

مروری بر برخی از مفاهیم‌های پایه در الگوی کشت محصول‌های زراعی در ایران^۱

امیر هوشنگ جلالی^{۲ و ۳}

چکیده

بخش کشاورزی کشور با ابر چالش‌هایی روبه‌رو است که توجه نکردن به هر یک از آن‌ها به خسارت‌های جبران‌ناپذیری می‌انجامد. در این میان، بحران منابع آب مهمترین مشکل است و تغییرهای اقلیمی نیز فشار بیشتری را بر پیکره بخش کشاورزی و تولید کشور وارد می‌کند. بنابراین برای طرح اصلاح الگوی کشت محصول‌های زراعی کشور (کشت بهینه) پس از تأخیری پنج دهه‌ای، سرانجام در سال ۱۴۰۱ به دستگاه‌های اجرایی کشور ابلاغ شد. انتظار می‌رود پس از گذشت دو سال از اجرای این طرح، هماهنگی‌های لازم میان دستگاه‌های مختلف دولتی و خصوصی و جامعه کشاورزی کشور شکل گرفته باشد. تأمین غذای کافی برای انسان و دام، حفاظت از محیط‌زیست و داشتن پایداری در بخش کشاورزی از جمله هدف‌های کلان در الگوی کشت هستند. گرچه ممکن است موردهای گوناگونی در زمینه الگوی کشت هر منطقه مورد توجه قرار گیرد، اما در حال حاضر کمیته تدوین و نظارت الگوی کشت محصول‌های کشاورزی کشور، موردهایی مانند آب (شامل منابع و مصرف آب)، خاک (شامل تناسب زمین‌ها برای کشت محصول‌های مختلف)، اقلیم (شامل محدودیت‌ها و قابلیت‌ها)، مدیریت و فناوری تولید محصول‌ها (شامل مدیریت تولید و رویارویی با تنش‌ها) و اقتصاد، تولید محصول‌ها را به‌عنوان محورهای اساسی در این زمینه مطرح و بر این پایه، الگوی کشت هر استان را تدوین و ابلاغ می‌کند. در این نوشتار در باره هر یک از عامل‌های مورد اشاره و نقش آن‌ها در الگوی کشت به‌طور خلاصه بحث شده است.

واژه‌های کلیدی: تناسب زمین‌ها، پایداری، مصرف آب، منابع آب.

مقدمه

بشر پس از سپری شدن عصر یخبندان، شروع به کشت گیاهان مختلف کرد و به‌خاطر تغییرهای شدید اقلیمی ناچار به تغییر مکان و استفاده از گونه‌های مختلف گیاهی شد. سپس، تغییرهای اقلیمی زمین شکل منظم‌تری به خود گرفت (Tauger, 2013). در چنین شرایطی، انسان ناخودآگاه با مفهوم الگوی کشت آشنا شد. به این معنا که همواره در

۱- تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۹/۱۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۲۰

۲- نویسنده مسئول: پست الکترونیک: jalali51@yahoo.com

۳- استادیار پژوهش در بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران.

جستجوی مکان‌های مساعد و گیاهان مناسب برای خود بود. بنابراین، الگوی کشت در مفهوم کلی آن ریشه در دل تاریخ کشاورزی دارد، اما الگوی کشت در مفهوم جدید آن از قرن نوزدهم میلادی و همزمان با صنعتی شدن کشاورزی و تولید انبوه محصول‌ها و توسعه بازارهای جهانی، شکل گرفت. در قرن بیستم میلادی سیمای کشاورزی جهان دچار تغییرهای بنیادی شد. برای افزایش تولید محصول‌های کشاورزی استفاده از مواد شیمیایی (کودها و آفت‌کش‌ها) به شدت گسترش یافت و انسان با مفهومی‌هایی مانند آلاینده‌های زیست‌محیطی، فرسایش خاک و تغییرهای اقلیمی آشنا شد. این عصر با بروز تفکرهای متفاوتی همراه شد. برخی از پژوهشگران با اشاره به تولیدهای کشاورزی و بهبود وضعیت زندگی جامعه، قرن بیستم را قرن طلایی نام نهادند (Mercier & Halbrook, 2020) و برخی دیگر، به دلیل تخریب‌های زیست‌محیطی این قرن را فاجعه‌بار خواندند (Loodin, 2020). فشارهای زیست‌محیطی در قرن بیستم پرسش‌هایی را در ذهن کشاورزان ایجاد نمود که برخی از آن‌ها عبارتند از این که چه محصولی کشت شود؟ به چه صورت کشت شود؟ از چه نهادهایی استفاده شود؟ حد پیشینه کشت در هر منطقه چقدر باشد؟ پاسخ این پرسش‌ها و موردهای مشابه در مفهوم الگوی کشت نهفته است. در ایران نیز در سال‌های اخیر به دلیل‌های مختلف به الگوی کشت در منطقه‌های مختلف توجه شده است. یکی از مهمترین دلایل‌هایی که توجه به الگوی کشت را در ایران به امری ضروری تبدیل کرده است، بحران منابع آبی کشور است. استفاده بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی در بسیاری از استان‌های کشور سبب افت پیوسته سطح آب زیرزمینی در بسیاری از دشت‌های کشور شده و با کاهش کیفیت آب‌های برداشتی، دشت‌ها در وضعیت بحرانی قرار گرفته‌اند (فتحی و همکاران، ۱۳۹۳).

پیشینه الگوی کشت محصول‌های زراعی در ایران

تهیه و اجرای الگوی کشت از وظایف‌های وزارت جهاد کشاورزی است. در ماده ۱۳ قانون تجدید تشکیلات و تعیین وظایف‌های سازمان‌های وزارت کشاورزی و منابع طبیعی و انحلال وزارت منابع طبیعی مصوب ۱۳۵۰/۱۱/۱۲ مجلس شورای ملی این وزارت را موظف به تعیین و اجرای برنامه کشت سالانه با همکاری وزارت تعاون و امور روستاها و وزارت آب و برق می‌نماید و برای محصول‌های توصیه‌شده، مجوز تعیین کمینه قیمت را در تبصره ۱ ماده ۱۳ تجویز می‌کند. تبصره ۲ قانون تفکیک وظایف‌های وزارتخانه‌های جهاد سازندگی و کشاورزی مصوب ۱۳۶۹ مجلس شورای اسلامی در بند ب وظایف‌های وزارت کشاورزی، بهره‌برداری از زمین و تنظیم الگوی کشت متناسب با شرایط اقلیمی منطقه‌های مختلف کشور را مورد تاکید قرار داده است (مرکز پژوهشی مجلس شورای اسلامی، ۱۳۹۶).

آئین‌نامه اجرایی بهینه‌سازی مصرف آب کشاورزی مصوب ۷۵/۶/۱۱ هیئت وزیران مستند به تبصره ۱۹ قانون برنامه توسعه اقتصادی و ماده ۵۱ قانون توزیع عادلانه آب مصوب ۱۳۶۱، در ماده ۳، وزارت جهاد کشاورزی را مکلف کرده است به منظور شکل‌گیری مفاد آئین‌نامه، الگوی کشت در هر یک از منطقه‌های آبیاری کشور را بر اساس سیاست‌های ملی و منطقه‌ای، منابع آب و خاک و چارچوب‌های بهره‌برداری و دیگر عامل‌های مؤثر، مشخص نموده و در مدت ۱۰ ماه به وزارت نیرو اعلام نماید. تبصره ۲ ماده ۳ این آئین‌نامه بیان می‌دارد که اگر وزارت جهاد کشاورزی نتواند الگوی کشت را در موعد مقرر به وزارت نیرو اعلام نماید، وزارت نیرو الگوی کشت موقت را به مدت یک سال در هر یک از استان‌ها اجرا کند.

به نظر می‌رسد از دهه ۵۰ تاکنون قانون‌ها و آئین‌نامه‌های متفاوتی درباره تعیین و اجرای الگوی کشت به تصویب رسیده و با وجود این که یکی از مهمترین وظیفه‌های دستگاه‌های مسئول در بخش کشاورزی بوده، اما به‌طور کامل به آن پرداخته نشده است. در مجموع، به نظر می‌رسد الگوی کشت فعلی کشور ناشی از اقدام‌های گذشته و بیشتر بر پایه منابع آب و خاک موجود و گاهی سودمندی‌های اقتصادی می‌باشد و با توجه به تغییر شرایط اقلیمی و اقتصادی به دلیل قابل رقابت نبودن، تولید برخی از محصول‌ها با چالش‌هایی روبه‌رو است که برای آن‌ها به‌تغییر الگوی سالانه کشت نیاز است. به این ترتیب، در راستای اجرایی‌شدن برنامه‌ریزی الگوی کشت کشور و به‌منظور شکل‌گیری بخشی از ماده ۱۴۳ و بند الف ماده ۱۴۵ قانون برنامه توسعه پنجم کشور و تبصره ۶ ماده ۶ و ماده ۲۶ قانون ارتقای بهره‌وری بخش کشاورزی (مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۳۸۹) و با بهره‌گیری از تجربه‌های استان‌های پیشرو در برنامه‌ریزی الگوی کشت و جمع‌بندی دیدگاه‌های کارشناسان و متخصصین، طرح تهیه، تدوین و اجرای الگوی کشت کشور در سال ۱۳۹۰ در شورای راهبردی وزارت جهاد کشاورزی به تصویب رسید. در حال حاضر، الگوی کشت محور اصلی برنامه توسعه هفتم اقتصادی اجتماعی کشور را تشکیل داده و نقش به‌سزایی در تحقق امنیت غذایی کشور دارد. طرح اصلاح الگوی کشت (کشت بهینه) از سال ۱۴۰۱ برای اجرا به تمام استان‌ها ابلاغ شده است. در حال حاضر، کمیته تدوین و نظارت الگوی کشت محصول‌های کشاورزی در سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی تشکیل شده و با هماهنگی بخش‌های اجرایی، وزارت جهاد کشاورزی مسئول ارائه برنامه سالیانه الگوی کشت استان‌های مختلف کشور است. در ساختار پیش‌بینی‌شده سازمان‌های جهاد کشاورزی در استان‌ها مجریان انجام طرح و مرکزهای تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان‌ها، ناظران انجام این فعالیت هستند.

