چالش ها و چشم اندازهای کشاورزی دقیق در ایران

حسین باقرپور*[1] و بهنام فروزانی[2]

[1]* استادیار گروه مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا

[2]دانشجوی ارشد گروه مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا

ایمیل نویسنده مسئول: h.bagherpour@basu.ac.ir

چکیده

کشاورزی دقیق رویکردی است که بر اساس نیازهای ویژه در هر نقطه از مزرعه، تصمیمات لازم برای اعمال نهاده‌ها و کنترل آنها فراهم می‌کند. با توجه به مزیت‌های زیادی که این نوع از کشاورزی دارد ولی به دلیل مسائل خاصی، کاربرد آن هنوز در ایران مورد توجه قرار نگرفته است. اگر چه زیرساخت‌های به کارگیری این روش در ایران تا حدودی فراهم است اما پایین بودن سطح دانش کشاورزان و همچنین کوچک بودن مزارع در ایران دو مشکل اصلی در راه کشاورزی دقیق هستند و سرمایه گذاری در این حوزه به کندی صورت می‌گیرد. با توجه به سطح سواد اغلب کشاورزان ایرانی، آموزش در حوزه‌های مختلف IT گزینه اول در قبول کشاورزی دقیق در ایران می‌باشد. همچنین با در نظر گرفتن ابعاد زمین‌های کشاورزی به کارگیری ابزارهای ساده و کم هزینه مانند دستگاه SPAD، حسگرهای GreenSeeker و CropCircle و چارت رنگ برگ (LCC) می‌توانند گزینه‌های مناسبی برای کنترل وضعیت محصول در کشاورزی ایران محسوب گردند. از طرفی به دلیل بحران آب در نقاط مختلف ایران، استفاده از تکنولوژی‌های نرخ متغیر (VRT) آبیاری مانند شبکه حسگرهای بی‌سیم (WSN) گزینه مناسبی برای مدیریت آب در کشاورزی است. در انتها، افزایش سطح دانش کشاورزان، ادغام زمین‌های کشاورزی و همچنین تشویق به سرمایه‌گذاری در حوزه کشاورزی، سه راه حل مهم در گذر از کشاورزی سنتی به کشاورزی مدرن می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: تکنولوژی نرخ متغیر، حسگر CropCircle، چارت رنگ برگ، کشاورزی دقیق

مقدمه

ایران بزرگترین کشور خاورمیانه است و پیشینه کشاورزی بسیار طولانی دارد. ابزارهای سنگی جمع‌آوری شده و مصنوعات سفالی از خاک رس از محلی در کوه زاگرس نشان می‌دهد که انسان‌ها ۱۲۰۰۰ سال پیش در ایران گیاهانی را کشت می‌کردند. به علاوه، یافته‌ها نشان می‌دهد که حدود ۱۰ هزار سال قبل از میلاد بزهای اهلی و رام شده برای اولین بار در ایران مورد استفاده قرار گرفته است. این کشور حتی ادعای اختراع آسیاب بادی را نیز دارد (Dinpanah and Omidi 2013). با این حال ایران پیشرفته با چندین چالش در زمینه‌ی تولیدات کشاورزی روبه‌رو است که مهمترین آنها عبارتند از: کمبود آب، شوری خاک و عدم سرمایه گذاری مناسب در این بخش که همگی برای کشاورزی امر حیاتی می‌باشند. کشاورزی ایران نیازمند تحقیقات بیشتر در زمینه تکنولوژی‌های مدرن و کاربرد روش‌های نوین در حوزه کشاورزی است. هر چند مطالعات زیادی در دانشگاه‌های ایران در حوزه کشاورزی انجام می‌گیرد ولی به دلیل نبود مدیریت منسجم در کارهای تحقیقاتی، خروجی چندانی از این مطالعات در حوزه کشاورزی دیده نمی‌شود. استفاده از ابزارهای دقیق در بخش تولیدات کشاورزی یکی از حوزه‌های مهم در این بخش می‌باشد که اصطلاحاً به کشاورزی دقیق (PA[1]) معروف است. یکی از نشانه‌های کشاورزی پایدار و اقتصادی، استفاده بهینه از نهاده‌های کشاورزی است که در حوزه کشاورزی دقیق مطرح می شود و لازم است توجه بیشتری به این بخش شود. هدف کلی این مقاله بررسی وضعیت موجود کشاورزی دقیق در ایران و همچنین واکاوی فرصت‌ها و موانع پیشرفت این نوع کشاورزی است.

