



کشاورزی دقیق، رهیافتی پایدار در مدیریت سامانه‌های کشاورزی

میثم منتی‌زاده و غلامحسین کرمی

دانشجویان کارشناسی ارشد مهندسی ترویج و آموزش کشاورزی

چکیده

ضرورت ارائه‌ی الگویی از کشاورزی، جهت کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از کشاورزی متداول و همچنین افزایش بهره‌وری، بیش از پیش احساس می‌شود. در این خصوص، چند سالی است که بحثی تحت عنوان کشاورزی دقیق مطرح شده است. این سامانه با ارائه‌ی فناوری‌های پیشرفته و اعمال مدیریت متغیر، سعی در برآورده کردن مقاصد مذکور دارد.

در کشاورزی دقیق سعی می‌شود با نظارت بر مزرعه و مدیریت صحیح نهاده‌ها و منابع کشاورزی همگام با حفظ محیط‌زیست، بازده تولید نیز افزایش یابد. بنابراین، یکی از مهم‌ترین مسائل در کشاورزی دقیق، مدیریت دقیق و مؤثر نهاده‌های کشاورزی در جهت کاهش آلودگی‌ها و افزایش عملکرد است.

در این تحقیق، که به روش مروری و با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای صورت گرفته است، تلاش دارد تکنولوژی کشاورزی دقیق و مدیریت متغیر در کشاورزی را معرفی نماید. ابتدا اهمیت پیدایش کشاورزی پایدار و مفاهیم مرتبط با آن ذکر می‌شود، سپس الگوهایی از کشاورزی، که تاکنون جهت ایجاد پایداری در کشاورزی ارائه شده است، مورد بحث قرار می‌گیرد و در پایان به معرفی کشاورزی دقیق و تکنولوژی پیشرفته آن پرداخته خواهد شد.

با توجه به رشد روزافزون جمعیت در جوامع مختلف، به خصوص در کشورهای در حال توسعه و زبان‌های ناشی از کاربرد کشاورزی متداول، روی آوردن به چنین تکنولوژی‌هایی با هدف مدیریت پایدار نهاده‌ها ضروری

به نظر می‌رسد. پیشنهاد می‌شود با انجام تحقیقات بیش‌تر در حیطه‌ی این نوع از سامانه‌های کشاورزی و تکنولوژی‌های مربوطه، راه‌های دستیابی به کشاورزی پایدار هموار شود.

کلیدواژه‌ها: کشاورزی پایدار، کشاورزی دقیق، مدیریت.

مقدمه

با پیدایش کشاورزی، در فعالیت‌های بشر انقلاب بزرگی اتفاق افتاد. بشر، در طول قرن‌ها، با استفاده از شیوه‌های سنتی کشت و زرع در جهت تأمین مایحتاج زندگی خود برآمد و همواره به طبیعت، که موهبتی الهی است، توجه می‌نمود. هنگامی که کشاورزی صنعتی جایگزین کشاورزی سنتی شد، اگر چه به رشد شگفت‌انگیز تولید محصولات کشاورزی منجر شد، تخریب محیط‌زیست و فرسایش منابع طبیعی را نیز به دنبال داشت (۸). به طوری که در حال حاضر پدیده‌های مهمی چون فرسایش خاک، آلودگی آب‌وهوا، تخریب جنگل‌ها و پوشش گیاهی، بیابان‌زایی، گرم شدن کره‌ی زمین و تخریب لایه‌ی اوزن، شور شدن خاک‌ها و کاهش تنوع ژنتیکی همزمان با رشد بی‌رویه‌ی جمعیت، هر روز ابعاد تازه‌ای پیدا می‌کند (۹ و ۱۰).

با توجه به گسترش نگرانی‌ها نسبت به معضلات مخرب زیست‌محیطی در سطح جهان، تفکر توسعه‌ی پایدار از اواسط دهه‌ی ۱۹۶۰ از سازمان ملل متحد شروع شد و به تدریج در برنامه‌های توسعه‌ی اقتصادی بانک جهانی و سازمان‌های متصدی حفظت محیط‌زیست و حتی در برنامه‌های آموزشی و تحقیقاتی دانشگاه‌ها تأثیر گذاشت. براساس دیدگاه توسعه‌ی پایدار، حفظ جریان‌ات اکولوژیکی، استفاده‌ی اقتصادی از منابع و حفاظت از تنوع ژنتیکی سه پیش شرطی است که در خصوص سیاست‌های توسعه در نظر گرفته شده است (۶). از سوی دیگر، مدل‌های نو در توسعه‌ی پایدار، تکنولوژی‌های نوین و سالم از دیدگاه زیست‌محیطی را در تمام برنامه‌ریزی‌ها و سرمایه‌گذاری اقتصادی می‌گنجانند (۱).

