province, China. *Journal of Cleaner Production* 164, 85-94.
- Romero, C., Rehman, T., 2003. *Multiple Criteria Analysis for Agricultural Decisions*. Elsevier Science Amsterdam ; Boston.
- Sabouhi, M.S., Mardani, M., 2013. Application of Robust Optimization Approach for Agricultural Water Resource Management under Uncertainty. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering* 139, 571-581
- Semaan, J., Flichman, G., Scardigno, A., Steduto, P., 2007. Analysis of nitrate pollution control policies in the irrigated agriculture of Apulia Region (Southern Italy): A bio-economic modelling approach. *Agricultural Systems* 94, 357-367.
- Sethi, L.N., Panda, S.N., Nayak, M.K., 2006. Optimal crop planning and water resources allocation in a coastal groundwater basin, Orissa, India. *Agricultural Water Management* 83, 209-220
- Tiwari, D.N., Loof, R., Paudyal, G.N., 1999. Environmental-economic decision-making in lowland irrigated agriculture using multi-criteria analysis techniques. *Agricultural Systems* 60, 99-112
- Triantaphyllou, E., 2000. *Multi-criteria Decision Making Methods: A Comparative Study*. Springer US.
- Van Hop, N., 2007. Fuzzy stochastic goal programming problems. *European Journal of Operational Research* 176, 77-86
- Walter, M., Peter, V.G., Kenneth, L.C., 1976. Estimation of Demand for Transportation of Agricultural Commodities *American Journal of Agricultural Economics* 58, 217-233.
- Ward, F.A., 2007. Decision support for water policy: a review of economic concepts and tools. *Water Policy* 9, 1-31.
- Wineman, A., Crawford, E.W., 2017. Climate change and crop choice in Zambia: A mathematical programming approach. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences* 81, 19-31.
- Zeng, X., Kang, S., Li, F., Zhang, L., Guo, P., 2010. Fuzzy multi-objective linear programming applying to crop area planning. *Agricultural Water Management* 98, 134-142.
- Zhang, X., Vesselinov, V.V., 2017. Integrated modeling approach for optimal management of water, energy and food security nexus. *Advances in Water Resources* 101, 1-10.
- Zhang, Y., Zhang, J., Tang, G., Chen, M., Wang, L., 2016. Virtual water flows in the international trade of agricultural products of China. *Science of The Total Environment* 557-558, 1-11.