



جغرافیا و روابط انسانی، زمستان ۱۴۰۳، دوره ۷، شماره ۳، صص ۳۷۲-۳۵۵

## توسعه کشاورزی سبز: راهبردی برای پایداری اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی در مناطق روستایی

لیلا کارپیشه<sup>۱\*</sup>، مهدی علی یاری<sup>۲</sup>

۱- گروه کشاورزی، واحد پارس آباد مغان، دانشگاه آزاد اسلامی، پارس آباد مغان، ایران

karpisheh2003@yahoo.com

۲- مدیر ترویج و توسعه کارآفرینی جهاد دانشگاهی، تهران، ایران و دانشجوی دکتری کارآفرینی دانشگاه تهران،

ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۱۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۹/۱۴

چکیده

توسعه کشاورزی سبز به‌عنوان راهبردی حیاتی برای دستیابی به پایداری اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی در مناطق روستایی مطرح است. این رویکرد، شیوه‌های سنتی کشاورزی را با تکنیک‌های مدرن ادغام کرده و بر اصولی همچون مدیریت پایدار منابع، کشاورزی ارگانیک، تنوع زیستی و مسئولیت اجتماعی تأکید دارد. کشاورزی سبز نه تنها بهره‌وری اقتصادی را افزایش می‌دهد، بلکه مزایای زیست‌محیطی قابل توجهی مانند کاهش آلودگی، حفاظت از تنوع زیستی و ارتقای سلامت خاک و آب را فراهم می‌کند. با این حال، گذار به این شیوه با چالش‌هایی همچون موانع اقتصادی، زیست‌محیطی، فناوری و آموزشی روبرو است. مطالعات موردی نشان داده‌اند که کشاورزی سبز در مناطق مختلف جهان به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه با نتایج مثبت از نظر تنوع زیستی، پایداری و افزایش درآمد همراه بوده است. به‌منظور غلبه بر چالش‌ها، پیشنهادهایی مانند ادغام فناوری‌های نوین، سیاست‌گذاری‌های حمایتی، اصلاح ساختارهای آموزشی و ارتقای مشارکت جامعه ارائه شده است. نتیجه‌گیری این است که تحقق کشاورزی سبز نیازمند همکاری گسترده بین ذینفعان مختلف، سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های سبز و ترویج نوآوری‌های پایدار است. کشاورزی سبز، چشم‌اندازی از امنیت غذایی و پایداری اقتصادی در کنار حفظ اکوسیستم‌ها ارائه می‌دهد که برای نسل‌های آینده نیز ضروری خواهد بود.

واژگان کلیدی: کشاورزی سبز، راهبرد، توسعه پایدار، مناطق روستایی

یکی از بزرگترین چالش‌های روبه روی جامعه بشری در دهه‌های اخیر، مساله امنیت و سلامت غذای جمعیت رو به افزایش دنیاست بحران جمعیت از یک طرف و محدودیت منابع اولیه تولید از طرف دیگر باعث حرکت کشاورزی سنتی به سمت کشاورزی صنعتی گردیده است به نحوی که سامانه‌های کشاورزی بیش از پیش به نهاده‌ها و عملیات خارجی برای تولید محصولات غذایی جهت تأمین امنیت غذایی متکی شدند (کارپیشه، ۱۴۰۲).

بحران‌های ناشی از مصرف بی‌رویه نهاده‌های شیمیایی در دهه‌های اخیر مسائل و مخاطرات فراوانی را به همراه داشته است. هر ساله به دلیل مصرف بی‌رویه سموم و مواد شیمیایی در کشاورزی نه تنها خسارت‌ها کمتر نشده است بلکه سطح آلودگی افزایش یافته و فرایند تولید با مشکلات عدیده‌ای روبرو شده است. علاوه بر مسائل و بحران‌هایی نظیر ظهور آفات و امراض جدید، مقاوم شدن بیش از ۶۰۰ گونه آفات، بیماری و علف هرز، تخریب محیط زیست و کشت‌بوم‌های طبیعی و تهدید سلامت انسان، کمیت تولید را با بحران مواجه نموده است (کارپیشه، ۱۴۰۱).

این مسائل موجب شد تا کشاورزی متعارف به شدت مورد انتقاد قرار گیرد (Yarashynskaya & Prus, 2022) و راهبردهای متعددی برای حل مسائل کشاورزی متداول مطرح شد که از آن جمله می‌توان به کشاورزی سبز اشاره نمود.

توسعه کشاورزی سبز نشان‌دهنده یک استراتژی حیاتی برای دستیابی به پایداری اقتصادی و زیست‌محیطی در مناطق روستایی با تمرکز بر شیوه‌هایی است که بهره‌وری کشاورزی را با حفظ اکولوژیکی متعادل می‌کند. کشاورزی سبز که در اوایل قرن بیستم ظهور کرد و پس از جنگ جهانی دوم شتاب گرفت، بر تکنیک‌های کشاورزی پایدار تأکید دارد که وابستگی به سوخت‌های فسیلی و ورودی‌های شیمیایی را به حداقل می‌رساند و با اصول انقلاب سبز هماهنگ می‌شود و در عین حال به چالش‌های زیست‌محیطی مدرن می‌پردازد. (Trigo *et al.*, 2021) این رویکرد به دلیل پتانسیل آن برای تغییر اقتصادهای روستایی از طریق ایجاد شغل، افزایش درآمد از طریق دسترسی به بازارهای برتر و تقویت سیستم‌های کشاورزی انعطاف‌پذیر که قادر به مقاومت در برابر عدم قطعیت‌های اقتصادی و اقلیمی هستند، توجه زیادی را به خود جلب کرده است (Abobatta & Fouad, 2024). کشاورزی سبز شامل مدیریت پایدار منابع، شیوه‌های کشاورزی ارگانیک و تعهد به مسئولیت اجتماعی است و اطمینان حاصل می‌کند که رفاه کشاورزان و جوامع محلی در کنار سلامت اکولوژیکی در اولویت قرار دارد (Zou *et al.*, 2023).

با این حال، انتقال به کشاورزی سبز بدون چالش نیست، از جمله موانع زیست‌محیطی مانند وابستگی به آفت‌کش‌ها، محدودیت‌های اقتصادی، محدودیت‌های تکنولوژیکی، و شکاف‌های آموزشی که مانع پذیرش شیوه‌های پایدار توسط کشاورزان می‌شود (Junior *et al.*, 2022, Campuzano *et al.*, 2023). اهمیت کشاورزی سبز با نقش آن

در کاهش اثرات تغییرات آب و هوایی و افزایش پایداری سیستم‌های غذایی بیشتر مورد تأکید قرار می‌گیرد. کشاورزی سبز با ترویج شیوه‌هایی که آلودگی را کاهش می‌دهد، آب را حفظ می‌کند و سلامت خاک را بهبود می‌بخشد، قصد دارد اکوسیستم‌های انعطاف‌پذیری ایجاد کند که بتواند با تنش‌های محیطی سازگار شود و در عین حال امنیت غذایی را برای نسل‌های آینده تضمین کند (Kumar *et al.*, 2020).