همراستا با بسط تئوری‌ها و دیدگاه‌های توسعه‌ی پایدار، موضوع پایداری در بخش محیط‌زیست و کشاورزی بیش‌ترین نگاه‌ها را در تمام حوزه‌ها به خود معطوف داشت. در واقع کشاورزی پایدار نوعی کشاورزی است که در جهت منافع انسان است، کارایی بیش‌تری در استفاده از منابع دارد و با محیط در توازن است.

به عبارت دیگر، کشاورزی پایدار، سامانه‌ای است که از نظر اقتصادی سودمند، از بعد سیاسی قابل قبول، از منظر فناوری بوم سازگار، از بعد مدیریتی قابل اجرا، از نظر زیست‌محیطی سالم و از بعد اجتماعی نیز قابل پذیرش و پایاست (۸). کمیته‌ی فنی گروه مشاوران تحقیقات کشاورزی بین‌المللی، کشاورزی پایدار را مدیریت موفق منابع کشاورزی، در جهت تأمین نیازهای متغیر انسانی همراه با بقای کیفیت محیط و حفاظت از منابع طبیعی تعریف نموده است (۶).

براساس دیدگاهی که از سوی مؤسسه‌ی منابع جهانی (The World Resources Institute) ارائه شده، نظام کشاورزی پایدار، نظامی است که به شیوه‌ای پایا و با دوام، بهره‌برداری اساسی از منابع طبیعی و الگوهای زراعی را بهبود می‌بخشد. در واقع، نظام کشاورزی پایدار مبتنی بر ملاحظات زیست‌محیطی است و با استفاده‌ی حداقل از نهاده‌های غیرمزرعه‌ای، ضمن توجه به راندمان مطلوب اقتصادی، حقوق نسل‌های آینده را نیز در نظر دارد (۳). فدراسیون جهانی تولیدکنندگان کشاورزی نیز، سامانه‌های پایدار کشاورزی را باثبات و تجدیدشونده، مولد و سودآور، انعطاف‌پذیر و مناسب و در نهایت خوداتکا می‌داند (۳).



مراحل توسعه فناوری‌های کشاورزی

تاکنون فناوری‌های کشاورزی، سه مرحله توسعه را پشت سر گذاشته‌اند که براساس آن‌ها برای کشاورزی نیز سه راهبرد تبیین گردید. در مرحله اول، توسعه فناوری بر فناوری‌های کشاورزی متداول استوار بود که هدف آن کاربرد مکانیزاسیون جهت کاهش نیروی کار در مزارع بوده است. مرحله دوم مشتمل می‌شد بر توسعه فنون نقشه‌برداری، ادوات مربوط به میزان متغیر نهاده‌ها و سیستم‌های پشتیبانی مبتنی بر فناوری‌های اطلاعات و مرحله سوم، آغاز بلوغ فناوری‌های خردگرا بوده است.

به عبارت دیگر، از این منظر، تاکنون کشاورزی در خصوص توسعه و کاربرد فناوری، سه سناریو را پشت سر گذاشته است. اولین سناریو مبتنی بر شعار «بازده بیش‌تر، نتیجه‌ی مصرف نهاده‌ی بیش‌تر» بود که کشاورزی متداول یا متعارف باب شد و با کاربرد بیش‌تر ماشین‌آلات و کاهش نیروی کارگر در مزارع همراه گردید. پس از آن، پس از آن، با معلوم شدن پیامدهای منفی کشاورزی متداول و کاربرد بی‌رویه‌ی نهاده‌ها، سناریو دومی با شعار «کاهش نهاده‌ها همراه با ثابت نگه داشتن بازده» مطرح شد که تداعی کننده‌ی کشاورزی صنعتی گردید. سناریو سوم



که در ادامه‌ی توسعه‌ی تکنولوژی کشاورزی شکل گرفت، شعار «بهینه نمودن نهاده - بازده» بود که هدف کشاورزی دقیق است (۵).