کشاورزی دقیق

دیدبانی میزان عملکرد محصول، از پیشرفت‌های اخیر در حوزه ماشین‌های کشاورزی است که به تولیدکنندگان محصول اجازه می‌دهد استعداد خاک، آب و هوا و مدیریت تولید محصول را ارزیابی کنند (Shearer *et al.*, 1999). کشاورزی دقیق به مفهوم به کارگیری مفهوم یا روشی است که در آن تمامی جنبه‌های تولید مانند بهره‌وری بالا، کاهش ورودی‌ها یا نهاده‌های کشاورزی و همچنین کاهش اثرات مخرب زیست محیطی به طور همزمان محقق گردند. در کشاورزی دقیق، تکنولوژی‌های مختلفی مورد استفاده قرار گرفته است که شامل سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS[2])، سیستم موقعیت یاب جهانی (GPS[3])، کنترل خودکار، سامانه‌های کامپیوتری، سنجش از دور، پردازش اطلاعات پیشرفته و سیستم ارتباط از راه دور می‌باشند (Zhang *et al.*, 2002). تکنولوژی‌های کشاورزی دقیق به طور گسترده در سرتاسر جهان پراکنده شده‌اند و پیشرفت این نوع کشاورزی در آمریکا نسبت به سایر کشورها سریع‌تر بوده است. به طوری که در ایالات متحده ۲۲ درصد از مزارع سویا و ۲۸ درصد از مزارع غلات به ترتیب در سال ۲۰۰۲ و ۲۰۰۵ با بهره‌گیری از سیستم‌های سنجش عملکرد محصول، برداشت شده‌اند (Winstead *et al.*, 2010).

[1] Precision Agriculture
[2] geographical information system
[3] Global Positioning System

مطالعات متعددی بکارگیری کشاورزی دقیق در ایالات متحده را مورد ارزیابی قرار داده‌اند؛ در پروژه‌ی که درمورد اعمال کشاورزی دقیق در ایالات متحده انجام گرفت، به طور تخمینی ۱۸۰ مزرعه ایالت آلاباما شرکت کردند. نتایج نشان داد که تکنولوژی‌های کشاورزی دقیق بیشتر از طرف کشاورزانی استقبال شد که وسعت مزارع آنها بالا بود. قبل از اِعمال گسترده این سیستم‌ها، لازم است مطالعاتی در زمینه ساده سازی تکنولوژی‌ها انجام گیرد تا بتوان قوانین تصمیم‌گیری را برای نهاده‌های ورودی بهبود بخشیده و آسان کرد و از طرفی داده‌های با قابلیت اطمینان بالا و به روزتری تولید و در اختیار کشاورزان قرار داد. تولید منابع اطلاعاتی منطقی‌تر، کم هزینه و جدید یکی از جنبه‌های مهم در حوزه کشاورزی دقیق است (Winstead *et al*., 2010).

ریچارد و همکارانش (۲۰۰۹) گزارش کردند که کاهش هزینه تکنولوژی‌های مرتبط با کشاورزی دقیق، تعیین و اثبات منافع کشاورزی دقیق برای کشاورزان و سازگاری آن با منابع مختلف، از عامل‌های پیش نیاز متعددی هستند که در قبول کشاورزی دقیق در آلمان مورد توجه قرار است. در کشورهای پیشرفته مثل ایالات متحده، آلمان، کانادا و سایر کشورهای اروپایی، کشاورزی دقیق در دهه گذشته پیشرفت چشمگیری کرده است. درحالی که کشورهای در حال توسعه و جهان سوم در قبول روش‌های کشاورزی دقیق تا حدی کند بوده‌اند.