علیرغم نتایج امیدوارکننده مرتبط با این پارادایم، این جنبش با انتقاداتی در مورد سرعت پذیرش و کفایت چارچوب‌های سیاستی فعلی برای حمایت از کشاورزان در انتقال به روش‌های پایدار مواجه است و سوالاتی را در مورد اثربخشی مشوق‌های موجود و ابتکارات آموزشی ایجاد می‌کند. به طور خلاصه، کشاورزی سبز به عنوان یک چارچوب حیاتی برای توسعه پایدار در مناطق روستایی ظاهر می‌شود و تلاش می‌کند تا پایداری اقتصادی را با نظارت بر محیط زیست ادغام کند. با ادامه چالش‌ها، آینده کشاورزی سبز به تلاش‌های مشترک بین ذینفعان، پیشرفت‌های تکنولوژیکی و سیاست‌های حمایتی بستگی دارد که اتخاذ شیوه‌های پایدار را تسهیل می‌کند و در نتیجه یکپارچگی اکولوژیکی و معیشت روستایی را تضمین می‌کند (Trigo *et al.*, 2021).

## ۲- زمینه تاریخی

توسعه کشاورزی سبز را می‌توان به اوایل قرن بیستم ردیابی کرد، زمانی که محققان خارجی شروع به کشف شیوه‌های کشاورزی پایدار کردند. با این حال، تا پایان جنگ جهانی دوم بود که این جنبش کشتش قابل توجهی به دست آورد و آغاز انقلاب سبز را رقم زد که نشان‌دهنده یک تغییر محوری به سمت شیوه‌های کشاورزی مدرن است (Trigo *et al.*, 2021). کشاورزی سبز، به عنوان یک مفهوم، دیدگاه‌های مختلفی را در بر می‌گیرد، از جمله تأکید بر تعامل بین منابع طبیعی و منافع اقتصادی، همانطور که توسط چهره‌های تأثیرگذاری مانند آلبرت هاوارد و کامگا بیان شده است (Wang, 2022). آنها استدلال کردند که کشاورزی متکی به فرآورده‌های نفتی خطرات شدیدی برای جامعه و محیط زیست ایجاد می‌کند و از مدلی حمایت کردند که هماهنگی با طبیعت را در اولویت قرار دهد و استفاده از سوخت‌های فسیلی را در تولیدات کشاورزی به حداقل برساند. تکامل کشاورزی سبز بیشتر تحت تأثیر شناخت پتانسیل آن برای بهبود مدیریت کشاورزی و حفاظت از محیط زیست قرار گرفته است. اتخاذ اصول توسعه سبز با هدف پیشبرد پیشرفت‌های کشاورزی و در عین حال پرورش شیوه‌های پایدار است. این تغییر پارادایم باعث کشف فناوری‌های صرفه‌جویی در منابع و ظهور اشکال نوآورانه کشاورزی مانند کشاورزی دایره‌ای و اکولوژیکی شده است که هدف آنها افزایش بهره‌وری کشاورزی و سلامت محیط زیست است (Wang, 2022).

یک نقطه عطف مهم در زمینه تاریخی کشاورزی سبز، تجزیه و تحلیل سیستماتیک اصول کشاورزی پایدار است که بینش ذینفعان مختلف از جمله سازمان‌های غیردولتی و سازمان‌های دولتی را ادغام می‌کند این رویکرد چند رشته‌ای بر نیاز به درک یکپارچه پایداری تأکید می‌کند و بر اهمیت حفظ منابع برای نسل‌های آینده تأکید می‌کند علاوه بر این، نقش اصلاحات سیاستی برای پیشبرد کشاورزی سبز ضروری شناخته شده است. هدف این اصلاحات حذف یارانه‌های مضر زیست‌محیطی، ترویج شیوه‌هایی است که به نفع اکوسیستم‌ها است و افزایش دسترسی به بازار برای محصولات کشاورزی پایدار می‌باشد (Trigo et al., 2021). بنابراین، توسعه تاریخی کشاورزی سبز منعکس کننده تلاشی جامع برای همسویی اهداف اقتصادی با پایداری زیست‌محیطی است و زمینه را برای یک بخش کشاورزی انعطاف‌پذیرتر و پایدارتر فراهم می‌کند.

### ۳- اصول کشاورزی سبز

توسعه کشاورزی سبز بر چندین اصل کلیدی استوار است که هدف آن ارتقای پایداری زیست‌محیطی و در عین حال افزایش بهره‌وری کشاورزی است. این اصول شیوه‌های کشاورزی سنتی را با دانش اکولوژیکی مدرن ادغام می‌کند تا سیستم‌های غذایی انعطاف‌پذیر ایجاد کند که قادر به حمایت از نسل‌های فعلی و آینده باشد.

#### ۳-۱- پایداری زیست‌محیطی

پایداری زیست‌محیطی کشاورزی سبز مفهومی چندوجهی است که بر شیوه‌هایی با هدف حفظ اکوسیستم‌ها ضمن اطمینان از امنیت غذایی تأکید دارد. کشاورزی سبز شامل روشهایی مانند کشاورزی ارگانیک، مدیریت منابع و نوآوری‌های تکنولوژیکی برای کاهش تخریب محیط زیست است. این رویکرد نه تنها سلامت خاک و تنوع زیستی را افزایش می‌دهد، بلکه باعث افزایش قابلیت اقتصادی کشاورزان می‌شود.

#### ۳-۱-۱- مدیریت پایدار منابع

هسته اصلی کشاورزی سبز، مدیریت پایدار منابع طبیعی است. این شامل اقداماتی است که آب، خاک و تنوع زیستی را حفظ می‌کند و اطمینان حاصل می‌کند که فعالیت‌های کشاورزی این منابع ضروری را تخلیه یا تخریب نمی‌کند. تکنیک‌هایی مانند آبیاری قطره‌ای، جمع‌آوری آب باران و خاک‌ورزی حفاظتی برای افزایش کارایی مصرف آب و به حداقل رساندن فرسایش خاک استفاده می‌شود (Pan, et al., 2024). با کاهش وابستگی به نهاده‌های مصنوعی، کشاورزی سبز اکوسیستم سالم‌تری را ترویج می‌کند و از بازسازی زیستگاه‌های طبیعی حمایت می‌کند. در مناطق خشک و نیمه‌خشک، کشاورزی می‌تواند منجر به کاهش سطح آب دریاچه‌ها شود. برای مثال، در تحقیقاتی که بر روی حوزه‌های آبریز زرینه‌رود و سیمینه‌رود انجام شده، نشان داده شده است که توسعه کشاورزی و برداشت‌های اضافی آب عامل اصلی ناپایداری زیست‌محیطی و کشاورزی است (احمدآلی و همکاران، ۱۳۹۶).

