نهمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی
(مکانیک بیوسیستم) و مکانیزاسیون
پردیس کشاورزی و منابع‌طبیعی دانشگاه تهران
۲ و ۳ اردیبهشت ۱۳۹٤ – کرج

پایش وضعیت عملیاتی و تحقیقاتی دوران گذار به کشاورزی دقیق در ایران

امیرعباس بختیاری[1*]، حسین نوید[1]، امیر همتیان[2]، محسن مرادی‌پور[3]

۱ – گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه تبریز

۲ – دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرمانشاه، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، کرمانشاه، ایران

۳ – آموزشکده فنی و حرفه‌ای سما، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرمانشاه، کرمانشاه، ایران

ایمیل مکاتبه‌کننده: bakhtiari@tabrizu.ac.ir

چکیده

کشاورزی دقیق، یکی از راه‌کارهای مؤثر در روند توسعه پایدار، برای مدیریت و نگه‌داری منابع طبیعی و جهت‌بخشی تحولات و ساختارهای مربوطه است، به طوری که تأمین مداوم نیازهای بشری و رضایت‌مندی نسل حاضر و نسل‌های آینده را تضمین کند. با وجود این که در نگاه اول، به‌کارگیری تکنولوژی‌های کشاورزی دقیق مدیریت پیچیده‌ای را می‌طلبد و حتی توجیه اقتصادی چنین سیستمی با تردیدهایی مواجه است؛ اما به نظر می‌رسد با توجه به چالش‌های عمده‌ای که جهان امروز در زمینه آب، غذا، آلودگی محیط‌زیست و منابع انرژی با آن‌ها مواجه است، نسل‌های آینده ناگزیر به استفاده از این تکنیک‌ها خواهند بود. از آنجا که ایران نیز در مرحله گذار از کشاورزی متداول به کشاورزی دقیق قرار دارد، پایش مداوم این روند امری ضروری است. در این مطالعه، وضعیت و چالش‌های کشاورزی دقیق در ایران تحقیق شد و مطالعات انجام شده در این زمینه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این گونه مطالعات می‌تواند محققان و سیاست‌گذاران را جهت نیل به آرمان توسعه پایدار کشاورزی رهنمون سازد.

واژه‌های کلیدی: اطلاعات، تکنولوژی، چالش، حس‌گر، مدیریت.

مقدمه

به‌دست آوردن اطلاعات دقیق و اجرایی در زمینه کشاورزی رویکرد مهمی است که در سال‌های اخیر با رشد و توسعه صنعت الکترونیک، ارتباطات و به وجود آمدن نرم‌افزارهای مرتبط، عملی شده است. حس‌گرها و ریزپردازنده‌های ارزان قیمت به همراه منابع توان و سیستم‌های ماهواره‌ای، توانسته است بسیاری از فعالان کشاورزی دنیا را به اطلاعات و داده‌های با ارزشی درخصوص حرفه و نیازشان مجهز نماید. کشاورزی دقیق در تعریفی که مک برتنی و همکاران (۲۰۰۵) ارائه می‌کنند، عبارت است از آن نوع کشت و کاری که در آن تعداد تصمیمات (صحیح) در واحد سطح مزرعه و در واحد زمان افزایش می‌یابد و توام با مزیت‌هایی است. این مزایا شامل افزایش کمیت و یا کیفیت محصول، توام با حفظ محیط‌زیست و همراه با مصرف مقدار کمتر یا برابر از نهاده‌ها (نسبت به زراعت متداول) است. بینش کشاورزی دقیق شامل به‌کارگیری

برخی از ابزارهای پیشرفته برای ارزیابی شرایط مزرعه به منظور اعمال نهاده‌هایی مانند کودها و مواد شیمیایی در مقیاس مناسب است، به طوری که توسط استفاده از فن‌آوری‌هایی مانند سیستم‌های مکان‌یابی ماهواره‌ای، حس‌گرهای الکترونیکی، کنترل‌کننده‌ها و نرم‌افزارهای پیشرفته کشاورزی می‌توان تفصیلی از عملیات متنوع کشاورزی را در سامانه‌های تولیدی خلق نمود. در واقع فلسفه کشاورزی دقیق این است که برای افزایش بازده اقتصادی، کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی و فرسایش منابع طبیعی، نهاده‌های مصرفی کشاورزی مانند کودهای شیمیایی، آفت‌کش‌ها و علف‌کش‌ها دقیقاً به همان میزان مورد نیاز هر بخش از مزرعه است، به کار برده شود (آدرین و همکاران، ۲۰۰۵). در کشاورزی دقیق با استفاده از رایانه‌ها، سیستم‌های ماهواره‌ای مکان‌یاب جهانی (GPS) و دستگاه‌های حس‌گر کنترل از راه دور، می‌توان در مورد کیفیت رشد محصولات کشاورزی، تشخیص دقیق طبیعت منطقه و مشکلات آن، تصمیمی صحیح گرفت. همچنین می‌توان به گونه‌ای عمل کرد که این کار علاوه بر کاهش هزینه، به کاهش ضایعات کشاورزی کمک کرده، آلودگی زیست‌محیطی را کمینه کند. حس‌گرهای کوچک و سیستم‌های کنترل و پایش که با کمک فن‌آوری نانو ساخته شده‌اند، می‌توانند تأثیر مهمی بر این شیوه جدید کشاورزی داشته باشند. در این مطالعه، اهم تلاش‌های صورت گرفته در راستای نیل به کاربرد علوم و فنون کشاورزی دقیق، در دو فاز تحقیقاتی و عملیاتی مورد بازخوانی قرار می‌گیرد. سپس چالش‌ها و معضلات موجود در راه پذیرش آن‌ها بررسی شده و بحث می‌شود.