نکته‌ی قابل تأمل و توجه آن است که کشاورزی پایدار، مخالف به کارگیری نهاده‌ها و فناوری پیشرفته و در نتیجه افزایش عملکرد نیست، بلکه در کشاورزی پایدار، برخلاف کشاورزی مدرن که بر جزءنگری یا ساده‌انگاری استوار است، جامع‌نگری حاکم است. یعنی برآیند منافع و مضرات، به حساب آورده می‌شود. بدون تردید برای جمعیت فعلی جهان، نمی‌توان کاملاً متکی به روش‌های سنتی تولید بود و لازم است از روش‌های جدید و علوم و تکنولوژی‌های وابسته، بهره گرفت. ولی باید توجه داشت که این موضوع، نباید به انهدام نظام‌های تولید سنتی و نادیده گرفتن دانش بومی و ارزش‌های اجتماعی و فرهنگی جوامع منجر شود (۱۲).

طی سال‌ها دانشمندان در جست‌وجوی الگو یا سامانه‌های جهت حصول پایداری در کشاورزی بودند. در این راستا، راهبردهایی هم‌چون کشت بیولوژیک (Biological Farming)، کشاورزی زیست‌محیطی (Ecological Farming)، کشاورزی با به کارگیری نهاده‌های کم بیرونی (Farming low)، کشاورزی دارای توان چرخشی (Regenerative Farming)، کشاورزی جای‌گزین (Agriculture Alternative) و کشاورزی ارگانیک (Organic Farming)، مرتبط با نظام کشاورزی پایدار و با ملاحظات زیست‌محیطی شد (۹).

توسعه‌ی پایدار را در واقع، تلاش برای ایجاد توازن بین رشد اقتصادی و حفاظت محیطی تعریف کرده‌اند. این توازن به سامانه‌های کشاورزی مدرنی نیاز دارد تا در سیستم‌های اجتماعی، انسانی، بیولوژیک و اقتصادی ادغام شوند و به ایجاد سیستم پایداری منجر گردد (۱۲). متخصصین علوم زراعی در سالیان اخیر به دنبال شیوه‌های نوینی از مدیریت مزرعه بوده‌اند که، علاوه بر بهینه‌سازی مصرف نهاده‌ها، عملکرد را نیز افزایش دهد و در نهایت، بازده اقتصادی تولید را بالا ببرد.

در طی ۱۵ سال اخیر، محققان دریافته‌اند که خصوصیات و پارامترهای مزرعه، اعم از خصوصیات گیاه و خاک، تحت تأثیر شرایط زمانی و مکانی تغییرپذیرند (۱۱). در سطح یک مزرعه‌ی هر چند کوچک با متغیرهای مختلفی مواجه هستیم. از یک سو تفاوت ویژگی‌های خاک در قسمت‌های

مختلف مزرعه و از سوی دیگر نیازهای متفاوت گیاهان بخش‌های مختلف مزرعه و نیز سایر عوامل متغیر در سطح مزرعه به اعمال مدیریت متغیر و متناسب با هر قسمت از مزرعه نیازمند است. نیاز به چنین مدیریتی، فلسفه‌ی اصلی پیدایش سیستم کشاورزی دقیق (Precision Agriculture) بوده است (۳). تکنولوژی‌های کشاورزی دقیق به شکل باورنکردنی از بیش از ۱۶ سال پیش در آمریکا و اروپای شمالی گسترش یافته و مورد توجه واقع شده‌اند. اولین کاربردهای کشاورزی دقیق در سطح جهان، از قبل از دهه‌ی ۱۹۹۰ شروع شد اما پذیرش اولیه‌ی آن در پایان دهه‌ی ۱۹۹۰ در بین کشاورزان شروع گردید (۴).

مفهوم کشاورزی دقیق

در کشاورزی مرسوم، هر مزرعه یک واحد تلقی می‌شود و مدیریت مزرعه، بر مبنای شرایط و خصوصیات متوسط مزرعه‌ای صورت می‌گیرد. در نتیجه، نهاده‌ها براساس همین خصوصیات تعریف می‌شوند. اما کشاورزی دقیق، با استفاده از فناوری‌های اطلاعاتی، مزرعه را به واحدهای کوچک‌تر تقسیم‌بندی می‌کند و سپس به تعیین خصوصیات هر واحد می‌پردازد. در نتیجه با استفاده از این فناوری‌ها، تولیدکننده‌ها قادر خواهند بود منابع در اختیار و نهاده‌های تولید را در محل مورد نیاز به صورت دقیق اعمال نمایند و در نهایت از تلفات و هدر رفت انرژی بکاهند. به عبارت ساده‌تر، نظر به این که خصوصیات مزرعه‌ای تغییرپذیر است، هدف کشاورزی دقیق نیز به تناسب این تغییرپذیری‌ها، اعمال متغیر نهاده‌ها خواهد شد (۱۱).