### ۲-۱-۳- شیوه‌های کشاورزی سبز

کشاورزی سبز بر استفاده از روش‌های طبیعی برای کشت محصولات زراعی و مدیریت آفات تأکید دارد. این رویکرد از کودهای مصنوعی و آفت‌کش‌ها اجتناب می‌کند و در عوض بر اقداماتی مانند تناوب زراعی، مالچ‌پاشی، کمپوست و مدیریت تلفیقی آفات تمرکز می‌کند (Pan, et al., 2024). این روش‌ها نه تنها حاصلخیزی خاک را بهبود می‌بخشد و تاب‌آوری محصول را افزایش می‌دهد، بلکه آلودگی محیط زیست را نیز کاهش می‌دهد و کشاورزی ارگانیک را به جایگزینی پایدار برای شیوه‌های کشاورزی مرسوم تبدیل می‌کند (Varma et al., 2024).

### ۳-۱-۳- ترویج تنوع زیستی

ارتقای تنوع زیستی یکی دیگر از اصول اساسی کشاورزی سبز است. با پرورش طیف متنوعی از محصولات و دام، کشاورزان می‌توانند انعطاف‌پذیری اکوسیستم را افزایش دهند، کنترل آفات را بهبود بخشند و بهره‌وری کلی را افزایش دهند. اقداماتی مانند جنگل زراعی و ایجاد اصناف گیاهی، که در آن محصولات مختلف در مجاورت رشد می‌کنند تا از یکدیگر بهره‌مند شوند، نمونه‌ای از تعهد به تنوع زیستی در سیستم‌های کشاورزی سبز است (Chandel et al., 2024).

### ۳-۲- پایداری اقتصادی

پایداری اقتصادی یکی از جنبه‌های حیاتی کشاورزی سبز است. این اصل بر نیاز به شیوه‌های کشاورزی تأکید می‌کند که نه تنها سازگار با محیط زیست بلکه از نظر اقتصادی نیز برای کشاورزان مقرون به صرفه باشد. با بهینه‌سازی بهره‌وری از طریق روش‌های پایدار، کشاورزان می‌توانند سودآوری خود را افزایش دهند و در عین حال تعادل خود را با سلامت اکولوژیکی حفظ کنند. تناوب‌های متنوع زراعی و ادغام دام با تولید محصولات زراعی می‌تواند منجر به بهبود سلامت خاک و کاهش هزینه‌ها شود و در نهایت انعطاف‌پذیری در برابر نوسانات بازار را تقویت کند (Malau & Simanjuntak, 2024).

### ۳-۲-۱- اشتغال زایی

کشاورزی سبز منبع قابل توجهی از اشتغال است و معیشت میلیون‌ها نفر را در جوامع روستایی فراهم می‌کند. همانطور که شیوه‌های کشاورزی به سمت پایداری تغییر می‌کند، فرصت‌های شغلی در بخش‌های مختلف از جمله کشاورزی، فرآوری کشاورزی، بازاریابی و حمل و نقل محصولات کشاورزی ایجاد می‌کند. این فرصت‌های شغلی به ویژه در مناطق روستایی که ممکن است چشم‌انداز شغلی جایگزین محدود باشد، حیاتی است و در نتیجه نرخ بیکاری را کاهش می‌دهد و فعالیت اقتصادی را تحریک می‌کند (Varma et al., 2024).

### ۳-۲-۲-۲-درآمدزایی خانوار روستایی

کشاورزی منبع اصلی درآمد بسیاری از خانواده‌های روستایی است. انتقال به شیوه‌های سبز به کشاورزان اجازه می‌دهد تا محصولات با کیفیت بالا تولید کنند که می‌تواند در بازارهای ممتاز فروخته شود و منجر به افزایش سطح درآمد شود. علاوه بر این، همانطور که کشاورزان محصولات خود را می‌فروشند، درآمد حاصل از آن در جامعه محلی سرمایه‌گذاری می‌شود و استانداردهای زندگی را بهبود می‌بخشد و رشد اقتصادی بیشتر را تقویت می‌کند (India *et al.*, 2024).

### ۳-۲-۳-رشد پیوندهای بازار

توسعه کشاورزی سبز رشد پیوندهای بازار را تحریک می‌کند، زیرا کشاورزان به دنبال فروش محصولات پایدار خود هستند. این تقاضا منجر به ظهور مشاغل مرتبط مانند صنایع فرآوری کشاورزی و خرده‌فروشی‌ها می‌شود که تأثیر موجی در سراسر اقتصاد روستایی ایجاد می‌کند. ادغام این پیوندهای بازاری تنوع اقتصادهای روستایی، کاهش وابستگی به شیوه‌های سنتی کشاورزی و افزایش انعطاف‌پذیری کلی اقتصادی را تشویق می‌کند (Varma *et al.*, 2024).

### ۳-۳-پایداری اجتماعی

ابعاد پایداری اجتماعی در کشاورزی سبز شامل جنبه‌های مختلف مرتبط است که به رفاه جوامع و نیروی کار کشاورزی کمک می‌کند. این ابعاد اهمیت تلفیق ملاحظات اجتماعی در شیوه‌های کشاورزی پایدار را برجسته می‌کند و اطمینان حاصل می‌کند که کشاورزی نه تنها اهداف زیست‌محیطی و اقتصادی را برآورده می‌کند بلکه باعث افزایش عدالت اجتماعی و کیفیت زندگی می‌شود. بخش‌های زیر جنبه‌های کلیدی پایداری اجتماعی در کشاورزی سبز را شرح می‌دهد.

#### ۳-۳-۱-کیفیت زندگی و رفاه جامعه

- شیوه‌های کشاورزی پایدار با ارتقای سلامت، آموزش و تعادل اجتماعی کیفیت زندگی جمعیت روستایی و شهری را بهبود می‌بخشد (Canfora & Leccese, 2024).
- کشاورزی زیست‌محیطی با تقویت سیستم‌های غذایی محلی و کاهش وابستگی به مواد شیمیایی مضر، که می‌تواند سلامت جامعه را تخریب کند، انعطاف‌پذیری جامعه را افزایش می‌دهد (Chandel *et al.*, 2024).