فاز تحقیقاتی

در این بخش به گزیده‌ای از تحقیقات انجام شده در ایران، به منظور بررسی علایق و رویکرد پژوهش‌گران مربوطه، اشاره می‌شود. یکی از کاربردهایی که در ایران توجه محققان بسیاری را به خود جلب کرد، استفاده از تصاویر گوناگون ماهواره‌ای برای برآورد سطح زیرکشت و عملکرد محصولات مختلف کشاورزی است. به عنوان نمونه در مطالعه‌ای که در سال‌های ۱۳۷۰-۱۳۷۱ صورت گرفته است، محققین سطح زیرکشت گندم، جو و پنبه را با استفاده از اطلاعات ماهواره‌ای TM، SPOT در سطح ٤۰۰ کیلومترمربع در منطقه گرگان و گنبد برآورد کردند (زبیری و مجد، ۱۳۸۹). احمدی و همکاران (۱۳۸۹)، در پژوهشی از تصاویر ماهواره‌ای 1C، IRS-ID در محدوده پانکروماتیک و چندطیفی برای شناسایی محصولات ذرت و سویا و برآورد سطح زیرکشت استفاده کردند. تصاویر ماهواره‌ای توسط نرم‌افزار PCI-GEOMATICA پردازش شدند و برای تشخیص نوع محصولات کشاورزی در مکان مورد مطالعه، از شاخص سطح برگ LAI استفاده شد. نتایج تحقیق نشان دادند که با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، امکان محاسبه مساحت مزارع و مساحت محصولات کشت شده با دقت بالا وجود دارد. استفاده از روش‌های دورسنجی امکان افزایش سرعت مساحی و محاسبه میزان زمین‌های کشت شده را با سرعت و دقت بالایی امکان‌پذیر می‌نماید که از نظر نیروی انسانی و کارگری و همچنین از نظر تجهیزات مساحی و زمان انجام عملیات مساحی بسیار اقتصادی و به صرفه است. ثنایی‌نژاد و همکاران (۱۳۸۷)، تصاویر باند قرمز (٦۲۰-٦۷۰ نانومتر) و باند مادون قرمز (۸٤۱-۸۷٦ نانومتر) سنجنده MODIS با دوره زمانی شانزده روز را مورد بررسی قرار دادند. از این تصاویر، موقعیت‌های مزارع کشت گندم زمستانه، در دشت مشهد استخراج شد و با استفاده از روش‌های پردازش تصویر، مقادیر رقومی (DN) پیکسل‌های موجود روی تصاویر تحلیل گردید. با توجه به آن که نتایج، همبستگی مثبتی بین

دو باند قرمز و مادون قرمز نشان دادند؛ محققان استفاده از این روش‌ها را در مدیریت کشاورزی دقیق مؤثر دانستند. استخراج اطلاعات مرتبط با اراضی کشاورزی (آب و خاک) از دیگر زمینه‌های مورد مطالعه در سالیان اخیر بوده است. سرمدیان و همکاران (۱۳۸۲)، در بررسی تناسب اراضی، محصولات تحت آبیاری را با استفاده از داده‌های RS و GIS مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. نتایج نشان داد که تناسب کیفی اراضی برای گندم و جو آبی، غالبا مناسب بوده و برای ذرت دانه ای و پنبه نیز نسبتا مناسب است. همچنین رئوفی و همکاران (۱۳۸۳)، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای وفن‌آوری RS نقشه فرسایش خاک را در حوزه آبخیز طالقان در استان تهران بررسی کردند و استفاده از تکنیک ادغام تصاویر جهت شناسایی و طبقه‌بندی فرسایش را مفید دانستند. ابدی‌نام (۱۳۸۳)، با استفاده از روش همبستگی بین داده‌های ماهواره لندست ETM و مقادیر عددی شوری خاک، نقشه شوری خاک دشت قزوین را در محیط GIS تهیه کرد. او ۲۳٦ نمونه خاک را از نظر pH و EC آزمایش کرد و نقشه شوری خاک را استخراج نمود. این نقشه با داده‌های لندست ETM برازش داده شد و به علت وجود همبستگی بالای ارقام رقومی باند ۷ تصاویر ماهواره‌ای با مقادیر متناظر عددی شوری خاک، نتیجه گرفته شد تا در تهیه نقشه شوری خاک دشت قزوین از داده‌های رقومی باند ۷ استفاده شود. در تحقیقی که مهدوی‌شهری و همکاران (۱۳۸۹)، برای تهیه نقشه pH و شوری خاک با استفاده از GIS در زمینی به مساحت ۱۲ هکتار انجام دادند، پس از نمونه‌گیری از خاک در ٤۸ نقطه و تعیین موقعیت جغرافیایی نقاط توسط GPS، گل اشباع تهیه و درآزمایشگاه، pH و EC مربوط به هر نمونه اندازه‌گیری شد. سپس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار ARC VIEW GIS سازمان‌دهی و نقشه‌های مذکور تهیه شدند. از نقشه‌های تهیه شده می‌توان در اصلاح خاک بهره جست و همچنین سازگارترین گیاهان را با شوری و pH در هر قسمت از مزرعه تعیین کرد. برای تهیه نقشه سه بعدی تغیرات مقاومت خاک، گهری و همت (۱۳۸٦)، یک نفوذسنج مخروطی اتوماتیک قابل اتصال به تراکتور را طراحی، ساخته و مورد آزمایش قرار دادند تا میزان شاخص مخروطی خاک را در سطح مقطع خاک اندازه‌گیری نماید. از یک مجموعه جمع‌آوری اطلاعات و یک دستگاه موقعیت‌یاب متحرک نیز برای ثبت زمان واقعی داده‌برداری، نمایش و ثبت داده‌های مربوط به موقعیت تراکتور و وضعیت نفوذسنج و داده‌های اندازه‌گیری شده استفاده شد. نتایج نشان دادند که در عمق ۱۰ سانتی‌متری، فشردگی خاک وابسته به رطوبت خاک بوده ولی در چهار لایه بعدی همبستگی بین این دو عامل وجود ندارد. در نهایت با ترکیب نقشه‌های مقاومت مکانی خاک در لایه‌های مختلف، نقشه مناسب و کارآمد سطح مقطع خاک به منظور خاک‌ورزی با عمق متغیر به دست آمد.

از آنجا که دست‌رسی به داده‌های مکانی را می‌توان یکی از هسته‌های اصلی پیاده‌سازی کشاورزی دقیق دانست، در سالیان اخیر تحقیقات متنوعی برای همراه کردن داده‌های اکتسابی از حس‌گرها یا سایر وسایل ثبت و جمع‌آوری داده با داده‌های مکانی انجام شده است. همت و همکاران (۱۳۸۸)، یک سامانه جمع‌آوری داده را برای پایش و ثبت عملکرد مزرعه‌ای تراکتور فرگوسن مدل ۲۸۵ طراحی، ساخته و ارزیابی کردند. حس‌گرهایی برای اندازه‌گیری فراسنجه‌های کاری شامل دور موتور، چرخ‌ها و سرعت پیشروی روی تراکتور نصب شدند. سیگنال‌های حاصل از حس‌گرها از طریق نرم‌افزاری به نام TPHD ثبت و به صورت آنی روی نمایش‌گر مربوطه نشان داده می‌شد. کاربر قادر بود تا به طور پیوسته از اطلاعات مفید در خصوص عملکرد تراکتور مطلع شود. در ترکیب با یک گیرنده مکان‌یاب جهانی (GPS)، سامانه طراحی شده فراسنجه‌ها را برای هر موقعیت مکانی تعیین کرده و داده‌ها را برای تهیه نقشه تغییرپذیری آن‌ها قابل استفاده می‌نمود.