مفهوم اصلاح الگوی کشت در ایران دارای تفاوت‌های اساسی با موضوع‌های مشابه دیگر کشورها است. به‌عبارتی دیگر، روند جاری در رابطه با اصلاح الگوی کشت در ایران، نمی‌تواند به‌طور کامل مشابه سایر کشورها باشد. الگوی کشت مفهومی پویا بوده و تغییر شرایط اقتصادی، اجتماعی بر آن تاثیر گذار است. در دیگر کشورها، اغلب اصلاح الگوی کشت گستره کوچک‌تری را در بر می‌گیرد. برای نمونه، می‌توان به تغییر برخی از تناوب‌ها در یک ناحیه و امکان‌سنجی ورود برخی از محصول‌های جدید به تناوب‌های زراعی با هدف افزایش گوناگونی و یا رویارویی با شرایط اقلیمی جدید و مانند این‌ها، اشاره نمود. شوربختانه در کشور ما مجموعه‌ای از دشواری‌هایی که یک یا چند مورد از آن در دیگر کشورها مشاهده می‌شود، قابل تشخیص است. برای نمونه، تغییر کاربری زمین‌ها، آلودگی خاک، فرسایش خاک، کمبود منابع آب، سلامت محصول‌های تولیدشده، مشکل‌های اقتصادی و اجتماعی، بازارهای فروش و همچنین سیاست‌های واردات و صادرات محصول‌ها از جمله این موارد محسوب می‌شوند. به‌طور خلاصه، می‌توان گفت که پرداختن به مفهوم اصلاح الگوی کشت در ایران شاید در دهه ۵۰ خورشیدی یک انتخاب آگاهانه محسوب می‌شد، اما در حال حاضر به دلیل کمبود منابع آب ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است.

الگوی کشت و هدف‌های آن

الگوی کشت بیشتر با هدف تأمین غذای کافی برای خانواده، علوفه برای دام و ایجاد درآمد پایدار برای خانوار کشاورز یا دامدار طراحی می‌شود. در یک الگوی کشت مناسب، استفاده بهینه و منطقی از منابع آب، خاک و آگاهی از شرایط اقلیمی، زمینه را برای استفاده بهینه از منابع طبیعی فراهم می‌سازد (Odua et al., 2017). بنابراین، مفهوم

الگوی کشت دارای جنبه‌های مشترک اساسی با مفهوم کشاورزی پایدار است. اساس هر دو مورد را استفاده بهینه و کارآمد از منابع طبیعی و توجه به امنیت غذایی تشکیل می‌دهد. ارائه الگوی کشت اگرچه در نگاه اول مفهومی ثابت به نظر می‌رسد، اما شرایط در کشورهای مختلف، موجب می‌شود نیازها برای طراحی الگوی کشت بسیار متفاوت باشند. برای نمونه، در کشور پرجمعیتی مانند چین، هدف از طراحی یک الگوی کشت ممکن است توجه به تولید محصول بیشتر باشد (Guan, 2006)؛ در حالی که در کشورهای توسعه‌یافته کاهش خسارت‌های محیط‌زیستی محور اصلی هدف‌ها است (Kakhki *et al.*, 2009). در کشورهای در حال توسعه، اغلب استفاده از منابع محیطی به شکل بی‌رویه تا حدی ادامه می‌یابد که برخی از عامل‌ها، محدودکننده تولید خواهند شد. فرسایش خاک و آب، جنگل‌زدایی و کاهش منابع آب از جمله این موردها هستند. در چنین شرایطی هدف از اجرای الگوی کشت در درجه اول ممانعت از ادامه سیر قهقراپی است. به عبارتی دیگر، در کشورهای در حال توسعه، زمانی اصلاح الگوی کشت به یک ضرورت تبدیل می‌شود که کاهش عملکردهای گیاهان زراعی موجب مشکل‌های اجتماعی شده و سیاست‌گذاران سعی می‌کنند با مدل‌های مختلف اقتصادی شرایط را سامان دهند. در چنین شرایطی، اصلاح الگوی کشتی که به‌تواند سطح‌های تولید کنونی را حفظ کند و برای منابع طبیعی خسارت‌زا نباشد، دشوار است و نیاز به کاهش سطح و تغییر اساسی در گیاهان موجود در یک منطقه دارد. بازارهای مواد غذایی، از راه تولیدهای داخلی و تجارت بین‌المللی تأمین می‌شوند و ممکن است با خطرهای گوناگون ناشی از اختلال در زنجیره تأمین، نوسان‌های قیمت کالاها، همراه با دیگر شرایط پیش‌بینی‌نشده از جمله بلایای طبیعی روبه‌رو شوند. برای کاهش چالش‌هایی که ثبات سامانه‌های غذایی را تهدید می‌کنند، باید در بخش مواد غذایی تصمیم‌گیری منطقی‌تر شود، تا هرگونه تغییر احتمالی مربوط به کمبود مواد غذایی را پوشش دهد (Namany *et al.*, 2020). از هدف‌های الگوی کشت می‌توان به افزایش کارایی استفاده از زمین‌ها، ثبات عملکرد، توزیع سهم نیروی کار در طول فصل رشد، وابستگی کمتر به ذخیره‌سازی، فرصت‌های بیشتر بازار برای ایجاد تعادل در تولید محصول‌های زراعی و همچنین پایداری و سودآوری بلندمدت بدون نیاز به سرمایه‌گذاری‌های مالی بیشتر، اشاره کرد (Selim *et al.*, 2019). در الگوی کشت ملی کشور سعی شده با واکاوی نظام بازار و بازرگانی، زنجیره ارزش و تقاضای محصول‌های کشاورزی و جهت‌دهی به نظام حمایتی و یارانه‌ای، شرایطی فراهم شود که از قابلیت بخش‌های غیردولتی به شیوه مطلوب استفاده شود و با الگوهایی مانند کشاورزی قراردادی و توجه به تشکلهای فعال در بازار تولید و عرضه محصول‌های کشاورزی، زنجیره ارزش محصول‌های کشاورزی به شیوه درست، شکل گیرد. با توجه به موردهای مطرح‌شده، هدف‌های الگوی کشت در ایران که توسط کمیته تدوین و نظارت الگوی کشت محصول‌های کشاورزی تأکید شده‌است، شامل امنیت غذایی و افزایش ضریب خوداتکائی کشور، پایداری تولید، افزایش بهره‌وری، صرفه‌جویی ارزی و ارتقای شاخص‌های اقتصادی و تجاری در هر دو بعد ملی و بهره‌برداران می‌باشد (کمیته تدوین و نظارت الگوی کشت ایران، ۱۴۰۳).

الگوی کشت و تغییرهای اقلیمی

در حال حاضر، بررسی تأثیر تغییر اقلیم بر عملکرد محصول‌های کشاورزی به موضوعی حساس در امنیت غذایی و قیمت آن‌ها تبدیل شده است. برخی از پژوهش‌ها نشانگر این است که عملکرد محصول‌های زراعی راهبردی مانند گندم، ذرت، برنج و مانند این‌ها دچار تغییر خواهد شد. مهمترین عامل‌های تأثیرگذار بر تغییرهای عملکرد گیاهان