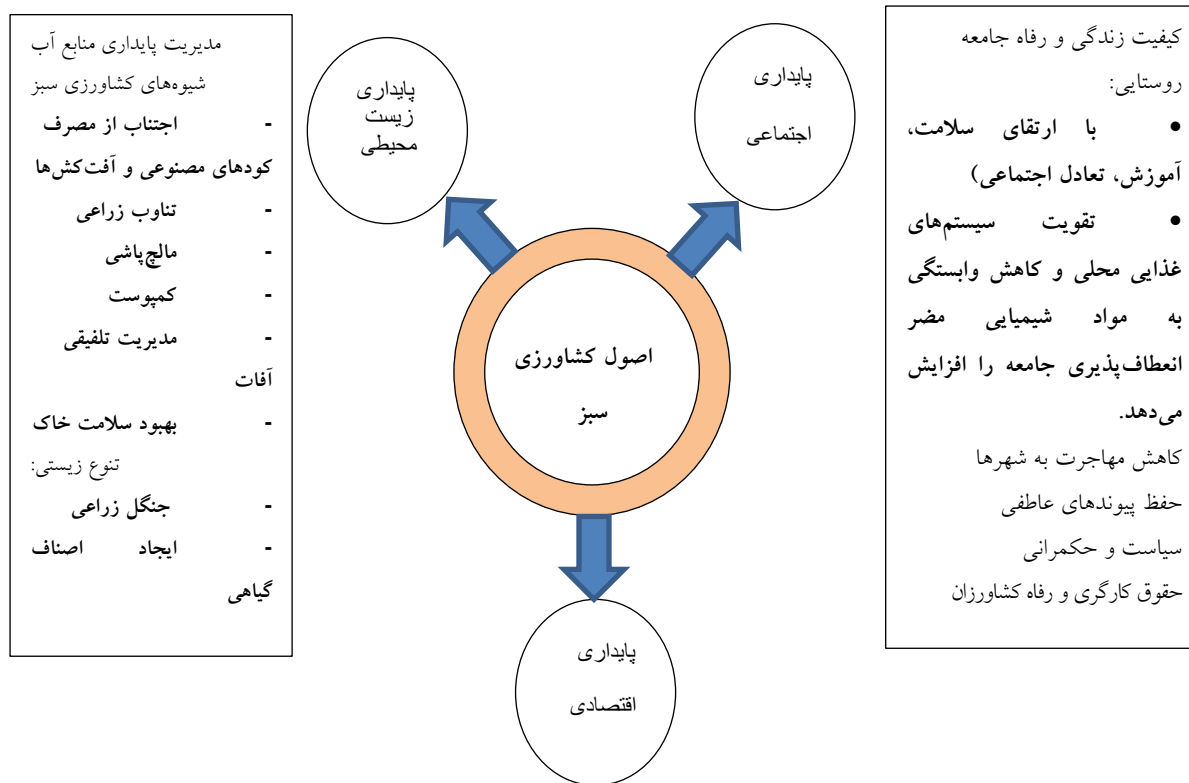
#### ۳-۳-۲-حقوق کارگری و رفاه کشاورزان

- تمرکز بر شیوه‌های کار عادلانه و شرایط کار ایمن برای پایداری اجتماعی و اطمینان از محافظت و جبران عادلانه کارگران کشاورزی ضروری است (Canfora & Leccese, 2024).

- دوام اقتصادی شیوه‌های کشاورزی، مانند کشاورزی حفاظت از محیط زیست، برای درک کشاورزان از پایداری بسیار مهم است، زیرا به طور مستقیم بر معیشت آنهایی تأثیر می‌گذارد (Malau & Simanjuntak, 2024).

۳-۳-۳-سیاست و حکمرانی

- سیاستهای موثر که شرط اجتماعی را در چارچوب‌های کشاورزی ادغام می‌کنند، می‌توانند انطباق با قوانین کار و بهبود شرایط زندگی روستایی را بهبود بخشد (Canfora & Leccese, 2024).
- مقررات جامع سیاست‌گذاری برای رسیدگی به پویایی اجتماعی منحصر به فرد مناطق کشاورزی مختلف، ترویج رشد فراگیر و پایداری ضروری است (Varma *et al.*, 2024).



اشتغال‌زایی:

- فرصت‌های شغلی در بخش‌های مختلف کشاورزی، فراوری، بازاریابی و حمل و نقل محصولات کشاورزی
- درآمدزایی برای خانوار روستایی
- رشد پیوندهای بازار
- باعث رشد مشاغل مرتبط مانند صنایع فراوری کشاورزی و خرده‌فروشی می‌شود

نمودار ۱- اصول کشاورزی سبز

#### ۴- مزایای کشاورزی سبز

کشاورزی سبز، رویکردی نوین و پایدار در کشاورزی است که با هدف افزایش بهره‌وری، کاهش تأثیرات زیست‌محیطی و بهبود سلامت انسان و محیط زیست ارائه می‌شود. این روش، با تمرکز بر استفاده از منابع طبیعی به طور بهینه و کاهش استفاده از سموم شیمیایی و کودهای شیمیایی، به تولید محصولات کشاورزی سالم‌تر و با کیفیت بالاتر کمک می‌کند. در ادامه به بررسی مزایای کشاورزی سبز می‌پردازیم.

#### ۴-۱- کاهش آلودگی

یکی از مزایای اصلی کشاورزی پایدار، کاهش آلودگی محیط زیست است. روش‌های کشاورزی سنتی اغلب به شدت به کودهای شیمیایی و آفت‌کش‌ها متکی است که می‌تواند منجر به آلودگی هوا، خاک و منابع آب شود. در مقابل، کشاورزی پایدار استفاده از فناوری‌های سبز مانند کشاورزی دقیق را ترویج می‌کند که استفاده از مواد شیمیایی را با استفاده انتخابی از آنها به حداقل می‌رساند. علاوه بر این، استفاده از آفت‌کش‌های زیستی مشتق شده از مواد طبیعی به جایگزینی مواد شیمیایی مصنوعی مضر و در نتیجه به تمیزی محیط زیست کمک می‌کند (Varma *et al.*, 2024).

#### ۴-۲- حفاظت از تنوع زیستی

کشاورزی پایدار نقشی حیاتی در حفظ تنوع زیستی دارد که برای حفظ اکوسیستم‌های سالم ضروری است. اقداماتی مانند جنگل‌زراعی که درختان را در سیستم‌های کشاورزی ادغام می‌کند، زیستگاه‌هایی را برای گونه‌های مختلف ایجاد می‌کند و تعادل اکولوژیکی را افزایش می‌دهد. علاوه بر این، روش‌های کشاورزی ارگانیک به حفظ تنوع زیستی خاک کمک می‌کند که برای چرخه مواد مغذی و سرکوب بیماری‌ها بسیار مهم است. حفظ جوامع بیولوژیکی متنوع، تاب‌آوری سیستم‌های کشاورزی را در برابر عوامل استرس‌زای محیطی مانند تغییرات آب و هوایی تقویت می‌کند (Chandel *et al.*, 2024).