واسنجی حس‌گرها نشان داد که آن‌ها با دقت کافی می‌توانند فراسنجه‌های یاد شده را اندازه‌گیری نمایند. همچنین این محققان، تراکتور تجهیز شده مذکور را آماده برای استفاده در تهیه نقشه تغییرپذیری فراسنجه‌های کاری تراکتور و ادوات در مزرعه در قالب کشاورزی دقیق دانستند. اگرچه در این مطالعه یک تراکتور میان-قدرت به ابزار اندازه‌گیر دقیق برای انجام تحقیقات مذکور، تجهیز شد، اما محققان اظهار داشتند که فن‌آوری به دست آمده قابل تعمیم به سایر تراکتورها است. مؤمنی و زینک (۱۹۹۸)، با استفاده از ژئواستاتیستیک، اقدام به تجزیه و تحلیل ساختار مکانی یک مجموعه داده شامل ۱۷۰۰ نقطهٔ مشاهداتی (٦ هزار تجزیه آزمایشگاهی) نمودند. این محققان با استفاده از تکنیک کریجینگ ۳، اقدام به پهنه‌بندی مقادیر متغیرهای غذایی و ماده آلی خاک نمودند. در نهایت آنان توانستند با تلفیق لایه‌های تولید شده K، P و N در محیط GIS، مقادیر نهاده‌های کشاورزی لازم را برای رسیدن وضعیت خاک به حالت مطلوب، تعیین کنند. در مطالعه‌ای که توسط بندئی و مینایی (۱۳۸۵) انجام شد، یک سیستم کمکی راهنما به کمک GPS ساخته و اثر آن بر کاهش هم‌پوشانی، جاماندگی و سرعت حرکت تراکتور حین انجام عملیات مزرعه‌ای بررسی شد. در این تحقیق تاثیر مثبت این سیستم بر فاکتورهای مورد بررسی گزارش شد. یک دستگاه خاک‌ورز عمق متغیر مجهز به سامانه مکان‌یاب جهانی (GPS)، توسط گهری و همکاران (۱۳۸۹) ساخته و ارزیابی شد. عملکرد دستگاه این گونه بود که در حین حرکت تراکتور، رایانه مختصات محل دستگاه را از GPS دریافت کرده و از طریق نقشه مقاومت خاک موجود در رایانه، عمق خاکورز را از طریق سامانه کنترل به مقدار مورد نظر می‌رساند. نتایج ارزیابی کارگاهی و مزرعه‌ای نشان داد که با استفاده از یک شفت انکودر ۱۰۰۰ پالسی، به عنوان پس‌خور سامانه کنترل عمق حلقه بسته، زمان پاسخ مناسبی برای تغییر عمق به دست می‌آید. بنابراین، می‌توان با توجه به زمان پاسخ سامانه کنترل عمق و سرعت پیشروی ابزار خاک‌ورز، محلی را که باید سامانه کنترل عمق را تحریک نمود، تا قبل از رسیدن دستگاه به نقطه لازم برای تغییر عمق، عمق کار به حد مطلوب برسد، مشخص کرد. به منظور توسعه یک روش دقیق در کاربرد علف‌کش پیش‌رویشی سیانازین، محمدزمانی و همکاران (۲۰۰۹) مطالعه‌ای انجام دادند. برای این منظور یک نقشه مدیریتی دیجیتالی (DMM) با استفاده از سیستم موقعیت‌یاب جهانی (GPS) برای کاربردهای میزان متغیر (VRA) تولید شد. با توجه به توصیه‌های تولیدکننده برای کاربرد علف‌کش بر اساس محتوای ماده آلی خاک (OMC) و بافت خاک، چهار منطقه مدیریتی، با چهار نرخ کاربرد مختلف علف‌کش تعیین شد و در نهایت نقشه مدیریتی دیجیتالی تولید شد. نتایج مشخص کرد که با استفاده از DMM تولید شده و تکنولوژی نرخ متغیر، می‌توان مصرف علف‌کش را تا بیش از ۱۳٪ در سال، در مقایسه با توزیع یکنواخت علف‌کش در مزرعه کاهش داد.

اطلاعات زیستی گیاهان، می‌تواند آیینه تمام‌نمای شرایط مزرعه باشد. بنابراین درصورت استخراج این اطلاعات، می‌توان از آن‌ها برای تصمیم‌گیری و اصلاح تصمیمات پیشین بهره برد. احمدی‌مقدم و همکاران (۱۳۸۸)، از روش پردازش تصاویر رنگی برای تعیین وضعیت نیتروژن برگ‌های چغندرقند استفاده کردند. دو فضای رنگی و یک فضای سطح خاکستری برای تخمین مقدار کلروفیل برگ بر اساس تصویر گرفته شده توسط دوربین دیجیتالی به کار گرفته شد. محققان اظهار داشتند که با ترکیب این روش و استفاده از یک کودپاش با دبی متغیر، می‌توان کاربرد کوددهی متغیر نیتروژن را به منظور تولید چغندرقند، با کم‌ترین اثرات مخرب زیست‌محیطی توسعه داد. در پژوهشی دیگر امکان کاربرد سنجش از دور جهت تخمین محتوای نیتروژن پوشش گیاهی ذرت به منظور مدیریت مکان-ویژه کود نیتروژن، مورد مطالعه قرار گرفت. باقری و