واژه‌ی کشاورزی دقیق عبارت است از مدیریت دقیق گیاه و خاک، مطابق با شرایط متغیر یک مزرعه. در فرهنگ اصطلاحات علمی از واژه‌هایی هم‌چون کشاورزی موضعی (Spot Agriculture) نیز یاد شده‌است. با این رویکرد، اندیشمندان کشاورزی دقیق را یک راهبرد مدیریتی می‌دانند که اطلاعات مفصل و جزء به جزء مکان‌های معین را به کار می‌گیرد تا درون دادها و نهاده‌های تولید را دقیق‌تر مدیریت نماید. این مفهوم گاهی زراعت دقیق و مدیریت مکان معین نیز نامیده می‌شود (۴).

کشاورزی دقیق نوعی کشاورزی است که در آن مدیریت نهاده‌های تولید محصولات زراعی، نظیر کود شیمیایی، آهک، علف‌کش، بذر و غیر آن‌ها براساس ویژگی‌های مکانی مزرعه با هدف کاهش ضایعات، افزایش



درآمد و حفظ کیفیت محیط زیست اجرا می گردد (۱۰). خازلا (۲۰۰۱) کشاورزی دقیق را علم و هنر کاربرد فناوری های پیشرفته با هدف بالا بردن تولید محصول می داند و این در حالی است که این فناوری ها، آلودگی های زیست محیطی بالقوه را به حداقل می رسانند (۱۳). به اعتقاد بلک مور (۲۰۰)، کشاورزی دقیق یک فرآیند مدیریتی است نه یک مجموعه فناوری صرف که متغیرهای زمانی و مکانی را مورد ارزیابی و سنجش قرار می دهد. این سیستم مدیریتی اهمیت تغییرپذیری را در شرایط اقتصادی و اکولوژیکی می سنجد، پیامدهای مورد نیاز محصول و مزرعه را تعیین می کند، به احتیاجات ویژه محصول در زیست بوم توجه دارد و در نهایت راهکارهایی را برای مدیریت تغییرپذیری ایجاد می کند تا به پیامدهای تعیین شده، دست یابد (۴).

به طور کلی می توان گفت کشاورزی دقیق در پی دو امر مهم است: افزایش تولید و بهره وری و کاهش اثرات نامطلوب زیست محیطی ناشی از مصرف نهاده ها از طریق مدیریت مؤثر و کارای نهاده های کشاورزی همراه با کاهش استفاده از آنها

بینش کشاورزی دقیق شامل به کارگیری برخی از ابزارهای پیشرفته ای ارزیابی شرایط مزرعه است که در جهت اعمال نهاده هایی چون کودها و مواد شیمیایی در یک مقیاس متناسب است و از طریق استفاده از فناوری هایی هم چون سیستم های مکان یابی ماهواره ای، حسگرهای الکترونیکی، کنترل کننده ها و نرم افزارهای پیشرفته کشاورزی می توان تفصیلی از عملیات های متنوع کشاورزی را در سامانه های تولیدی خلق نمود. در واقع فلسفه ی کشاورزی دقیق این است که برای افزایش بازده اقتصادی و کاهش آلودگی های زیست محیطی و فرسایش منابع طبیعی، نهاده های کشاورزی مصرفی، مثل کودهای شیمیایی، آفت کش ها و علف کش ها، دقیقاً به همان میزان مورد نیاز هر بخش کوچک مزرعه، به کار روند، نه کم تر و نه بیش تر (۱۳).

از نظر فونتاس و همکاران (۲۰۰۵)، کشاورزی دقیق، مدیریت تغییرپذیری زمانی و مکانی مزرعه و یک مفهوم مدیریتی است که مدیریت و نیز فناوری های اطلاعات

و ارتباطات را جهت ارزیابی و تحت عمل قرار دادن تغییرپذیری درون مزرعه، در هم ادغام می کند (۴). با اجرای کشاورزی دقیق امکان وقوع هر یک از حالت های زیر وجود دارد (۱۰):
(الف) عملکرد بیش تر محصول با همان سطح از نهاده ها، فقط با تغییر نحوه ی توزیع آنها؛
(ب) عملکرد محصول در سطح قبلی با کاهش مصرف نهاده ها؛
(ج) عملکرد بیش تر محصول با کاهش نهاده ها.