#### ۴-۳- بهبود سلامت خاک

خاک سالم پایه و اساس شیوه‌های کشاورزی موفق است و کشاورزی پایدار بهبود آن را در اولویت قرار می‌دهد. تکنیک‌هایی مانند کشت پوششی و خاک‌ورزی حفاظتی باعث بهبود ساختار خاک، افزایش مواد آلی و افزایش احتباس آب و مواد مغذی می‌شود. این شیوه‌ها نه تنها سلامت خاک را تقویت می‌کند، بلکه مزارع را در برابر شرایط آب و هوایی شدید مانند خشکسالی و سیل مقاوم‌تر می‌کند و در نتیجه پایداری کشاورزی طولانی مدت را تضمین می‌کند (Varma *et al.*, 2024).

#### ۴-۴- حفاظت و بهره‌وری آب

کشاورزی پایدار همچنین بر صرفه‌جویی در مصرف آب تأکید دارد که با توجه به کمبود روزافزون منابع آب، یک مؤلفه حیاتی است. با استفاده از شیوه‌هایی که حفظ رطوبت خاک را افزایش می‌دهد و رواناب را کاهش می‌دهد، مانند مالچ‌پاشی و جمع‌آوری آب باران، مزارع پایدار می‌توانند مصرف آب را به میزان قابل توجهی کاهش دهند که نه تنها به حفظ این منبع حیاتی کمک می‌کند، بلکه تأثیر فعالیت‌های کشاورزی بر بدنه‌های آبی محلی را نیز کاهش می‌دهد (Varma *et al.*, 2024).

#### ۴-۵- تاب‌آوری آب و هوا

در نهایت، روش‌های کشاورزی پایدار، با ترویج شیوه‌هایی که به مزارع اجازه می‌دهد تا با تغییرات آب و هوایی سازگار شوند و اثرات آن را کاهش دهند، انعطاف‌پذیری آب و هوا را افزایش می‌دهد. کشاورزی پایدار با تنوع بخشیدن به محصولات، بهبود سلامت خاک و به حداقل رساندن وابستگی به منابع تجدیدناپذیر، سیستم کشاورزی قوی‌تری ایجاد می‌کند که قادر به مقاومت در برابر چالش‌های ناشی از آب و هوای غیرقابل پیش‌بینی است. این سازگاری‌ها بسیار مهم است زیرا بخش کشاورزی با فشارهای فزاینده‌ای از رویدادهای مرتبط با آب و هوا و نوسانات بازار مواجه است (Mata et al., 2024).

#### ۴-۶- سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های سبز

سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های انرژی سبز، مانند مزارع خورشیدی و توربین‌های بادی، به طور قابل توجهی به توسعه اقتصادی روستایی کمک می‌کند. این ابتکارات نه تنها راه‌حل‌های انرژی پایدار را ارائه می‌دهند، بلکه فرصت‌های شغلی جدیدی را ایجاد می‌کنند و وابستگی به منابع انرژی تجدیدناپذیر را بیشتر کاهش می‌دهند. علاوه بر این، شیوه‌های سازگار با محیط زیست به حفظ اکوسیستم کمک می‌کند، که برای حفظ کیفیت زندگی در طول نسل‌ها ضروری است (Wang, 2022).

#### ۴-۷- افزایش تاب‌آوری اقتصادی

رویکرد کشاورزی سبز با ترویج شیوه‌های متنوع کشاورزی، خطرات مرتبط با نوسانات بازار و تغییرات آب و هوایی را کاهش می‌دهد. از آنجایی که اقتصادهای روستایی با روش‌های کشاورزی پایدار ادغام می‌شوند، برای مقاومت در برابر شوک‌های اقتصادی و حفظ ثبات مجهزتر هستند. افزایش پذیرش فناوری‌های سبز باعث تقویت نوآوری و افزایش کارایی شیوه‌های کشاورزی می‌شود و در نتیجه چارچوب کلی اقتصادی در مناطق روستایی را تقویت می‌کند (Wang, 2022).

#### ۴-۸- بهبود کیفیت زندگی

- کشاورزی سبز با ترویج گزینه‌های غذایی سالم‌تر، کاهش قرار گرفتن در معرض مواد شیمیایی مضر و بهبود نتایج سلامت روانی و جسمی برای کشاورزان و مصرف‌کنندگان، کیفیت زندگی را افزایش می‌دهد (Chandel et al., 2024).
- شیوه‌های کشاورزی پایدار به انعطاف‌پذیری جامعه، تضمین امنیت غذایی و دسترسی به مواد مغذی با هزینه‌های کمتری کمک می‌کند (Canfora & Leccese, 2024).

#### ۹-۴- مشارکت اجتماعی و توسعه جامعه

- ابتکارات کشاورزی اجتماعی، مانند مزارع مراقبت سبز، با فراهم کردن فرصت‌های کاری و تقویت مشارکت اجتماعی برای گروه‌های حاشیه‌رانده نقش مهمی در توسعه روستایی ایفا می‌کنند (Jarábková *et al.*, 2022).

- این مزارع می‌توانند با نیازهای محلی سازگار شوند، برنامه‌های آموزشی و فعالیت‌های مشارکت جامعه ایجاد کنند که پیوندهای اجتماعی را تقویت می‌کنند (Jarábková *et al.*, 2022).

در حالی که کشاورزی سبز مزایای اجتماعی قابل توجهی را به همراه دارد، ضروری است که تشخیص دهیم این انتقال ممکن است با چالش‌هایی مانند مقاومت در برابر شیوه‌های کشاورزی سنتی و نیاز به سیاست‌های حمایتی برای تسهیل این تغییر روبرو شود.

#### ۵-چالش‌ها و موانع گذار به سمت کشاورزی سبز

گذار به سمت کشاورزی سبز با چندین چالش و موانع مهم روبرو است که مانع پذیرش و اثربخشی آن می‌شود. این موانع را می‌توان به طور کلی به عوامل زیست‌محیطی، اقتصادی، فناوری و آموزشی طبقه بندی کرد.