زراعی در اقلیم آینده کاهش دوره رشد، کارایی استفاده از تابش خورشید و کارایی تعرق خواهند بود (نه بندانی و همکاران، ۱۴۰۰). بررسی شاخص‌هایی مانند افزایش دما و کاهش بارش در ایران نشان می‌دهند که از سال ۱۳۴۷ تا سال ۱۳۹۵ دمای کشور نسبت به میانگین بلندمدت ۰/۴ درجه سلسیوس در هر دهه، افزایش داشته است (در برخی از ایستگاه‌های کشور، نرخ افزایشی دمای کمینه تا ۴ برابر بیش از نرخ افزایشی دمای بیشینه به ثبت رسیده است) (مرجع ملی هیات بین‌الدولی تغییر اقلیم، ۱۳۹۶). تشدید تنش‌های نامعمول از اثرهای مستقیم و غیرمستقیم تغییرهای اقلیمی است. تغییرهای اقلیمی، به دلیل ایجاد تأثیرهای مستقیم و غیرمستقیم تنش‌های نامعمول، با اثرهای شدید بر بهره‌وری گیاهان همراه است. به دلیل جنگل‌زدایی پیوسته و استفاده بیش از حد از سوخت‌های فسیلی، غلظت دی‌اکسیدکربن در جو، از ۲۸۰ به ۴۰۰ قسمت در میلیون افزایش یافته و پیش‌بینی می‌شود که این غلظت در پایان این قرن به دو برابر (۸۰۰ قسمت در میلیون) افزایش یابد (Valone & Panting, 2019). بر پایه برخی از الگوها، پیش‌بینی می‌شود در قرن ۲۱، میانگین دمای زمین در منطقه‌های مختلف جهان بین ۲ تا ۴/۵ درجه سلسیوس افزایش یابد (Raza et al., 2019). تأثیرهای تغییرهای اقلیمی بر گیاهان و فعالیت‌های کشاورزی بسیار گوناگون است. در چنین شرایطی، رخدادهای طبیعی نیز به شکل‌های گوناگون رخ نموده و عرصه را برای انسان‌ها تنگ می‌نمایند. به هر صورت، تغییرهای اقلیمی بر عامل‌های مؤثر بر تولید محصول‌ها (تاریخ کاشت، بروز تنش‌ها و مانند این‌ها) اثر گذاشته و شرایطی را برای سیستم‌های کشت محصول‌ها به وجود می‌آورند که با شرایط معمول متفاوت است. در چنین شرایطی الگوهای کشت جاری محصول‌ها باید به دقت و به صورت پیوسته به روز شوند. این موضوع بیانگر این است که الگوی کشت بیش از پیش به مفهومی پویا تغییر یافته است. برای نمونه، در استان چانگ شا^۱ در چین، تغییرهای اقلیمی با تأثیر بر پدیدشناسی^۲ گیاه برنج موجب شده در فاصله زمانی سال‌های ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۵ میلادی در هر دهه، تاریخ کاشت، گرده‌افشانی و رسیدگی به ترتیب ۵/۷، ۶/۲ و ۳/۶ روز زودتر باشد. همچنین، در منطقه هاربین^۳ چین در دو دهه، تاریخ کاشت ذرت با هر یک درجه افزایش در بیشینه دما، ۲/۱۲ روز و یا در هر یک درجه افزایش در کمینه دما، ۲/۲۸ روز زودتر انجام می‌شود (Tao et al., 2006). تغییرهای اقلیمی می‌تواند به طور مستقیم (بارندگی) و غیرمستقیم (دما) بر فرسایش خاک تأثیر بگذارد. در برخی از منطقه‌ها، افزایش تبخیر و تعرق و کاهش بارش‌ها به افزایش شوری لایه‌های سطحی خاک می‌انجامد. افزایش سطح آب دریاها می‌تواند موجب شوری منطقه‌های مجاور دریا شود. در شرایط بهینه خاک و آبیاری، دمای خاک یکی از مهمترین عامل‌های محیطی است که نه تنها نسبت بذره‌ای جوانه‌زده، بلکه رویش و استقرار بعدی آن‌ها را نیز زیر تأثیر قرار می‌دهد. تمام این موردها بر کشت محصول‌های هر منطقه تأثیرگذارند (Ouda & Zohry, 2018).

اطلاعات مورد نیاز برای بررسی شرایط اقلیمی و همچنین رخدادهای حدی^۴ اقلیمی در طرح الگوی کشت ملی شامل بارش، میانگین دما و میانگین کمینه و بیشینه دما است که این داده‌ها به صورت ترکیبی از شبکه نگاره‌های ماهواره‌ای و ایستگاه‌های زمینی کشور به ویژه ایستگاه‌های همدیدی^۵، مرکزهای اقلیمی، نگاره‌های ماهواره‌ای خروجی الگوهای گردش عمومی جو بر پایه گزارش پنجم و ششم هیئت ملی بین‌الدولی تغییر اقلیم^۶ تهیه شدند. یک رخداد هواشناسی حدی یک رخداد است که در مکان و زمان خاصی در سال نادر است. بررسی شرایط اقلیمی و رخدادهای

1. Changsha
5. Synoptic

2. Phenomenology
6. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)

3. Harbin

4. Extreme events

حدی ایران بر اساس داده‌های اقلیمی ثبت شده در ایستگاه‌های هواشناسی نشان‌دهنده افزایش مخاطره‌های جدی با شدت و ضعف متفاوت در منطقه‌های مختلف کشور است. بر پایه بررسی اولیه بررسی‌های انجام شده در پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، رخدادهای حدی گرم همچون روزهای تابستانی، شب‌های گرمسیری، بیشترین کمینه دما، بیشینه دما و مانند این‌ها، با افزایش چشمگیر و در مقابل رخدادهای حدی سرد همچون روزهای یخبندان، روزها و شب‌های سرد، کمینه دما و مانند این‌ها، با کاهش چشمگیر در پهنه ایران همراه شده است. همچنین، در کل، مجموع بارش سالانه بیشتر منطقه‌های کشور با کاهش، اما فراوانی رخدادهای بارش شدید و کوتاه‌مدت در سطح کشور با شدت و ضعف متفاوت، با افزایش همراه شده است (کمیتة تدوین و نظارت الگوی کشت ایران، ۱۴۰۳).

الگوی کشت و تناسب زمین‌ها

یکی از الزام‌های اثرگذار در اصلاح الگوی کشت محصول‌ها، توجه به معیارهای بررسی تناسب زمین‌ها برای محصول‌های مختلف کشاورزی و در منطقه‌های مختلف و همچنین در نظر گرفتن محدودیت‌های فنی، اجرایی و تولیدی است. به طور کلی، ارزیابی تناسب زمین‌ها شامل فرایند تشخیص و برآورد کارایی و ارزش زمین‌ها برای استفاده‌های مورد نظر می‌باشد. در ارزیابی زمین‌ها دو جنبه مهم زمین بررسی می‌شود. جنبه فیزیکی شامل خاک، پستی و بلندی، اقلیم و جنبه‌های اجتماعی-اقتصادی که شامل اندازه قطعه‌های زمین، سطح مدیریت، وجود نیروی کار، دسترسی به بازار و مانند این‌ها می‌باشد. بنابراین، هدف اصلی ارزیابی تناسب زمین‌ها این است که با بررسی جنبه‌های فیزیکی، اجتماعی و اقتصادی زمین‌ها، استفاده بهینه و پایدار از آن‌ها صورت گیرد. برخی بر این باورند که پس از ارزیابی تناسب زمین‌ها برای کشت محصول‌های مختلف، پرسش اساسی این است که چه سطحی از زمین‌ها به هر کدام از محصول‌ها اختصاص یابد و در این‌جا مفهوم الگوی کشت شکل می‌گیرد (وفا بخش و همکاران، ۱۳۹۸). با این تعریف، تناسب زمین‌ها یکی از پیش‌نیازهای اصلی در اجرای الگوی کشت است. ارزیابی تناسب زمین‌ها می‌تواند به صورت کیفی، کمی و اقتصادی انجام شود. ارزیابی کیفی به نوعی از ارزیابی گفته می‌شود که درجه تناسب زمین‌ها به صورت کیفی تعیین می‌شود و برای تعیین تناسب زمین‌ها به محاسبه دقیق مقدار درآمدها و مقایسه آن‌ها با یکدیگر نیاز نیست، اما در ارزیابی کمی تناسب زمین بر پایه مقدار تولید، عمل می‌شود (ایوبی و جلالیان، ۱۳۸۵). در سال‌های اخیر، مجموعه‌ای از روش‌ها بر اساس چارچوب یاد شده ارائه شده است. تمامی این روش‌ها از نوع کیفی می‌باشند. از انواع این روش‌ها می‌توان به روش بیشینه محدودیت و روش‌های مولفه‌ای^۱ و ریشه دوم اشاره کرد. استفاده از روش مولفه‌ای و ریشه دوم نیز مانند روش بیشینه محدودیت بوده با این تفاوت که درجه مرغوبیت تمام ویژگی‌های زمین‌ها (اعدادی بین صفر و ۱۰۰) به وسیله معادله‌ای با هم مشابه می‌شوند. تناسب زمین‌ها کمک شایان توجهی به پیش‌برد تصمیم‌ها برای ارائه کشت بهینه در منطقه می‌کند. بر اساس موردهای مطرح شده در تناسب زمین‌ها، زمین‌های کشاورزی برای کشت هر نوع محصول استعدادیابی شده و انتظارهای موجود برای هر منطقه به شکل منطقی ساماندهی می‌شود. در تقسیم‌بندی تناسب زمین‌ها، زمین‌های دسته S_1 ، S_2 و S_3 به ترتیب بسیار مناسب، مناسب و بحرانی هستند و دسته‌های N_1 ، N_2 و X به ترتیب بیانگر زمین‌های نامناسب در شرایط حال، زمین‌های نامناسب در شرایط حال و آینده و سایر زمین‌ها هستند (Sys et al., 1991). به دلیل حجم اطلاعات

گسترده مورد نیاز برای تعیین تناسب زمین‌های هر منطقه، سامانه ملی بر خط تناسب زمین‌ها، به صورت پویا برای نمایش نتایج بررسی طبقه‌بندی تناسب زمین‌ها برای محصول‌های کشاورزی در دشت‌های کشور در موسسه تحقیقات خاک و آب طراحی و ایجاد شده است. کاربران می‌توانند با کسب مجوز و استفاده از این سامانه مشخص نمایند زمین‌هایی که قصد انجام فعالیت‌های زراعی یا باغبانی در آن‌ها را دارند، دارای چه ویژگی‌هایی هستند و در چه دسته‌ای قرار می‌گیرند.