اکثر محققان، کشاورزی دقیق را مجموعه ای از فناوری های پیشرفته یا تفکر مدیریتی در باب مدیریت منابع کشاورزی با استفاده از مجموعه فناوری های نوین می دانند

اهداف کشاورزی دقیق

از دیدگاه گرسیو و همکاران (۲۰۰۲)، اهداف کشاورزی دقیق عبارتند از:
۱. افزایش در بهره وری و سودبخشی،
۲. پایداری تولید؛
۳. بهبود در کیفیت محصول؛
۴. مدیریت مؤثر و کارای آفات؛
۵. محافظت منابع انرژی، آب و خاک و حفاظت از آب های سطحی و زیرزمینی (۴).

به طور کلی می توان گفت کشاورزی دقیق در پی دو امر مهم است: افزایش تولید و بهره وری و کاهش اثرات نامطلوب زیست محیطی ناشی از مصرف نهاده ها از طریق مدیریت مؤثر و کارای نهاده های کشاورزی همراه با کاهش استفاده از آنها. برای این دو هدف مهم، سه مرحله ی اساسی نیز که عبارتند از الف) شناسایی و تشخیص تغییرپذیری ب) مدیریت تغییرات و پ) ارزیابی عملی برای سیستم کشاورزی دقیق تعریف شده است (۱۱). برای ارزیابی عملی استفاده از فناوری های کشاورزی دقیق، سه مؤلفه ی اقتصاد، محیط زیست و انتقال فناوری مهم اند.

تغییرات مزرعه ای می تواند مکانی (Spatial) یا زمانی (Temporal variable) باشد. این دو نوع تغییرپذیری در کشاورزی دقیق، بسیار مهم است. با شناخت تغییرات مکانی و زمانی در مزرعه می توان مدیریت متناسب با این تغییرات را اعمال نمود، که به آن مدیریت

موضعی محصول (Site - Specific Crop Management) می‌گویند (۴). چهار فناوری اساسی در کشاورزی دقیق عبارت‌اند از (۱۰):

سنجش از راه دور (Remote Sensing)؛

سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)؛

ایستگاه‌های سیستم موقعیت‌یاب جهانی (DGPS)؛

فناوری‌های نسبی متغیر (VRT).

کمیته‌ی فنی گروه مشاوران تحقیقات کشاورزی بین‌المللی، کشاورزی پایدار را مدیریت موفق منابع کشاورزی، در جهت تأمین نیازهای متغیر انسانی همراه با بقای کیفیت محیط و حفاظت از منابع طبیعی تعریف نموده است

از طریق عکس برداری فضایی از سطح مزرعه می‌توان اطلاعات مفیدی در خصوص رطوبت موجود در گیاه و خاک، سطح پوشش گیاهی و مواردی از این قبیل به‌دست آورد. از طریق هیچ‌گونه تصرفی از جهت عبور و مرور ادوات و ماشین‌ها یا نمونه‌برداری در مزرعه صورت نمی‌گیرد. سیستم مکان‌یاب جهانی (GPS)، قلب کشاورزی دقیق است. دریافت‌کننده‌ی جی‌پی‌اس (GPS) وسیله‌ای است که موقعیت خود را از طریق چهار سیگنال ماهواره‌ای و محاسبات مثلثاتی در روی زمین تعیین می‌کند.

خطاهایی که در این سیستم وجود دارد، با نصب یک ایستگاه ثابت، که دارای موقعیت ثابت و مشخصی است، کم‌تر می‌شود. این دستگاه، سیگنال‌های فرستاد شده از چهار ماهواره را دریافت می‌کند. سپس، از مقایسه‌ی محل محاسبه شده با محل دقیق خود، مقدار خطا را محاسبه می‌نماید و موقعیت دقیق را به واحدهای سیار در سطح مزرعه، می‌فرستد. این سیستم، جی‌پی‌اس دی (Global Positioning System Differential) نام دارد.