کشاورزی سبز در ایران با چالش‌ها و موانع متعددی روبرو است که نیازمند توجه و اقدامات جدی می‌باشد. برخی از مهمترین این چالش‌ها عبارتند از:

#### ۵-۱ موانع محیطی

عوامل محیطی نقش مهمی در اتخاذ شیوه‌های کشاورزی پایدار دارند. استفاده گسترده از آفت‌کش‌ها همچنان یک مانع بزرگ است، زیرا این مواد شیمیایی برای کنترل آفات و حفظ هزینه‌های پایین تولید مواد غذایی ضروری هستند، اما خطراتی را هم برای سلامت انسان و هم برای سیستم‌های زیست‌محیطی ایجاد می‌کنند. علاوه بر این، تغییرات آب و هوایی این چالش‌ها را تشدید می‌کند و موانع مبتنی بر مکان مانند شرایط نامساعد آب و هوایی، کیفیت پایین خاک و توپوگرافی نامطلوب ایجاد می‌کند که می‌تواند کشاورزان را از دور شدن از شیوه‌های مرسوم باز دارد بسیاری از مزایای زیست‌محیطی مرتبط با شیوه‌های پایدار بلافاصله قابل مشاهده نیستند و منجر به عدم تمایل کشاورزان به اتخاذ این روش‌ها می‌شود (Cao & Solangi, 2023)

### ۲-۵- موانع اقتصادی

محدودیت‌های اقتصادی، به ویژه اثرات خارجی که در محاسبات سنتی کشاورزی در نظر گرفته نشده است، به طور قابل توجهی بر گذار به کشاورزی پایدار تأثیر می‌گذارد. اثرات خارجی شامل خدمات اکوسیستم، از دست دادن تنوع زیستی و تخریب زمین است در حالی که برخی از مطالعات از گنجاندن این اثرات خارجی در تجزیه و تحلیل‌های اقتصادی برای ایجاد یک چارچوب هزینه-فایده واضح‌تر برای شیوه‌های پایدار حمایت می‌کنند، چنین ابتکاراتی اغلب با مقاومت مواجه می‌شوند علاوه بر این، سیاست‌های دولت محلی ممکن است منابع مالی را به اشتباه تخصیص دهد و منجر به حمایت مالی ناکارآمد شود که با نیازهای اقتصاد کشاورزی همسو نیست به عنوان مثال، سیاست‌هایی که کشت تک محصولی را در اولویت قرار می‌دهند، می‌توانند تنوع را محدود کنند، که برای افزایش تاب‌آوری در برابر آفات و تغییرات آب و هوایی حیاتی است (Cao & Solangi, 2023).

### ۳-۵- موانع تکنولوژیکی

دسترسی به فناوری یکی دیگر از عوامل مهم مانع پذیرش کشاورزی سبز است. کشاورزان در مناطقی که دسترسی محدودی به فناوری اطلاعات دارند، اغلب با سطوح پایین دیجیتال شدن مزرعه دست و پنجه نرم می‌کنند و فاقد ظرفیت عملیات کشاورزی در مقیاس بزرگ هستند. زیرساخت‌های ناکافی، مانند امکانات ذخیره‌سازی و شبکه‌های حمل و نقل ضعیف، توانایی کشاورزان را برای تولید و بازاریابی محصولات پایدار محدود می‌کند. علاوه بر این، فقدان تجهیزات کشاورزی مقرون به صرفه و مناسب می‌تواند مانع اجرای شیوه‌های پایدار شود.

### ۴-۵- موانع آموزشی

یکی از موانع مهم برای پذیرش روش‌های کشاورزی پایدار، کمبود دانش و آموزش در بین کشاورزان است. بسیاری از آنها از مزایای شیوه‌های پایدار بی‌اطلاع هستند یا فاقد تخصص فنی لازم برای اجرای آنها هستند (Junior et al., 2022). به این ترتیب، نیاز مبرم به ابتکارات آموزشی وجود دارد که کشاورزان را در مورد شیوه‌های پایدار آگاه کند و در مورد کاربرد موثر آنها آموزش دهد.

### ۵-۵- موانع سیاستی و نظارتی

سیاست‌های مؤثر و یک چارچوب نظارتی قوی برای ارتقای کشاورزی اکولوژیکی ضروری است. با این حال، مقررات فعلی ممکن است به اندازه کافی شیوه‌های پایدار را اجرا نکنند یا ممکن است ناخواسته اقدامات مضر مانند استفاده از ورودی‌های شیمیایی تأیید نشده را ترجیح دهند. نیاز به سیاست‌هایی وجود دارد که نه تنها از اقدامات آسیب رسان به محیط زیست جلوگیری کند، بلکه از طریق حمایت مالی و برنامه‌های آموزشی متناسب با نیازهای کشاورزان، اتخاذ روش‌های پایدار را نیز تشویق کند (Campuzano et al., 2023).

## ۶- راهکارهای تلفیق استراتژی‌های توسعه کشاورزی سبز با شیوه‌های کشاورزی موجود

ادغام استراتژی‌های توسعه کشاورزی سبز با شیوه‌های کشاورزی موجود برای افزایش پایداری اقتصادی و زیست‌محیطی ضروری است. این ادغام را می‌توان از طریق ترکیبی از شیوه‌های نوآورانه کشاورزی، پیشرفت‌های تکنولوژیکی و همکاری چند رشته‌ای به دست آورد که در مجموع به چالش‌های کشاورزی مدرن می‌پردازد.

### ۶-۱- استراتژی‌های اقتصادی

- تنوع مزرعه: تشویق کشاورزان به تنوع محصولات خود می‌تواند انعطاف‌پذیری اقتصادی را افزایش دهد و وابستگی به محصولات تک را کاهش دهد (Kamakaula, 2024).

- پیاده‌سازی فرآیندهای ارزش افزوده می‌تواند درآمد کشاورزان را افزایش دهد و دسترسی به بازار را بهبود بخشد (Kamakaula, 2024).

- انگیزه برای اقدامات پایدار: حمایت از سیاست و انگیزه‌های مالی می‌تواند کشاورزان را به اتخاذ شیوه‌های پایدار، تقویت حیات اقتصادی تحریک کند (Malau & Simanjuntak, 2024).

### ۶-۲- روش‌های زیست‌محیطی

- حفاظت از خاک و آب: تکنیک‌هایی مانند مدیریت یکپارچه مواد مغذی (INM)<sup>۱</sup> و مدیریت یکپارچه آفات (IPM)<sup>۲</sup> می‌توانند سلامت خاک را افزایش داده و ورودی‌های شیمیایی را کاهش دهند (Kumar et al., 2020).
- استفاده از کودهای زیستی: میکروارگانیسم‌های تقویت‌کننده رشد گیاه (PGPMs)<sup>۳</sup> می‌توانند جایگزین مواد شیمیایی مضر، بهبود سلامت خاک و عملکرد محصول شوند (Chandel et al., 2024).
- کشاورزی دقیق: فناوری‌هایی مانند کشاورزی دقیق می‌توانند استفاده از منابع را بهینه کنند، که منجر به کاهش کاربرد کود و افزایش بازده محصول می‌شود (Pathak, 2024).

### ۶-۳- ادغام فناوری

- پیشرفت در فناوری در تکامل کشاورزی سبز نقش اساسی دارد (Chandel et al., 2024).
- نوآوری‌هایی مانند فناوری نانو و بیوتکنولوژی می‌توانند جذب مواد مغذی و انعطاف‌پذیری محصول را افزایش دهند و به پایداری کمک کنند.