همکاران (۱۳۸۹)، دراین پژوهش از تصاویر ماهواره‌ای ASTER استفاده کردند. شاخص‌های پوشش گیاهی مختلفی محاسبه شد و میزان همبستگی آن‌ها با مقادیر نیتروژن نمونه‌برداری‌های زمینی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان دادند که تمامی شاخص‌های مورد آزمون با مقدار نیتروژن همبسته‌اند و بنابراین امکان استفاده از سنجش از دور را برای تخمین نیتروژن پوشش گیاهی ذرت تایید می‌کنند. رضایی و همکاران (۱۳۸۹)، روشی جهت استخراج نسبی پارامترهای کیفی گیاه، از تصاویر ماهواره‌ای Hyperion برای کاربرد در کشاورزی دقیق ارائه دادند. در این پژوهش، ابتدا با توجه به موقعیت باندهای جذبی مواد موثر در رشد و سلامت گیاهان، ۱۷ باند بهینه انتخاب و با استفاده از آن‌ها شاخص‌های مختلف گیاهی تعریف و بر روی تصاویر ماهواره‌ای اعمال گردید. نتایج اعمال هر شاخص بر روی تصویر، مورد بررسی قرار گرفته و سپس تصاویر حاصل بر اساس حدود آستانه محاسبه شده، به نواحی مختلف تقسیم گردید. به منظور دست‌یابی به نتایج قابل استفاده، در مرحله دوم از روش طبقه‌بندی تصمیم‌گیری درختی استفاده گردید. نتایج خروجی از این روش طبقه‌بندی نشان داد که می‌توان با استفاده از این روش به طور نسبی تنش و در مجموع سلامت گیاهان منطقه را تشخیص داده و گیاهان را از این حیث طبقه‌بندی نمود. این پژوهش نشان داد که با استفاده از این تصاویر می‌توان به بررسی و پایش گیاهان سبز، پارامترهای موثر بر سلامت آن‌ها و کشف تنش‌های وارد بر گیاهان، که گاهی حتی با مشاهدات بصری زمینی هم قابل کشف نیستند را آشکارسازی نمود.

ایجاد بانک اطلاعاتی و ثبت آن چه در مزرعه می‌گذرد، می‌تواند مدیر مزرعه را در تصمیمات آتی به سوی عملکردی دقیق‌تر و آگاهانه‌تر سوق دهد. بدیهی است که هر چه اطلاعات ثبت شده در بانک اطلاعاتی دقیق‌تر و دارای جزئیات بیشتری باشد، در آینده بیشتر قابل استناد خواهد بود. در پژوهش کوچکی و همکاران (۱۳۸۹)، به منظور بررسی اطلاعات و خصوصیات عمومی یک مزرعه تحقیقاتی، ابتدا مختصات تمامی عوارض و حدود منطقه با استفاده از GPS به صورت متریک برداشت شد. حدود خاک‌ها نیز با استفاده از نقشه‌ها، عکس‌های هوایی و مشخصات فنی دیگر از قبیل فرسایش وضع ظاهری و پستی و بلندی، در واحدهای مجزا از یکدیگر، به صورت نقشه تفسیری خاک‌ها تهیه گردید. اطلاعات دیگر نیز از قبیل منابع آبی، وضعیت زمین‌شناسی و آب و هوا که در مراحل بعدی مورد استفاده خواهند گرفت، جمع‌آوری گردیدند. سپس با استفاده از نرم‌افزارهای Excel، ArcMap و ArcView اقدام به ثبت، تجزیه و تحلیل داده‌ها و رسم نقشه‌های مزرعه تحقیقاتی شد. بدین ترتیب، بانک اطلاعات پنج ساله (از سال ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۷) مربوط به همه عملیات زراعی و مدیریتی تمام محصولات زراعی و باغی مزرعه، به طور کامل به نقشه‌های رسم شده انتقال یافت. محققین بیان کردند که این گونه بانک‌های اطلاعاتی به علت ثبت سابقه مدیریتی و تاریخچه منطقه، می‌توانند منجر به سهولت مدیریت سیستم‌های زراعی گردند. از آنجا که نقشه عملکرد محصول، یکی از مهم‌ترین ابزارهای کشاورزی دقیق است، شاه‌میرزایی و کامگار (۱۳۸۸)، برای اندازه‌گیری و نمایش عملکرد محصول ذرت علوفه‌ای سیلویی از گشتاورسنج استفاده کرده و این روش را مطالعه و آزمایش قرار دادند. گشتاورسنجی از نوع میله پیچشی ساخته شد که به کمک دو حس‌گر لیزری مقدار پیچش محور را به صورت پر شدن خانه‌های شمارنده در میکروکنترولر ثبت می‌نمود. سپس تراشه دیگری به منظور هم‌گام نمودن داده‌ها در انتقال به رایانه، در مدار واسط دیجیتالی استفاده شد. برای واسنجی گشتاورسنج مذکور با جریان جرمی

مواد در شرایط آزمایشگاهی، ریلی که مقدار مشخص و همگنی از مواد را با سرعت مشخص وارد چاپر می‌کرد، به کار گرفته شد. نتایج آزمایش‌ها حاکی از مناسب بودن این روش برای تهیه نقشه عملکرد محصول بود.

فاز عملیاتی

با وجود آن که ممکن است در برخی نقاط کشور، استفاده از تکنولوژی‌های کشاورزی دقیق به شکل موردی وجود داشته باشد، اما غالبا در همان موارد معدود نیز تنها به استفاده از تکنولوژی محدود می‌شود. تراکتورها و کمباین‌های مدرن و مجهز به GPS، نمایش‌گر عملکرد و دیگر تجهیزات در برخی مناطق موجود است. همچنین GPSهای دستی، آزمایشگاه‌های خاک و تجهیزات رایانه‌ای در بسیاری از استان‌ها وجود دارد. استفاده از تکنولوژی‌های مذکور در اغلب موارد، به منظور آسان‌سازی عملیات بوده و ثبت و آرشیو اطلاعات آنان مغفول واقع می‌شود.

