

## امنیت غذایی با مدیریت پایدار اراضی

کامران میرزاشاهی<sup>۱</sup> و سید علی غفاری نژاد

استادیار پژوهش بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی صفی آباد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی،

دزفول، ایران. [kamranmirzashahi@yahoo.com](mailto:kamranmirzashahi@yahoo.com)

استادیار پژوهش موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران. [Ma\\_ghaffari51@yahoo.com](mailto:Ma_ghaffari51@yahoo.com)

دریافت: آذر ۱۳۹۸ و پذیرش: آبان ۱۳۹۹

### چکیده

بحران جهانی ناشی از کمبود مواد غذایی و افزایش قیمت آن در سال‌های اخیر به ویژه در سال ۲۰۰۸، در برخی از کشورها، ضرورت اتخاذ راهکارهایی به منظور تامین امنیت غذایی در بسیاری از کشورهای در حال توسعه را باعث شده است. اینها همه در شرایطی است که همزمان با رشد جمعیت و کاهش اراضی قابل کشت، تقاضا برای غذا و آب افزایش می‌یابد. پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۵۰، جمعیت دنیا به ۹/۲ میلیارد نفر و ایران نیز در سال مذکور جزو ۲۰ کشور اول پر جمعیت جهان باشد. همچنین، مطابق گزارش فائو به منظور تامین مواد غذایی مردم جهان در سال ۲۰۵۰، نیاز است تا تولید محصولات طی این مدت حدود ۷۰ درصد افزایش یابد؛ و نیز بنا به بررسی‌ها بیش از ۶۰ درصد مردم آسیا (به ویژه در جنوب و جنوب غرب) و یک چهارم جمعیت افریقا از سوء تغذیه رنج می‌برند. این مقاله با استفاده از بررسی منابع به مطالعه مدیریت پایدار اراضی و برخی مولفه‌های آن از جمله به کارگیری کشاورزی حفاظتی، استفاده از تناوب زراعی صحیح و مدیریت ماده آلی خاک، به عنوان یک پایه اساسی از تولید کشاورزی و امنیت غذایی پرداخته است.

واژه‌های کلیدی: تغییر کاربری اراضی، تولید پایدار، جمعیت، مواد غذایی

---

۱- آدرس نویسنده مسئول: بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی صفی آباد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، دزفول، ایران.

۲۹۵۰۰ هکتار (۱۵ درصد) جزو اراضی دارای پتانسیل باغ میوه (اراضی کلاس IV) و فقط ۲۸۸۸۵ هکتار (۱۵ درصد) جزو اراضی دارای محدودیت شدید برای کشت آبی یا فاقد استعداد کشاورزی بوده اند. لذا، با از بین رفتن اراضی مستعد کشاورزی در حواشی شش کلان شهر کشور، امکان تولید بیش از نیم میلیون تن گندم در هر سال از بین رفته است (مومنی و همکاران، ۱۳۸۶). در این ارتباط، قیومی محمدی (۱۳۷۹)، گزارش نمود که طی سال های ۱۳۰۲ تا ۱۳۷۷، در واحد هیدرولوژیک برخوردار- اصفهان حدود ۳۴ هزار هکتار از بهترین اراضی کشاورزی تغییر کاربری یافته و از چرخه تولید کشاورزی خارج شده اند. لذا، جمع کل اراضی تغییر کاربری یافته در منطقه اصفهان به ۵۱ هزار هکتار بالغ می گردد. ایشان در بررسی بعدی خود، نتیجه گیری نمود که مجموع مساحت اراضی تغییر کاربری یافته شهرستان های زیر حوضه مرغاب در سال ۱۳۵۵، بالغ بر ۲۸۷۴۷ هکتار بوده که با گسترش شهرها و شهرک های صنعتی در سال ۱۳۸۹، در مجموع وسعتی بالغ بر ۷۲۱۱۳ هکتار به کاربری های غیر کشاورزی اختصاص یافته است. لذا، می توان برآورد نمود که به طور متوسط هر سال بیش از ۱۲۰۰ هکتار از اراضی متشکله بر روی تراس های آبرفتی زاینده رود که اکثراً از دیر باز به امر تولید کشاورزی اختصاص داشته اند، به کاربری های غیر کشاورزی اختصاص داده شده است (قیومی محمدی، ۱۳۹۳) و فرسایش کمی و کیفی خاک (به دلیل مدیریت نادرست و ناپایدار خاک نظیر شخم در جهت شیب، سوزاندن بقایای گیاهی، عدم رعایت تناوب زراعی، چرای بی رویه، جنگل تراشی و ...، بخش مهمی از منابع خاک کشور در معرض فرسایش می باشد (بولتن خبری انجمن علوم خاک ایران، ۱۳۹۰).

از سویی، جمعیت در ایران از ۲۸/۸ میلیون نفر در سال ۱۹۷۰، به ۸۴ میلیون نفر در سال ۲۰۲۱، خواهد رسید (سایت مرکز آمار ایران). مضافاً این که با هر نرخ رشد جمعیت پیش بینی شده توسط سازمان ملل متحد، کشورمان تا سال ۲۰۵۰، جزو ۲۰ کشور اول پر جمعیت

بنا به تعریف ارائه شده توسط سازمان غذا و کشاورزی ملل متحد- فائو<sup>۱</sup> - (۲۰۰۸)، امنیت غذایی به شرایطی اطلاق می شود که در آن همه مردم، در تمام زمان ها دسترسی اقتصادی و فیزیکی به مواد غذایی کافی و ایمن برای یک زندگی سالم و فعال را داشته باشند؛ بنابراین امنیت غذایی تابع چهار شرط است: ۱- تامین غذای کافی، ۲- تداوم در تامین غذا (بدون نوسان یا کمبود از فصلی به فصل دیگر و یا از سالی به سال دیگر)، ۳- قابلیت دسترسی به غذا و ۴- سلامتی و کیفیت غذا. بدین ترتیب تحقق امنیت غذایی و کیفیت و ضریب آن، منوط به کیفیت تحقق مفاهیم مزبور است. امنیت غذایی یک موضوع پیچیده مرتبط با توسعه پایدار، توسعه اقتصادی پایدار، محیط و تجارت است. در عین حال بخش کشاورزی با افزایش و بهبود کیفیت تولیدات غذایی، نقش اساسی و تعیین کننده ای را در تحقق امنیت غذایی عهده دار می باشد. اینها همه در شرایطی است که با چالش های متعددی مواجه هستیم، از جمله موارد مرتبط با اراضی تحت کشت، رشد جمعیت و محدودیت منابع آب.

در ایران حدود ۱۸ میلیون هکتار از اراضی کشور عملاً دارای قابلیت کشاورزی است (موسسه تحقیقات خاک و آب، ۱۳۹۳) و همین اراضی محدود نیز با تهدیدهای جدی مواجه می باشند. برخی از این عوامل تهدید کننده عبارت اند از: کاهش سرانه زمین (سرانه اراضی کشاورزی از ۰/۵ هکتار در سال ۱۳۵۲، به ۰/۱۱ هکتار در سال ۱۴۳۰) خواهد رسید (صفایی، ۱۳۹۵)، تغییر کاربری های غیر علمی بررسی ها نشان می دهد در فاصله سال های ۱۳۳۴ تا ۱۳۸۰، جمعاً ۱۹۴۶۰۵ هکتار از اراضی حواشی شش کلان شهر تغییر کاربری یافته و به مناطق شهری و صنعتی تبدیل شده اند. از این مقدار ۱۳۶۲۲۰ هکتار (۷۰ درصد) جزو اراضی مستعد کشاورزی و قابل آبیاری (اراضی کلاس I و II و III)،