<sup>1</sup> Integrated Nutrient Management

<sup>2</sup> Integrated Pest Management

<sup>3</sup> Plant Growth-Promoting Microorganisms

- تکنیک‌های کشاورزی دقیق، که از حسگرها، هواپیماهای بدون سرنشین و تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده می‌کنند، کشاورزان را قادر می‌سازد تا استفاده از منابع خود مانند آب و کود را بهینه کنند و در نتیجه ضایعات را کاهش دهند و اثرات زیست‌محیطی را به حداقل برسانند به عنوان مثال، استفاده از فناوری GPS امکان نظارت و تنظیمات سریع را فراهم می‌کند، کارایی و بهره‌وری را افزایش می‌دهد.

- اجرای انرژی‌های تجدیدپذیر در شیوه‌های کشاورزی می‌تواند هزینه‌های انرژی را کاهش دهد و انتشار گازهای گلخانه‌ای را کاهش دهد (Chandel *et al.*, 2024).

#### ۶-۴- سیاست و مشارکت جامعه

برای حمایت از انتقال به کشاورزی سبز، چارچوب‌های سیاستی قوی ضروری است. توصیه‌ها شامل افزایش اتصال روستایی برای اجازه دادن به کشاورزان برای دسترسی به بازارهای گسترده‌تر، اتخاذ فناوری‌های توسعه یافته و جذب سرمایه‌گذاری‌های خارجی است (Wang, 2022). علاوه بر این، مشارکت جامعه از طریق آموزش و حمایت نقش محوری در ترویج شیوه‌های پایدار ایفا می‌کند. با توانمندسازی مصرف‌کنندگان برای انتخاب آگاهانه و تشویق حمایت از کشاورزان محلی، می‌توان یک سیستم غذایی محلی قوی‌تر ایجاد کرد (Vedanthadesikan & Sundar, 2018).

#### ۶-۵- تاکید بر خدمات اکوسیستمی

مفهوم خدمات اکوسیستمی که مزایای زیست‌محیطی حاصل از شیوه‌های کشاورزی پایدار را برجسته می‌کند، باید مورد تأکید قرار گیرد. اجرای تکنیک‌های کشاورزی احیا کننده - مانند کشت پوششی و خاک‌ورزی حفاظتی - نه تنها سلامت خاک و تنوع زیستی را افزایش می‌دهد، بلکه با جداسازی کربن به کاهش تغییرات آب و هوایی نیز کمک می‌کند، ارزش اقتصادی حاصل از این خدمات اکوسیستمی بیشتر از پایداری بلندمدت شیوه‌های کشاورزی پشتیبانی می‌کند (Kamakaula, 2024).

#### ۶-۶- تلاش‌های مشترک

همکاری بین ذینفعان - از جمله کشاورزان، محققان، سیاست‌گذاران و مصرف‌کنندگان - برای تحقق پتانسیل کشاورزی سبز بسیار مهم خواهد بود. رویکردهای چند رشته‌ای که دانش اکولوژیکی را با خرد کشاورزی سنتی ادغام می‌کند، می‌تواند به راه‌حل‌های نوآورانه‌ای منجر شود که از نظر اقتصادی مقرون به صرفه، از نظر اجتماعی مسئول و از نظر زیست‌محیطی پایدار هستند. این همکاری همچنین می‌تواند سازگاری و ارزیابی مستمر مورد نیاز برای حفظ تعادل در سیستم‌های کشاورزی و دستیابی به اهداف بلندمدت را تسهیل کند (Abobatta & Fouad, 2024).

## ۷- خلاصه، نتیجه‌گیری و پیشنهادات

کشاورزی سبز به‌عنوان راهبردی کلیدی برای مقابله با چالش‌های زیست‌محیطی و اقتصادی شناخته شده است. این مفهوم، ترکیبی از حفظ منابع طبیعی، پایداری اقتصادی و مسئولیت اجتماعی است. کشاورزی سبز نه تنها هزینه‌های تولید را کاهش می‌دهد و بازده محصولات را افزایش می‌دهد، بلکه تأثیرات منفی تغییرات آب و هوایی را کاهش داده و سلامت خاک و تنوع زیستی را بهبود می‌بخشد. با وجود مزایا، چالش‌هایی مانند هزینه‌های اولیه بالا، دسترسی محدود به فناوری، و کمبود آموزش در بین کشاورزان وجود دارد.

برای غلبه بر این چالش‌ها، باید راهکارهای جامعی تدوین و اجرا شود. از جمله این راهکارها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- **سرمایه‌گذاری در فناوری‌های نوین:** ادغام فناوری‌هایی مانند کشاورزی دقیق، حسگرهای هوشمند و سیستم‌های مدیریت داده می‌تواند بهره‌وری را افزایش داده و اثرات زیست‌محیطی را کاهش دهد.
  - **سیاست‌گذاری حمایتی:** تدوین سیاست‌هایی که از کشاورزان در فرآیند گذار به شیوه‌های پایدار حمایت کند، ضروری است. این سیاست‌ها شامل ارائه مشوق‌های مالی، ایجاد زیرساخت‌های سبز و تسهیل دسترسی به بازارهای جدید است.
  - **آموزش و ترویج:** برنامه‌های آموزشی که کشاورزان را با مزایا و تکنیک‌های کشاورزی سبز آشنا کنند، می‌توانند پذیرش این شیوه‌ها را تسهیل کنند. همچنین، ایجاد شبکه‌های تبادل دانش بین کشاورزان و کارشناسان می‌تواند به بهبود عملکرد منجر شود.
  - **تقویت مشارکت جامعه:** جلب مشارکت ذینفعان محلی، از کشاورزان تا مصرف‌کنندگان، در برنامه‌های کشاورزی سبز، به ایجاد یک زنجیره ارزش پایدار کمک می‌کند.
  - **اهمیت همکاری بین‌المللی**
- کشاورزی سبز، به دلیل ارتباط نزدیک با چالش‌های جهانی مانند تغییرات آب و هوایی و امنیت غذایی، نیازمند همکاری‌های بین‌المللی است. تبادل دانش و تجربیات بین کشورها، سرمایه‌گذاری در پروژه‌های مشترک و ایجاد چارچوب‌های سیاستی هماهنگ می‌تواند به توسعه و گسترش این رویکرد کمک کند.