در جستجو برای یافتن نمونه‌های عملیاتی و جامع رویکردهای کشاورزی دقیق، فقط نمونه‌ای که در استان فارس در جریان است، قابل دسترس بود. استان فارس در جهت نیل به مدیریت دقیق و مناسب خاک و محصولات در تطبیق با شرایط متفاوت مزرعه و کمک در راستای رسیدن به توسعه پایدار، بیشترین میزان اجرای پروژه‌های کشاورزی دقیق را (به صورت آزمایشی) در سطح کشور داشته است. در این راستا جهت سازمان‌دهی به پروژه‌ها، می‌توان به راه‌اندازی کمیته کشاورزی دقیق در سازمان جهاد کشاورزی این استان اشاره نمود. در کشورمان پروژه کشاورزی دقیق در استان فارس با همکاری مرکز توسعه مکانیزاسیون از سال ۱۳۸۳ آغاز به‌کار کرد. در سال ۱۳۸٤ نخستین طرح پایلوت تهیه شد و تا سال ۱۳۸٦ مقدمات اجرایی این طرح فراهم گردید. سپس در سال ۱۳۸٦ کمباین مجهز به سیستم نمایش عملکرد تهیه و در این طرح مورد استفاده قرار گرفت. طی سال‌های ۸٦ و ۸۷ طرح پایلوت مورد بازنگری قرار گرفت و با همکاری مرکز توسعه مکانیزاسیون طرح پیشنهادی شامل سه فاز (برای پنج سال) نوشته شد. در فاز نخست، نقشه‌های عملکرد برای ۹ مزرعه پایلوت در سه شهرستان (سعادت‌آباد، پاسارگاد و اقلید) با سه اقلیم متفاوت تهیه شد. در واقع در این فاز حدود ۲۲۰ هکتار از اراضی استان فارس و در فاز دوم ٤۰۰ تا ۵۰۰ هکتار از اراضی، زیر پوشش قرار گرفته است. در فاز دوم تاکید بر تسطیح اراضی مربوط به طرح بوده و با استفاده از دستگاه اسکرپری اتوماتیک که مجهز به GPS است، انجام می‌شود. این روش جای‌گزین بسیار مناسبی برای سیستم‌های لیزری بوده و در اکثر نقاط جهان در حال جای‌گزینی است. درضمن تصاویر ماهواره‌ای نیز از مزارع پایلوت تهیه شده که این تصاویر بیش‌طیفی هستند و بدون نیاز به نمونه‌برداری، توزیع عناصر غذایی و مواد آلی را نشان خواهند داد. با استفاده از این تصاویر می‌توان دانسیته و پراکنش مواد غذایی، مواد آلی و حتی آفات و بیماری‌ها را تشخیص داد. با استفاده از این سیستم تا حدود زیادی مصرف سم در مزارع کاهش یافته و کمک شایانی به افزایش عملکرد و کاهش هزینه‌ها خواهد شد. همچنین در فاز سوم نیز از فن‌آوری توزیع متناسب یا توزیع متغیر استفاده خواهد شد (صحرائیان‌جهرمی، ۱۳۸۸).

چالش‌های پیش روی پذیرش

نتایج مطالعه‌ای که با هدف بررسی زیربناهای لازم برای کاربرد کشاورزی دقیق از دیدگاه کارشناسان جهاد کشاورزی استان فارس صورت گرفته، نشان داده است که از دید پاسخ‌گویان مهم‌ترین عوامل در پذیرش و استفاده از کشاورزی دقیق، برگزاری کلاس‌های آموزشی برای کشاورزان در میان فاکتورهای آموزشی، فراهم نمودن اعتبارات و بودجه مالی کافی برای انجام تحقیقات مرتبط با کشاورزی دقیق در سطح مزارع کشاورزان در میان فاکتورهای اقتصادی، اجرای طرح کشاورزی دقیق در چند نقطه استان برای کاربرد و اشاعه فن‌آوری در میان فاکتورهای فنی، داشتن مدیریت صحیح و مناسب در مزارع برای اجرای کشاورزی دقیق در میان فاکتورهای مدیریتی، متشکل کردن کشاورزان در قالب سازمان‌های فعال کشاورزان برای ارتباط متقابل بین سیاست‌گذاران، برنامه‌ریزان و کشاورزان در ارتباط با اجرای کشاورزی دقیق در میان فاکتورهای اجتماعی و ارزشیابی طرح‌های کشاورزی دقیق پس از هر فصل زراعی برای اجرای هرچه سریع‌تر طرح مذکور در فصل زراعی بعدی در میان اولویت‌های سیاست‌گذاری‌ها هستند (حسینی و همکاران، ۱۳۸۹). همچنین یافته‌های دو تحقیق که با هدف بررسی نگرش و تمایل کارشناسان سازمان جهاد کشاورزی استان‌های فارس و خوزستان نسبت به کاربرد فن‌آوری‌های نرخ متغیر خاک‌ورزی و تکنولوژی‌های نرخ متغیر سموم، انجام گرفت، نگرش و تمایل زیاد آنان برای کاربرد این فن‌آوری‌ها را نشان داد. کارشناسان بر این عقیده بودند که این نوآوری‌ها قابلیت آزمون و سازگاری زیادی در شرایط زراعی کشاورزان داشته و آن‌ها می‌توانند نحوه کاربرد این فن‌آوری‌ها را بیاموزند. از طرف دیگر، کارشناسان رشته مکانیزاسیون که تخصص آنها بیشتر در زمینه شناخت دانش چگونگی و دانش اصول تکنولوژی‌های زراعی است نیز بیشتر از سایر کارشناسان معتقدند که نتایج به‌کارگیری فن‌آوری‌های نرخ متغیر خاک‌ورزی و سموم را می‌توان مشاهده و تجربه کرد. به طور کلی پیشنهاد گردیده است چون کشاورزان پذیرنده نهایی این نوآوری‌های مکانیزاسیونی خواهند بود و از آنجا که دانش، مقدمه ایجاد نگرش و در نهایت رفتار است، روش‌ها و دوره‌های آموزشی مناسبی برای آگاهی‌بخشی و ایجاد دانش در کشاورزان در مورد کاربرد فن‌آوری‌های نرخ متغیر خاک‌ورزی و سموم طراحی و اجرا گردد. همچنین با توجه به میانگین ویژگی‌های روانشناختی کشاورزان، لازم است آموزش‌ها بر مبنای آموزش‌های طریقه‌ای، نتیجه‌ای و مقایسه‌ای، طرح‌ریزی گردند تا به نتایج مطلوب منتهی گردند. همچنین پیشنهاد شده است که آموزش کشاورزان جوان در مقایسه با کشاورزان مسن، در اولویت قرار گیرد (رضایی مقدم و صالحی، ۱۳۸۸ و صالحی و همکاران، ۱۳۸۸).