الگوی کشت و منابع آب

آب شیرین منبع با ارزشی برای سلامتی و رفاه انسان و همچنین محیط طبیعی است. در حال حاضر، فعالیت‌های انسانی مقدار زیادی آب را مصرف و آلوده می‌کند و رقابت برای منابع آبی در بسیاری از منطقه‌ها شدید شده است. در چنین شرایطی نگرانی‌هایی در مورد امنیت غذایی جهانی و پایداری محیط زیست ایجاد شده است. با توجه به این که کشاورزی تاکنون به عنوان بزرگ‌ترین بخش مصرف آب مطرح شده، توجه به اصلاح این بخش می‌تواند محور اصلی در حل مشکل باشد. از کل آب مصرفی در جهان برای محصول‌های کشاورزی ۷۸٪ آب سبز^۱، ۱۲٪ آب آبی^۲ (آب زیرزمینی و سطحی برای آبیاری) و ۱۰٪ آب خاکستری^۳ (آب آلوده) است (Mekonnen & Hoekstra, 2011). تغییرهای الگوی کشت به‌طور مستقیم بر منابع آب تأثیرگذار است. گروهی از محصول‌ها، در استفاده از آب کارآمدتر هستند. به این معنی که نوع محصول‌های زراعی کاشته شده در یک منطقه می‌تواند بر کل مصرف آب برای تولید محصول‌های زراعی تأثیر بگذارد. بنابراین، تنظیم الگوی کشت منطقه‌ای، پتانسیل را برای کاهش فشار بر منابع آب محلی و کاهش ناهمخوانی در مورد منابع آب محدود، فراهم می‌آورد. برای نمونه، در پژوهشی در یکی از شهرهای چین تأثیر الگوی کشت بر استفاده از منابع آبی بررسی شد. نتایج نشان دادند که نوع محصول‌های کشت‌شده در هر سال تأثیر مستقیمی بر استفاده از منابع آب دارد (Huang *et al.*, 2012). برای شروع اصلاح یا تغییر الگوی کشت در یک منطقه نخست منابع آب موجود (زیرزمینی، سطحی، بارش‌ها، آب فاضلاب تصفیه‌شده و مانند این‌ها) ارزیابی می‌شود. به عبارتی دیگر، نخست مشخص می‌شود چه مقدار آب و از چه منابعی در اختیار داریم. نکته مهم دیگر این است که مقدار آب موجود دارای چه توزیعی در ماه‌های سال است. برای نمونه، ممکن است آب‌های سطحی و بارندگی در هشت ماه از سال برای نیاز محصول کافی باشد، بنابراین، در این دوره نباید از آب‌های زیرزمینی بهره‌برداری شود (Lalehzari *et al.*, 2016). در مورد منابع آب، یکی از مهمترین موردها، توجه به منابع آب زیرزمینی است. این منابع اغلب در نوسان است و در برخی از موردها در شرایط بحرانی قرار می‌گیرند. بنابراین، به تراز آب زیرزمینی در آبخوان موجود در منطقه همواره باید توجه شود و در صورت وجود تراز منفی، حد مشخصی برای برداشت آب‌های زیرزمینی در نظر گرفته شود. برای نمونه، در دشت مهیار اصفهان میانگین تراز سطح ایستابی آبخوان در مهر ۱۳۹۱ نسبت به مهر ۱۳۶۲ رقمی معادل ۲۴/۰۱ متر کاهش داشته است. به عبارت دیگر، در این دوره، میانگین تراز سطح ایستابی آبخوان هر سال معادل ۰/۸۳ متر پایین رفته است. به جز منابع آب زیرزمینی، برای داشتن الگوی کشت منطقی باید منابع آب سطحی (رودخانه‌های دائمی و فصلی) نیز ارزیابی شوند (نیکویی و همکاران، ۱۳۹۷). به این نکته نیز باید توجه داشت که فنون به کارگیری کم‌آبایی در افزایش کارایی استفاده از منابع آب نقش مهمی در تناوب‌های زراعی یک منطقه داشته و

گاهی در محاسبه‌های آب مورد نیاز برای الگوی کشت یک منطقه سهمی برای آن در نظر گرفته می‌شود (جعفری و جلالی، ۱۳۹۴).

الگوی کشت و مصرف آب

گام بعدی برای اصلاح الگوی کشت، مصرف آب است. بر اساس آمار وزارت نیرو برداشت از منابع آب سطحی و زیرزمینی در کشور به ترتیب ۵۳/۸۹ و ۴۵/۰۶ میلیون مترمکعب بوده است. مقدار برداشت بخش‌های کشاورزی، صنعت و شرب برابر ۸۷/۸، ۲/۷ و ۸/۴٪ بوده است. بر اساس تصمیم‌های شورای عالی آب در سال ۱۳۹۴ جهت صرفه‌جویی در مصرف آب این مقادارها باید به مقدارهای آب قابل‌برنامه‌ریزی (مجموع حجم برداشت‌های مستقیم و آب‌های تنظیمی فعلی و آتی) کاهش یابد. در حالت پیش‌گفته، باید برداشت از منابع آب سطحی و زیرزمینی در کشور به ترتیب ۵۰/۶ و ۳۳/۲ میلیون مترمکعب برسد و میزان برداشت بخش‌های کشاورزی، صنعت، شرب و محیط‌زیست به ۵۹/۲، ۳/۷، ۱۰/۱ و ۱۰/۸٪ تغییر یابد (مرکز ملی مطالعات راهبردی کشاورزی و آب اتاق ایران، ۱۳۹۶). بر اساس این هدف‌ها، باید مشخص شود که کشت چه محصولی از نظر اقتصادی، مقدار تولید و همچنین بهره‌وری آب بیشترین سود را دارد. در پایان، تصمیم به ترکیب کشت در منطقه مورد نظر انجام می‌شود (Lalehzari et al., 2016). از دید کشاورزی پایدار، الگوی کشت نه تنها زمان کاشت و توزیع مکانی محصول‌های زراعی را برنامه‌ریزی می‌کند، بلکه به تولید محصول‌های غذایی و جنبه‌های اقتصادی نیز توجه دارد. در حالی که تغییر در برخی از روش‌های کشت مانند استفاده از خاکپوش‌ها موجب حفظ رطوبت در حد کمی (۴/۵٪) میسر است. ایجاد تغییرهای مثبت در الگوی کشت یک منطقه ممکن است موجب ۲۰/۳٪ ذخیره آب در منطقه شود (Nouri et al., 2020). در برخی از شرایط برای معرفی الگوی کشت و ترکیب مناسب گیاهان در یک منطقه، بررسی سابقه کشت محصول‌ها در دهه‌های گذشته و مصرف آب نیز می‌تواند به بهبود الگوی کشت پیشنهادی کمک کند. برای نمونه، در برخی از منطقه‌های کشاورزی در چین، سطح و ترکیب کشت و مقدار آب مصرفی و ترکیب کشت در پنج دهه با هم مقایسه شدند. نتایج این پژوهش نشان داد که اگرچه از دهه ۶۰ میلادی به بعد، مقدار کارایی استفاده از منابع آب افزایش یافته، اما همسو با آن، سطح کشت نیز زیاد شده است (Sun et al., 2015). بنابراین، در این حالت، انتظار ذخیره منابع آب وجود ندارد. نکته مهم دیگر این است که پس از گذشته پنج دهه، دو تا سه محصول جدید به ترکیب کشت منطقه اضافه شده و در سه دهه آخر تفاوت چندانی در این زمینه مشاهده نمی‌شود. بنابراین، اگرچه اضافه‌شدن گیاهان جدید به الگوی کشت منطقه همواره به عنوان یک امکان مطرح است، اما اساس ترکیب کشت را به طور معمول گیاهان ثابتی تشکیل می‌دهند که نوسان‌های سطح زیر کشت آن‌ها تعیین‌کننده مصرف منابع آب است. از این رو، بیشتر پژوهش‌ها در زمینه الگوی کشت، مفهوم اصلاح یا بهینه‌سازی الگوی کشت (و نه تغییر الگوی کشت) را دنبال می‌کنند (Varade & Patel, 2018). به‌طور خلاصه، با توجه به این که اصلاح الگوی کشت می‌تواند موجب حفظ و بهبود منابع آب یک منطقه شود، پس از پایش اطلاعات مربوط به منابع آب در یک منطقه فرضی، باید مصرف آب نیز مدیریت شود. برای این کار لازم است کاربری و مساحت زمین‌های موجود به طور دقیق تعیین شود، سطح محصول‌های زراعی و باغبانی موجود ارزیابی و ثبت شود، فراوانی و وسعت روش‌های آبیاری اندازه‌گیری و ثبت شود، راندمان آبیاری و توزیع آب برای منطقه مورد بررسی مشخص شود و همچنین، نیاز آبی محصول‌های زراعی و باغبانی در منطقه مورد نظر مشخص شود. هنگامی که منابع و مصرف آب در الگوی کشت

مشخص شد، منابع آب مصرفی باید همواره در سطحی پایین‌تر از مقدار آب در دسترس قرار داشته باشند. اگر چنین مسئله‌ای رعایت نشده باشد در برخی از ماه‌های سال، بعضی از محصول‌ها با تنش رطوبتی روبه‌رو می‌شوند.

الگوی کشت و شاخص‌های پایداری

در کشاورزی نوین، انسان ساختار محیط را در منطقه‌های وسیعی ساده کرده است و گوناگونی طبیعت را با شمار کمی از گیاهان زراعی و حیوان‌های اهلی جایگزین می‌کند. هدف از این ساده‌سازی، افزایش نسبت انرژی خورشیدی است که توسط جامعه‌های گیاهی جذب شده و به طور مستقیم در دسترس انسان‌ها قرار می‌گیرد. در این الگو، زیست‌بوم مصنوعی ساخته‌شده، به شدت به انسان وابسته است. واژه پایداری^۱ به توانایی یک سامانه کشاورزی برای حفظ تولید در طول زمان، در رویارویی با محدودیت‌های بوم‌شناختی طولانی‌مدت و فشارهای اقتصادی اشاره دارد. ثبات^۲ عبارت است از پیوستگی تولید در مجموعه معینی از شرایط محیطی، اقتصادی و مدیریتی (Altieri, 2018). کشاورزی پیشرفته امروزی بر اساس استفاده از نهاده‌های شیمیایی و توسعه کشت تک‌گونه‌های محصول‌های زراعی و با هدف به کمینه رساندن رقابت آفت‌ها، بیماری‌ها و علف‌های ناخواسته (هرز) بنیان نهاده شده است. این در حالی است که کشاورزی پایدار، حفظ گوناگونی گونه‌ها، رعایت اصول بوم‌شناختی و اقتصاد مبتنی بر حفظ منابع طبیعی را مورد توجه قرار می‌دهد. افزون بر اهمیت همه گونه‌های گیاهی، برخی از پژوهشگران بر این باورند که گوناگونی زیستی در یک منطقه، هم گوناگونی گونه‌های زراعی و هم گوناگونی گونه‌های طبیعی (وحشی) منطقه را شامل می‌شود (Bianchi et al., 2006).