<sup>۱</sup> . Food and Agriculture Organization of United Nations

کارگیری آنها سبب ارتقای ضریب امنیت غذایی می‌گردد. نکته بسیار اساسی و قابل توجه این است که افزایش ضریب خودکفایی و به تبع آن امنیت غذایی پایدار زمانی متصور است که مجموعه اقدامات مدیریت اراضی به عنوان یک نسخه کامل درمانی، متناسب با امکانات موجود به تدریج اعمال و گسترش یابد. لذا، برای برون رفت و یا به حداقل رساندن مشکلاتی که گریبانگیر عرصه تولیدات کشاورزی شده است (می‌شود)، سازوکارهای مدیریتی لازم، به شرح زیر می‌باشند:

### خاک ورزی (کشاورزی) حفاظتی

کشاورزان در سرتاسر دنیا اراضی خود را شخم می‌زنند. قرن هاست که این اقدام به عنوان نماد کشاورزی شناخته شده است؛ اما از دهه ی ۱۹۷۰، میلادی، کشاورزان بیشتر و بیشتر مبادرت به کنار گذاشتن عملیات شخم نموده‌اند (فائو، ۲۰۰۰). دلیل آن نیز ساده است. شخم مدرن یا گاواهن برگردان‌دار، ریشه‌ی تخریب اراضی است و این موضوع یکی از بزرگترین مشکلاتی است که کشاورزی امروز با آن روبرو می‌باشد. خاک ورزی حفاظتی یا کشاورزی حفاظتی، یکی از موثرترین راه‌های اصلاح اراضی تخریب شده می‌باشد. به عبارتی این روش به مثابه‌ی یک فن (تکنیک) انقلابی در کشت محصول، بدون استفاده از شخم زدن خاک است. در اوایل دهه ی ۱۹۷۰، کشاورزان در آمریکای شمالی و جنوبی خاک ورزی حفاظتی و حتی بی خاک ورزی<sup>۱</sup> را که اساس خاک ورزی حفاظتی می‌باشد، آغاز نمودند (فائو، ۲۰۰۰).

جهان خواهد بود (اردکانیان، ۲۰۰۳). بر این اساس، میزان سرانه آب تجدیدپذیر کشور نیز از میزان حدود ۱۳۰۰۰ مترمکعب در سال ۱۳۰۰، به حدود ۱۹۰۰ مترمکعب در سال ۱۳۸۵، تغییر یافته و در صورت ادامه این روند، وضعیت در آینده به مراتب بدتر خواهد شد. از طرفی، بر اساس گزارش بانک جهانی در سال ۲۰۰۷، کاهش سالانه منابع داخلی آب شیرین در ایران حدود ۵/۵ برابر کشورهای ثروتمند، ۳/۷ برابر کشورهای فقیر و ۸/۹ برابر کشورهای با درآمد متوسط بوده است (احسانی و خالدی، ۱۳۸۳). همچنین، بنا به گزارش شرکت مدیریت منابع آب (۱۳۹۴)، بهره‌برداری بیش از حد از آب‌های زیرزمینی باعث گردیده است که از ۶۰۹ دشت کشور، ۲۹۰ دشت در وضعیت بحرانی و بقیه دشت‌ها نیازمند مراقبت و برنامه ریزی فوری باشند. ضمن این که در سال ۲۰۱۰، ایران جزو ۱۰ کشور اول از حیث بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی بوده است (سیبرت و همکاران، ۲۰۱۰).

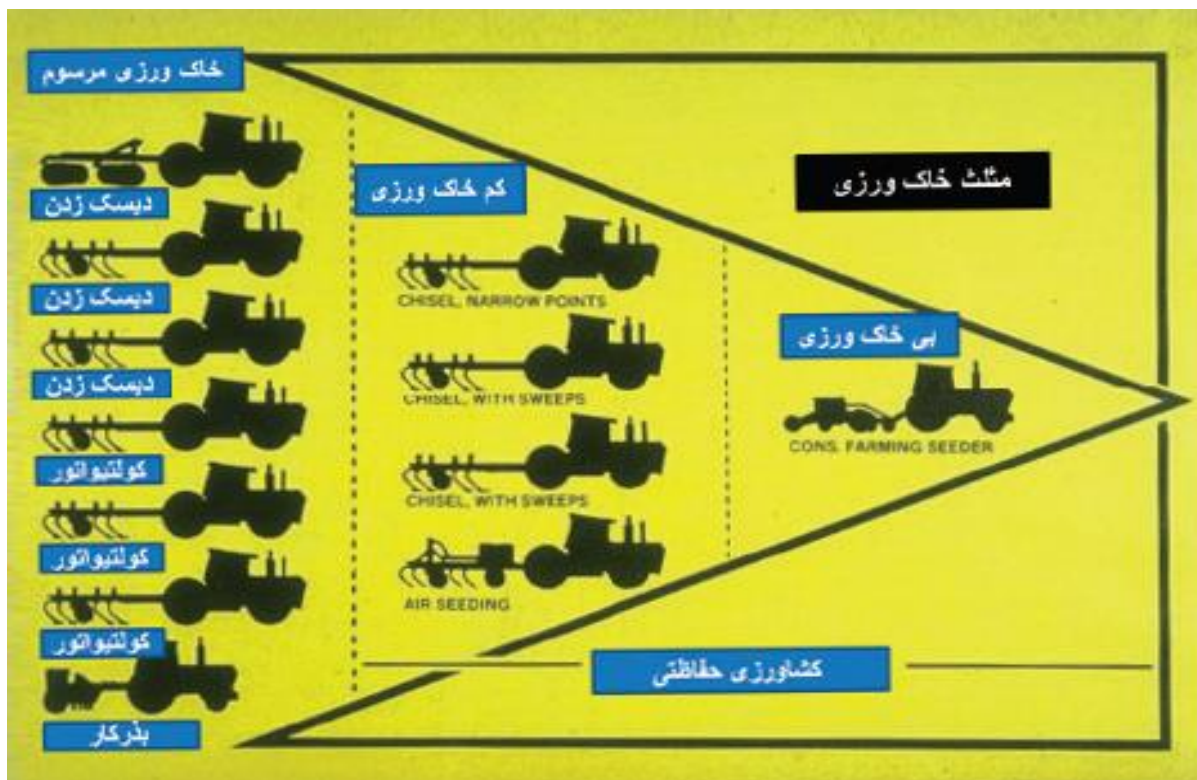
بنابراین، نظر به اهمیت موضوع سعی شده در این مقاله به نقش مدیریت اراضی و برخی مولفه‌های وابسته به آن بر مقوله امنیت غذایی از دیدگاه بخش کشاورزی به مثابه‌ی یک راهبرد کارا پرداخته شود.

### مدیریت پایدار اراضی

مدیریت اراضی یکی از عوامل مهم توسعه پایدار می‌باشد و توسعه پایدار را هم استفاده موثر از منابع بدون آسیب زدن به دارایی‌ها و منابع نسل‌های آینده تعریف نموده‌اند؛ به عبارت دیگر پایداری به عنوان آزمونی برای سنجش میزان دستیابی به بهره‌وری، امنیت تولید، حفاظت، قابلیت اجرا و مقبولیت توسط یک کاربری اراضی معین در یک منطقه خاص و در یک زمان معین اطلاق شده است (مومنی و همکاران، ۱۳۸۶).

مدیریت پایدار اراضی ضمن بهبود وضعیت فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک، متضمن دستیابی به عملکردهای پایدار مورد انتظار محصول نیز می‌باشد (شر، ۱۹۹۹ و برانکا و همکاران، ۲۰۱۳). بدین اعتبار، به

<sup>۱</sup> . No- Tillage



شکل ۱- سیر تکاملی گذر از سامانه‌های مرسوم خاک ورزی به سامانه‌های پایدار مانند سامانه‌های حفاظتی (آسودار و همکاران، ۱۳۹۶)

- ۱- به حداقل رساندن دفعات شخم و بر هم زدن خاک.
- ۲- حفظ دائم بقایای گیاهی (حداقل به میزان ۳۰ درصد).
- ۳- استفاده از نظام‌های تناوبی متنوع، با به کارگیری گیاهانی با نسبت کربن به نیتروژن بالا (غلات) و پایین (گیاهان خانواده لگوم) برای متعادل سازی نسبت کربن به نیتروژن، از نقطه نظر تجزیه سریع بقایای گیاهی، به منظور آزاد سازی نیتروژن برای گیاه بعدی و همچنین تجزیه آهسته بقایا به منظور حفاظت از خاک و ۴- مدیریت تلفیقی تغذیه گیاهی (لعل، ۲۰۱۵).
- استفاده از منابع گوناگون کودهای آلی نظیر کود دامی، کمپوست و کود سبز به لحاظ اثر بخشی مثبت آنها بر عملکرد، مورد قبول واقع شده است. کاهش شدید حاصلخیزی خاک از جدی‌ترین تهدیدات در زمینه‌ی تولید محصولات کشاورزی به شمار می‌رود؛ بنابراین، استفاده از منابع تجدید شونده حاوی عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان (آلی و زیستی) به ویژه مصرف توام آنها با

با به کارگیری این روش، کشاورزان بعد از برداشت محصول، بقایای آن را بر سطح خاک حفظ می‌کنند (حداقل ۳۰ درصد). آنها با طراحی کارنده‌های ویژه، گیاهان را کشت می‌کنند. این دستگاه‌ها بذر را در یک شکاف در زیر سطح خاک که توسط پوششی از بقایای گیاهی در حال تجزیه حفاظت می‌شود، قرار می‌دهند. ۲۵ سال پس از اولین آزمایش بی خاک ورزی توسط کشاورزان، این روش جدید کشت محصول به عنوان کشاورزی حفاظتی شناخته شد؛ زیرا در این روش علاوه بر مواد غذایی، از رطوبت خاک به دلیل بهبود جذب و نفوذ آب و نیز تنوع زیستی خاک به واسطه‌ی حفظ تعادل طبیعی در خاک، حفاظت می‌شود. در کشاورزی حفاظتی، خاک ورزی زیستی که توسط گیاهان و موجودات زنده خاک صورت می‌گیرد، جایگزین خاک ورزی رایج می‌شود؛ بنابراین به منظور حفظ سلامتی آنها می‌بایستی از مواد شیمیایی با دقت خاص و در کمترین مقدار ممکن استفاده نمود.

لذا، کشاورزی حفاظتی بر چهار اصل زیر استوار است:

- ترسیب<sup>۱</sup> کربن آلی (حبس<sup>۲</sup> کربن). ترسیب کربن آلی به ذخیره کربن آلی در خاک اطلاق می‌گردد که امروزه به عنوان یک راهبرد در کاهش اثرات تغییرات آب و هوایی مورد توجه می‌باشد، به طوری که بیشترین پتانسیل کاهش جهانی گازهای گلخانه‌ای را دارد. پتانسیل جهانی ترسیب کربن آلی خاک بین ۰/۶ تا ۱/۲ گیگاتن برآورد شده است که شامل ۰/۴ تا ۰/۸ گیگاتن کربن در سال از طریق پذیرش عملیات مدیریتی توصیه شده در خاک‌های تحت کشت، ۰/۰۱ تا ۰/۰۳ گیگاتن کربن در سال بر روی خاک‌های تحت آبیاری و ۰/۰۱ تا ۰/۳ گیگاتن کربن آلی خاک از طریق بهبود مراتع و چراگاه هاست (لعل و همکاران، ۲۰۰۷).

- انتقال کمتر مواد غذایی یا شیمیایی به داخل آب های زیرزمینی، آلودگی کمتر آب، کاهش میزان فرسایش خاک، تغذیه مجدد مخازن آب زیرزمینی از طریق نفوذ بهتر آب و مصرف کمتر سوخت در کشاورزی.

### چگونگی اقدام به خاک ورزی حفاظتی

- شروع کار، با تمرکز و آرامش بر اهداف قابل دسترس.

- به منظور کسب مهارت، اقدام در قسمت محدودی از مزرعه (۱۰ درصد).

- ابتدا در قسمت‌هایی که به اندازه کافی پوشش گیاهی وجود دارد تا بتواند از تجهیزات طراحی شده استفاده نماید.

- در مورد علف‌های هرز، باید به تدریج استفاده درست از علف کش‌ها را بیاموزد و نیز گفتگو با کشاورزان حفاظتی کار و درس گرفتن از تجارب و اشتباهات آنها.

- قبل از آغاز کشاورزی حفاظتی، داشتن یک برنامه خوب تناوب زراعی بسیار مهم تلقی می‌شود.

- محدودیت‌های فیزیکی و شیمیایی خاک نظیر وضعیت زهکشی، اسیدیته، سطوح فسفر و پتاسیم از پیش،

کودهای شیمیایی، اهمیت فراوانی در بهبود بخشیدن به ویژگی های فیزیکی خاک، فعالیت میکروبی، ظرفیت نگهداری آب در خاک، افزایش ماده آلی و در نهایت حفظ قدرت باروری خاک خواهد داشت. از این رو، هدف از مدیریت تلفیقی تغذیه گیاهی برقرار نمودن وضعیتی است که در آن از همه‌ی منابع ممکن در تامین نیاز گیاهان و دستیابی به محصول قابل قبول استفاده شود و در عین حال حاصلخیزی خاک حفظ و تقویت گردد (لعل، ۲۰۱۵).

### فواید حاصل از به کارگیری کشاورزی حفاظتی

کشاورزی حفاظتی اغلب به شرایط برد - برد اطلاق می‌شود که در آن کشاورزان، جامعه و محیط زیست به صورت توأمان از فواید آن بهره‌مند می‌شوند. فواید زیر شامل حال کشاورزان می‌شود:

- کاهش در نیروی کارگری، زمان و انرژی در مزرعه.

- جلوگیری از فرسودگی و استهلاک بیشتر تراکتورها؛ از این رو هزینه‌ی کمتری برای تعمیر صرف می‌شود.

- ثبات بیشتر در تولید، به ویژه در شرایط خشک به دلیل بهبود نفوذ آب.

- کاهش تردد ماشین آلات در مزرعه.

- افزایش تدریجی عملکردها و به موازات آن کاهش مصرف نهاده‌ها و افزایش سود کشاورزان.

و اما در ارتباط با جنبه‌های زیست محیطی:

- تداوم بیشتر جریان آب به رودخانه‌ها و احیاء مجدد چاه‌های خشک شده به دلیل جذب بهتر آب باران.

- آب تمیزتر به دلیل فرسایش کمتر، کاهش سیل، کاهش اثرات منفی پدیده‌هایی همچون خشکسالی و ریزگردها و امنیت غذایی بیشتر.

کشاورزی حفاظتی همچنین اثرات مثبت معنی‌داری در سطح جهانی دارد، شامل:

1 . Sequestration

2 . Capture

کشاورزی حفاظتی به منزله‌ی یک رویکرد مدیریتی برای حفظ منابع پایه، خاک و آب، به نحوی از انحاء در بهبود پایداری سامانه تولید به ویژه بر افزایش ماده آلی خاک، به عنوان نقطه مرکزی و عامل کلیدی کیفیت خاک و نیز در نهایت، بر باروری خاک تاثیرگذار خواهد بود (جدول ۲؛ لاولند و وب، ۲۰۰۳). از این رو، امروزه استفاده از فناوری کشاورزی حفاظتی از حیث اصلاح اراضی تخریب شده و تقویت باروری اراضی کشاورزی در کل جهان و حتی در کشورهای آفریقایی به رغم ضعف زیرساخت‌ها و بنیه مالی مورد توجه قرار گرفته است (فولر و راکستروم، ۲۰۰۱ و جوزف و ایسهاکو، ۲۰۱۵).

می‌بایستی اصلاح و رفع گردد. این امر به ویژه در خاک‌های به شدت تخریب شده یا تخلیه شده ضروری است. اقدامات مورد نیاز می‌تواند شامل استفاده از زیرشکن برای از بین بردن تراکم خاک، تسطیح اراضی و استفاده از کود سبز و کود شیمیایی باشد. در سال‌های اولیه خاک ورزی حفاظتی، تمرکز بر کنترل علف‌های هرز، مدیریت محصول و بقایای محصول پوششی و پایش ورود آفت و بیماری از اهمیت خاصی برخوردار است.

لازم به ذکر است که خاک‌های تحت کشت کشاورزی حفاظتی به مرور زمان بهبود می‌یابند. بدین اعتبار، خاک‌های تخریب شده، تحت شرایط کشاورزی حفاظتی، به خاک بارور تبدیل می‌شود؛ به عبارت دیگر، با پیشرفت و تشدید فرآیندهای تخریب خاک به ویژه فرسایش، توان تولیدی خاک پیوسته کاهش می‌یابد و بالعکس، عملیات بهسازی و حفاظتی خاک توان تولیدی خاک<sup>۱</sup> (باروری خاک) - گنجایش خاک برای تولید یک یا چند محصول خاص در یک سامانه مدیریتی مشخص - را افزایش می‌دهد (دوان و همکاران، ۲۰۱۱ و لعل، ۲۰۱۵). در واقع باروری خاک کارکرد کیفیت خاک (برآیند وضعیت حاصلخیزی شیمیایی، فیزیکی و زیستی خاک)، مدیریت خاک و شرایط آب و هوایی می‌باشد. لذا، سه مولفه‌ی کیفیت خاک که پیشتر ذکر شد، به شدت متاثر از نوع مدیریت اعمال شده در سامانه‌های مختلف کشت می‌باشد که با اندازه‌گیری شاخص‌های آن می‌توان به روند تخریب خاک و یا بالعکس، احیاء و بهبودی خاک و در نهایت باروری بالفعل و بالقوه خاک پی برد (لعل، ۱۹۹۴؛ لیبینگ و همکاران، ۲۰۰۴ و ورهولست و همکاران، ۲۰۱۰). به بیان دیگر، چنانچه سامانه‌های پایدار فصل مشترک مدیریت خاک (خاک ورزی حفاظتی، مدیریت عناصر غذایی، کشت پوششی و ...)، مدیریت محصول (تناوب، بهبود ارقام یا گونه‌ها، سامانه‌های مبتنی بر لگوم و سامانه‌های جنگل - زراعت) و مدیریت آب (حفاظت آب در منطقه ریشه، بهبود بهره‌وری مصرف آب و ...) باشد؛

<sup>۱</sup> . Soil Productivity

جدول ۱- مقدار بالقوه ترسیب کربن در خاک در سامانه کشاورزی حفاظتی در آمریکا (لعل و همکاران، ۲۰۰۳)

راهبرد اتخاذ شده	عملیات	مقدار ترسیب کربن (تن کربن در هکتار در سال)
کاهش شدت خاک ورزی	کم خاک ورزی، بی خاک ورزی، خاک ورزی پوششی	۰/۲ - ۰/۴
	استفاده از تناوب مناسب	۰/۱ - ۰/۳
	استفاده از گیاهان پوششی	۰/۱ - ۰/۳
افزایش برگشت بقایای گیاهی	حذف آیش تابستانه	۰/۱ - ۰/۳
	مدیریت کودی	۰/۰۵ - ۰/۱۵
	آبیاری	۰/۰۵ - ۰/۱۵
	استفاده از کود دامی	۰/۱ - ۰/۶
ایجاد پوشش دائم	-	۰/۳ - ۰/۷

جدول ۲- مقایسه اثرات به کارگیری خاک ورزی حفاظتی (بی خاک ورزی) با خاک ورزی مرسوم و نیز حفظ بقایای گیاهی در سطح خاک در مقابل برداشت بقایا بر برخی ویژگی‌های خاک (ورهولست و همکاران، ۲۰۱۰)

ویژگی های زیستی	بی خاک ورزی در مقایسه با خاک ورزی مرسوم	حفظ بقایا
ماده آلی خاک در لایه سطحی	افزایش	افزایش
بخش فعال ماده آلی خاک	افزایش	افزایش
زیست توده میکروبی خاک	افزایش	افزایش
کرم های خاکی	افزایش	افزایش
ویژگی های فیزیکی		
ثبات خاکدانه ها	افزایش	افزایش
جرم مخصوص ظاهری	افزایش - تعداد کمی آزمایش کاهش رانشان داده است.	کاهش
نفوذپذیری	افزایش	افزایش
تبخیر	کاهش	کاهش
آب قابل استفاده گیاه	افزایش	افزایش
فرسایش و رواناب	کاهش	کاهش
ویژگی های شیمیایی		
نیتروژن کل	افزایش (متعاقب افزایش ماده آلی خاک)	افزایش
قابلیت استفاده فسفر	در لایه سطحی افزایش	کاهش یا افزایش بسته به کیفیت بقایا
قابلیت استفاده پتاسیم	در لایه سطحی افزایش	بسته به نوع بقایا
اسیدیته	اغلب کاهش	کاهش

خوب احتمال موفقیت بیشتری دارد. در این ارتباط می توان خاک‌ها را بر اساس ویژگی‌های زهکشی آنها برای تضمین موفقیت بیشتر در خاک ورزی حفاظتی تقسیم بندی نمود. هر چند که تحقیقات بیشتری در این زمینه لازم است.

پ) بهره‌وری بالا از به کارگیری سامانه‌های های نوین کشاورزی از جمله سامانه کاشت حفاظتی در اراضی بزرگ بیشتر محتمل است. لذا خرد بودن اراضی و ادامه این فرآیند، تغییر رویکرد از کشاورزی سنتی به کشاورزی حفاظتی را بسیار محدود می‌سازد.

توجه به نکات زیر در تغییر رویکرد از خاک ورزی مرسوم به خاک ورزی حفاظتی شایان توجه می باشد:

الف) تعداد محصولاتی که در سامانه بی خاک ورزی می توان از آنها استفاده نمود، عمدتاً شامل گندم، جو، پنبه، کلزا، سورگوم، ذرت، سویا و محصولات زراعی دانه ریز می‌باشند. هرچند که در مورد سایر محصولات تحقیقاتی در حال انجام است (تریپلت و دیک، ۲۰۰۸).

ب) در مجموع بررسی‌ها نشان داده است که به کارگیری خاک ورزی حفاظتی در سال‌های خشک و بر روی خاک هایی با بافت سبک تا متوسط با شرایط زهکشی متوسط تا

حاصل می‌گردد، مجدداً رعایت تناوب زراعی صحیح متناسب با شرایط خاک بر عرصه تولید از دهه پایانی قرن بیستم به شکل‌گیری مقوله توسعه پایدار در دستور کار قرار گرفت (کامکار و مهدوی دامغانی، ۱۳۹۱).

فواید رعایت تناوب زراعی به شرح زیر می‌باشد:

- تاثیر بر خاکدانه سازی، جرم مخصوص ظاهری، زیست توده‌ی میکروبی و نفوذ پذیری خاک.
- در سامانه‌های تک کشتی، معمولاً ساختمان خاک تخریب شده و جرم مخصوص ظاهری آن افزایش می‌یابد. این تغییرات سبب فشردگی بیشتر خاک و کاهش نفوذپذیری می‌گردد. از طرف دیگر، تناوب می‌تواند بر تداوم پوشش گیاهی، افزایش کارایی کودهای مصرفی، استفاده بهینه از آب، افزایش ماده آلی خاک و کاهش آفات و بیماری‌ها تاثیر داشته باشد. همچنین، استفاده از گیاهان خانواده لگوم در تناوب زراعی بسیار موثر می‌باشند؛ از گیاهان مزبور به صورت علوفه، غذای انسان و یا کود سبز استفاده می‌شود. اثرات مثبت این گیاهان بر جنبه‌های مختلف شیمیایی، فیزیکی و زیستی خاک مشخص شده است (وودفاین، ۲۰۰۹).

### عوامل موثر در انتخاب نوع تناوب

- انتخاب محصولات
- تعداد محصولاتی که ممکن است در یک دوره تناوبی کاشته شوند محدود است، به همین جهت دقت در انتخاب مجموعه محصولات مورد کاشت در یک مزرعه اهمیت زیادی دارد. عوامل موثر عبارت اند از:

اقتصاد آب آبیاری، کارایی استفاده از زمین، کنترل فرسایش خاک، کنترل علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها، توزیع نیروی انسانی و ماشین آلات و عوامل اقتصادی محصول.

### اقتصاد آب آبیاری

در این ارتباط می‌بایستی به مقدار آب موجود در ماه‌ها و حتی هفته‌های گوناگون سال و انتخاب محصولات در انطباق با آن توجه نمود. نیاز گیاهان

(ت) پیشرفت و موفقیت در تولید محصول بی خاک ورزی به شدت وابسته به توسعه‌ی تجهیزات ویژه به خصوص کارنده‌ها و نیز علف کش‌های موثر می‌باشد؛ به ویژه این که در این روش، استقرار موفقیت آمیز گیاه در مراحل اولیه توسعه‌ی سامانه بی خاک ورزی، یک چالش بزرگ محسوب می‌شود. شایان ذکر است که تجهیزات مورد استفاده باید منطبق با شرایط خاکی هر پهنه باشد و تعمیم یک دستگاه به پهنه‌های دیگر ممکن است از کارایی لازم برخوردار نباشد.

به دلیل سنتی بودن عملیات خاک ورزی، برخی از موانع فرهنگی در یک ناحیه می‌توانند در فرآیند تغییر، ایجاد مزاحمت نمایند. این سدها عبارت‌اند از:

- عدم آگاهی در مورد فناوری، ترس از زیان اقتصادی و عدم توانایی در خرید تجهیزات. پس هرگونه تغییری مستلزم زمان است و به یک باره محقق نمی‌شود. مروجان باید در کارشان صبور باشند و بپذیرند که فناوری کشاورزی مرحله به مرحله مورد قبول واقع می‌شود، زیرا کشاورزان:

- باید با فناوری جدید احساس راحتی کنند،
- از سرمایه لازم برای سرمایه گذاری برخوردار باشند و نمی‌توانند اقدام به خطر بزرگ بکنند، به ویژه وقتی که فناوری برای آنان ناشناخته است (کرن و جانسون، ۱۹۹۳؛ فائو، ۲۰۰۰ و ۲۰۰۸؛ تریپلت و دیک، ۲۰۰۸ و لعل و استیوارت، ۲۰۱۵).

### استفاده از تناوب زراعی صحیح

عملیات تناوب زراعی که از دیر باز توسط کشاورزان مورد استفاده قرار می‌گرفت، از دهه ۱۹۵۰ میلادی به تدریج به دلیل توجه به توسعه الگوهای تک کشتی، رو به افول نهاد؛ اما به دلیل تبعات منفی و مشکلات به وجود آمده مانند هجوم آفات و بیماری‌ها، کاهش حاصلخیزی خاک، تشدید فرسایش و شوری خاک، نیاز بیشتر به مصرف کودهای شیمیایی و سموم و کاهش عملکرد و نیز آگاه شدن از اینکه در نظام‌های تناوبی، عملکرد بیشتری در مقایسه با سامانه تک کشتی



### کنترل فرسایش خاک

محصولات گوناگون نه تنها سطح زمین را به میزان همسان یا مشابهی پوشش نمی‌دهند، بلکه از نظر شکل و نحوه توزیع ریشه و نگهداری خاک سطحی، تفاوت‌های فاحشی با یکدیگر دارند و از لحاظ مقدار بقایای گیاهی که به خاک اضافه می‌کنند، متفاوت‌اند. بدین جهت میزان فرسایش آبی و بادی زمین تحت کشت محصولات گوناگون، بسیار متفاوت است. لذا، منظور نمودن گیاهانی در تناوب که با مقدار زیادی بقایای گیاهی، ریشه‌ی گسترده‌ی سطحی و با رشد رویشی وسیع، پوشش مناسبی بر سطح خاک ایجاد می‌کنند و خاک را نگه می‌دارند به ویژه گیاهان علوفه‌ای و غلات دانه ریز در جلوگیری و یا کاهش فرسایش خاک موثرند.

### کنترل علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها

در تناوب زراعی چنانچه اکثر محصولات انتخاب شده از یک گروه باشند، علف‌های هرز خاصی توسعه یافته و کنترل آنها مشکل می‌گردد. بالعکس، تنوع محصولات از نظر زمان کاشت شرایط مناسبی را برای کنترل انواع علف‌های هرز به وجود می‌آورد. در رابطه با آفات و بیماری‌ها توجه شود که در بین مجموعه‌ی محصولات انتخاب شده، حتی الامکان میزبان مشترک یک آفت یا بیماری وجود نداشته باشد. هر چه اختلاف بین گیاهان انتخاب شده از نظر میزبانی آفات بیشتر باشد، احتمال توسعه‌ی یک آفت یا بیماری کمتر خواهد بود.

مختلف به آب آبیاری یکسان نیست، همچنین نیاز آبی گیاهان در زمان‌های گوناگون و دوره‌های رشد متفاوت است.

### کارایی استفاده از زمین<sup>۱</sup>

طول دوران رشد گیاهان یکساله معمولاً بین ۳ تا ۱۰ ماه می‌باشد. هر چه دوران حقیقی رشد (به غیر از دوران خواب) محصول طولانی‌تر باشد، انتظار می‌رود عملکرد بالاتری به دست آید. پس هرچه طول دوران رشد محصولات مورد کاشت طولانی‌تر و در نتیجه جمع دوران آیش‌های فصلی (نکاشت) در یک تناوب زراعی کوتاه‌تر باشد، کارایی استفاده از زمین (مجموع تعداد روزهای حضور گیاهان زراعی در تناوب به کل روزهای دوره تناوب) بیشتر خواهد بود، به عبارت دیگر در میان تناوب‌ها، تناوب‌های دارای آیش کمترین مقادیر کارایی استفاده از زمین را خواهند داشت (تومار و تیوار، ۱۹۹۰). در این باره، جلالی و اسفندیاری (۱۳۹۵)، گزارش نمودند که صرف نظر از نوع سامانه‌های زراعی به کار رفته، تناوب‌های دارای آیش، از کمترین مقادیر بهره‌وری استفاده از آب و کمترین کارایی استفاده از زمین برخوردار بودند (جدول ۳). لذا، به طور کلی استفاده از آیش به دلیل کارایی کم استفاده از زمین و نیز بهره‌وری آب مصرفی، در نظام‌های تناوبی قابل توصیه نمی‌باشد (جدول ۳). نتایج مشابهی در این مورد توسط امینی و همکاران (۲۰۱۷)، گزارش شده است.

نکته‌ی دیگر در رابطه با کارایی استفاده از زمین این است که وجود گیاهانی با ریشه‌ی عمیق در بین محصولات انتخاب شده، از نظر جذب آب و عناصر غذایی از اعماق خاک بسیار مطلوب می‌باشد، این امر نه تنها بازیابی نهاده‌های مصرفی را امکان‌پذیر می‌سازد، بلکه از آلودگی آب‌های زیر زمینی می‌کاهد.

<sup>۱</sup> . Land Use Efficiency

جدول ۳- کارایی استفاده از زمین و میزان بهره‌وری آب در تناوب‌های گوناگون (جلالی و اسفندیاری، ۱۳۹۵)

تناوب ها	کارایی استفاده از زمین (درصد)	بهره‌وری آب (کیلوگرم در متر مکعب)
جو- ذرت- گندم	۴۸/۸	۱/۰۷
کلزا- آفتابگردان- گندم	۵۲/۶	۱/۰۵
آیش- چغندر قند- گندم	۳۳/۸	۰/۷۵
گندم- آیش- گندم	۲۰/۸	۰/۹۵
کلزا- آیش- گندم	۴۱	۱/۹۰
کلزا- ذرت- گندم	۵۳/۲	۱

### توزیع نیروی انسانی

تلاقی زمانی کاشت، داشت و برداشت محصولات، سبب تراکم کاری در بعضی از زمان‌ها و بی استفاده ماندن نیروی انسانی و مکانیکی در برخی مواقع دیگر می‌گردد. هر چه مزرعه کوچکتر و سطح کاشت هر محصول کوچکتر باشد، عوامل توزیع نیروی انسانی و ماشین آلات نقش مهمتری در انتخاب محصولات پیدا می‌کنند. در صورت امکان، منظور سازی مجموعه‌ای از محصولات پاییزه، بهاره‌ی سرما دوست و بهاره‌ی گرما دوست در یک دوره تناوبی از لحاظ نیروی کار مطلوب می‌باشد. در صورتی که مساحت مزرعه بیش از توان کاری باشد، لازم است از طریق آیش گذاری زمین نسبت به ایجاد تعادل بین سطح عملیات و نیروی کار اقدام گردد.

### عوامل اقتصادی

نوسان قیمت فروش بعضی از محصولات زیاد است. برخی از محصولات نیز آسیب پذیری زیادی نسبت به عوامل و سوانح طبیعی دارند. چنین محصولاتی از خطر زیادی برخوردارند. هر چه تنوع محصولات کاشته شده بیشتر باشد، خطر تولید کمتر بوده و شکست در تولید یک محصول ممکن است تا حدی با موفقیت در تولید سایر محصولات جبران گردد. در انتخاب مجموعه‌ای از محصولات جهت یک تناوب زراعی می‌بایستی آسیب پذیری اقتصادی و حساسیت هر محصول را نسبت به عوامل نامساعد محیطی در نظر گرفت (آینه بند، ۱۳۸۴ و قرینه و نادیان، ۱۳۸۹).

بدیهی است که متناسب با شرایط موجود در منطقه به ویژه بالا بودن شوری خاک، الگوی تناوبی بایستی توسط متخصصان امر تعیین شود. شایان ذکر است که بهره‌برداری از زمین باید به گونه‌ای باشد که علاوه بر دستیابی به حداکثر عملکرد، به منظور فراهم آمدن شرایط زیست آیندگان، آن را محافظت و از تخریب این منبع حیاتی جلوگیری نمود. لذا، شناخت پتانسیل تولید اراضی و اختصاص دادن آنها به بهترین و در عین حال پایدارترین نظام بهره‌برداری، از جایگاه و اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. یکی از راه‌های دستیابی به موارد ذکر شده، ارزیابی تناسب اراضی - که قدمتی به اندازه‌ی آغاز تمدن بشری در دره‌های حاصلخیز و کنار رودخانه‌ها دارد- برای تیپ‌های بهره‌وری رایج در هر پهنه است. به بیان دیگر، هدف از مطالعات ارزیابی تناسب اراضی، استفاده بهینه و پایدار از هر زمین با بررسی‌های طبیعی، اجتماعی و اقتصادی آن اراضی است (قرینه و نادیان، ۱۳۸۹).

### مدیریت ماده آلی خاک

ماده آلی خاک شامل بقایای گیاهی و جانوری، سلول و بافت‌های جانداران خاک و مواد حاصل از ریشه و میکروبه‌های خاک است. در بیشتر خاک‌ها، ماده آلی خاک بین ۰/۱ درصد (در صحراها) تا بیش از ۵۰ درصد وزنی در خاک‌های آلی (هیستوسول ها) می‌باشد.

## عملیات کاهش دهنده ماده آلی خاک

عملیاتی که منجر به کاهش تولید ماده گیاهی (بیوماس گیاهی) می شود:

- استفاده از ارقامی با شاخص برداشت بالا. یکی از نتایج انقلاب سبز استفاده از گیاهان با عملکرد بالا، به جای گیاهان بومی بود. این گیاهان اغلب عملکرد دانه بالا ولی کاه کمتری دارند. این امر از نظر تولید خوب، اما از نظر ماده آلی و حفاظت خاک مناسب نیست.
- استفاده از گیاهان با طول دوره رویشی کوتاه.
- استفاده از سامانه‌های تک کشتی به جای چند کشتی که باعث کاهش تنوع زیستی می‌شود. در این سامانه حتی اگر از گیاهان علوفه‌ای که ریشه‌ی آنها به خوبی در خاک نفوذ می‌کنند، استفاده شود، با این وجود ترشحات ریشه‌ی آنها فقط تعداد کمی از گونه‌های میکروبی را به دور ریشه جمع می‌کند. در این شرایط تنوع صیادها کم می‌شود و فرصتی برای ازدیاد گونه‌های بیماری زا فراهم می‌شود که به گیاه آسیب می‌رسانند.
- استفاده از آیش بدون پوشش، به ویژه در تابستان.

## کاهش تامین ماده آلی خاک از طریق:

- سوزاندن بقایای محصول (به عنوان بزرگترین منبع تامین کننده ماده آلی خاک)، جنگل‌ها و مراتع.
- چرای بیش از حد.
- برداشت بقایای محصول به منظور استفاده در سایر امور،
- و افزایش تجزیه ماده آلی به شرح زیر:
- خاک ورزی. عملیات خاک ورزی مرسوم یکی از مهمترین عوامل کاهش دهنده میزان ماده آلی خاک است. تجزیه ماده آلی و آزاد سازی کربن، فرآیندی هوازی است. اکسیژن در این فرآیند باعث تشدید فعالیت میکروب‌ها که ماده آلی را مورد تغذیه قرار می‌دهند، می‌شود؛ به عبارت دیگر، با هر بار خاک ورزی تماس بقایای گیاهی با میکروب‌ها زیاد می‌شود و تهویه نیز افزایش می‌شود.

یابد (نسبت اکسیژن به دی اکسید کربن زیاد می‌شود). در این شرایط شدت تجزیه سریع‌تر شده که نتیجه اش تشکیل هوموس با پایداری کمتر و نیز آزاد سازی دی اکسید کربن به اتمسفر است؛ اما چنانچه بقایای گیاهی در سطح خاک باقی بمانند (با تغییر سامانه از خاک ورزی مرسوم به کم خاک ورزی و یا بی خاک ورزی)، تماس بقایا با میکروب‌ها کمتر، بنابراین تجزیه نیز کندتر صورت می‌گیرد (نسبت دی اکسید کربن به اکسیژن بیشتر است). در این حالت هوموس پایدار تشکیل می‌شود.

- زهکشی. در مقایسه با خاک‌های خوب تهویه شده، در خاک‌هایی که اکسیژن وجود ندارد و یا کم است، تجزیه ماده آلی آهسته‌تر است.
- نیتروژن زیاد. نیتروژن زیاد باعث تشدید فعالیت میکروب‌ها به ویژه وقتی که نسبت کربن به نیتروژن ماده آلی زیاد است، می‌شود و در نتیجه سرعت تجزیه ماده آلی افزایش می‌یابد.

## عملیات افزایش دهنده ماده آلی خاک

### افزایش تولید ماده گیاهی از طریق:

- آبیاری. مقدار آب قابل استفاده برای رشد گیاه، اولین عامل کنترل کننده تولید ماده گیاهی است.
- کوددهی کافی و متعادل باعث افزایش تولید بیوماس گیاهی می‌شود.
- استفاده از گیاهان پوششی. فواید این اقدام عبارت است از: جلوگیری از فرسایش خاک با قوام و پوشش دادن سطح خاک و اضافه کردن مواد گیاهی به خاک. برخی از آنها نظیر چاودار، از شستشوی عناصر غذایی از طریق پیوند زدن آنها به هم جلوگیری می‌کند، تعدادی از آنها مثل لگوم‌ها، منجر به تثبیت نیتروژن برای گیاه بعدی می‌شوند، بیشتر آنها محلی برای تجمع حشرات و دیگر موجودات مفید هستند، تعدیل کننده درجه حرارت خاک هستند که از این طریق بر فعالیت ریزجانداران خاک اثر می‌گذارد. طیفی از گیاهان دانه‌ای، لگوم و محصولات روغنی می‌توانند به عنوان گیاه پوششی عمل کنند. در یک تناوب لازم است که شروع آن، یک

### پیشنهاد‌های ترویجی

بررسی شرایط حاکم بر کشاورزی مملکت نشان می‌دهد که محدودیت‌های زیاد و در عین حال پیچیده‌ای وجود دارد که نیازمند رویکردی جامع در کاهش آنها می‌باشد؛ که از جمله می‌توان به کاهش اراضی قابل کشت، محدودیت منابع آب و رشد جمعیت اشاره نمود؛ بنابراین لازمه‌ی موفقیت، به کارگیری مدیریت‌ها و فن‌های (تکنیک‌های) مرتبط با آنچه پیشتر ذکر گردید و نیز تداوم و تشریک مساعی تمامی بخش‌های مرتبط با تامین امنیت غذایی به عنوان یک وظیفه حاکمیتی می‌باشد؛ بنابراین، ضمن کاربست آنچه در چارچوب مدیریت پایدار اراضی و برخی زیر مجموعه‌های آن ذکر گردید، موارد ذیل نیز شایان توجه است:

- ۱- افزایش ضریب امنیت غذایی، مستلزم جلوگیری از روند تخریب خاک به عنوان یکی از منابع طبیعی ملی کشور می‌باشد.
- ۲- سرمایه‌گذاری در جهت تامین ماشین‌های کشاورزی (کارنده‌های) مناسب، جهت به کارگیری بهتر در شرایط بی‌خاک‌ورزی.
- ۳- استفاده بهینه از نهاده‌های تولید بر مبنای دانش کشاورزی مربوطه، از جمله مدیریت تلفیقی تغذیه گیاه و حاصلخیزی خاک.
- ۴- یکپارچه سازی اراضی کشاورزی، به منظور بالا بردن بهره‌وری از نهاده‌ها و اعمال عملیات مدیریتی بهبود یافته.
- ۵- استفاده از اراضی بر مبنای قابلیت و استعدادشان، با به کارگیری علم تناسب کاربری اراضی و تعیین الگوی کشت، منطبق با شرایط هر پهنه.
- ۶- جلوگیری از تخریب جنگل‌ها و مراتع به عنوان یکی از شاخص‌های پایداری خاک.
- ۷- تهیه بستر مناسب برای کمک به انتشار یافته‌های پژوهشی در مزرعه و نیز آموزش بهره‌برداران و فراهم نمودن امکانات دسترسی به خدمات مشاوره‌ای در زمینه کشاورزی حفاظتی.

گیاه پوششی باشد که سطح خاک را بپوشاند و بعد با اضافه شدن بقایای آن به خاک چون نسبت کربن به نیتروژن زیادی دارد، عمل تجزیه به آهستگی صورت می‌گیرد و هم به دلیل سیستم ریشه دهی متراکمی که دارند، در بهبود سریع ساختمان خاک در تناوب موثرند (در این مرحله غلات مناسب هستند). در سال بعد، می‌توان لگوم را وارد تناوب نمود. لگوم‌ها، نیتروژن را تثبیت و به دلیل پایین بودن نسبت کربن به نیتروژن، سریع تجزیه می‌شوند. بعد از ثبات در سامانه در این حال می‌توان از گیاهان پوششی که صرفه‌ی اقتصادی دارند، استفاده نمود.

- تنوع در سامانه‌ی تناوبی (استفاده از سامانه تناوبی با بیوماس زیاد).
- استفاده از تراکم مناسب گیاهی هنگام کشت.
- معرفی گیاهانی که بیوماس بیشتری تولید می‌کنند.
- محدودیت در چرای دام.

### افزایش تامین ماده آلی خاک به شرح زیر:

- جلوگیری از آتش زدن بقایای گیاهی (به عنوان بزرگترین منبع تامین کننده ماده آلی خاک)، کنترل آفات و جوندگان و استفاده از منابع مختلف ماده آلی نظیر کود دامی. کودهای دامی بهتر است قبل از مصرف پوسیده باشند تا نسبت کربن به نیتروژن کاهش یابد؛ زیرا اگر نسبت مذکور بالا باشند، به طور موقت نیتروژن غیر متحرک می‌شود. هر چند که نقش کود حیوانی بیشتر تغذیه‌ای می‌باشد.
- استفاده از کمپوست. نقش کمپوست بیشتر در اثرگذاری بر ویژگی‌های فیزیکی خاک است. فرآیند موفقیت کمپوست سازی بستگی به قابلیت دسترسی کافی به مواد آلی، آب، کود حیوانی و کارگر ارزان دارد.
- کاهش شدت تجزیه ماده آلی از طریق حذف یا کاهش عملیات خاک ورزی و استفاده از گیاهان پوششی (استینر، ۲۰۰۲؛ وزارت کشاورزی آمریکا، ۲۰۰۳؛ دیویس و ویلسون، ۲۰۰۵؛ سینگ و همکاران، ۲۰۰۶ و اولسون و همکاران، ۲۰۱۰).

فهرست منابع

- ۱- آسو دار، م. ا.، ف. زلقی و س. ع. شهرستانی. ۱۳۹۶. اصول مدیریت بقایای گیاهی، خاک ورزی و تناوب در کشاورزی حفاظتی. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت ترویج، نشر آموزش کشاورزی. ۴۷ ص.
- ۲- آینه بند، ا. ۱۳۸۴. تناوب محصول. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، مشهد، ایران. ۴۰۷ ص.
- ۳- احسانی، م و ه. خالدی. ۱۳۸۳. شناخت و ارتقای بهره‌وری آب کشاورزی به منظور تامین امنیت آبی و غذایی کشور. مجموعه مقالات یازدهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. ص ۶۷۴-۶۵۷.
- ۴- بولتن خبری انجمن علوم خاک ایران. ۱۳۹۰.
- ۵- بی نام. سایت مرکز آمار ایران. ۱۳۹۸.
- ۶- جلالی، ا. ه. و ح. اسفندیاری. ۱۳۹۵. تاثیر سامانه‌های خاک ورزی و تناوب‌های زراعی مختلف بر عملکرد گندم (*Triticum aestivum* L.). تولیدات گیاهی (مجله علمی کشاورزی). جلد ۳۹، شماره ۲. ص ۴۳-۵۶.
- ۷- شرکت مدیریت منابع آب ایران. ۱۳۹۴. بررسی وضعیت منابع آب زیرزمینی کشور تا پایان سال آبی ۹۳-۱۳۹۲. دفتر مطالعات پایه منابع آب، گروه آب‌های زیرزمینی.
- ۸- صفایی، ح. ۱۳۹۵. گذشته، حال و آینده نظام‌های بهره‌برداری آب و کشاورزی در ایران. دومین کنگره تخصصی مهندسی و مدیریت آب و خاک ایران. کرج، پردیس دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.
- ۹- قرینه، م. ح. و ح. نادیان. کشاورزی پایدار. ۱۳۸۹. انتشارات دانشگاه شهید چمران، اهواز، ایران. ۴۲۲ ص.
- ۱۰- قیومی محمدی، ح. ۱۳۹۳. بررسی ابعاد مکانی و روند تغییرات کاربری اراضی کشاورزی روی تراس‌های آبرفتی زاینده رود (زیرحوضه مرغاب). گزارش نهایی شماره ۱۸۶۱. موسسه تحقیقات خاک و آب، کرج، ایران.
- ۱۱- قیومی محمدی، ح. ۱۳۷۹. هشدار در مورد تبدیل اراضی کشاورزی به شهری، مطالعه موردی اصفهان. مجله خاک و آب، جلد ۱۴، شماره ۲. ص ۱۶۳-۱۵۴.
- ۱۲- کامکار، ب و ع. مهدوی دامغانی. ۱۳۹۱. مبانی کشاورزی پایدار. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، مشهد، ایران. ۳۱۶ ص.
- ۱۳- موسسه تحقیقات خاک و آب. ۱۳۹۳. گزارش مبانی و ارکان برنامه راهبردی موسسه تحقیقات خاک و آب در سال ۱۳۹۳. حوزه معاونت پژوهشی.
- ۱۴- مومنی، ع. ا. فرج نیا، م. ح. طاهرزاده و م. جمشیدی. ۱۳۸۶. بررسی ابعاد جغرافیایی و پتانسیل تولید اراضی کشاورزی تغییر کاربری یافته در اثر توسعه بی برنامه کلان شهرهای ایران. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۸۶. ۳-۳۶ ص.
- 15- Aminifar, J., M. Ramroudi, M. Galavi and G. Mohsenabadi. 2017. Productivity and economic efficiency of wheat in rotation with cotton. *Iran Agricultural Research*. 36 (2):55-60.
- 16- Ardakanian, R. 2003. An overview of water management in Iran. *Dushanbeh International Fresh Water Forum*. Tajikistan.
- 17- Branca, G., L. Lipper, N. McCarty and M. C. Jolejole. 2013. Food security, climate change, and sustainable land management: A review. *Agronomy Sustainable Development*. 33: 635-650.
- 18- Davis, J. G., and C. R. Wilson. 2005. Choosing a soil amendment. *Clorado State University Etension*.

- 19- Duan, X., X. Yun, T. Ou and Lu. Hongmei. 2011. Effects of soil erosion on long- term soil productivity in the black soil region of Northeast China. *Journal of Geography Science*.
- 20- FAO. 2008. The state of food insecurity in world 2008: high food prices and food security and opportunities. (Roma, FAO).
- 21- FAO. 2008. Adoption of conservation agriculture. (Roma, FAO).
- 22- FAO. 2000. Conservation tillage: the end of plough?. (Roma, FAO).
- 23- Fowler, R., and J. Rockstrom. 2001. Conservation tillage for sustainable agriculture-an agrarian revolution gathers momentum in Africa. *Soil and Tillage Research*. 61:93-107.
- 24- Joseph, X. K., and Z. Issahaku. 2015. Effects of soil conservation technologies in improving soil productivity in northern Ghana. *Journal of Soil Science and environmental Management*. 6 (6): 158-167.
- 25- Kern, J. S., and M. G. Johnson. 1993. Conservation tillage impact on national soil and atmospheric carbon levels. *Soil Science Society American Journal*. 57: 200-210.
- 26- Lal, R., and B. A. Stewart (Eds.). 2015. *Soil management of smallholder agriculture*. CRC Press. Tylor and Francis Group. Pp 420.
- 27- Lal, R. 2015. Restoring soil quality to mitigate soil degradation. *Sustainability*.7: 5875-5895.
- 28- Lal, R., R. F. Follet, B. A. Stewart and J. M. Kimble. 2007. Soil carbon sequestration to mitigate climate change and advance food security. *Soil Science*.172: 973- 956.
- 29- Lal, R., R. F. Follet and J. M. Kimble. 2003. Achieving soil carbon sequestration in the United States: a challenge to policy makers. *Soil Science*. 168: 827- 845.
- 30- Lal, R. 1994. Methods and guidelines for assessing sustainable use of soil and water resources in the tropics. *SMSS Technical Monograph*, No. 21, Washington, DC.
- 31- Liebig, M. A., D. L. Tanaka and B. J. Wienhold. 2004. Tillage and cropping effects on soil quality indicators in the northern Great Plains. *Soil and Tillage Research*. 78: 131-141.
- 32- Loveland, P., and J. Webb. 2003. "Is there a critical level of organic matter in the agricultural soils of temperate regions?: a review". *Soil and Tillage Research*. 70: 1-18.
- 33- Olson, K. R., S. A. Ebelhar and J. M. Lang. 2010. Cover crops effects on crop yields and soil organic content. *Soil Science*. 175 (2):89-98.
- 34- Scherr, S. 1999. Soil degradation: A threat to developing- country food security by 2020?. *International Food Policy Research Institute*. Washington, U.S.A.
- 35- Siebert, S., J. Burke, J. Faures, K. Frenken, J. Hoozeeven, P. Doll and T. Portman. 2010. Ground water use for irrigation- a global inventory. *Hydrology and Earth System Sciences*. 14: 1863- 80.
- 36- Singh, B. R., R. C. Dalal and R. Lal. 2006. Integrated nutrient management. *Encyclopedia of Soil Science*.
- 37- Steiner, K. 2002. Crop residue management and cover crops. *African Conservation Tillage Network*. Information Services No.3.
- 38- Tomar, S., and A. Tiwar. 1990. Production potential and economics of different crop sequences. *Indian Journal of Agronomy*. 32: 30-35.
- 39- Triplett Jr, G. B., and W. A. Dick. 2008. No-tillage crop production: A revolution in agriculture. *Agronomy Journal*.100: 153-165.
- 40- USDA. 2003. Managing soil organic matter. Technical Note No.5. [www. Soils.usda.gov](http://www.Soils.usda.gov)
- 41- Verhulst, N., B. Govaerts, E. Verachtert, A. Castellanos-Navarrete, M. ezzalama, P. Wall, J. Deckers and K. D. Sayre. 2010. Conservation agriculture, improving soil quality for sustainable production systems? In: Lal, R., Stewart, B.A. (Eds.), *Advances in Soil Science: Food Security and Soil Quality*. CRC Press, Boca Raton, FL, USA, pp. 137–208.
- 42- Woodfine, A. 2009. The potential of sustainable land management practices for climate change mitigation and adaptation in sub - Saharan Africa. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, Rome.

## *Sustainable Land Management to Ensure Food Security*

*K. Mirzashahi<sup>1</sup> and S. A. Ghaffarinejad*

Assistant professor of Soil and Water Research Department, Safiabad Agricultural Research and Education and Natural Research Center, AREEO<sup>2</sup>, Dezful, Iran. *kamranmirzashahi@yahoo.com*

Assistant professor of Soil and Water Research Institute, AREEO, Karaj, Iran. *Ma\_ghaffari51@yahoo.com*

*Received: December 2019 and Accepted: October 2020*

### **Abstract**

The global food crisis due to the plunging production and rising prices in recent years, particularly in 2008, calls for solutions to ensure food security in most developing countries. The situation is worsened by the rising demands for food and water as consequences of the population explosion and cropland decline in these countries. By 2050, the world population is projected to rise to 9.2 billion and Iran will be one of the top 20 most populated countries in the world. According to a FAO report, agricultural production must be increased by about 70% during the years running up to 2050 in order to meet the projected food requirements. Finally, study has shown that more than 60% of the present population in Asia (particularly in South and South-West Asia) and a quarter of the African population suffer from malnutrition. The present paper explores the literature on sustainable land management and some of its components such as conservation agriculture, proper crop rotation, and proper management of soil organic content as the cornerstones of agricultural production toward food security.

**Keywords:** Food, Land use change, Population, Sustainable production

---

<sup>1</sup> Corresponding author: Soil and Water Research Department, Safiabad Agricultural and education and Natural Research Center, AREEO, Dezful, Iran.

<sup>2</sup> Agricultural Research, Education, and Extension Organization