برای بررسی چالش‌های کشاورزی دقیق امیدی نجف‌آبادی و همکاران (۲۰۱۱)، نظرات چهل تن از کارشناسان مرکز تحقیقات و مرکز آموزش کشاورزی استان قزوین را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج تحقیق، چالش‌های آموزشی و اقتصادی را به عنوان دو چالش مهم در استفاده از تکنولوژی‌های کشاورزی دقیق نشان داد. در میان چالش‌های آموزشی، فاکتور کمبود کارشناسان محلی و کمبود تحقیقات آگاهانه در مقایسه با دیگر فاکتورها تاثیرگذاری بیشتری داشته است، در حالی که در چالش‌های اقتصادی، کمبود تخصیص بودجه به منظور عملیاتی کردن تکنولوژی‌های کشاورزی دقیق و هزینه‌های اولیه آن‌ها از سایر عوامل مؤثرتر است. بردبار و حسینی (۱۳۸۹)، در مطالعه‌ای مناسب بودن استفاده از فن‌آوری کشاورزی دقیق در استان فارس را از دیدگاه کارشناسان کشاورزی بررسی کردند. روش تحقیق از نوع پیمایشی و ابزار تحقیق، پرسش‌نامه بود. نتایج تحقیق نشان داد که بالاترین اولویت‌ها در پنج بخش از تکنولوژی‌های کشاورزی دقیق، به ترتیب کاربرد تکنولوژی نرخ متغیر حشره‌کش‌ها، استفاده از حس‌گرهای علف‌هرز، تهیه نقشه توپوگرافی، شیب و عمق خاک، تهیه نقشه

عملکرد محصول، استفاده از سنجش از راه دور، و عکس‌های هوایی هستند. همچنین باقری و بردبار (۱۳۹۲)، در یک پژوهش پیمایشی و توسط پرسش‌نامه، نظرات ٤٥٠ نفر از متخصصان علوم کشاورزی و آشنا با کشاورزی دقیق را برای شناسایی چالش‌های پیش روی توسعه کشاورزی دقیق در ایران مورد بررسی قرار دادند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که شش چالش زیربنایی و آموزشی، محتوایی، مدیریتی، منابع انسانی، ترویجی، و برنامه‌ریزی در حدود ٪۵۰ از واریانس چالش‌های پیش روی توسعه کشاورزی دقیق را تبیین می‌کنند.

بحث

اطلاعات، تکنولوژی و مدیریت سه مولفه اساسی و در هم تنیده کشاورزی دقیق هستند. با توجه به مولفه‌های مذکور، می‌توان کشاورزی دقیق را برای هر شرایط منحصر به فردی، به طرق گوناگون بازتعریف کرد. بنابراین همان‌طور که تعاریف می‌تواند شرایط–ویژه باشد، فاز عملیاتی نیز می‌تواند الگوهای متنوع، ابتکاری و منحصر به فردی را پیش گیرد. آشنایی با اصول و سپس تقویت قدرت خلاقیت کشاورزان، پیمانکاران، محققان و تصمیم‌سازان می‌تواند رویکردی بومی برای پیاده‌سازی مفاهیم کشاورزی دقیق را در مناطق مختلف کشور پایه‌گذاری کند (بختیاری و همتیان، ۲۰۱۳). در زمینه اطلاعات با آن که در بیش از یک دهه گذشته، بانک‌های اطلاعاتی و آمارنامه‌های سالیانه تهیه شده و در مدیریت کلان کشور تا حدودی مورد توجه بوده است، اما متاسفانه در واحدهای زراعی با فقر شدید اطلاعات روبرو هستیم. این مسئله آموزش کشاورزان و آشناسازی آنان با اهمیت اطلاعات و ثبت و آرشیو آن‌ها را می‌طلبد. در مولفه تکنولوژی، امکانات گوناگونی در کشور موجود است که در آینده و با افزایش تقاضا در این زمینه، تامین بیشتر آن‌ها ممکن به نظر می‌رسد. البته بدیهی است که آشنایی کاربران هر تکنولوژی با نحوه و موارد کاربرد آن‌ها به منظور استفاده از تمامی ظرفیت‌های ابزارها، لازم و ضروری است. مولفه مدیریت نیز مانند مولفه اطلاعات، نیازمند آموزش‌های گام به گام و هدفمند در سطوح مختلف، از مدیران مزارع و کشاورزان خرد تا مدیران کلان و تصمیم‌ساز است. مدیریت باید ضمن توجه به اصول بنیادین برنامه‌ریزی و سازمان‌دهی، رویکردی خلاقانه متناسب با هر شرایط ممکن را اتخاذ نماید. به طور کلی باید توجه داشت که گذار به کشاورزی دقیق، فرآیندی تدریجی و قدم به قدم است و هرگز با تصمیمات عاجل و سریع قابل اجرا نخواهد بود. موانع و عوامل بازدارنده درکشورهای در حال توسعه مانند ایران را می‌توان از میان فاکتورهایی در بخش کلان و همچنین در بعد فردی، جستجو کرد. حتی در کشوری مانند استرالیا، ترویج و انتقال فن‌آوری، بیشترین اهمیت را از لحاظ بازدارندگی در برابر عواملی چون اقتصاد و تجهیزات ایفا می‌کند (کوک و برملی، ۲۰۰۰). 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؛ موانعی نیز در پیش روی 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 فن‌آوری‌های پیشرفته کشاورزی دقیق اشاره نمود (نیکبخت و دیزجی، ۱۳۸٤).