افزایش گوناگونی در زیست‌بوم‌های کشاورزی یک راهکار مدیریتی کلیدی در زمینه رویارویی با تغییرهای اقلیمی و طغیان آفت‌ها و بیماری‌ها است که نتیجه آن ایجاد ثبات و پایداری است. بر همین اساس، امروزه فناوری‌های جدید کشاورزی همراه با حفظ گونه‌های (توده‌های) بومی در هر منطقه به کار گرفته شده و توصیه‌های فراوانی در زمینه حفظ توده‌های بومی و تشکیل مخزن‌های ژنی در هر منطقه به چشم می‌خورد (Zue et al., 2003). در یک بررسی در کشور کلیه محصول‌های کشاورزی به ۸ گروه باغبانی، غلات، صنعتی، حبوبات، دارویی، علوفه‌ای، صیفی و سبزی طبقه‌بندی شد. نتایج نشان داد که بین استان‌های مختلف کشور از نظر تنوع زیستی اختلاف زیادی وجود داشت. از بین کلیه محصول‌های کشاورزی، غلات (۵۶/۲٪) و محصول‌های باغبانی (۲۰/۶٪) بیشترین سطح زیر کشت را دارا هستند. استان‌های فارس، خراسان رضوی و سیستان و بلوچستان به ترتیب با ۶۲، ۵۸ و ۵۷ گونه زراعی و درختی بیشترین و استان‌های بوشهر و هرمزگان به ترتیب با ۳۹ و ۳۶ گونه کمترین غنای گونه‌ای را دارند. صرف نظر از گیاهان دارویی که دارای تنوع بسیار پایینی (۰/۲۱٪) بودند، به طور میانگین بیشترین و کمترین شاخص تنوع زیستی به ترتیب مربوط به محصول‌های باغبانی (۱/۹۵٪) و محصول‌های علوفه‌ای (۰/۰۶٪) بود (کوچکی و همکاران، ۱۳۹۰). ارزیابی گوناگونی زیستی گونه‌های زراعی در شهرستان‌های مختلف استان کرمان نشان داد که جیرفت و کرمان به ترتیب با ۲۰ و ۲۲ گونه زراعی بیشترین غنای گونه‌ای را داشتند و در میان محصول‌های زراعی، گندم در بیشتر شهرستان‌ها گونه غالب بود. در این بررسی، شاخص گوناگونی شانون و شاخص یکنواختی در شهرستان جیرفت به

ترتیب ۲/۲۷ و ۰/۷۶ بود (مرادی و سامی، ۱۳۹۳). شوربختانه به گوناگونی و شمار گونه‌های زراعی موجود در یک منطقه جغرافیایی با وجود اهمیت زیاد، کمتر توجه شده است.

الگوی کشت و فناوری تولید

روش‌ها و ابزاری که به کار گرفته می‌شود تا از یک محصول زراعی تولید مناسبی به دست آید، تعریف ساده‌ای از فناوری تولید است. بر این اساس، موردهای چندی ممکن است به عنوان فناوری تولید در نظر گرفته شوند. تناوب‌های زراعی، خودکارسازی کشاورزی، استفاده از گیاهان دارویی و یا رقم‌های اصلاح‌شده از مهمترین این موردها هستند (جلالی و همکاران، ۱۳۹۹). تناوب‌های زراعی از اجزای اصلی تشکیل‌دهنده الگوی کشت محسوب می‌شوند. تناوب زراعی با پیوستگی در پوشش گیاهی خاک، کارایی بیشتر مصرف آب، حفظ عناصر غذایی خاک، افزایش مواد آلی خاک و ثبات خاکدانه‌ها، کاهش آفت‌ها و بیماری‌ها و کنترل بهتر علف‌های ناخواسته موجب افزایش بازده تولید و عملکرد می‌شود (آئینه بند، ۱۳۸۴). غلات گروه مهمی از محصولات هستند که از منابع فیزیکی محیط در مقایسه با حبوبات یا دانه‌های روغنی به طور کارآمدتری استفاده می‌کنند و بهره‌وری زراعی و سودمندی اقتصادی در آن دسته از الگوهای تناوب زراعی که دارای سهم بالایی از غلات می‌باشند، زیادتر می‌باشد، اما کیفیت کل محصول‌های غذایی تولیدی در این گونه نظام‌های زراعی به دلیل اندک بودن سطح مطلوب پروتئین، مناسب نیست (Dixon et al., 2006). تنفس نگه‌داشتن گیاه که صرف حفظ زیست توده گیاه می‌شود بر حسب هر کیلوگرم ماده خشک تولیدی در هر روز به ترتیب در محصول‌های غده‌ای، غلات، محصول‌های دارای پروتئین زیاد (مانند حبوبات) و دانه‌های روغنی به ترتیب ۰/۰۱۰، ۰/۰۱۵، ۰/۰۲۵ و ۰/۰۳۵٪ در نظر گرفته می‌شود و با هر ۱۰ درجه سلسیوس افزایش دما، این مقادارها به ۲ برابر افزایش می‌یابند. به همین دلیل، عملکرد محصول‌های غده‌ای و غلات همیشه بیشتر از محصول‌های روغنی و پروتئینی است و به همین دلیل، غلات به عنوان گیاهانی کارآمد در تناوب‌های زراعی مطرح هستند (VanKeulen & Wolf, 1986). از سوی دیگر، برخی از پژوهشگران بر این باورند که ورود دانه‌های روغنی غیرتثبیت‌کننده نیتروژن مانند کلزا و آفتابگردان در تناوب با گندم می‌تواند اثر مثبت و مفیدی بر عملکرد گندم داشته باشد (Janzen et al., 2003). تنش‌های زیوا (آفت‌ها، بیماری‌ها و علف‌های ناخواسته) از جمله عامل‌های اصلی در کاهش عملکرد محصول‌های زراعی و باغبانی محسوب می‌شوند. الگوی کشت بر پایه تناوب درست، می‌تواند از شدت تنش‌های زیوا و نازیوا (عامل‌هایی مانند سرما و گرما) بکاهد. برای نمونه، بیماری پاخوره و پوسیدگی طوقه و ریشه در کشت پیوسته گندم گسترش می‌یابد. در حالی که استفاده از تناوب گیاه نخود ۴۳٪ از شدت این بیماری‌ها کاهش می‌یابد (نوری نیا و همکاران، ۱۳۸۶). همچنین، به دلیل توان رقابتی مختلف گیاهان یک تناوب، طول دوره رشد متفاوت و فعالیت‌های مدیریتی مختلف، تناوب می‌تواند نقش به سزایی در کنترل علف‌های ناخواسته داشته باشد. برای نمونه، تراکم علف ناخواسته جو موشی^۱ در تناوب گندم و کلزا ثابت بوده، اما در کشت پیوسته گندم تراکم آن به شدت افزایش می‌یابد (Blackshaw, 1994). در تناوب‌های زراعی واحد سنجش از گیاه (برای نمونه، گندم یا ذرت) به سطح دیگری که شامل مجموعه چند گیاه است تغییر می‌کند. برای نمونه، کارایی استفاده از زمین به وسیله یک گیاه به کارایی زمین در تناوب تغییر می‌یابد (جلالی و اسفندیاری، ۱۳۹۵ ب). بر این اساس، باید واژه‌های مربوط به یک نوع ویژه گیاه، با واژه‌های جدید بازخوانی

1. *Bromus tectorum* L.

شوند. برخی از این اصطلاح‌ها عبارتند از طول دوره تناوب، بهره‌وری آب، کارایی استفاده از زمین و کارایی تولید که بر اساس رابطه‌های زیر محاسبه می‌شوند (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۳ الف):

- ❖ کارایی استفاده از زمین: مجموع شمار روزهای حضور گیاهان زراعی در تناوب تقسیم بر کل شمار روزهای تناوب.
- ❖ کارایی تولید: مجموع تولید گیاهان در تناوب تقسیم بر مجموع شمار روزهای حضور گیاهان زراعی در تناوب.
- ❖ طول دوره تناوب: مجموع شمار روزهای حضور گیاهان زراعی در تناوب.
- ❖ بهره‌وری آب: مجموع تولید گیاهان در تناوب تقسیم بر حجم آب مصرفی در هر تناوب زراعی.