برای تحقیقات آینده بر اساس این مقاله، می‌توان پیشنهادات زیر را ارائه کرد:

- تأثیر مشوق‌های مالی و برنامه‌های حمایتی بر پذیرش کشاورزی سبز در مناطق روستایی.
- انجام مطالعات مقایسه‌ای بین مناطق مختلف برای شناسایی عوامل فرهنگی، اقتصادی و جغرافیایی مؤثر بر پذیرش این رویکرد.
- ارزیابی بازده اقتصادی استفاده از تکنولوژی‌های نوین مانند کشاورزی دقیق و سیستم‌های هوشمند مدیریت منابع.
- ارزیابی نقش این رویکرد در بهبود امنیت غذایی در جوامع محلی و جهانی.
- مطالعه تجربیات کشورهای پیشرو در کشاورزی سبز و تدوین الگوهای برای اجرای موفق در سایر کشورها.
- بررسی نوآوری‌های جدید مانند استفاده از مواد زیستی و فناوری‌های نانو برای بهبود پایداری کشاورزی.
- ارزیابی تأثیر برنامه‌های آموزشی و شبکه‌های تبادل دانش بر پذیرش و موفقیت کشاورزی سبز.

#### ۸- منابع

- احمدآلی، ج.، بارانی، غ. ع.، قادری، ک. و حصاری، ب. (۱۳۹۶). ارزیابی شاخص‌های پایداری زیست‌محیطی و کشاورزی در حوزه‌های آبریز زرينه رود و سيمينه رود محیط زیست و مهندسی آب. ۳(۴). صص ۲۹۸-۳۱۱.
- کارپیشه، ل. (۱۴۰۲). توسعه کشاورزی ارگانیک و موانع فراروی آن از دیدگاه کارشناسان کشاورزی. جغرافیا و توسعه روابط انسانی، ۶(۳). صص ۲۴۷-۲۳۸.
- کارپیشه، ل. (۱۴۰۱). شناسایی چالش‌های کاربرد کشاورزی دقیق از دیدگاه کارشناسان کشاورزی استان اردبیل. جغرافیا و روابط انسانی، ۵(۱)، صص ۴۲۱-۴۱۳.

Abobatta, W. F., & Fouad, F. W. (2024). Sustainable agricultural development. *Advances in Environmental Engineering and Green Technologies Book Series*, 1-27. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-4240-4.ch001>

Campuzano, L. R., Hincapié Llanos, G. A., Zartha Sossa, J. W., Orozco Mendoza, G. L., Palacio, J. C., & Herrera, M. (2023). Barriers to the Adoption of Innovations for Sustainable Development in the Agricultural Sector—Systematic Literature Review (SLR). *Sustainability*, 15(5), 4374. <https://doi.org/10.3390/su15054374>

Canfora, I., & Leccese, V. S. (2024). Social Sustainability as the Milestone for a Sustainable Food System: The Essential Role of People Working in Agriculture. *European Journal of Risk Regulation*, 15(2), 253–264. doi:10.1017/err.2024.27

Cao, J., & Solangi, Y. A. (2023). Analyzing and Prioritizing the Barriers and Solutions of Sustainable Agriculture for Promoting Sustainable Development Goals in China. *Sustainability*, 15(10), 8317. <https://doi.org/10.3390/su15108317>

Chandel, N. Kumar, A. Rajesh, Kumar. (2024). Towards Sustainable Agriculture: Integrating Agronomic Practices, Environmental Physiology and Plant Nutrition. doi: 10.9734/ijpss/2024/v36i64651

India, D., & Majhi, D. A. (2024). Impact of Organic Farming in Economic Development in Agriculture. *INTERANTIONAL JOURNAL OF SCIENTIFIC RESEARCH IN ENGINEERING AND MANAGEMENT*, 08(11), 1–8. <https://doi.org/10.55041/ijsrem38387>.

Jarábková, j., Chrenekova, M., Varecha, I.(2022). Social Farming: A Systematic Literature Review of the Definition and Context . *European Countryside* .14(3):540 - 568 • DOI: 10.2478/euco-2022-0027

Junior, B., Pinheiro, M., Sokulski, E., & de Francisco, A. C. (2022). How to Identify Barriers to the Adoption of Sustainable Agriculture? A Study Based on a Multi-Criteria Model. *Sustainability*, 14(20), 13277. <https://doi.org/10.3390/su142013277>

Kamakaula, Y. (2024). Sustainable agriculture practices: Economic, ecological, and social approaches to enhance farmer welfare and environmental sustainability. *West Science Nature and Technology*, 2(02), 47-54. <https://doi.org/10.58812/wsnt.v2i02.964>

Kumar, S., Anil, P., Sharma, P. and Gopal, S. (2020). Traditional agricultural practices in India: an approach for environmental sustainability and food security. 5(4):253-271. doi: 10.1007/S40974-020-00158-2

Malau, A. G., & Simanjuntak, M. B. (2024). Innovating sustainable agriculture: Perspectives from economy and biology professionals. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v10i1.32587>

Pan, F., Deng, H., Chen, M., Zhao, L., Qian, W., & Wan, X. (2024). Spatial–Temporal Evolution and Driving Factors of Agricultural Green Development in China: Evidence from Panel Quantile Approaches. *Sustainability*, 16(15):6, 345-6345. doi: 10.3390/su16156345

Pathak, S. K. (2024). Strategic management of eco-innovation and emerging technologies for sustainability in agro-based industries. *International Journal For Multidisciplinary Research*, 6(5). <https://doi.org/10.36948/ijfmr.2024.v06i05.28396>

Trigo, A., Marta-Costa, A., & Fragoso, R. (2021). Principles of Sustainable Agriculture: Defining Standardized Reference Points. *Sustainability*, 13(8), 4086. <https://doi.org/10.3390/su13084086>

Varma, N., Wadatkar, H., Salve, R., & Kumar, T. V. (2024). Advancing Sustainable Agriculture: A Comprehensive Review of Organic Farming Practices and Environmental Impact. *Journal of Experimental Agriculture International*, 46(7), 695–703. <https://doi.org/10.9734/jeai/2024/v46i72623>

Vedanthadesikan, G., & I.Sundar.(2018). Greening rural development approaches and challenges with reference to india. *Journal of emerging technologies and innovative research*, 5(7). 41-44 pp.

Wang S (2022) The positive effect of green agriculture development on environmental optimization: Measurement and impact mechanism. *Front. Environ. Sci.* 10:1035867. doi: 10.3389/fenvs.2022.1035867.

Yarashynskaya, A., and Prus, P. (2022). Precision agriculture implementation factors and adoption potential: the case study of polish agriculture. *Agronomy*, 12(9), 2226: [doi.org/10.3390/agronomy12092226](https://doi.org/10.3390/agronomy12092226).

Zou, Y., Cheng, Q., Jin, H., & Pu, X. (2023). Evaluation of Green Agricultural Development and Its Influencing Factors under the Framework of Sustainable Development Goals: Case Study of Lincang City, an Underdeveloped Mountainous Region of China. *Sustainability*, 15(15), 11918. <https://doi.org/10.3390/su151511918>.