تصور عمومی در مورد کشاورزی دقیق یک سیستم مدیریت خاصی است که به وسیله تکنولوژی بالا امکان پذیر می‌باشد و این تصور با تکنولوژی موجود در کشاورزی معمولی که دارای تکنولوژی پایین یا فاقد تکنولوژی است شدیداً در تضاد است که در این میان می‌توان به کشور ایران اشاره داشت که به عنوان کشور در حال توسعه با چالش‌های بسیاری در رابطه با به کارگیری و بهره برداری از کشاورزی دقیق در زراعت روبه‌رو می‌باشد.

وضعیت کشاورزی ایران

وجود مناطقی با تنوع دمای زیاد در بخش‌های مختلفی از کشور، کشت انواع مختلف محصولات، مثل غلات، میوه‌ها، سبزیجات، پنبه، چغندرقند، نیشکر و پسته را ممکن ساخته است. اکنون فعالیت‌های کشاورزی حدود ۱۳ درصد از تولید ناخالص داخلی (GDP) را شامل می‌شود و در مقایسه با سایر نقاط در دنیا بخش قابل توجهی از نیروی کار را به خدمت گرفته است و در مقایسه با سایر کشورها، ایران ۲۰ امین کشور ازنظر مساحت کشت در جهان بوده و نواحی کشت و سطح زیر کشت محصولات کشاورزی در آن تقریباً ۱۹ میلیون هکتار می‌باشد. حدود یک سوم از کل نواحی ایران برای کشت و زرع مناسب بوده ولی به دلیل داشتن خاک ضعیف و عدم وجود آب کافی، بیشتر آنها تحت کشت قرار نمی‌گیرند. از بین مناطق تحت کشت، کمتر از یک سوم به صورت آبی و مابقی به صورت دیم کشت می‌شوند. اکثر مزارع کوچک هستند (کمتراز ۵ هکتار) و از نظر اقتصادی مناسب رشد و توسعه نیستند. علاوه بر کمبود آب و خاک ضعیف، کیفیت بذرها نیز پایین بوده و تکنیک‌های کشاورزی نیز پیشرفته نمی‌باشند (FAO, 2011). با وجود ظهور تکنیک‌های جدید کشاورزی، اکثر کشاورزان ایرانی روش‌های سنتی و قدیمی را برای فعالیت‌هایی مثل کاشت بذر، وجین، آبیاری و برداشت استفاده می‌کنند.

زیربنای کشاورزی دقیق در ایران

تغییرات مکانی و زمانی محصولات کشاورزی به عنوان قلب کشاورزی دقیق محسوب می‌شود و با وجود چنین تغییرات زمانی و مکانی نقش مدیریت مزرعه در اصلاح و کاهش تغییرات نمایان‌تر می‌شود. واضح است که به‌کارگیری کشاورزی دقیق با پیشرفت تکنولوژی GPS و GNSS بیشتر شده است (Whelan *et al.*, 2003). تکنولوژی DGPS تاثیر عظیمی بر کشاورزی دقیق داشته و با استفاده از آن امکان تعیین دقیق یک محل خاص به وجود آمد و در نتیجه آن تکنولوژی نرخ متغیر (VRT) در حوزه کشاورزی ابداع و مورد توجه محققان و کشاورزان قرار گرفت. ایران در سال ۲۰۰۹ سامانه هدی را به طور پیشرفته ایجاد کرد که می‌تواند خدمات DGPS و RTK را به ترتیب با دقت ۲۰–۵۰cm و ۲–۵ cm فراهم کند. اخیراً ۷۳ ایستگاه از این سامانه در سراسر کشور برپا شده و همچنین مرکز کارتوگرافی ملی ایران قصد دارد که این ایستگاه‌ها را برای پوشش تمامی نواحی کشور افزایش دهد (NCC, 2014).

سنجش از راه دور به عنوان یک تکنولوژی مهم برای سنجش سریع و پویای پارامترهای کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد، مطالعات متعددی در مورد کسب اطلاعات از عملکرد محصول، خشکسالی و شرایط محصول انجام شده و مدل‌ها و روش‌های متعددی توسعه پیدا کرده است (Xiong *et al.*, 2010; Bolten *et al.*, 2010). سنجش از دور به طور روز افزونی به عنوان یک ابزار تصمیم‌گیر و مدیریتی مهم در توسعه‌ی کشاورزی دقیق در کشورهای توسعه یافته مورد استفاده قرار می‌گیرد. این تکنولوژی نیاز به ماهواره‌هایی با قدرت تفکیک پذیری یا رزولوشن زمانی و مکانی خوب داشته و ساخت و به کارگیری این ماهواره‌ها یا تهیه نقشه‌ها یا اطلاعات بروز به سرمایه‌گذاری بالا توسط دولت نیازمند است. با اینکه کارهای زیادی توسط محققان ایرانی انجام گرفته است ولی هنوز نتوانسته‌اند به این تکنولوژی دست پیدا کنند. دولت ایران پروژه‌هایی را برای رسیدن به این تکنولوژی انجام داده و در آینده نزدیک ممکن است به یک تکنولوژی داخلی برای به کارگیری سنجش از دور دست یابد. با درنظر گرفتن اهداف و فعالیت‌های فضایی ایران، توانایی خوبی برای دستیابی به سنجش از راه دور در همه جنبه‌ها وجود دارد.

موانع و چالش های آینده

کشاورزی دقیق نیازمند تکنولوژی‌ها و دستگاه‌هایی مثل GPS، GIS، سنجش از دور، کامپیوترها، حسگرها، محرک‌ها و غیره است. اما مردم مناطق روستایی با این مسائل آشنایی کافی نداشته و همچنین برنامه‌ای برای تشویق مردم به استفاده از تکنولوژی‌های جدید وجود ندارد و تعدادکمی از اشخاص توانمند درزمینه IT وجود دارند که بتوانند در این جنبه‌ها به کشاورزان آموزش دهند. اکثر مردم روستایی بی‌سواد و دنباله روی روش‌های قدیمی هستند و کمتر دیده می‌شود که در کشاورزی‌شان نوآوری داشته باشند و از طرفی سودآوری کشاورزی دقیق برای آنها ثابت نشده است و روش‌های مربوط به کشاورزی دقیق به‌ندرت در ایران مورد استفاده قرار می‌گیرد. اگر تنها بخش سخت‌افزاری کشاورزی دقیق درنظر گرفته شود، اندازه زمین کشاورزی مسئله بسیار مهمی است که

می‌تواند بر کاربردهای کشاورزی دقیق تاثیر گذار باشد. در ایران ، اکثر زمین‌های کشاورزی کمتر از ۵ هکتار هستند که این امر باعث شده کشاورزان علاقه زیادی به مکانیزه کردن مزارع خود نداشته باشند (Bahari *et al*., 2013).

اگر تکنولوژی‌ها با یک نیاز قابل درک کشاورزان روبه‌رو شود و انگیزه‌های کافی برای به کارگیری آنها وجود داشته باشد، می‌توانند به سرعت به کارگرفته شوند. اخیراً در قالب طرح هدفمندی یارانه‌ها، اکثر مشوق‌های کشاورزی توسط دولت برداشته شده و مثل سابق نهاده‌ها با قیمت پایین در اختیار کشاورزان قرار نمی‌گیرد و این امر باعث شده هزینه‌ی کشت و زرع به طور چشمگیری افزایش پیدا کند. به دلیل قانون سودآوری در کشاورزی، کشاورزان و سرمایه‌گذاران خصوصی در رابطه با سرمایه‌گذاری در این بخش‌ها مردد هستند. بنابراین برای اعمال تکنولوژی‌های جدید، کشاورزی ایران نیازمند مشوق‌ها و حمایت زیادتری توسط دولت می‌باشند.

برای اعمال کشاورزی دقیق، ماشین‌های جدید و مدرن مورد نیاز است. اما به دلیل تعداد کم ماشین‌های کشاورزی و همچنین کهنه بودن آنها، امکان به‌کارگیری تکنولوژی‌های پیشرفته در کشاورزی ایران تا حدودی محدود می‌باشد. دررابطه با نرم افزار و سخت افزارهای مربوط به کشاورزی دقیق، اجزای مربوطه در فروشگاه‌های محلی موجود نیستند و اگر هم باشند تهیه آن سخت بوده و بسیار هزینه‌بر است. همچنین به دلیل هدفمند نبودن پروژه‌های دانشگاهی و نداشتن ارتباط مناسب با صنعت و کشاورزی، نتایج حاصل از تحقیقات هیچ وقت به طور عملی در بخش کشاورزی مورد استفاده قرار نمی‌گیرند. از طرفی علاوه بر مسائل اقتصادی و تکنیکی، کشاورزان ایرانی چندان نگران مسائل زیست محیطی نبوده و سازندگان ادوات کشاورزی نیز با کشاورزی دقیق آشنا نبوده و بیشتر کارشان کپی‌برداری از ماشین‌های خارجی است و به طور کامل از فلسفه کشاورزی دقیق و آینده آن آگاه نیستند.

تجربه‌ها و مطالعات کشاورزی دقیق در ایران

اگر چه چالش‌های بسیاری در استفاده از کشاورزی دقیق در ایران وجود دارد ولی با درنظر گرفتن منافع آن در کشاورزی آینده، محققان ایرانی مطالعات بسیاری درمورد این موضوع انجام داده‌اند. در مطالعه‌ای که در مورد تغییرات مکانی حاصلخیزی خاک در جنوب ایران انجام شده است، خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک در نقاط مختلف مزرعه مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که در داخل یک مزرعه تغییرات مکانی در خصوصیات گفته شده وجود دارد (Yasrebi *et al*., 2008). بردبار و همکارانش (Bordbar *et al*., 2009) پژوهشی را در زمینه بکارگیری کشاورزی دقیق درسرزمین فارس ایران انجام داده‌اند. در این مقاله، داده‌ها با استفاده از پرسشنامه جمع‌آوری شدند و ۲۷۰ متخصص کشاورزی در این طرح شرکت کرده بودند. نتایج نشان می‌دهد که اولویت‌های مطرح در زمینه تکنولوژی‌های کشاورزی دقیق به ترتیب عبارتند از: حشره‌کش‌ها با نرخ متغیر، حسگرهای تشخیص علف هرز، توپوگرافی و نقشه‌های عمق خاک، نقشه عملکرد محصول، سیستم موقعیت یابی جهانی و تصاویر هوایی.

عامل‌های موثر و موانع پیاده‌سازی کشاورزی دقیق توسط بهاری و همکارانش (Bahari *et al*., 2013) مورد بررسی قرار گرفت. شرکت کنندگان این پژوهش، کشاورزان، متخصصان مرکز تحقیقات کشاورزی و مرکز آموزش کشاورزی در استان اردبیل (تعداد ۳۶۵ نفر) بودند که دارای مدارک کارشناسی یا کارشناسی ارشد در یکی از شاخه‌های مهندسی کشاورزی هستند. نتایج نشان داد

که، عامل "دانش و بصیرت" نقش اصلی را در توصیف و درک از کشاورزی دقیق دارند و آموزش و مشوق‌های کشاورزی، تجهیزات و مباحث اقتصادی در رده‌های بعدی طبقه بندی قرار دارند. در پژوهشی که توسط دین پناه و امیدی (Dinpanah and Omidi, 2013) انجام گرفت، عامل‌های موثر بر امکان بکارگیری کشاورزی دقیق در ایران بررسی گردید. نتایج نشان می‌دهد که نگرش و عامل‌های سیاست‌گذاری رابطه‌ی مثبتی با امکان کشاورزی دقیق دارند. همچنین با درنظرگرفتن زیرساختارها، رابطه‌ی منفی بین پیچیدگی نوآوری و امکان کشاورزی دقیق وجود دارد. براساس اظهارات محققان به ترتیب حدود ۹ ، ۶۲/۸ و ۲۸/۲ درصد از آنها امکان به کارگیری کشاورزی دقیق را بر پایه زیرساخت‌های فعلی، نسبتا ضعیف ، متعادل و خوب توصیف کردند.

ارزیابی‌هایی روی یک سیستم اندازه‌گیری میزان جریان جرمی سیب زمینی توسط مستوفی و همکارانش (Mostofi *et al*., 2007) انجام شد. در این پژوهش دو سیستم سنجش ارزیابی گردید: الف) ترانسدیوسر به صورت تیر یک سر درگیر تعبیه شده در زیر نوار نقاله ب) سیستمی که در زیر مخرن قرار گرفته و وزن کل را اندازه گیری می‌کند. هچنین چندین سیستم مانیتورینگ برای محصولاتی مثل نیشکر (Khorasani, 2009)، چغندر قند (Bagherpour, 2013) و سیب زمینی (Zamani, 2014) ساخته و ارزیابی شده‌اند. همچنین مطالعاتی درمورد سیستم‌های نرخ متغیر سموم و آفت کش‌ها انجام گرفته است (Abdollahi, 2012). علارغم این پژوهش‌های علمی، هیچگونه تجربه عملی کشاورزی دقیق در کشاورزی ایران صورت نگرفته است .

دلایلی که ایران باید به کشاورزی دقیق توجه کند

ایران آب و هوای خشک و بایری دارد و در اکثر نقاط کشور، میانگین سالانه بارندگی ۲۵۰ میلی‌متر یا کمتر می‌باشد. تنوع آب و هوایی و جغرافیایی کشور بسیار گسترده است به طور مثال، میانگین بارندگی سالیانه در شمال بیش از ۱۰۰۰ میلی‌متر است درحالی که این مورد برای قسمت‌های مرکزی و جنوبی کمتر از ۱۰۰ میلی‌متر می باشد. بر اساس استانداردهای بین المللی، هرکشوری که بیش از ۴۰ درصد مجموع منابع آبی تازه تجدیدپذیر خود را مصرف کند، جز کشورهای بحرانی خواهد بود. بنابراین، با توجه به اینکه این مقدار در ایران بیش از ۴۰ درصد است، ایران جز کشورهای بحرانی است (Mostofi *et al*., 2007). به دلیل مصرف بیشتر آب در حوزه کشاورزی و کمبودهای زیاد در این حوزه و همچنین کاهش منابع آبی کشور، لازم است استفاده از روش‌هایی مثل تکنولوژی آبیاری نرخ متغیر و با بهره‌گیری از شبکه‌های حسگر بی‌سیم[4] (WSN) در مدیریت بهتر آب آبیاری مورد توجه قرار گیرد. کودهای شیمیایی و حشره کش‌ها می‌توانند تاثیر مخربی بر محیط زیست بگذارند. آنها می‌توانند اکوسیستم را تخریب کرده و ممکن است باعث نابودی گونه‌های زیستی شوند. علف‌کش‌ها و کودهای شیمیایی می‌توانند وارد منابع آب زیرزمینی شده و دزهای بالا، باعث آلودگی آبهای زیرزمینی گردند. کشاورزی دقیق با بهره‌گیری از راه حل‌های جدید، رویکرد قابل قبولی را برای حل مسائل مربوط به کشاورزی پیشنهاد کرده و در این رویکرد، بین مسائل زیست محیطی و تولید محصول بالانس منطقی و مناسبی ایجاد شده است.

[4] Wireless Sensor Networks

چگونگی به کارگیری کشاورزی دقیق

به ظاهر، کشاورزی دقیق با مردم کشورهای درحال توسعه نامربوط به نظر می‌رسد. اما مطالعاتی که توسط کوک و همکارانش (cook *et al*., 2003) انجام گرفت نشان می‌دهد که کشاورزی دقیق و به خصوص اطلاعات مکانی نقش مهمی در زمین‌های کشاورزی با مقیاس کوچک دارد و از آنجائیکه مقیاس زمین‌های ایران کوچک است، لازم است که تجربه‌های کشاورزی دقیق درکشورهای مشابه ایران مانند هند، چین، اندونزی، فیلیپین، ویتنام و بنگلادش مورد استفاده قرار گیرد. آنها از ابزارهای کم هزینه و با تکنولوژی پایین برای مزارع کوچک استفاده می‌کنند. کلروفیل متر (SPAD)، جدول رنگ‌بندی برگ (LCC)، GreenSeeker و CropCircle ابزارهای تشخیصی ساده و قابل حملی هستند که برای اندازه‌گیری وضعیت محصول از نظر نیتروژن در مزارع برنج و گندم مورد استفاده قرار می‌گیرند (Mandal *et al*., 2013). این تکنیک‌ها و وسایل می‌تواند در مزارع برنج، گندم و سایر محصولات مهم ایران استفاده شوند و باعث بهینه سازی کودهای شیمیایی در مزارع گردند. اکنون سامانه GIS جهت استفاده در مزارع کشورهای آسیایی مانند ژاپن، کره جنوبی، و ایالت تایوان مورد استفاده قرار می‌گیرد، که در همه آنها هدف دولت تشویق کشاورزان در استفاده از اینترنت و سامانه GIS در بررسی مزارع خود از نظر نوع خاک و سایر ویژگی‌های حاصلخیزی است. در اندونزی، GIS برای ارزیابی زمین کشاورزی و بررسی مناسب بودن نوع محصول کاشته شده در آن مناطق مورد استفاده قرار می‌گیرد. متاسفانه اکثر کشاورزان ایرانی با اینترنت یا IT آشنا نیستند به همین دلیل اولین مرحله برای اعمال کشاورزی دقیق در ایران، برگزاری دوره‌های آموزشی و کارگاه‌ها توسط متخصصان IT است. مرحله‌ی بعدی در به کارگیری کشاورزی دقیق، متقاعد کردن کشاورزان با پروژه‌ها و پژوهش‌هایی است که در آنها کشاورزی دقیق به طور ملموس اثر خود را بر عملکرد، هزینه و سایر متغیرهای مهم گذاشته باشد.

به دلیل بارندگی کم و منابع آبی اندک، به نظر می‌رسد بهره‌وری آب اصلی‌ترین دغدغه کشاورزی است. بنابراین کاربرد تکنولوژی‌های جدید مثل آبیاری با نرخ متغیر (VRT) و سامانه شبکه حسگرهای بی‌سیم (WSN) که می‌تواند در هر مزرعه‌ای با مقیاس کوچک و بزرگ استفاده شود، روشی مناسب برای آبیاری مزرعه است .

نتیجه‌گیری و توصیه‌ها

کشاورزی دقیق، به عنوان بهترین رویکرد در مدیریت نهاده‌های کشاورزی باعث ایجاد کشاورزی پایدار و دوستدار محیط زیست می‌گردد. اگرچه مفهوم کشاورزی دقیق بیشتر در مزارع با مقیاس گسترده و برای کشورهای توسعه یافته مطرح می‌باشد، اما استفاده از ابزارهایی با هزینه کم و با تکنولوژی پایین، می‌تواند گزینه مناسبی برای مزارع کوچک و کشورهای درحال توسعه باشد. علارغم توسعه سامانه‌هایی مانند DGPS و RTK در ایران، به دلیل سطح پایین سواد کشاورزان ایرانی و ناآشنا بودن آنها با تکنولوژی‌های جدید و GIS دولت باید سرمایه‌گذاری‌های عظیمی در زمینه آموزش انجام دهد. اندازه زمین‌های کشاورزی مسئله دیگری است که بکارگیری کشاورزی دقیق و مکانیزاسیون را در ایران محدود می‌سازد. کشاورزان و متخصصان ایرانی باید از تجربه‌های کشاورزی

دقیق، که توسط کشورهایی مثل هند، فیلیپین، اندونزی، ژاپن و سایر کشورها تجربه شده است، استفاده کنند. به دلیل کمبود آب در ایران، استفاده از روش‌هایی مثل تکنولوژی‌های نرخ متغیر و شبکه‌های حسگر بی‌سیم (WSN) می‌تواند روش مناسبی برای افزایش بهره‌وری آب در کشاورزی باشد. در انتها، ادغام زمین‌های کشاورزی و سرمایه گذاری‌های حمایتی در کشاورزی دو مسئله مهمی هستند که می‌توانند موجب توسعه‌ی کشاورزی پایدار در ایران گردند.

منابع

Abdollahi, I. and khafajeh, H. 2012. The Design of an Electronic System for Sprayer. The 7th national congress on Agr. Machinery Engineering & Mechanization, shiraz, Iran. Published on DVD, 1247-1258.

Bagherpour, H., Minaei, S., Abdolahian Noghbi, M. and KhorasaniFardavani, M.E. 2013. A Development of a Real Time Sugar Beet Yield Monitoring System and Mapping Product Quality and Quantity. The 8th national congress on Agr. Machinery Eng. (Biosystem) & Mechanization. Mashhad, Iran.

Bahari, N., Karpisheh, L. and Kheiri, S. 2013. Effective factors and barriers on the implementation of precision farming. Annals of Biological Research, 4 (7): 94-98.

Bolten, J. D., Crow, W. T., Zhan, X., Jackson, T. J., and Reynolds, C. A. 2010.Evaluating the utility of remotely sensed soil moisture retrievals for operational agricultural drought monitoring.Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, IEEE Journal of, 3(1): 57-66.

Bordbar, M., mahmoodHosseini, S., and Chizari, M. 2009.The Assessment of Applying Precision Agriculture as an Appropriate Technology as Perceived by Agricultural Specialists in Fars Province of Iran. Journal of Agric. & Environ. Sci., 6(6): 692-996.

Cook, S. E. 2003. Is precision agriculture irrelevant to developing countries. Precision Agriculture.115-120.

Dinpanah, G., and Omidi, Z. 2013. Influencing factors on feasibility of precision agriculture in regard to infrastructures in Iran. European Journal of Experimental Biology, 3(1): 482-486.

FAO. 2011. FAOSTAT, Accessed 14 July 2014, from http://faostat.fao.org.

Mostofi, M. R., Godwin, R. G., O'Dogherty, M. J., and Minaei, S. 2007. Investigations on Performance of a Continuous Mass Flow Rate Measurement System for Potato Harvesting. Agricultural Engineering International: CIGRE Journal.

NCC. RTK-DGPS services.2014. Accessed 14 July 2014, from www.ncc.org.ir.

Khorasani Fardavani, M.E., Alimardani, R., and Omid, M. 2009. Development and laboratory evalution of a noise reducing technique as based on a free mass load cell for sugarcane yield monitoring scale platform. Iranian journal ofbiosystem engineering, 40(1): 52-63.

Reichardt, M., and Jürgens, C. 2009. Adoption and future perspective of precision farming in Germany: results of several surveys among different agricultural target groups. Precision Agriculture, 10(1): 73-94.

Shearer, S. A., Fulton, J. P., McNeill, S. G., Higgins, S. F., and Mueller, T. G. 1999. Elements of precision agriculture: basics of yield monitor installation and operation. Dept. of Biosystems and Agr. Engineering, Univ. of Kentucky, PA-1

Mandal, S. K., and Maity, A. 2013.Precision Farming for Small Agricultural Farm: Indian Scenario.American Journal of Experimental Agriculture, 3(1): 200-217.

Zhang, N., Wang, M., and Wang, N. 2002.Precision agriculture—a worldwide overview.Computers and electronics in agriculture, 36(2): 113-132.

Winstead, A., Norwood, S., Griffin, T., Runge, M., Adrian, A., Fulton, J., and Kelton, J. 2010. Adoption and use of precision agriculture technologies by practitioners.In Proc. the 10th International Conference on Precision Agriculture, 18-21.

Whelan, B. M., McBratney, A. B., Stein, A., Stafford, J., and Werner, A. 2003. On-farm field experiments for precision agriculture. In Precision agriculture: Papers from the 4th European Conference on Precision Agriculture, Berlin, Germany, 731-737.

Yasrebi, J., Saffari, M., Fathi, H., Karimian, N., Emadi, M., and Baghernejad, M. 2008. Spatial variability of soil fertility properties for precision agriculture in Southern Iran. Journal of Appl. Sci, 1642-1650.

Xiong, J., Wu, B., Yan, N., Zeng, Y., and Liu, S. 2010. Estimation and validation of land surface evaporation using remote sensing and meteorological data in North China. Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, IEEE Journal of, 3(3): 337-344.

Zamani, M.D., Taghavi, A.,Gholami Pareshkoohi, M. and Massah, J. 2014. Design, implementation and evaluation of a potato yield monitoring system. Journal Of Agricultural Machinery, 4(1): 50-56.