پنج عامل مقدار پوشش زمین، ژرفای ریشه‌دهی، فشردگی خاک، ساختار خاک و ذخیره رطوبت خاک، شاخص کارایی تناوب زراعی را تشکیل می‌دهند. برای ارزیابی پوشش زمین، ژرفای ریشه‌دهی، ساختار خاک و ذخیره رطوبت خاک می‌توان از روش امتیازدهی ارائه‌شده توسط کوچکی و همکاران (۱۳۸۳ الف) استفاده کرد. در این روش، شاخص‌های اصلی تعیین‌کننده کارایی تناوب‌های زراعی به چند مورد تفکیک می‌شود و هر مورد با مبنایی امتیازدهی می‌شود. برای نمونه، مقایسه برخی از تناوب‌های زراعی از نظر بهره‌وری آب و زمین در شهرستان اردستان اصفهان نشان داد که در میان تناوب‌ها، تناوب‌های دارای آیش، از کمترین مقدار بهره‌وری استفاده از آب و کمترین کارایی استفاده از زمین برخوردار بودند. برای نمونه، شاخص بهره‌وری آب و کارایی استفاده از زمین در تناوب گندم و (آیش-گندم) به ترتیب برابر با ۰/۹۵ کیلوگرم در هر متر مکعب و ۲۰/۸٪ بود (جلالی و اسفندیاری، ۱۳۹۵ الف). در یک بررسی دیگر در شهرستان اصفهان، برخی از شاخص‌های تناوب‌های زراعی ارزیابی شدند (جلالی و نیکویی، ۱۳۹۷). در این پژوهش، بدترین وضعیت فشردگی خاک مربوط به تناوب گندم-ذرت دانه‌ای میان‌رس-جو بود و تناوب خربزه-گندم-گلرنگ تابستانه اگرچه از نظر ذخیره رطوبت در خاک وضعیت بهتری نسبت به دیگر تناوب‌های آزمایشی داشت، اما از نظر ایجاد پوشش سطح خاک ضعیف بود. در پژوهش دیگری کارایی استفاده از زمین در منطقه معتدل، منطقه گرم و منطقه سرد استان اصفهان به ترتیب دامنه‌ای معادل ۴۳ تا ۹۸، ۶۰ تا ۹۵ و ۵۰ تا ۸۱٪ داشتند. کارایی تولید در تناوب‌ها تابع نوع محصول بوده و غلات دانه‌ریز مانند گندم و جو، برخی از دانه‌های روغنی مانند کلزا و گلرنگ و وجود آیش در تناوب‌ها، کارایی تولید تناوب‌ها را به کمتر از ۴۰ کیلوگرم در هر روز از تناوب کاهش دادند (جلالی و نیکویی، ۱۴۰۰).

خودکارسازی کشاورزی دربرگیرنده تولید، توزیع و کاربرد همه انواع ابزارها، وسیله‌ها، ماشین‌ها و تجهیزات برای توسعه زمین‌های کشاورزی، تولیدهای زراعی، برداشت محصول‌ها و فراوری اولیه، براساس تعریفی از سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (فائو)^۱، می‌باشد. افزایش تولید سرانه هر کارگر کشاورزی با استفاده از ماشین که در نتیجه هزینه‌های تولید را کاهش داده، کشاورزی خودکار را سودبخش کرده و استفاده از رفاه اجتماعی را با افزایش درآمد برای جامعه کشاورزان امکان‌پذیر ساخته است (محمدي و ظریفیان، ۱۳۸۷). در بیان وضعیت مکانیزاسیون کشاورزی کشور، بیشتر از شاخص‌های سطح مکانیزاسیون (ضریب مکانیزاسیون) و درجه مکانیزاسیون استفاده می‌شود. سطح مکانیزاسیون عبارت است از نسبت مجموع کل توان کششی موجود به مجموع کل سطح زمین‌های کشاورزی. مقدار بهینه سطح مکانیزاسیون رابطه معکوس با سطح مدیریت توزیع و ترویج ماشین‌ها و سطح آموزش به‌کارگیری ماشین‌ها

و کیفیت خدمات پس از فروش دارد. هرچه شمار بهره‌برداری‌ها زیاده‌تر یا به عبارت دیگر، سطح کشتزارها کوچک‌تر و غیرهندسی‌تر باشد، برای انجام فعالیت‌های ماشینی به سطح مکانیزاسیون بیشتری نیاز است. واحد سطح مکانیزاسیون به واحدهای توان و سطح زیر کشت بستگی دارد که اغلب به صورت اسب بخار در هکتار بیان می‌شود. درجه مکانیزاسیون عبارت دیگری است که برای بیان وضعیت مکانیزاسیون از آن استفاده می‌شود. درجه مکانیزاسیون عبارت از مقدار عملیات مکانیزه انجام شده به کل عملیات مکانیزه مورد نیاز است. در هر سطح مکانیزاسیون معین، هرچقدر درجه مکانیزاسیون برای کارهای مختلف بیشتر باشد، مدیریت ماشینی و زراعی بهتر است (امجدی و چیذری، ۱۳۸۵). شوربختانه سطح مکانیزاسیون در ایران در چند دهه گذشته رو به کاهش بوده است (Ghadiryfar et al., 2009). تحریم‌های اقتصادی، مدیریت ضعیف توزیع مکانیزاسیون، کاهش تولید ادوات مکانیزه و فراموشی به روز شدن ماشین‌آلات کشاورزی از دلایل‌های این افت محسوب می‌شود. بنابراین، مکانیزاسیون می‌تواند به‌عنوان یک گلوگاه در تدوین الگوی کشت یک منطقه محسوب شود.

ایران از نظر جغرافیایی و اقلیمی، در دنیا موقعیتی ممتاز و ویژه دارد و رویشگاه بسیاری از گونه‌های گیاهی و از جمله گیاهان دارویی می‌باشد. شمار گونه‌های گیاهی در ایران به بیش از ۷۵۰۰ یعنی رقمی معادل دو تا سه برابر گیاهان قاره اروپا می‌باشد. تنوع اقلیم در ایران موجب گردیده که کمتر گیاه دارویی در جهان وجود داشته باشد که به تقریب همان گونه و یا گونه‌های مشابه آن در ایران وجود نداشته باشند. پژوهش‌های مختلف در ایران نشان داده‌اند که شرایط رشد مناسب گیاهان دارویی امکان دستیابی به تولید زیاد را ممکن ساخته است. وجود ۱۱ اقلیم از ۱۳ اقلیم شناخته شده جهان، برخورداری از ۳۰۰ روز آفتابی در سال و تفاوت دمای ۴۰ تا ۵۰ درجه سلسیوسی میان سردترین و گرم‌ترین نقطه در کشور، شرایط مساعدی از نظر بهره‌مندی از یک بوم‌شناسی منحصر به فرد برای کشور پهناور ایران فراهم کرده است. این شرایط زمینه رشد و نمو گیاهان وحشی و دارویی را در کشور مساعد کرده، به طوری که هم اکنون بیش از ۹۰٪ گونه‌های گیاهی جهان در ایران وجود دارند و همین موضوع ایران را در ردیف مستعدترین کشورهای جهان برای تولید گیاهان دارویی قرار داده است که افزون بر درآمد ارزی، زمینه را برای اشتغال فراهم می‌کند (کشفی بناب، ۱۳۸۹). نکته مهم در مورد گیاهان دارویی این است که بسیاری از این گیاهان زیر کشت نرفته‌اند و واکنش آن‌ها به شرایط زراعی پیچیده است. ادوات خودکار برای مرحله‌های مختلف پرورش بسیاری از گیاهان دارویی وجود ندارد و یا علفکش‌های اختصاصی برای آن‌ها تعریف نشده است. همچنین، بازار فروش گیاهان دارویی در صورت نداشتن صادرات مناسب، خیلی زود اشباع می‌شود. بنابراین، در مورد کشت این گیاهان باید دقت بیشتری داشت و برای ورود آن‌ها به الگوی کشت یک منطقه، با سطح محدود اقدام کرد.

ملاحظه‌های اقتصادی و الگوی کشت

ملاحظه‌های اقتصادی از پایه‌های اصلی تدوین الگوی کشت محسوب می‌شوند. هزینه‌های تولید و قیمت محصول‌های کشاورزی، دو عنصر مهم در بررسی‌های اقتصادی هستند. واکاوی قیمت انواع داده اولیه (خام) برای محصول‌های زراعی و باغبانی از موردهای لازم در موضوع هزینه‌های تولید است. این موردها در قالب فرم‌های تهیه اطلاعات به تفکیک محصول‌ها بر پایه آخرین نسخه از پرسش‌نامه هزینه/درآمد تولید محصول‌های کشاورزی مربوط به اداره کل آمار و فناوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی جمع‌آوری می‌شوند. هزینه‌های سرمایه‌گذاری اولیه

(سرمایه‌گذاری در ابزار و ادوات برداشت آب، تأسیسات آبیاری، احداث باغ و مانند این‌ها) با روش اقتصاد مهندسی و با توجه به عمر مفید تأسیسات بر اساس استانداردهای متداول ارزیابی می‌شود (قادرزاده و جزایری، ۱۳۹۷). محاسبه مقدار مصرف حامل‌های انرژی (برق، گازوئیل، گاز و مانند این‌ها) با در نظر گرفتن ضریب خودکارسازی و اطلاعات منطقه‌ای محاسبه و سپس قیمت وزنی هر مگاژول استفاده از حامل‌های انرژی به تفکیک محصول در واحدهای بررسی می‌شود (مرادی و همکاران، ۱۳۹۳). محاسبه هزینه نهاده‌های تولید محصول‌های کشاورزی (نیروی کار، بذر و مانند این‌ها) اغلب با استفاده از تکمیل پرسش‌نامه انجام می‌شود. هزینه استفاده از ماشین‌آلات به تفکیک کارها و مرحله‌های مختلف تولید شامل آماده‌سازی زمین، کاشت، داشت، برداشت، بسته‌بندی و بازررسانی محاسبه می‌شود (نیکویی و همکاران، ۱۳۹۷). پس از بررسی میدانی و تکمیل پرسش‌نامه‌ها، برای واکاوی داده‌های جمع‌آوری شده از پایگاه داده‌های SQL Server و نرم‌افزار Access استفاده می‌شود (کمیته تدوین و نظارت الگوی کشت ایران، ۱۴۰۳). یکی دیگر از متغیرهای بسیار مهم و تأثیرگذار برای واکاوی الگوی کشت، قیمت محصول‌های زراعی و باغبانی می‌باشد. قیمت محصول‌ها در دو قالب قیمت اسمی و واقعی قابل بررسی است. قیمت واقعی با استفاده از دو عامل قیمت اسمی و شاخص قیمت‌های داخلی نسبت به یک سال پایه، به دست می‌آید. تاریخچه قیمت اسمی محصول‌های زراعی و باغبانی، با استفاده از بانک اطلاعات اداره تنظیم بازار سازمان‌های جهاد کشاورزی استان‌ها جمع‌آوری می‌شود (نیکویی و همکاران، ۱۳۹۷). به‌طور معمول، بخش اقتصادی الگوی کشت با کمک الگوهای مختلف واکاوی می‌شود. از این الگوها ممکن است در سطح مزرعه، ناحیه، منطقه، بخش، شهر یا کشور بهره‌گیری شود. در این حالت ممکن است از برنامه‌نویسی خطی^۱، برنامه‌نویسی خطی قطعی^۲، برنامه‌نویسی خطی محدودیت احتمال^۳، برنامه‌نویسی خطی چندمرحله‌ای^۴، برنامه‌نویسی پویا^۵، برنامه‌نویسی هدف فازی^۶، برنامه‌نویسی درجه دوم^۷ و مانند این‌ها استفاده شود (Jain et al., 2018).