از آنجایی که کشاورزان بهره‌برداری‌کننده از سیستم کشاورزی دقیق به سطح بالایی از دانش پردازش اطلاعات نیاز دارند، نرم‌افزارهایی لازم است تا بتوانند با استفاده از مقادیر اندازه‌گیری شده و موقعیت مکانی، اطلاعات مفید را کنترل یا تحلیل کنند. سیستم جی‌پی‌اس همین نقش را ایفا می‌کند و قادر است با استفاده از خصوصیات مثل بافت خاک، نوع محصول و وضعیت مواد معدنی خاک، لایه‌های مختلفی از اطلاعات را به صورت نقشه

ترسیم نماید. فناوری‌های نسبی متغیر (Variable Rate Technology) که در کشاورزی دقیق کاربرد فراوانی دارند، به تجهیزاتی اطلاق می‌شود که می‌توانند به طور خودکار، میزان استعمال مواد را با توجه به موقعیت مکانی تغییر دهند.

در حال حاضر این سیستم‌ها در کودپاشی، کارنده‌ها (بذرکارها، کودکارها) و سیستم‌های آبیاری، توسعه‌ی قابل توجهی داشته‌اند. سهولت دست‌یابی به ابزار و فناوری‌های پیشرفته کشاورزی دقیق، سطح وسیع مزارع، حرفه‌ای بودن و بالا بودن سطح سواد کشاورزان، اطلاع‌رسانی دقیق و گسترده، باعث گسترش استفاده از این فناوری‌ها در کشورهای مثل آمریکا شده است.

با وجود مزایا و منافع فراوان سیستم‌های کشاورزی دقیق در ایجاد سامانه‌های تولیدی با ضریب بهره‌وری بالا در استفاده از منابع، تولید غذای سالم و با کیفیت و کاهش فرسایش محیط‌زیست که به توسعه و کاربرد روز افزون آن در بسیاری از کشورها منجر شده است؛ نوعی نیز در پیش‌روی گسترش این راهکار در برخی از کشورها وجود دارد. از آن جمله می‌توان به مواردی چون اراضی کشاورزی با مساحت کم و پراکنده، پایین بودن سطح سواد و مهارت کشاورزان در دسترس نبودن امکانات و تجهیزات ماهواره‌ای و فضایی، گران و پرهزینه بودن دسترسی به ابزارها و فناوری‌های پیشرفته کشاورزی دقیق اشاره نمود (۱۱).

چالش‌های کاربرد و توسعه‌ی کشاورزی دقیق

منتقدان کاربرد کشاورزی دقیق در کشورهای در حال توسعه مثل ایران، معتقدند که با توجه به سطح کوچک مزارع، تحصیلات پایین اکثر کشاورزان و سایر عوامل محدودکننده، استفاده از این فناوری در کشورهای در حال توسعه، امکان‌پذیر نیست. در پاسخ به این مسئله، باید گفت که اولاً آلودگی‌های زیست‌محیطی روزافزون جمعیت فزاینده در این کشورها، ناگزیر آن‌ها را به سوی استفاده از این فناوری‌ها سوق خواهد داد. زیرا سامانه‌های دیگر کشاورزی مثل سنتی و ارگانیک، نمی‌توانند پاسخ‌گوی امنیت غذایی جمعیت رو به تزاید باشند.

پس بهتر است با زمینه‌سازی مناسب، در جهت رفع این محدودیت‌ها اقداماتی صورت گیرد. ثانیاً هم اکنون نیز در کشورهای در حال توسعه، نقاطی یافت می‌شود



که دارای کشاورزان حرفه‌ای‌تر و باسوادتر و دارای مزارع نسبتاً وسیع هستند. بنابراین می‌توان ترویج و توسعه‌ی این نوع از سامانه‌های کشاورزی را در مزارعی که از نظر فنی، اجتماعی و اقتصادی آمادگی پذیرش آن را دارند شروع نمود.

البته در این خصوص دولت‌مردان می‌توانند نقش مهمی ایفا نمایند و با مهیا کردن بسترهای لازم و تشویق و ترغیب کشاورزان به استفاده از آن‌ها، در تسهیل و کوتاه کردن این روند تلاش کنند. علت نوپا بودن نهضت کشاورزی دقیق، لازم است در ابتدا تحقیقات علمی در کشورهای مختلف بر روی آن صورت گیرد و مراکز علمی و پژوهشی، تحقیقات و پژوهش‌های فراوانی در این زمینه انجام دهند. می‌توان موضوع کشاورزی دقیق را به عنوان موضوعی جهت پروژه‌های دانشجویی، به دانشجویان مقاطع تحصیلی مختلف پیشنهاد نمود. علاوه بر آن باید بودجه‌ای برای تحقیقات در این زمینه مصوب گردد.

با انجام تحقیقات مختلف در این رشته، زمینه‌ی افزایش آگاهی جامعه از این گونه فناوری‌ها ایجاد خواهد شد. بعد از انجام تحقیقات داخلی و تطبیق دادن این گونه فناوری‌ها با شرایط داخلی کشور، باید جهت آشناسازی کشاورزان با این فناوری‌ها آموزش‌های لازم تدارک دیده شود.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

با پیدایش مشکلات زیست‌محیطی ناشی از استفاده‌ی بی‌رویه و غیر اصولی از نهاده‌های شیمیایی، تلاش‌هایی جهت دستیابی به سامانه‌ای با مدیریت نهاده‌ها و منابع کشاورزی (آب، خاک و ...) آغاز شد تا بتواند همزمان با

پاسخ به نیاز روزافزون بشر به مواد مصرفی، مشکلات زیست‌محیطی را نیز کاهش دهد.

در این مسیر، راه‌حلهایی چون کشاورزی ارگانیک و بیولوژیک مطرح شد. مهمترین ایرادی که صاحب نظران به این گونه راه‌حل‌ها داشتند، ناتوانی آن‌ها در جهت دستیابی به رشد عملکرد بود. تا این‌که در دهه‌های پایانی قرن بیستم، مبحث کشاورزی دقیق ارائه شد که ادعا می‌کرد علاوه بر ملاحظات زیست‌محیطی، قادر است از طریق افزایش بازده و کاهش مصرف نهاده‌ها عملکرد را افزایش دهد، به طوری که در طی زمان اندکی که از پیدایش این تفکر می‌گذرد، محققان زیادی در این زمینه تحقیق کرده‌اند و کارایی این سامانه‌ی کشاورزی را اثبات نموده‌اند.

اکثر محققان، کشاورزی دقیق را مجموعه‌ای از فناوری‌های پیشرفته یا تفکر مدیریتی در باب مدیریت منابع کشاورزی با استفاده از مجموعه فناوری‌های نوین می‌دانند. در باب تعیین عوامل مؤثر بر فرایند پذیرش فناوری‌های کشاورزی دقیق تحقیقات متعددی صورت گرفته‌است، که مهم‌ترین این عوامل عبارت بوده‌اند از سطح تحصیلات کشاورز، سودآوری فناوری‌ها، آسانی کاربرد، اندازه‌ی مزرعه، سطح دسترسی به فناوری و مهارت استفاده از کامپیوتر و نرم‌افزارهای مورد نیاز.

در این زمینه تحقیق مدونی در ایران، صورت نگرفته است. در صورتی که کشورهای مختلفی از جمله آمریکا،

فناوری‌های کشاورزی دقیق هزینه‌برند. بنابراین، باید با برنامه‌ریزی بلندمدت در تولید این فناوری‌ها تلاش کرد و برای کوتاه مدت نیز دولت و مؤسسات خصوصی اعتبارات لازم را جهت ورود سیستم‌های مورد نیاز به کشور تأمین و پرداخت نمایند

انگلیس، آلمان، استرالیا، چین، هند و فیلیپین از این گونه فناوری‌ها استفاده نموده و به نتایج خوبی نیز دست یافته‌اند. بر همین اساس و به منظور گسترش حوزه‌ی کاربرد کشاورزی دقیق در کشور پیشنهادهای ذیل ارائه می‌شود:

۱. همان‌طور که می‌دانیم اولین قدم در ارائه‌ی یک نوآوری، دادن آگاهی در آن زمینه به استفاده‌کنندگان است. بنابراین، ضرورت اطلاع‌رسانی و آموزش کشاورزان در این حوزه احساس می‌شود. مجریان باید از طریق رسانه‌های مختلف چاپی، صوتی، تصویری و ... اطلاعات لازم را در اختیار کشاورزان قرار دهند.

۲. لازم است تحقیقات میدانی در زمینه‌ی تعیین عوامل مؤثر در پذیرش این گونه فناوری‌ها در بین کشاورزان مناطق مختلف کشور صورت گیرد.

۳. فقر اطلاعاتی در زمینه‌ی فناوری‌های کشاورزی دقیق در ایران، مشهود است، به طوری که حتی کشاورزان با سطح تحصیلات بالا هم از وجود چنین فناوری‌هایی اظهار بی‌اطلاعی می‌کنند و این امر ناشی از کمبود تحقیقات در داخل کشور است. قسمت اعظم این مسئله، ناشی از ناشناخته ماندن عرصه‌های تحقیق در این زمینه است. لازم است محققان دانش‌تئوری در زمینه‌ی کشاورزی دقیق را به کشور وارد کنند.

۴. تصویب اعتبارات لازم برای تحقیق و تشویق محققین به طراحی و اجرای پروژه‌های مربوط به کشاورزی دقیق نیز ضروری به نظر می‌رسد.

۵. معرفی موضوعات مربوط به کشاورزی دقیق به دانشجویان، جهت انجام پژوهش‌ها و پایان‌نامه‌هایی در این زمینه می‌تواند در توسعه و ترویج چنین سامانه‌های در نظام کشاورزی کشور مثمر ثمر واقع شود و راهگشا باشد.

۶. فناوری‌های کشاورزی دقیق هزینه‌برند. بنابراین، باید با برنامه‌ریزی بلندمدت در تولید این فناوری‌ها تلاش کرد و برای کوتاه مدت نیز دولت و مؤسسات خصوصی

منابع

۱. افزار، ع. (۱۳۷۶). توسعه‌ی پایدار از مفهوم تا عمل. فصل‌نامه‌ی اقتصاد کشاورزی و توسعه. شماره‌ی ۴ ص ۳۸ - ۱۳.
۲. بالغ، م. (۱۳۸۵). کشاورزی دقیق، فناوری نوین در مدیریت مزرعه.
available at: <http://www.tarvij.com/persian/page>
۳. ذوقی، م. و م. چیدری. (۱۳۷۵). رسالت ترویج در توسعه‌ی پایدار کشاورزی و پایداری منابع طبیعی، مجموعه مقالات اولین سمینار علمی ترویج منابع طبیعی، امور دام و آبزیان، معاونت ترویج و مشارکت مردمی. تهران. ایران. ۲۴ - ۲۲ اردیبهشت ۱۳۷۵، ص ۲۸۲ - ۲۶۲.
۴. صالحی، س. (۱۳۵۸). بررسی نگرش مروجان و کارشناسان ترویج سازمان جهاد کشاورزی استان‌های فارس و خوزستان نسبت به کاربرد فناوری‌های کشاورزی دقیق. پایان‌نامه‌ی دوره‌ی کارشناسی ارشد ترویج و آموزش کشاورزی. دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین اهواز.
۵. صالحی، س.، ک. رضایی مقدم، و ع. آجیلی. (۱۳۸۷). کاربرد فناوری‌های نظارت عملکرد: الگویی برای کشاورزی پایدار. مجله علوم ترویج و آموزش کشاورزی. شماره‌ی ۴ (۱)، ص: ۳۲ - ۱۵.
۶. عبادی، م. و ب. مجنونیان. (۱۳۸۶). مقدمه‌ای بر توسعه‌ی پایدار.
available at: <http://www.agri-eng.com/fa/10>
۷. عزمی، ا. (۱۳۸۶). کشاورزی پایدار.
available at: <http://www.keshavarzejav.com>
۸. کامکار، ب. و ع. مهدوی دامغانی. (۱۳۸۷). مبانی کشاورزی پایدار انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
۹. کوچکی، ع.، حسینی، و ا. هاشمی دزفولی. (۱۳۸۶). کشاورزی پایدار. (ترجمه)، چاپ پنجم، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
۱۰. لغوی، م. (۱۳۸۲). راهنمای کشاورزی دقیق برای متخصصین کشاورزی (ترجمه). انتشارات سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی.
۱۱. نیکبخت، ع.، م. و ح. ز. دیزجی. (۱۳۸۴). کشاورزی دقیق، چالش‌ها و دورنمای آن در ایران
12. available at: <http://www.agri-eng.com/fa/2006/03/post-900.php>
13. Harrison, J. (2002). Managing for Sustainable Agriculture. Journal of Extension. 40 (4).
World Wide Web electronic publication available at: <http://www.joe.org/joe/2002august/a5.php>.
14. Adrian, A.M., S.H. Norwood, And P.L. Mask. (2005). Producers Perceptions and attitudes toward Precision Agriculture Technologies/ 48(3): 256-271.