متاسفانه با وجود سطح بسیار گسترده‌ای از زمین‌های زراعی در کشور، هنوز برنامه جامعی برای به‌کارگیری این نوع سامانه‌ها در جهت بهینه‌سازی مصرف نهاده‌ها و استفاده مطلوب از منابع در کشاورزی وجود ندارد. همچنین جای خالی دیدگاه کشاورزان در پژوهش‌هایی با چارچوب نظری و مقایسه آن‌ها با نظرات کارشناسان، برای تصمیم‌سازی و سیاست‌گذاری بهتر و اثربخش‌تر احساس می‌شود. 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 فن‌آوری در کشورهای در حال توسعه، امکان‌پذیر نیست. اما باید این نکته را مدنظر داشت که آلودگی‌های زیست‌محیطی روزافزون و جمعیت فزاینده در این کشورها، ناگزیر آن‌ها را به سوی استفاده از این فن‌آوری‌ها سوق خواهد داد. زیرا سامانه‌های دیگر کشاورزی سنتی و ارگانیک، نمی‌توانند پاسخ‌گوی امنیت غذایی جمعیت رو به تزاید باشند. پس بهتر است با زمینه‌سازی مناسب، در جهت رفع این محدودیت‌ها اقدامات مقتضی صورت گیرد. از سوی دیگر، در کشورهای در حال توسعه نیز، مزارعی یافت می‌شوند که دارای کشاورزان حرفه‌ای‌تر و باسوادتر و دارای مزارع نسبتاً وسیع هستند. بنابراین می‌توان ترویج و توسعه این نوع از سامانه‌های کشاورزی را در مزارعی که از نظر فنی، اجتماعی و اقتصادی آمادگی پذیرش آن را دارند شروع نمود. بررسی و مطالعه دقیق تغییرپذیری مکانی و زمانی ویژگی‌های مهم خاک و گیاه، از جمله عناصر غذایی، بافت خاک، رطوبت، عملکرد محصول، فشردگی و سایر عوامل نیز در مرحله اول به عنوان تجربه کشورهای صاحب این فن‌آوری ضروری به نظر می‌رسد. در نتیجه می‌توان طی مراحل شناسایی و تشخیص سطح تغییرپذیری مزارع ایران، مدیریت تغییرات و ارزیابی عملی فن‌آوری مذکور را برای محصولات محوری چون گندم و برنج در ایران متصور بود. به نظر می‌رسد برخلاف کشورهای پیشرفته که توجه ویژه‌ای به این نوع سیستم کشاورزی نشان داده‌اند، کشورهای در حال توسعه و توسعه نیافته همچنان استفاده از ارقام اصلاح شده و در برخی موارد محصولات بیوتکنولوژی را بر استفاده از چنین شیوه‌هایی ترجیح دهند. هر چند عصر آینده ملزومات دیگری را می‌طلبد. به نظر می‌رسد پسندیده است که وزارت جهاد کشاورزی با بهره‌گیری از تجربیات و طرح‌های کشورهای موفق در زمینه کشاورزی دقیق و با توجه به شرایط خاص هر استان به تأسیس و سازمان‌دهی تشکل‌ها و سازمان‌های کشاورزی دقیق اقدام نماید.

نتیجه‌گیری

اهمیت کشاورزی دقیق و فن‌آوری‌های نوین در سیستم‌های کشاورزی، با توجه به محدودیت‌های منابع و افزایش روزافزون جمعیت واضح و مبرهن است؛ اما باید سیاست‌های کلان و برنامه‌ریزی‌های مدون بلندمدت را نیز برای ورود این تکنولوژی‌ها مدنظر قرار داد. متناسب‌سازی فرضیات کشاورزی دقیق با وضعیت خاص کشور ایران، انتقال بطئی و تدریجی تجهیزات کشاورزی دقیق، اعمال برنامه‌هایی جهت به‌کارگیری آزمایشی آن با توجه شرایط ویژه کشور، با استفاده از مراکز تحقیقاتی، تطبیق فن‌آوری‌های موجود در کشور با مؤلفه‌های کشاورزی دقیق و ایجاد پشتوانه اجرایی قوی برای اعمال قوانین، از جمله گام‌های ابتدایی در جهت نیل به چشم‌انداز کشاورزی دقیق است.

منابع و مآخذ

۱. ابدی‌نام، ع. ۱۳۸۳. بررسی تهیه نقشه شوری خاک با استفاده از ایجاد همبستگی بین داده‌های ماهواره‌ای با مقادیر عددی شوری خاک دردشت قزوین. مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی. دوره ٦٤. ۳۳-۳۸.

۲. احمدی، ح. مستعلی، ع.ر. طباطبائی‌فر، ا. ۱۳۸۹. شناسایی محصولات ذرت و سویا و برآورد سطح زیرکشت به کمک تصاویر ماهواره‌ای در کشت و صنعت دشت ناز ساری. مجله مهندسی بیوسیستم ایران. دوره ٤١(١). ٥٣-٦٠.

۳. احمدی‌مقدم، پ.، حداددرفشی، م.ع. شایسته، م. ۱۳۸۸. تخمین آزمایشگاهی وضعیت نیتروژن برگ چغندرقند با استفاده از پردازش تصاویر رنگی. مجله دانش کشاورزی پایدار. دوره ۱۹(۱). ۱۸۹-۱۹۹.

٤. باقری، ن. احمدی، ح. علوی‌پناه، ک. امید، م. ۱۳۸۹. کاربرد سنجش از دور برای تخمین نیتروژن ذرت در سطح پوشش گیاهی. ششمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.

۵. باقری، ن. بردبار، م. ۱۳۹۲. شناسایی چالش‌های پیش‌روی توسعه کشاورزی دقیق در ایران. پژوهش‌های ترویج و آموزش کشاورزی. دوره ٦(۲). ۹۷-۱۰۷.

٦. بردبار، م. حسینی، م. ۱۳۸۹. بررسی مناسب بودن استفاده از فن‌آوری کشاورزی دقیق در استان فارس از دیدگاه کارشناسان کشاورزی. مجله پژوهش‌های ترویج و آموزش کشاورزی. دوره ۲. ۱-۱۰.

۷. بندئی، م. مینایی، س. ۱۳۸۵. به‌کارگیری GPS در سیستم راهنمای مسیر تراکتور. چهارمین کنگره ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون، دانشگاه تبریز.

۸. ثنایی‌نژاد، ح. شاه طهماسبی، ا.م. صدرآبادی حقیقی، ر. کلارستانی، ک. ۱۳۸۷. مطالعه تغییرات طیف بازتابی مزارع گندم در مشهد با استفاده از MODIS. علوم و فنون کشاورزی. دوره ٤٦(الف). ۱۱-۱۹.

۹. حسینی، م. چیذری، م. بردبار، م. ۱۳۸۹. بررسی زیربناهای امکان کاربرد کشاورزی دقیق از دیدگاه کارشناسان جهاد کشاورزی استان فارس. علوم ترویج و آموزش کشاورزی ایران. دوره ٦(۲). ۳۵-٤٦.

۱۰. رضایی، ی. مباشری، م.ر. ولدان زوج، م.ج. ۱۳۸۹. ارائه روشی جهت استخراج نسبی پارامترهای کیفی گیاه از تصاویر Hyperion با کاربرد در کشاورزی دقیق. مجله تحقیقات آب و خاک ایران. دوره ٤١(۲). ۱۸۹-۲۰۰.

۱۱. رضایی مقدم، ک. صالحی، س. ۱۳۸۸. کاربرد مدل معادلات ساختاری در تحلیل نگرش و تمایل به کاربرد فن‌آوری‌های میزان متغیر خاک‌ورزی. مجله تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران. دوره ٤٠(۱). ٥١-٦٤.

۱۲. رئوفی، م. رفاهی، ح. جلالی، ن. سرمدیان، ف. ۱۳۸۳. بررسی کارآیی روش‌های پردازش رقومی تصاویر ماهواره‌ای به منظور تهیه نقشه و شناسایی فرسایش خاک. مجله علوم کشاورزی ایران. دوره ۳۵ (٤). ۷۹۷-۸۰۷.

۱۳. زبیری، م. مجد، ع. ۱۳۸۹. آشنایی با فن سنجش از دور و کاربرد در منابع طبیعی. موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران. چاپ هشتم. ۳۲۰ ص.

۱٤. سرمدیان، ف. مروج، ک. محمودی، ش. ابراهیمی خمامی، م.ر. ۱۳۸۲. مطالعه تناسب اراضی برای محصولات تحت آبیاری با استفاده از سنجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی در منطقهٔ ورامین. مجله علوم کشاورزی ایران. دوره ۳٤(٤). ۸۹۹-۹۱۲.

۱۵. شاه‌میرزایی، ن. کامگار، س. ۱۳۸۸. طراحی، ساخت و واسنجی گشتاور سنج با حس‌گر لیزری به منظور بررسی جریان جرمی علوفه سیلویی در چاپر. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. دوره ٤٧(ب). ٦٩٣-٧٠٣.

۱٦. صالحی، س. رضایی مقدم، ک. آجیلی، ع. ۱۳۸۸. نگرش و تمایل کارشناسان کشاورزی به کاربرد فن‌آوری‌های میزان متغیر سموم با استفاده از مدل معادلات ساختاری. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. دوره ٤٧(ب). ٧٥٧-٧٧١.

۱۷. صحرائیان‌جهرمی، ح. ۱۳۸۸. مصاحبه با خبرنگار ایانا، فاطمه مهردادیان. خبرگزاری کشاورزی ایران (ایانا).

۱۸. کوچکی، ع. شباهنگ، ج. خرم‌دل، س. عظیمی، ر. عاقل، ح. ۱۳۸۹. مستندسازی مدیریت زراعی مزارع با استفاده از سیستم‌های GIS و ArcView (نمونه کاربردی، مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد). نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. دوره ۸(٦). ۹۰۹-۹۱۹.

۱۹. گهری، م. همت، ع. ۱۳۸٦. معرفی یک نفوذسنج مخروطی پشت تراکتوری مورد استفاده جهت تهیه نقشه منطقه‌ای تغییرات مقاومت خاک. یافته‌های نوین کشاورزی. دوره ۳. ۲۳۳-۲٤۰.

۲۰. گهری، م. همت، ع. افضل، ا. ۱۳۸۹. طراحی، ساخت و ارزیابی یک خاک ورز عمق متغیر مجهز به سامانه مکان‌یاب جهانی. مجله مهندسی بیوسیستم ایران. دوره ٤١(١). ١-٩.

۲۱. نیکبخت، ع.م. دیزجی، ح.ز. ۱۳۸٤. کشاورزی دقیق، چالش‌ها و دورنمای آن در ایران. فصل‌نامه نظام مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی. دوره ۱۰. ۳۱-٤۰.

۲۲. مهدوی شهری، م. درویشی، ح. عاقل، ح. ۱۳۸۹. تهیه نقشه pH و شوری خاک با استفاده از GIS. ششمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.

۲۳. همت، ع. نوری. م. اخوان صراف، م.ر. ۱۳۸۸. تجهیز تراکتور مسی فرگوسن (MF-285) به حس‌گرهای اندازه‌گیر فراسنجه‌های عملکردی تراکتور و ادوات جهت استفاده در کشاورزی دقیق. مجله مهندسی بیوسیستم ایران. دوره ٤٠(٢). ۱۱۹-۱۲۹.

24. Adrian, A.M. Norwood, S.H. & Mask, P.L. 2005. Producers' perceptions and attitudes toward precision agriculture technologies. Computers and Electronics in Agriculture. Vol 48(3), 256-271.

25. Bakhtiari, A.A. & Hematian, A. 2013. Precision farming technology, opportunities and difficulty. International Journal for Science and Emerging Technologies with Latest Trends. Vol 5(1), 1-14.

26. Cook, S.E. & Bramley, R. 2000. Precision agriculture: Using paddock information to make cropping systems internationally competitive. In Emerging technologies in Agriculture: From ideas to adoption, Bureau of Resource Sciences Conference, 25-26 July 2000, <www.brs.gov.au>.

27. McBratney, A. Whelan, B., Ancev T. & Bouma, J. 2005. Future directions of precision agriculture. Precision Agriculture. Vol 6, 7-23.

28. Moameni, A. & Zinck, J. A. 1998. Application of geostatistics and remote sensing to soil quality assessment in a semi-arid environment of Iran. Proceedings of the 16th World Congress of Soil Science, Montpellier, France, 7 pages.

29. Mohammadzamani, D. Minaei, S. Alimardani, R. Almassi, M. Rashidi, M. & Norouzpour, H. 2009. Variable rate herbicide application using the global positioning system for generating a digital management map. International Journal of Agriculture and Biology. Vol 11(2), 178-182.

30. Omidi Najafabadi, M. Farajollah Hosseini, J. & Bahramnejad, S. 2011. A Bayesian confirmatory factor analysis of precision agricultural challenges. African Journal of Agricultural Research. Vol 6(5), 1219-1225.

Operational and Investigative Monitoring of Transition Time for Precision Agriculture in Iran

Abstract

Precision agriculture is one of the most effective strategies for sustainable development, management of natural resources and their related structures. This form of agriculture designed to guarantee the continuous supply of the present and future generation of human needs and satisfaction. At first glance, the use of precision agriculture technologies require sophisticated management and economic feasibility of such a system is highly questionable. However, with regard to the world's major challenges including water, food, environment pollution and energy resources, it seems that future generations will be forced to use these techniques. Because of the transition time from conventional to precision agriculture in Iran, it is essential to monitoring this process continually. In this study, the exact situation and challenges in Iran agricultural were examined and some researches in this field were investigated. The results of such studies, can help researchers and policymakers to achieving the goals of sustainable development in agriculture.

Keywords: Information, Technology, Challenge, Sensor, Management.