نتیجه‌گیری

آب، خاک و هوا، سه محور اصلی کشاورزی محسوب می‌شوند. از دید شرایط اقلیمی، کشور ما در آینده با افزایش دما و کاهش بارش‌ها روبه‌رو خواهد بود. همه زمین‌های اختصاص یافته به کشت محصول‌های زراعی قابلیت لازم برای کشاورزی را ندارند و نیاز است تناسب زمین‌ها در آن‌ها تشخیص داده شود. برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی لزوم تصمیم‌گیری و مهار وضعیت موجود را اجتناب‌ناپذیر نموده است. سیستم‌های مناسب زراعی موجود در کشور به دلیل تنوع کم گونه‌های زراعی موجود در تناوب‌های زراعی از پایداری لازم برخوردار نیستند. فناوری‌های تولید محصول‌ها (مکانیزاسیون، سیستم‌های آبیاری، استفاده از رقم‌های زراعی، شیوه رویارویی با تنش‌های زیوا و نازیوا) باید با توجه به منابع کشور مورد بازنگری قرار گیرند. کاستی‌های زنجیره‌های تولید (نیاز به صنایع تبدیلی، کمبود انبارها و سردخانه‌ها و ناوگان ترابری فرسوده) می‌باید ترمیم شود. به روشنی، همه این دشواری‌ها بیدرنگ و با یک نسخه یکسان حل نخواهند شد. همه این موارد انگیزه‌ای شده تا قانون اصلاح الگوی کشت که حدود ۵ دهه در پیچ و خم کاغذبازی اداری کشور بین دولت‌ها دست به دست می‌شد، دوباره زنده شده و در سال ۱۴۰۱ برای اقدام به دستگاه‌های دولتی

- | | | |
|--------------------------------------|-------------------------------------|---|
| 1. Linear programming | 2. Deterministic linear programming | 3. Chance constraint linear programming |
| 4. Multiple stage linear programming | 5. Dynamic programming | 6. Fuzzy goal programming |
| 7. Quadratic programming | | |

ابلاغ گردید. به روشنی، الگوی کشت معجزه‌ای نیست که به فوریت همه ناترازی‌های موجود را حل کند، اما شاید یکی از راه‌های اندکی باشد که می‌تواند خردمندی را به بخش کشاورزی کشور بازگرداند. به عبارت ساده، هدف اولیه اصلاح الگوی کشت ایجاد توقف در سیر قهقرایی موجود است. به هر صورت، با ابلاغ طرح اصلاح الگوی کشت و در نظر گرفتن جایگاه ویژه برای آن، در برنامه امنیت غذایی و برنامه توسعه هفتم کشور، روزه امید برای بهتر شدن بخش کشاورزی کشور ایجاد شده و امید است از این آخرین فرصت‌های پیش رو، به بهترین شیوه استفاده شود. آنچه در این نوشتار به آن توجه شده، تنها بخش کوچکی از جنبه‌های اصلاح الگوی کشت بود. افزون بر این نیاز است تا دیگر موردها مانند جنبه‌های انسانی و خرده‌مالکی، مسائل محیط‌زیستی، الگوی کشت و پدیدشناسی گیاهی، الگوی کشت و راندها، الگوی کشت، دغدغه‌های طبیعی واکاوی شوند.

منابع

- امجدی، افشین؛ چیدری، امیر حسین. (۱۳۸۵). وضعیت مکانیزاسیون کشاورزی در ایران. اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۵۵: ۱۵۵-۱۸۲.
- ایوبی، شمس الله؛ جلالیان، محمد. (۱۳۸۵). ارزیابی اراضی (کاربردهای کشاورزی و منابع طبیعی). انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان. ۴۰۵ صفحه.
- آئینه بند، امیر. (۱۳۸۴). تناوب زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. مشهد. ایران، ۴۰۷ صفحه
- جعفری، پیمان؛ جلالی، امیر هوشنگ. (۱۳۹۴). تأثیر کم آبیاری بر عملکرد، اجزاء عملکرد و تولید بذر سه رقم هندوانه. نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، ۱۶: ۱۵-۲۲.
- جلالی، امیر هوشنگ؛ اسفندیاری، حکمت. (۱۳۹۵ الف). تأثیر سامانه های خاک ورزی و تناوب‌های زراعی مختلف بر عملکرد گندم. تولیدات گیاهی ۴۳: ۳۹-۵۶.
- جلالی، امیر هوشنگ؛ اسفندیاری، حکمت. (۱۳۹۵ ب). تأثیر سامانه های مختلف خاک ورزی و تناوب‌های زراعی بر تراکم علف هرز جودره. پژوهش های حفاظت گیاهان ایران ۵۰۵: ۵۱۷-۳.
- جلالی، امیر هوشنگ؛ نعمت الهی، محمد رضا؛ خیام باشی، بابک؛ تاتاری، مریم؛ نیکویی، علیرضا. (۱۳۹۹). بهینه سازی مدیریت، فناوری و بهره وری تولید گیاهان زراعی و باغی به منظور ارائه الگوی کشت در استان اصفهان. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، شماره فروست ۵۸۰۹۵، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ۳۰۰ صفحه.
- جلالی، امیر هوشنگ؛ نیکویی، علیرضا. (۱۳۹۷). نقش تناوب زراعی در حفاظت از منابع آب و خاک (مطالعه موردی: دهستان دشت شهرضا). نشریه علمی ترویجی مدیریت اراضی، ۶: ۸۳-۹۵.
- جلالی، امیر هوشنگ؛ نیکویی، علیرضا. (۱۴۰۰). بررسی کارایی استفاده از منابع آب و خاک در تناوب‌های زراعی رایج در مناطق مختلف استان اصفهان. نشریه علمی ترویجی مدیریت اراضی، ۹: ۱۱۵-۱۲۶.
- فتحی، عفت؛ نوری، هدایت الله؛ مسعودیان، ابوالفضل. (۱۳۹۳). تأثیر کاهش منابع آب بر کشاورزی طی سالهای آبی (۱۳۷۰-۱۳۹۱) با تأکید بر تغییرات سطح زیر کشت و تولید محصولات باغی (مطالعه موردی: شهرستان لنجان). مجله برنامه ریزی فضایی (جغرافیایی)، ۱: ۸۷-۱۰۲.

- قادرزاده، حامد؛ جزایری، آزاده. (۱۳۹۷). تعیین ارزش اقتصادی و تابع تقاضای آب در تولید محصول یونجه در دشت دهگلان. فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات اقتصاد کشاورزی، ۵۴: ۲۳-۳۹.
- کمیته تدوین و نظارت الگوی کشت ایران. ۱۴۰۳. ویراست نهایی الگوی کشت محصولات زراعی. <https://ncp.areeo.ac.ir/fa-IR/ncp.areeo.ac/37254/page>
- کشفی بناب، علی. (۱۳۸۹). مزیت نسبی اقتصادی کشت و تجارت گیاهان دارویی در ایران و ارزش آن در بازارهای جهانی. بررسی‌های بازرگانی، ۶۷: ۴۴-۷۸.
- کوچکی، علیرضا؛ نصیری محلاتی، مهدی؛ جهان بین، غلامرضا؛ زارع فیض آبادی، احمد. (۱۳۸۳ الف). تنوع واریته‌های گیاهان زراعی در ایران. بیابان، ۹: ۴۹-۶۷.
- کوچکی، علیرضا؛ نصیری محلاتی، مهدی؛ مرادی، روح الله؛ علی زاده، یاسر. (۱۳۹۰). فراتحلیل تنوع زیستی کشاورزی در ایران. نشریه کشاورزی بوم شناختی، ۲: ۱۶-۱.
- محمدی، اویس؛ ظریفیان، شاپور. (۱۳۸۷). عوامل موثر بر وضعیت مکانیزاسیون اراضی کشاورزی (مطالعه موردی شهرستان نیشابور). مجموع مقالات پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون. دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۴۵ صفحه.
- مرادی، محمد علی؛ عمید پور، مجید؛ حوری جعفری، حامد؛ مهرآزما، ایرج. (۱۳۹۳). تحلیل و مدل سازی ساختار تقاضای انرژی در بخش کشاورزی ایران. نشریه انرژی/ایران، ۲: ۱۲۴-۱۰۱.
- مرادی، روح الله؛ سامی، مسعود. (۱۳۹۳). بررسی تنوع زیستی محصولات زراعی، باغی و دامی در استان کرمان. بوم‌شناسی کشاورزی، ۳: ۶۶۷-۶۵۶.
- مرجع ملی هیات بین‌الدولی تغییر اقلیم. (۱۳۹۶). آشکارسازی، ارزیابی اثرات و چشم انداز تغییر اقلیم در ایران طی قرن بیست و یکم. پژوهشکده اقلیم شناسی مشهد، ۴۴ صفحه.
- مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی. (۱۳۸۹). قانون افزایش بهره‌وری بخش کشاورزی و منابع طبیعی. قابل دسترس در تاریخ ۱۳۹۷/۸/۲۰ به آدرس الکترونیکی: <http://rc.majlis.ir/fa/law/show/782387>
- مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی. (۱۳۹۶). قانون تجدید تشکیلات و تعیین وظایف سازمانهای وزارت کشاورزی و منابع طبیعی و انحلال وزارت منابع طبیعی. قابل دسترس در تاریخ ۱۳۹۶/۴/۲۹ به آدرس الکترونیکی: http://rc.majlis.ir/fa/law/print_version/96762
- مرکز ملی مطالعات راهبردی کشاورزی و آب اتاق ایران. (۱۳۹۶). تعیین شاخص نسبت بحرانی برای حوضه‌های آبریز اصلی/ایران. موسسه پژوهشی مهندسی راهبرد دانش پویا. مرکز ملی مطالعات راهبردی کشاورزی و آب اتاق ایران.
- نه‌بندانی، علیرضا؛ سعادت، مجتبی؛ گودرزی، مهدی؛ سلطانی، افشین. (۱۴۰۰). تأثیر تغییر اقلیم بر امنیت غذایی ایران: پیش‌بینی پتانسیل عملکرد و تولید گیاهان زراعی استراتژیک کشور با استفاده از مدل iCrop-SSM2. مجله به زراعی کشاورزی، ۴: ۸۷۱-۸۸۲.
- نوری نیا، عباس؛ صالحی، معصومه؛ فغانی، الهام؛ گرزین، علی‌رضا. (۱۳۸۶). تاثیر تناوب‌های زراعی بر برخی از پارامترهای رشد، شاخص تنوع و عملکرد گندم در شرایط اقلیمی گرگان. خلاصه مقالات دومین کنگره ملی

