

مدیریت تغذیه خاک: ضرورتی در کشاورزی پایدار

ابوالحسن یعقوبی^۱ - سعید فعلی^۲ - محمد چیدری^۳

چکیده

در سال‌های اخیر، نگرانی‌هایی در سطح جهانی درباره عواقب و اثرات جانبی برخی از فعالیت‌های کشاورزی بر محیط زیست و جامعه ابراز شده است. این نگرانی‌ها، بسیاری از محققین را بر آن داشت تا با نگاهی عمیق‌تر و دقیق‌تر به فعالیت‌های کشاورزی چه در کشورهای صنعتی و چه در کشورهای در حال توسعه بنگرند و تنگناهای تکنیکی، اجتماعی را بهتر تشخیص دهند و راه‌هایی را برای مقابله با مشکلات ناشی از کشاورزی عرضه کنند. در این راستا متخصصین کشاورزی و بوم‌شناسان علاقمند به محیط‌زیست، نظام کشاورزی خاصی را تحت عنوان "کشاورزی پایدار" مطرح کرده‌اند. در نظام مزبور، علاوه بر توجه به عامل محیط زیست، جنبه‌های اقتصادی، اجتماعی و اخلاقی نیز مورد توجه می‌باشند. مدیریت در کشاورزی جهت رسیدن به پایداری بسیار مهم است. استفاده از شیوه‌های مدیریتی مناسب در تأمین نیاز غذایی گیاه نقش مؤثری در پایداری نظام زراعی دارند. افزایش کاربرد منابع درون مزرعه نظیر کودهای دامی، کود سبز، کودهای بیولوژیک و ... منجر به کاهش هزینه‌های تولید و افزایش سودمندی می‌شود. مدیریت تغذیه (کودهای پرمصرف، دامی، آلی، سبز و ریزمغذی‌ها) از جمله مهمترین روش‌های مدیریتی برای ایجاد پایداری در کشاورزی می‌باشد که در این مقاله به تفصیل به معرفی و بررسی آنها اقدام شده است.

لغات کلیدی: کشاورزی پایدار، مدیریت زراعی، مدیریت خاک، مدیریت تغذیه.

^۱ - دانش‌آموخته کارشناسی ارشد ترویج و آموزش کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس

^۲ - کارشناس ارشد ترویج و آموزش کشاورزی

^۳ - استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه

سلامت خاک، کلید پایداری می‌باشد. در خاک‌های خوب و مناسب، گیاهان قوی، شاداب و سالم پرورش می‌یابند. از این‌رو، اجرای روش‌های اصلاح شده مدیریت در مزارع، به پایداری کشاورزی بیشترین کمک را خواهد نمود. وقتی که ارقام زراعی مقاوم و سالم همراه با روش‌های مدیریتی مناسب کشت شوند، بعید نیست که بازده نظام‌های کشاورزی در سطح مزرعه همراه با پایداری کشاورزی دو برابر شود. به دلیل سنتی بودن نظام تولید در ایران، مدیریت زراعی به‌صورت کاملاً سنتی انجام می‌پذیرد. لذا برای استفاده بهینه و پایدار از اراضی کشاورزی نیاز به برنامه‌ریزی و مدیریت بهره‌برداری مناسب از زمین می‌باشد، به نحوی که حداکثر بهره‌برداری‌های مؤثر صورت گیرد و توسعه اقتصادی، اجتماعی و بهسازی و حفظ محیط‌زیست تجلی یابد. مدیریت تغذیه (عناصر غذایی) از جمله مهمترین روش‌های موجود برای بهبود تولید و پایداری نظام‌های کشاورزی در سراسر دنیا می‌باشند. از این‌رو در این مقاله به بررسی کشاورزی پایدار، مدیریت خاک و در پایان نیز به بررسی نکات مهم در مدیریت تغذیه خاک (کودهای پرمصرف، دامی، آلی، سبز و ریزمغذی‌ها) به منظور افزایش تولید در کنار کشت پایدار پرداخته شده است.

تعاریف کشاورزی پایدار

از هنگام تعریف کمیسیون برون‌تلند از توسعه پایدار در سال 1987 (توسعه‌ای مطلوب و پایدار است که نیازهای فعلی بشر را بدون آن که توان و امکانات نسل‌های آینده را در تأمین نیازهای خویش به خطر اندازد، برآورد کند)، تعریف بسیاری از این مفهوم شده است که هر یک تفاوت‌های ظریفی با دیگری دارد و بر ارزش‌ها و اولویت‌ها و هدف‌های خاصی تأکید می‌کند. کشاورزی پایدار از نظر برخی، نشان دهنده پابرجایی و قابلیت چیزی برای استمرار به مدت طولانی است. کشاورزی پایدار در رابطه با محیط زیست، به معنای وارد آوردن خسارت بر منابع طبیعی وعدم تخریب آنها است

(Dunlap et al., 1992)

کشاورزی پایدار نوعی کشاورزی است که در مقابل کشاورزی نوین¹، متداول²، تخریب کننده منابع³، صنعتی⁴، فشرده⁵ و یا نهاده‌های بیرونی زیاد مطرح می‌شود (Absher, 2000) و اصطلاحات بسیار زیادی برای آن تاکنون پیشنهاد شده است که اهم آنها عبارت هستند از: جایگزین⁶، با نهاده‌های بیرونی کم⁷، کشاورزی پایدار با نهاده‌های کم⁸، کشاورزی پایدار با نهاده‌های متوازن⁹، حفاظت کننده منابع¹⁰، زیست شناختی طبیعی، کشاورزی بوم شناختی، آلی، زنده و پویا و کشت پایدار می‌باشد اما اصطلاح کشاورزی پایدار متداولتر است (Ingels, 2001)

کشاورزی پایدار یعنی منابع و خدمات را به شکل بهینه مورد استفاده قرار دادن، بدون آنکه به محیط زیست صدمه وارد نماید. این عمل، توسط فرایندهای طبیعی مانند چرخه‌های غذایی، تثبیت ازت، تجدید قوای خاک و دشمنان طبیعی آفات به جای استفاده از سموم شیمیایی انجام می‌گیرد (Absher, 2000). در کشاورزی پایدار کاربرد منابع غیر قابل تجدید که به محیط زیست و سلامتی کشاورزان و مصرف کنندگان زیان می‌رساند، کاهش می‌یابد.

مفهوم مدیریت زراعی

مدیریت تنها عامل برای توسعه بهره‌برداری از منابع موجود می‌باشد. در این رابطه، مدیریت به انجام تصمیمی توسط خود فرد یا سایر افراد گفته می‌شود. مدیریت فعالیت جامعی از ترکیب و هماهنگی منابع انسان، فیزیکی و مالی است، به نحوی که کالا یا خدمتی ارابه و یک محیط کاری قابل قبول و سازگاری فراهم شود (Mowo et al., 2006). در نظام کشاورزی توسعه یافته، مدیریت مزرعه و عوامل تولید یکی از ضرورت‌های توسعه واحدهای زراعی است. لذا نیاز به توسعه

¹ Modernized Agriculture

² Conventional Agriculture

³ Resource-degrading Agriculture

⁴ Industrialized Agriculture

⁵ Intensive Agriculture

⁶ Alternative Agriculture

⁷ Low External Inputs Agriculture

⁸ Low Input Sustainable Agriculture

⁹ Balanced Input Sustainable Agriculture

¹⁰ Resource Conserving Agriculture

نوعی سیستم مدیریت محصولات زراعی احساس می‌شود که قادر به نگهداری و یا افزایش عملکرد بوده و کیفیت محیط زیست پایدار را نیز تضمین نماید.

مدیریت زراعی مطلوب با کشاورزی متمرکز و پرمحصول منطبق است (Ruyschaert *et al.*, 2005). یک تعریف متداول از مدیریت مزرعه عبارت است از علم سازماندهی و کنترل منابع از یک مزرعه خصوصی یا ملکی که بیشترین مزایای اقتصادی را برای تشکیلات زراعی داشته باشد (Rolls, 2001). استفاده از علم مدیریت اراضی، رویکردی اساسی جهت حفظ کیفیت منابع پایه یعنی آب و خاک می‌باشد. مدیریت مزرعه مجموعه‌ای عالمانه از مهارت‌هایی است که به مدیر اجازه می‌دهد تا تصمیمات آگاهانه‌ای بگیرد و بتواند تغییراتی را به اجرا درآورد که عملیات را به سمت اهداف پیش‌بینی شده حرکت دهد (Balasubramanian *et al.*, 1999). مدیریت واحد زراعی به معنای استفاده اصولی از کلیه فعالیت‌های کشاورزی در مراحل قبل و در حین کاشت، داشت، برداشت و پس از برداشت در واحد مزرعه تلقی می‌شود. بنابراین، برای مدیریت بهینه و پایدار زراعی در اراضی کشاورزی باید عوامل مختلف زراعی شامل آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز، محصول، آب، بذر، سرمایه، ماشین‌آلات و خاک زراعی به نحو صحیحی اداره شوند.

مدیریت خاک زراعی

پایداری خاک زراعی یک اصل مهم در کشاورزی پایدار است که سلامت و تداوم تولیدات کشاورزی به آن مربوط است. مجموع شیوه‌های مؤثر در پایداری و بهره‌وری خاک زراعی شامل تناوب زراعی، کشت بقولات در تناوب زراعی، استفاده از بقایای گیاهی و کاه و کلش، آب زراعی، مصرف بهینه کودهای و سموم شیمیایی، استفاده از آزمون خاک برای تعیین توصیه کودی و ارزیابی کیفیت خاک، مدیریت شخم حفاظتی، استفاده از روش نوین آبیاری تحت فشار و مدیریت تغذیه می‌باشند. گزینش شیوه‌های مدیریت خاک زراعی می‌تواند تأثیر معنی‌داری بر محیط زیست و بهره‌وری مزرعه داشته باشد. لذا برگزیدن بهترین شیوه‌ها برای بهره‌برداری درست از خاک بخشی مهم از مدیریت مزرعه است (Caswell *et al.*, 2001).

مدیریت تغذیه

1- مدیریت کودهای پرمصرف

مدیریت مؤثر حاصلخیزی خاک کلیدی برای کشاورزی پایدار است. در مقطع زمانی فعلی مصرف بهینه کود، مؤثرترین، سریع‌ترین، سهل‌الوصول‌ترین و اقتصادی‌ترین راه تحقق طرح افزایش عملکرد محصولات کشاورزی است (ملکوتی و نفیسی، 1383). مقدار، زمان و فرم مصرف کود از عوامل بنیادین برای کاربرد بهینه کودهای شیمیایی و افزایش بازده مصرفی آنها است (ملکوتی و همایی، 1383). در حالی که هم‌اکنون استفاده از کودهای شیمیایی در سطح کشور در حد مصرف متوسط جهانی است، لیکن مقدار تولید در واحد سطح به مراتب کمتر از کشورهای توسعه یافته می‌باشد. متأسفانه در کشور ما در گذشته به تغذیه گیاهی به‌عنوان علم تخصصی توجهی نشده و توصیه‌های کودی عمدتاً کلیشه‌ای بوده و از حد توصیه چند کیسه اوره و فسفات آمونیوم تجاوز نکرده است. نگاهی به آمار سی‌ساله مصرف کود در کشور و مقایسه تفاوت عملکرد تولیدکنندگان نمونه کشور با متوسط تولیدات کشور گویای این واقعیت تلخ است که مصرف زیاد ازت و فسفر در اکثر اراضی کشاورزی مسأله آفرین شده است. در حالی که در کشورهای پیشرفته نسبت مصرف ازت، فسفر و پتاسیم در حدود 100، 50 و 40 است، اما این نسبت در ایران در سال 1375 برابر 100، 65 و 8 بوده است (ملکوتی و تهرانی، 1378). در حال حاضر، مصرف جهانی کود (بر حسب عناصر غذایی) جمعاً 143 میلیون تن می‌باشد که کودهای نیتروژنی برابر 85 میلیون تن، فسفر 34 میلیون تن و پتاسیم (K₂O) برابر 24 میلیون تن می‌باشد (ملکوتی و نفیسی، 1383).

امروزه از کودهای شیمیایی به عنوان ابزاری برای دستیابی به حداکثر تولید در واحد سطح استفاده می‌شود. استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی موجب اثرات مخرب از قبیل کاهش نفوذپذیری آب در خاک، افزایش وزن مخصوص ظاهری، افزایش سرعت تجزیه مواد آلی، کاهش عناصر کمیاب خاک مانند روی، آهن، مس، منگنز و منیزیم، کاهش تنوع زیستی، افزایش حساسیت خاک به خشکی، محدودیت رشد ریشه و در نهایت کاهش رشد را در پی داشته است (ریجنتیس و

همکاران، 1376). بنابراین، کوددهی متعادل، یکی از عوامل مهم در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت تمام محصولات کشاورزی و در نهایت پایداری خاک زراعی به ویژه در خاک‌های شور است. تحقیقات نشان می‌دهد که با اعمال مدیریت و تغذیه مناسب خاک کارایی مصرف آب 25-40 درصد در سیستم‌های خاک‌ورزی مختلف افزایش می‌یابد (محمدی، 1384).

تجمع فسفر نیز در خاک‌ها می‌تواند سبب آلودگی محیط زیست و همچنین کمبود عناصر غذایی در گیاهان گردد. نتایج تحقیقات نشان داد استفاده بیش از حد کودهای فسفره باعث ایجاد ترکیبات شیمیایی در لایه‌های ذرات رس خاک و در نتیجه عدم جذب سایر عناصر موجود نظیر روی در خاک را فراهم می‌آورد. در ایران به دلیل مصرف بی‌رویه کودهای فسفاته در برخی اراضی کشاورزی، تجمع بیش از حد کادمیم در بعضی محصولات زراعی و باغی گزارش شده است (لطف‌اللهی و ملکوتی، 1378).

2- مدیریت کودهای ریزمغذی

عناصر کم‌مصرف عناصری هستند که به میزان کم مورد نیاز گیاهان هستند و به دلیل نقش مهمی که در فعل و انفعالات گیاه دارند، مصرف آنها می‌باید به‌طور جدی مورد توجه قرار گیرد. متأسفانه در کشور ما تا چند سال گذشته تنها به استفاده از دو عنصر ازت و فسفر و گاهی نیز پتاسیم توجه می‌شد و از سایر عناصر که برای رشد و نمو گیاه و تولید عملکردهای بالا ضروری می‌باشند، غفلت می‌گردید (سماوات و همکاران، 1384). خاک‌های اراضی کشاورزی ایران به دلایل متعدد از جمله آهکی بودن، بی‌کربناته بودن آب آبیاری، تنش خشکی در مزارع کشور و پایین بودن مواد آلی در خاک‌های زراعی دچار کمبود شدید عناصر کم مصرف، کمبود مس، روی و بور می‌باشد (ملکوتی و تهرانی، 1378). البته کمبود روی و آهن گسترش جهانی داشته و حدود 30٪ خاک‌های کشاورزی جهان عمدتاً به دلیل آهکی بودن یا مصرف بی‌رویه کودهای فسفاته با کمبود یا کمی قابلیت جذب این عناصر مواجه هستند. کمبود عناصر غذایی ریزمغذی سالانه در کشورهای در حال توسعه بیش از 128 میلیارد دلار خسارت به محصولات کشاورزی وارد می‌کند (ملکوتی و نفیسی،

1383). به طوری که برآورد شده است میزان مصرف کودهای حاوی عناصر ریزمغذی در کشورهای پیشرفته حدود 3٪ کل کود مصرفی است که این نسبت در کشور ما حدود 0/0017٪ کود مصرفی می باشد (همان منبع).

3- مدیریت کودهای آلی

حفظ و مدیریت مواد آلی خاک از اصول مهم در سیستم کشاورزی پایدار است و به علت اثرات سازنده‌ای که بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک دارند به عنوان یکی از ارکان حاصلخیزی خاک‌ها شناخته می‌شوند. امروزه خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک ایران با مشکل کمبود مواد آلی مواجه می‌باشند. این در حالی است که بیش از 60٪ خاک‌های ایران کمتر از 1٪ و در بخش قابل ملاحظه‌ای از آنها کمتر از 0/5٪ ماده آلی دارند (اصغرزاده و همکاران، 1383). برای نمونه یک درصد افزایش در مواد آلی خاک سالانه به طور متوسط به میزان ده درصد موجب کاهش فرسایش خاک می‌شود. اندک مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که تطبیق روش‌های کشت توأم با مواد آلی (بدون مصرف کود شیمیایی) تولید محصول را تنها به میزان اندکی کاهش می‌دهد، ولی درآمد خالص مزرعه را تا دو برابر افزایش می‌دهد (بوچر، 1376).

منابع آلی نقش عمده‌ای را در دسترسی کوتاه مدت به عناصر غذایی و هم طولانی مدت ماده آلی خاک در اغلب مزارع خرده‌مالک در مناطق نیمه خشک دارد. متأسفانه در مناطق خشک و نیمه خشک ایران، تولید کنندگان به ویژه کشاورزان خرده‌مالک اهمیت کودهای آلی و بیولوژیک را نادیده گرفته و مزایای پرشمار آن را در اصلاح خاک و افزایش تولید به بوتله فراموشی سپرده‌اند (ملکوتی و همایی، 1383). به نحوی که استفاده نامناسب از نهاده‌هایی مانند کودهای شیمیایی مبنی بر آزمون و خطا برای دستیابی به عملکرد بالا، سبب گردیده است تا اهمیت مواد آلی کمتر در نظر گرفته شود. در صورت عدم توجه به مدیریت مواد آلی در سال‌های آتی، انتظار می‌رود که مناطق کشت عمده محصولات، دستخوش تغییراتی اساسی گردد. مخصوصاً که کشاورزان و از آن اسفناک‌تر آنکه سیاست‌گذاران، بیشتر منافع کوتاه مدت و نه برنامه طولانی مدت برای

مدیریت پایدار خاک را مدنظر داشته که این رفتار با خاک سبب مهاجرت و رها شدن زمین‌های زراعی از چرخه کشت گردیده است. در این رابطه، زاهد حسین¹ (2001) برای افزایش ماده آلی خاک اقدامات ذیل را پیشنهاد می‌کند: 1) گسترش کود سبز برای بهبود و پایداری کیفیت خاک؛ 2) افزایش دسترسی کشاورزان به گازهای طبیعی؛ 3) لزوم ایجاد و گسترش برنامه‌های ترویجی و آموزشی کشاورزان از طریق مزارع نمایشی در خصوص مزایای استفاده از مواد آلی برای پایداری زراعت و افزایش درآمد کشاورزان؛ 4) دسترسی آسان به بذور کود سبز؛ 5) استفاده از لگومینه‌ها در تناوب زراعی و کشت مخلوط؛ و 6) تدوین سیاست‌های اجاره‌داری اراضی کشاورزی.

4- مدیریت کودهای سبز

اصلاح، معرفی و کشت ارقام پر محصول از گیاهان مختلف زراعی در سال‌های اخیر، ضرورت تقویت، حفظ و افزایش حاصلخیزی خاک‌های زیر کشت را افزایش داده است. افزایش جمعیت و لزوم استفاده از زمین‌های فقیر و کم بازده و تقویت آنها منجر به کاربرد وسیع و گسترده کودهای شیمیایی در طی 50 سال گذشته گردید. اما عدم اطلاع کافی بسیاری از کشاورزان از نحوه استفاده، زمان مناسب کاربرد، مقدار مناسب و نوع کود مورد نیاز باعث ایجاد مشکلاتی در حفظ حاصلخیزی خاک و افزایش عملکرد گیاهان زراعی شده است. با اینکه کودهای سبز قرن‌ها مورد استفاده بوده است، اما در طی 50 سال گذشته در بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته از دور خارج شده‌اند. زیرا، این کشورها روش دادن کود سبز را در مقایسه با آنچه کودهای شیمیایی می‌توانند انجام دهند، روش کندی یافته‌اند. با توجه به اینکه حدود 85 تا 90 درصد اراضی کشاورزی خشک و نیمه خشک ایران با کمبود مواد آلی مواجه‌اند، لازم است با استفاده از کودهای آلی مخصوصاً کود سبز به عنوان یک عامل مؤثر در اصلاح و بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی به‌کار گرفته شود (تاج‌بخش و همکاران، 1384). لذا لازم است وزارت جهاد کشاورزی از برنامه‌های توسعه و ترویج استفاده از کودهای بیولوژیک همچون استفاده از تناوب‌های زراعی با حداقل هر چهار سال

¹ Zahid Hossain

یکبار دارای کود سبز حمایت کند. از جمله محدودیت‌های استفاده از کودهای سبز می‌توان به محدودیت در آب آبیاری، کاشت بذر، کارگر و پراکنده بودن تحقیقات بر روی گونه‌های کود سبز اشاره نمود. یک هکتار کود سبز معمولاً بین 25 تا 50 تن شاخه، برگ و بافت‌های گیاهی تازه وارد خاک می‌کند. این مقدار برابر با 10 تا 20 تن کود حیوانی بوده و می‌تواند بین یک تا دو تن هوموس به خاک بیافزاید (ملکوتی و همایی، 1383).

5- مدیریت کودهای دامی

یکی از منابع کودهای آلی، کودهای دامی می‌باشد. مطالعات محققان نشان داده است که خصوصیات شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیک خاک در اثر کاربرد کودهای دامی بهبود می‌یابد و به نظر می‌رسد که کاربرد دراز مدت کودهای دامی باعث تغییرات قابل توجهی در الگوی آزادسازی عناصر غذایی می‌شود. با افزایش مقدار ماده آلی میزان شوری کاهش یافته و با کاهش مقدار نمک‌ها قدرت یونی افزایش و در نتیجه PH افزایش می‌یابد. استفاده از کودهای دامی کاملاً پوسیده در مناطق معتدل و سرد باعث گرم شدن و تسریع در جوانه‌زنی بذر می‌شود (کوک و اسکات، 1377).

استفاده از کودهای دامی یکی از جنبه‌های مهم در چرخش عناصر محسوب می‌شوند. زیرا بیشترین عناصر غذایی که به‌عنوان غذا وارد بدن دام‌ها می‌شوند، در کود آنها موجود هستند. میزان هدرروی عناصر از چرخه غذایی، بیشتر از طریق برداشت محصول صورت می‌گیرد. میزان این هدرروی در صورتی به حداقل می‌رسد که محصولات تولیدی در مزرعه به مصرف دام‌ها برسد. به‌منظور افزایش مواد غذایی خاک و جایگزینی برای کودهای شیمیایی می‌توان از کودهای دامی استفاده نمود. این امر منجر به بهبود بافت فیزیکی خاک شده، پوکی و نرمی خاک را افزایش داده و باعث افزایش محصول در کوتاه‌مدت و دراز مدت می‌شود (عمانی و همکاران، 1381).

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

امروزه پایداری معیار سنجش فعالیت‌های مختلف شده است و روند افزایش رشد جمعیت و لزوم

تأمین غذای آنها باعث توجه بیشتر کشورهای جهان به توسعه پایدار کشاورزی شده است. کشاورزی و توسعه منابع طبیعی پایدار یعنی بهره‌مندی، مدیریت و محافظت منابع طبیعی و تعیین تغییرات فنی به‌منظور دسترسی پایدار به نیازهای بشری نظیر غذا، آب، مسکن و سوخت برای نسل فعلی و آینده. از طرف دیگر، مدیریت در کشاورزی جهت رسیدن به پایداری بسیار مهم است. بدین جهت توسعه کشاورزی، بدون برنامه‌ریزی مناسب و تلاش همه‌جانبه توسط دستگاه‌های مسئول و رشد آگاهی زارعان، با مشکلات زیادی روبه‌رو بوده و با کندی انجام خواهد شد. از این‌رو، توجه به مسأله مدیریت تولید از ابعاد گوناگون آن و شناخت تنگناها و عوامل محدودکننده آن و ارائه راه‌حل‌های اجرایی مناسب محققاً راهگشای تحول در تولید محصولات کشاورزی و بهره‌برداری مطلوب‌تر از عوامل تولید خواهد بود.

مدیریت واحد زراعی به معنای استفاده اصولی از کلیه فعالیت‌های کشاورزی در مراحل قبل و در حین کاشت، داشت، برداشت و پس از برداشت در واحد مزرعه تلقی می‌شود. بنابراین، برای مدیریت بهینه و پایدار زراعی در اراضی کشاورزی باید عوامل مختلف زراعی از جمله خاک زراعی به نحو صحیحی اداره شوند. مدیریت تغذیه خاک در قالب مدیریت کودهای پرمصرف، دامی، آلی، سبز و ریز مغذی‌ها از جمله مهمترین روش‌های مدیریتی برای ایجاد پایداری در کشاورزی می‌باشند.

منابع

- 1- اصغرزاده، الف.، ملکوتی، م. ج.، بهرامی، ح. ع.، ابراهیمی، س. و بای‌بوردی، الف. (1383). ماده آلی و نقش آن در اصلاح خاک‌های کشور. در: بنایی، م. ح.، مومنی، ع.، بای‌بوردی، م. و ملکوتی، م. ج. (ویرایشگران). خاک‌های ایران: تحولات نوین در شناسایی، مدیریت و بهره‌برداری. تهران: انتشارات سنا. صص. 258-213.
- 2- بوچر، د. (1376). بهره‌رسانان به خاک کشاورزی (ترجمه: بغوری، الف.). مجموعه مقالات توسعه پایدار کشاورزی، تهران: فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، صص 273-261.
- 3- تاج‌بخش، م.، حسن‌زاده قورت‌تپه، ع. و درویش‌زاده، ب. (1384). کودهای سبز در

کشاورزی پایدار. آذربایجان غربی: جهاد دانشگاهی واحد ارومیه.

4- ریجنٹیس، ک.، هاورکوت، بی. و آنواترز، بی. (1376). کشاورزی برای آینده؛ روش کاربرد کم

نهادها و کشاورزی پایدار (ترجمه: حسینی عراقی، ه.). مجموعه مقالات توسعه پایدار

کشاورزی، تهران: فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه. صص 113-165.

5- عمانی، الف.، نوریوند، الف. و چیدری، م. (1381). کشاورزی پایدار کم‌نهاد: راهبردی نوین

برای حفظ منابع زیست‌محیطی. ماهنامه جهاد، سال بیست و دوم، شماره 252. صص: 45-

35.

6- محمدی، م. (1384). مدیریت خاک در راستای افزایش مصرف آب. فصلنامه خشکی و

خشکسالی کشاورزی، شماره 18. صص: 61-72.

7- ملکوتی، م. ج. و تهرانی، م. م. (1378). نقش زیرمغذی‌ها در افزایش عملکرد بهبود کیفیت

محصولات کشاورزی، عناصر خرد با تأثیر کلان. تهران: دانشگاه تربیت مدرس.

8- مؤمنی، ع. و ملکوتی، م. ج. (1383). وضعیت کشاورزی ایران. در: بنایی، م. ح.، مؤمنی، ع.،

بای‌بوردی، م. و ملکوتی، م. ج. (ویرایشگران)، خاک‌های ایران: تحولات نوین در شناسایی،

مدیریت و بهره‌برداری. تهران: انتشارات سنا. صص: 72-89.

9- ملکوتی، م. ج. و نفیسی، م. (1383). مدیریت حاصلخیزی خاک. در: بنایی، م. ح.، مؤمنی، ع.،

بای‌بوردی، م. و ملکوتی، م. ج. (ویرایشگران)، خاک‌های ایران: تحولات نوین در شناسایی،

مدیریت و بهره‌برداری. تهران: انتشارات سنا. صص: 316-344.

10- ملکوتی، م. ج. و همایی، م. (1383). حاصلخیزی خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک:

مشکلات و راه‌حل‌ها، چاپ دوم. تهران: دانشگاه تربیت مدرس

11- Absher, W. (2000). What is sustainable agriculture. Available at:
<http://www.uky.edu/agriculture/Agprograms/main/pretty1d.gtml>

12- Balasubramanian, V., Morales, A. C., Cruz, R. T. & Abdurachman, S. (1999). On-farm adaptation of knowledge-intensive nitrogen management technologies for rice systems. *Nutrient Cycling in Agro-ecosystems*, 53: 59-69.

- 13- Caswell, M., Fuglie, K., Ingram, C., Jans, S. & Kascak, C. (2001). Adoption of agricultural production practices: lessons learned from the U.S. Department of Agriculture Area Studies Project. Agricultural Economic Report No. (AER792), Economic Research Service/USDA.
- 14- Dunlap, R. E., Beus, C. E., Howell, R. E., & Wand, J. (1992). What is sustainable agriculture. An empirical examination of faculty and farmer definitions. *Journal of Sustainable Agriculture*, 3 (1): 5-35.
- 15- Ingels, C., Campbell, D., George, M. R., & Bradford, E. (2000). What is sustainable agriculture. Available at: <http://www.Sarep.ucdavis.edu/concept.htm>
- 16- Mowo, J. G., Janssen, B. H., Oenema, O., German, L. A., Mrema, J. P. & Shemdoe, R. S. (2006). Soil fertility evaluation and management by smallholder farmer communities in northern Tanzania. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 116: 47– 51.
- 17- Rolls, M. J. (2001). Review of farm management in extension programs in central and eastern European countries. FAO, Rome, Italy
- 18- Ruyschaert, G., Poesen, J., Verstraeten, G. & Govers, G. (2005). Interannual variation of soil losses due to Sugar Beet harvesting in west Europe. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 107: 317– 329.
- 19- Zahid Hossain, M. (2001). Farmer's view on soil organic matter depletion and its management in Bangladesh. *Nutrient Cycling in Agro ecosystems*, 61: 197–204.