- کشاورزی اکولوژیک در ایران. مقاله چاپ شده در دومین کنگره ملی کشاورزی اکولوژیک در ایران، (ص ۲۴۲۱)، گرگان، انتشارات دانشگاه گرگان.
- نیکوئی، علیرضا؛ جلالی، امیرھوشنگ؛ خداقلی، مرتضی؛ تومانیان، نورایر؛ قیومی، حمید؛ مامن‌پوش، علیرضا. (۱۳۹۷). تدوین برنامه الگوی کشت ملی در مرحله پایلوت: مطالعات دهستان دشت، شهرستان شهرضا، استان اصفهان، گزارش نهایی طرح پژوهشی، تهران، گروه تحقیقات اقتصادی، اجتماعی و ترویجی. ۱۳۰ صفحه.
- وفابخش، جواد؛ محمدزاده، آرش؛ بازرگان، کامبیز؛ نویدی، میرناصر. (۱۳۹۸). مطالعه تطبیقی الگوی کشت و تناسب اراضی محصولات زراعی و باغی عمده در حوضه آبریز دریاچه ارومیه. *بوم‌شناسی کشاورزی*، ۱۱(۳): ۸۰۵-۷۷۵.
- Altieri, M.A. (2018). Agroecology: the science of sustainable agriculture. CRC Press. 448pp.
- Bianchi, F.J., Booij, C.J., & Tschamtké, T. (2006). Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 273, 1715-1727.
- Blackshaw, R.E. (1994). Rotation affects downy brome (*Bromus tectorum*) in winter wheat. *Weed Technology*, 8, 728-732.
- Dixon, J., Nally, L., Aquino, P., Kosina, P., Rovere, R., & Hellin, J. (2006). Centenary review: Adoption and economic impact of improved wheat varieties in developing countries. *Journal of Agricultural Science*, 144, 489-502.
- Ghadiryfar, M., Keyhani, A. & Akram, A. (2009). A pattern for power distribution based on tractor demand in Iran. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*. 11, 1-9.
- Guan, C. (2006). The cultivation pattern change of winter rapeseed to increase and develop production [J]. *Chinese Journal of Oil Crop Sciences*, 28(1), p.83.
- Huang, J., Ridoutt, B.G., Xu, C.C., Zhang, H.L. & Fu, C.H.E.N. (2012). Cropping pattern modifications change water resource demands in the Beijing metropolitan area. *Journal of Integrative Agriculture*, 11(11), 1914-1923.
- Jain, R.A.J.N.I., Malangmeih, L., Raju, S.S., Srivastava, S.K., Immaneulraj, K., & Kaur, A.P. (2018). Optimization techniques for crop planning: A review. *OPTIMIZATION. Indian Journal of Agricultural Sciences*, 88, 1826-1835.
- Janzen, H.H., Beauchemin, K.A., Bruinsma, Y., Campbell, C.A., Desjardins, C.A., Ellert, B.H., & Smith, E.G. (2003). The fate of nitrogen in agroecosystems: An illustration using Canadian estimates. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 67, 85-102.
- Kakhki, M.D., Sahnoushi, N., & Abadi, F.S.R. (2009). The determination of optimal crop pattern with aim of reduction in hazards of environmental. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 4(4), 305-310.
- Lalehzari, R., Boroomand Nasab, S., Moazed, H., & Haghighi, A. (2016). Multiobjective management of water allocation to sustainable irrigation planning and optimal cropping pattern. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 142(1), p 05015008.
- Loodin, N. (2020). Aral Sea: an environmental disaster in twentieth century in Central Asia.
- Mekonnen M. M., & Hoekstra A. Y. (2011). The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. *Hydrology and Earth System Sciences*, 15, 1577-1600.
- Mercier, S.A., & Halbrook, S.A. (2020). Golden Age of US Agriculture. In *Agricultural Policy of the United States* (pp. 117-126). Palgrave Macmillan, Cham.

- Namany, S., Govindan, R., Alfagih, L., McKay, G. & Al-Ansari, T. (2020). Sustainable food security decision-making: an agent-based modelling approach. *Journal of Cleaner Production*, 255, p.120296.
- Nouri, H., Stokvis, B., Borujeni, S.C., Galindo, A., Brugnach, M., Blatchford, M.L., Alaghmand, S., & Hoekstra, A.Y. (2020). Reduce blue water scarcity and increase nutritional and economic water productivity through changing the cropping pattern in a catchment. *Journal of Hydrology*, p.125086.
- Ouda, S.A., & Zohry, A.E.H. (2018). Cropping pattern to face climate change stress. In *Cropping Pattern Modification to Overcome Abiotic Stresses* (pp. 89-102). Springer, Cham.
- Raza, A., Razzaq, A., Mehmood, S.S., Zou, X., Zhang, X., Lv, Y. & Xu, J. (2019). Impact of climate change on crops adaptation and strategies to tackle its outcome: A review. *Plants*, 8(2), p.34.
- Selim, M. (2019). A review of advantages, disadvantages & challenges of crop rotations. *Egyptian Journal of Agronomy*, 41(1): 1-10.
- Sun, S.K., Wu, P.T., Wang, Y.B., & Zhao, X.N. (2015). Impact of changing cropping pattern on the regional agricultural water productivity. *The Journal of Agricultural Science*, 153(5), p.767.
- Sys. C., Van Ranst E., & Debaveye. J. (1991). Land Evaluation. Part II: Methods in land evaluation, General Administration for Development Cooperation Agric, Publ, No.7, Brussels, Belgium, p. 247.
- Tao, F., Yokozawa, M., Xu, Y., Hayashi, Y., & Zhang, Z. (2006). Climate changes and trends in phenology and yields of field crops in China, 1981–2000. *Agricultural and Forest Meteorology*, 138(1-4), 82-92.
- Tauger, M.B. (2013). *Agriculture in world history*. Routledge. 209 Pp.
- VanKeulen, H., & Wolf, J. (1986). Modeling of agricultural production: Weather, soils and crops. Simulation Monographs Series. Pudoc, Wageningen, the Netherlands.
- Varade, S., & Patel, J.N. (2018). Determination of Optimum Cropping Pattern Using Advanced Optimization Algorithms. *Journal of Hydrologic Engineering*, 23(6), p.05018010.
- Valone, T.F. & Panting, J. (2019). Quantitative Carbon Dioxide, Temperature, and Sea Level Relation for the Future of Terrestrial Fossil-Fueled Technology. Conference Paper, 10pp.
- Zue, Y., Wang, Y., Chen, H., & Lu, B. (2003). Conservation traditional rice varieties through management for crop diversity. *BioScience*, 158, 162-171.

Review of Some Basic Concepts in Crop Cultivation Patterns in Iran

Jalali A.H.^{1,2}

Iran's agricultural sector is facing a multitude of challenges and failure to address any of them will lead to irreparable losses. Among them, the water resource crisis is the most important problem. On the other hand, climate change is putting additional pressure on the country's agricultural sector and production. For this reason, the plan to reform the country's crop cultivation pattern (optimized cultivation) was finally communicated to the country's executive bodies in 2022, after a 5-decade delay. It is expected that after two years of implementing the plan, the necessary coordination is being formed between various government and private agencies and the country's agricultural community. Providing sufficient food for population and livestock, preserving the environment, and achieving sustainability in the agricultural sector are among the major goals in the field of cropping patterns. Although there may be many and varied issues to consider in the cultivation pattern of each region, currently, the Committee for Developing and Monitoring the Country's Agricultural Crop Cultivation Pattern considers issues such as water (including water resources and consumption), soil (including land suitability for growing different crops), climate (including limitations and potentials), crops production management and technology (including production management and dealing with stresses) and crops production economics as fundamental goals in this field and accordingly develops and announces the cultivation pattern of each province. In this article, each of the mentioned factors and their roles in the cultivation pattern are briefly discussed.

Keywords: Land suitability, Sustainability, Water resources, Water use.

1. Corresponding Author: Email: jalali51@yahoo.com

2. Assistant Professor, Horticulture Crops Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran.