بررسی مناسب بودن استفاده از فناوری کشاورزی دقیق در استان فارس از دیدگاه کارشناسان کشاورزی

مرضیه بردبار*

دانش‌آموخته ترویج و آموزش کشاورزی، دانشگاه‌آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران

سید محمود حسینی

عضو هیات علمی و دانشیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران

چکیده

هدف از این تحقیق، بررسی مناسب بودن استفاده از فناوری کشاورزی دقیق در استان فارس از دیدگاه کارشناسان کشاورزی می‌باشد. روش تحقیق از نوع پیمایشی و ابزار تحقیق، پرسشنامه می‌باشد. به‌منظور بررسی روایی ابزار تحقیق، از نظرات متخصصان اجرایی در این زمینه از اساتید کمک گرفته شد و جهت سنجش پایایی پرسشنامه از آزمون مقدماتی استفاده شد. ۲۵ پرسشنامه بین کارشناسان کشاورزی توزیع و میزان آلفای‌کرونباخ حاصل ۰/۸۶ به‌دست آمد. جامعه آماری تحقیق شامل ۷۵۰ نفر از کارشناسان کشاورزی سازمان جهاد کشاورزی استان فارس می‌باشد که از این تعداد ۲۷۰ نفر از طریق جدول مورگان به روش طبقه‌ای با تسهیم نسبت انتخاب شدند. نتایج تحقیق نشان داد که بالاترین اولویت‌ها از ۵ بخش از تکنولوژی‌های کشاورزی دقیق، به‌ترتیب اولویت کاربرد میزان 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 می‌باشند. نتایج حاصل از ضریب همبستگی بین متغیرهای مستقل تکنولوژی‌های میزان متغیر، حس‌گرها، نمونه‌برداری خاک، نظارت عملکرد و سایر تکنولوژی‌ها با متغیر وابسته، نشان‌دهنده وجود رابطه معنی‌دار در سطح ۱ درصد می‌باشد. همچنین تکنولوژی‌های میزان متغیر و استفاده از حس‌گرها، به‌روش گام‌به‌گام وارد معادله رگرسیون چند متغیره گردیدند که در نهایت ۲۹ درصد از تغییرات ملاک را این متغیرها تبیین نمودند.

واژه‌های کلیدی: کشاورزی دقیق، تکنولوژی‌های کشاورزی دقیق، کارشناسان کشاورزی، استان فارس.

* نویسنده مسوول مکاتبات، m.bordbar_151365@yahoo.com

مقدمه

برای دهه‌ها کشاورزان نهاده‌ها را بر پایه توصیه‌های میزان متوسط برای کل مزرعه مورد استفاده قرار می‌دادند، غافل از این‌که نهاده‌های مورد نیاز خاک و محصولات نه تنها از مزرعه‌ای به مزرعه دیگر، بلکه در قسمت‌های مختلف درون یک مزرعه نیز تفاوت می‌کنند. در ضمن کاربرد نهاده‌های کشاورزی با سرعت و میزان یکسان در مزارع بدون توجه به متغیرهای درون مزرعه و شرایط موجود، نتایج مطلوبی در عملکرد محصولات نشان نمی‌دهد. مدیریت متغیرهای درون مزرعه، بهبود تولید محصولات و حداقل کردن اثرات منفی بر محیط، از عواملی هستند که ما را به سمت کشاورزی دقیق هدایت می‌کنند(Mishra *et al.*, 2003).

کشاورزی دقیق یک سیستم ترکیبی مدیریت کشاورزی بر پایه بهینه‌سازی نهاده‌ها، حداکثرسازی تولیدات کشاورزی با کاربرد اطلاعات محصولات می‌باشد و یک فناوری پیشرفته و اصل مدیریتی است که به‌عنوان کشاورزی خاص مکانی نیز نامیده شده که تغییرات را در مزرعه تشخیص داده و میزان صحیح نهاده‌ها را در مکان درست و زمان مناسب به کار می‌برد (Doede *et al.*, 2008).

کشاورزی دقیق به دلیل سطح مدیریتی که دارا می‌باشد با کشاورزی متداول متمایز است. در کشاورزی دقیق به جای این‌که کل مزرعه به‌عنوان یک واحد مدیریتی باشد، اعمال مدیریت برای مناطق کوچک در مزرعه در نظر گرفته می‌شود که این کار سطح مدیریت را با تأکید بر نیازهای صحیح کشاورزان افزایش می‌دهد. کشاورزی دقیق یک سیستم مدیریتی تلفیقی است که کوشش دارد نوع و میزان نهاده‌ها را بر اساس نیازهای واقعی محصولات که در مناطق کوچک‌تر زمین قرار دارند، تطبیق دهد (Davis *et al.*, 1998).

از جمله فناوری‌های مورد استفاده در کشاورزی دقیق می‌توان به سیستم موقعیت‌یاب جهانی (GPS)، فناوری میزان متغیر (VRT)، حس‌گرهای کنترل از راه دور (RS)، و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)اشاره نمود (Griffin *et al.*, 2004).

تکنولوژی‌های کشاورزی دقیق بر اساس میزان مشابهت و همچنین مراحل عملیات زراعی قابل تقسیم می‌باشند. تقسیم‌بندی تکنولوژی‌های کشاورزی دقیق بر اساس مراحل عملیات زراعی شامل مراحل پیش از کاشت، کاشت، داشت، برداشت و پس از برداشت می‌باشند و تقسیم‌بندی که برای این فناوری بر اساس میزان مشابهت در نظر گرفته شده است، شامل تکنولوژی‌های میزان متغیر، حس‌گرها، تکنولوژی‌های نمونه‌برداری خاک، تکنولوژی‌های نظارت عملکرد، و سایر موارد از این فناوری می‌باشند (صالحی، ۱۳۸۵) که در ارتباط با این پژوهش برای بررسی مناسب بودن استفاده از کشاورزی دقیق از تقسیم‌بندی ۵ گانه بر اساس میزان مشابهت استفاده شده است. حال سئوالی که مطرح می‌شود این است که از نظر کارشناسان کدامیک از تکنولوژی‌های کشاورزی دقیق، دارای امکان کاربرد بالاتری در کشاورزی استان فارس بوده و مناسب برای اجرا می‌باشند؟

پژوهشی توسط گریفین و همکاران در سال ۲۰۰۴ در ارتباط با پذیرش و سودآوری کشاورزی دقیق صورت گرفت که از جمله نتایج آن می‌توان به بیان نمودن فناوری میزان متغیر به‌عنوان رایج‌ترین مقیاس

پذیرش کشاورزی دقیق اشاره نمود. همچنین به طور کلی میزان استفاده گسترده از حس‌گرها توسط کشاورزان در این امر گزارش شد (Griffin *et al*., 2004).

بت در سال ۲۰۰۸ در نتایج بررسی خود در ارتباط با پذیرش ابزار کشاورزی دقیق برای کشاورزان بالاترین منافع را در ارتباط با میزان متغیر کودها بیان داشت (Batte, 2008). بریزیل در سال ۲۰۰۶ در بررسی استفاده از کودپاشی با استفاده از روش‌های کشاورزی دقیق در مزارع، افزایش میزان عملکردها، بهبود تولیدات اقتصادی و جبران هزینه‌ها را با استفاده از این روش عنوان نمود (Breazeale, 2006).

در پژوهشی که توسط شوبرت و همکاران در سال ۲۰۰۲ در ارتباط با سیستم نقشه‌برداری عملکرد با استفاده از کشاورزی دقیق صورت گرفت، عنوان نمودند که با استفاده از این روش میزان عملکردها افزایش یافته، توانایی نقشه‌برداری عملکرد توسعه یافته و بهبود اتخاذ تصمیمات مدیریتی، مشاهده شده است (Schubert *et al*., 2002)

سوئینتون و دیبور در سال ۲۰۰۲ در پژوهش خود در ارتباط با پذیرش جهانی فناوری کشاورزی دقیق عنوان داشتند که نمونه‌برداری خاک بیشترین میزان پذیرش را دارد (Swinton & Lowenberg-Debore, 2002). همچنین این محققان تعداد ۹ مطالعه در ۵۴ منطقه برای ارزیابی سودمندی کاربرد میزان متغیر کودها انجام دادند که نتایج مثبتی را گزارش دادند (Swinton & Lowenberg-Debore, 1998).

قابل ذکر است که کشاورزی دقیق تکنولوژی‌هایی را به کار می‌گیرد که این تکنولوژی‌ها را می‌توان در مراحل مختلف عملیات زراعی از مراحل قبل از کاشت تا بعد از برداشت در مزرعه به‌کار گرفت. سالیانه بخش عمده‌ای از تلفات در چندین محصول اساسی کشاورزی در اثر سوء مدیریت‌ها و ناکارآمدی ادوات ایجاد می‌گردد. از جمله راهکارهایی که با معرفی کشاورزی دقیق به‌عنوان تغییر تکنولوژی در کشاورزی معرفی شده، استفاده از ادواتی است که حداکثر دقت را اعمال می‌نمایند. با بررسی‌های صورت گرفته تا زمان اجرای پژوهش حاضر (تابستان، ۱۳۸۸) استان فارس با داشتن اهدافی چون داشتن مدیریت دقیق و مناسب خاک و محصولات برای تطبیق در شرایط متفاوت مزرعه و کمک در راستای رسیدن به توسعه پایدار، برای رفع مشکلات موجود در کشاورزی متداول به سمت اجرای کشاورزی دقیق روی آورده است که بیشترین میزان اجرای کشاورزی دقیق (به‌صورت آزمایشی) در سطح کشور را داشته و اولین اقدامات تحقیقی و آزمایشی در این زمینه در استان فارس انجام شده است که از آن جمله می‌توان به اجرای پایان‌نامه دانشجویی در دانشگاه شیراز و راه‌اندازی کمیته کشاورزی دقیق در سازمان جهاد کشاورزی استان فارس اشاره نمود. همچنین این استان از استان‌های پیش‌رو در فعالیت‌های کشاورزی بوده و پتانسیل اجرای فناوری مذکور را دارا می‌باشد. با توضیحات بیان شده در بالا، نیاز به اجرای پژوهشی با هدف اصلی، بررسی مناسب بودن استفاده از فناوری کشاورزی دقیق در استان فارس از دیدگاه کارشناسان کشاورزی، ضروری شمرده شد و در راستای نیل به این هدف، اهداف اختصاصی زیر تدوین شده‌اند:

۱. اولویت‌بندی تکنولوژی‌های کشاورزی دقیق بر مبنای تقسیم‌بندی آنها بر اساس میزان مشابهت؛

۲. بررسی زمینه‌های اجرای فناوری کشاورزی دقیق؛
۳. بررسی رابطه بین تکنولوژی‌های کشاورزی دقیق (تکنولوژی‌های میزان متغیر، نظارت عملکرد، حس‌گرها، نمونه‌برداری خاک و سایر تکنولوژی‌ها) و امکان کاربرد تکنولوژی‌ها؛
۴. بررسی ویژگی‌های فردی کارشناسان کشاورزی استان فارس.

روش پژوهش

از آنجایی که هدف این تحقیق بررسی مناسب بودن استفاده از فناوری کشاورزی دقیق در استان فارس می‌باشد، تحقیق از نوع پیمایشی و ابزار جمع‌آوری اطلاعات، پرسشنامه بوده که به همراه آن بروشوری نیز در ارتباط با فناوری کشاورزی دقیق ضمیمه شد. به‌منظور بررسی روایی ابزار تحقیق، پرسشنامه طراحی شده در اختیار اساتید قرار گرفت و پس از انجام اصلاحات لازم اعتبار پرسشنامه تایید شد. برای آزمون پایایی ابزار، تعداد ۲۵ پرسشنامه توسط کارشناسان کشاورزی جهاد کشاورزی شهرستان مرودشت تکمیل شد و ضریب کرونباخ‌آلفای آن ۰/۸۶ محاسبه گردید. جامعه آماری تحقیق شامل ۷۵۰ نفر از کارشناسان کشاورزی استان فارس می‌باشد که با استفاده از روش نمونه‌گیری طبقه‌ای با تسهیم نسبت و با استفاده از جدول مورگان، ۲۷۰ نفر از کارشناسان انتخاب شدند. متغیرهای مستقل تحقیق عبارتند از: ویژگی‌های فردی کارشناسان، تکنولوژی‌های میزان متغیر، حس‌گرها، نمونه‌برداری خاک، نظارت عملکرد و سایر تکنولوژی‌های مرتبط و متغیر وابسته نیز امکان کاربرد تکنولوژی‌های کشاورزی دقیق می‌باشند که برای سنجش تکنولوژی‌ها از طیف لیکرت ۵ سطحی (از خیلی کم با ۱ امتیاز تا خیلی زیاد با ۵ امتیاز) استفاده شد. برای پالایش داده‌ها از گزینه نمی‌دانم نیز استفاده شد که با مقیاس ترتیبی سنجیده شدند. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده از نرم‌افزار $SPSS_{16}$ استفاده شد. در بخش یافته‌های توصیفی از آماره‌های میانگین و ضریب‌تغییرات و در بخش یافته‌های استنباطی از آماره‌های تحلیل همبستگی (ضریب همبستگی اسپیرمن) و رگرسیون چندمتغیره بهره گرفته شد.

یافته‌ها

بر اساس توزیع فراوانی کارشناسان بر حسب جنس، اکثر کارشناسان مورد مطالعه ۹۲/۶ درصد مرد بوده‌اند. بررسی‌ها نشان می‌دهند که ۴۲/۶ درصد از کارشناسان با بیشترین فراوانی در طیف سنی ۵۰-۴۱ سال می‌باشند. بررسی وضعیت تحصیلات کارشناسان نشان داد که ۸۷/۴ درصد از پاسخگویان دارای مدرک کارشناسی می‌باشند و ۱۲/۶ درصد از آنها نیز دارای مدرک کارشناسی‌ارشد هستند. پاسخگویان دارای رشته‌های زراعت، گیاه پزشکی، آبیاری، ماشین‌آلات، باغبانی، ترویج و آموزش کشاورزی، خاک‌شناسی، تکنولوژی تولیدات گیاهی، دامپروری، شهرسازی و بیوتکنولوژی بوده که بیشترین فراوانی (۲۷ درصد) مربوط به رشته زراعت و ۰/۴ درصد از پاسخگویان با کمترین فراوانی فارغ‌التحصیل از رشته بیوتکنولوژی بوده‌اند. اکثر پاسخگویان (۴۳/۳ درصد) دارای سابقه کاری ۱۱ تا ۲۰ سال بوده‌اند. بررسی‌ها نشان می‌دهند

که ۱۸/۹ درصد از پاسخگویان با فراوانی ۵۱ نفر دوره‌های آموزشی- ترویجی در زمینه کشاورزی دقیق را برگزار نموده‌اند و ۸۱/۱ درصد از پاسخگویان با فراوانی ۲۱۹ نفر این دوره‌ها را برگزار نکرده‌اند.

به‌منظور اولویت‌بندی تکنولوژی‌های کشاورزی دقیق و همچنین زمینه‌های کاربرد این فناوری از دیدگاه کارشناسان کشاورزی از ضریب‌تغییرات استفاده شد. یافته‌های جدول شماره ۱ نشان می‌دهد که کاربرد میزان متغیر حشره‌کش‌ها، میزان متغیر علف‌کش‌ها و میزان متغیر آبیاری، بالاترین اولویت‌های تکنولوژی‌های میزان متغیر را به خود اختصاص داده‌اند.

جدول ۱- اولویت‌بندی تکنولوژی‌های میزان متغیر

تکنولوژی‌های میزان متغیر	میانگین	انحراف‌معیار	ضریب‌تغییرات	اولویت
حشره‌کش‌ها	۴/۰۳	۰/۸۶	۲۱/۳۳	۱
علف‌کش‌ها	۴/۰۶	۰/۸۷	۲۱/۴۲	۲
آبیاری	۴/۱۰	۰/۹۰	۲۱/۹۵	۳
خاک‌ورزی	۳/۹۶	۰/۸۹	۲۲/۴۷	۴
ریزمغذی‌ها	۳/۹۹	۰/۹۰	۲۲/۵۵	۵
کودها (ازت، فسفر، پتاسیم)	۴/۰۵	۰/۹۳	۲۲/۹۶	۶
قارچ‌کش‌ها	۳/۹۰	۰/۹۱	۲۳/۳۳	۷
بذرکاری	۳/۸۵	۰/۹۳	۲۴/۱۵	۸

یافته‌های جدول‌شماره ۲ نشان می‌دهند که استفاده از نقشه توپوگرافی، شیب وعمق خاک ونمونه‌برداری شبکه‌ای خاک، بالاترین اولویت‌های تکنولوژی‌های نمونه‌برداری خاک را به‌خود اختصاص می‌دهند.

جدول۲- اولویت‌بندی تکنولوژی‌های نمونه‌برداری خاک

تکنولوژی‌های نمونه‌برداری خاک	میانگین	انحراف‌معیار	ضریب‌تغییرات	اولویت
نقشه توپوگرافی، شیب و عمق خاک	۴/۰۳	۰/۹۰	۲۲/۳۳	۱
نمونه‌برداری شبکه‌ای خاک	۴/۰۸	۰/۹۵	۲۳/۲۸	۲
نقشه ساختمان و بافت خاک	۳/۸۴	۰/۹۲	۲۳/۹۵	۳
نقشه هدایت الکتریکی خاک	۳/۹۰	۰/۹۹	۲۵/۳۸	۴

یافته‌های جدول شماره ۳ نشان می‌دهند که استفاده از نقشه عملکرد محصول و نظارت عملکرد با GPS بالاترین اولویت‌های تکنولوژی‌های نظارت عملکرد را به خود اختصاص داده‌اند.

جدول ۳- اولویت‌بندی تکنولوژی‌های نظارت عملکرد

تکنولوژی‌های نظارت عملکرد	میانگین	انحراف‌معیار	ضریب‌تغییرات	اولویت
نقشه عملکرد محصول	۴/۰۰	۰/۹۱	۲۲/۷۵	۱
نظارت عملکرد با **GPS**	۴/۰۰	۰/۹۳	۲۳/۲۵	۲
نقشه عملکرد دانه	۳/۸۳	۰/۹۶	۲۵/۰۶	۳

در ارتباط با حس‌گرها از حس‌گرهای علف‌هرز نام برده شد که به‌ترتیب دارای میانگین، ضریب‌تغییرات و انحراف‌معیار ۳/۷۹، ۲۸/۷۵ و ۱/۰۹ می‌باشد. در ارتباط با سایر تکنولوژی‌ها استفاده از سنجش از راه دور، عکس‌های هوایی (میانگین=۳/۸۴ و ضریب‌تغییرات=۲۵/۹۷) و سنجش از راه دور، تصاویر ماهواره‌ای (میانگین=۳/۲۱ و ضریب‌تغییرات=۳۵/۵۱) دارای اولویت‌های اول و دوم بودند.

جدول شماره ۴ در ارتباط با اولویت‌بندی میزان موافقت پاسخگویان با زمینه‌های کاربرد کشاورزی دقیق نشان می‌دهد که بالاترین اولویت‌ها مربوط به گزینه‌های مقرون به صرفه بودن و سازگار بودن تکنولوژی می‌باشند.

جدول۴- اولویت‌بندی زمینه‌های کاربرد کشاورزی دقیق

زمینه‌های کاربرد	میانگین	انحراف‌معیار	ضریب‌تغییرات	اولویت
مقرون به صرفه بودن	۴/۰۸	۰/۹۲	۲۲/۵۴	۱
سازگار بودن تکنولوژی	۴/۰۰	۰/۹۴	۲۳/۵	۲
در دسترس بودن تکنولوژی	۳/۹۴	۰/۹۷	۲۴/۶۱	۳
موجود بودن تکنولوژی	۳/۶۸	۰/۹۸	۲۶/۶۳	۴

همچنین با توجه به ترتیبی‌بودن متغیرهای تکنولوژی‌های میزان متغیر، حس‌گرها، تکنولوژی‌های نمونه‌برداری خاک، تکنولوژی‌های نظارت عملکرد و سایر تکنولوژی‌ها و متغیر وابسته امکان کاربرد تکنولوژی‌های کشاورزی دقیق از ضریب همبستگی اسپیرمن استفاده شده است. بر اساس جدول شماره ۵، رابطه معنی‌داری بین متغیرهای مذکور در سطح ۱ درصد وجود دارد.

جدول۵- رابطه میان متغیرهای تحقیق

متغیر دوم	متغیرهای اول	ضریب‌همبستگی
	تکنولوژی‌های میزان متغیر	۰/۲۹۷*
	حس‌گرها	۰/۲۸۶*
امکان کاربرد تکنولوژی‌های کشاورزی دقیق	تکنولوژی‌های نمونه‌برداری خاک	۰/۱۹۳*
	تکنولوژی‌های نظارت عملکرد	۰/۲۲۵*
	سایر تکنولوژی‌ها	۰/۱۷۲*

* $P \leq ۰/۰۵$ ** $P \leq ۰/۰۱$

رگرسیون چندگانه جهت تعیین معادله تخمین امکان کاربرد تکنولوژی‌های کشاورزی دقیق

در این تحقیق برای پیش‌بینی میزان اجرایی‌بودن تکنولوژی‌های کشاورزی دقیق از رگرسیون چندگانه استفاده شده است. لازم به ذکر است که از روش رگرسیون گام‌به‌گام با استفاده از نرم‌افزار SPSS برای به‌دست آوردن معادله استفاده شده است. پس از ورود کلیه متغیرهای مستقل دارای همبستگی معنی‌دار تنها متغیرهای «تکنولوژی‌های میزان متغیر و حس‌گرها» در معادله باقی ماندند. این متغیرها توانایی تبیین ۲۹/۳

درصد از تغییرات متغیر وابسته را دارا می‌باشند. از طرفی بررسی ضرایب رگرسیون استاندارد شده نشان می‌دهد که متغیر تکنولوژی‌های میزان متغیر (ß=۰/۳۷۸)، سهم و نقش بیشتری را در امکان کاربرد تکنولوژی‌های کشاورزی دقیق دارد.

جدول۶- ضرایب رگرسیون چندگانه گام‌به‌گام، متغیر وابسته تحقیق (امکان کاربرد تکنولوژی‌های کشاورزی دقیق)

متغیر	B	Beta	t	Sig.
تکنولوژی های میزان متغیر (x_1)	۰/۲۲۷	۰/۳۷۸	۵/۱۵	۰/۰۰۰
حس‌گرها (x_2)	۰/۶۶۹	۰/۲۳۹	۳/۲۶	۰/۰۰۱
عدد ثابت	۵/۷	--	۴/۷۷	۰/۰۰۰

R=۰/۵۴۲ R^2=۰/۲۹۳ F= ۳۷/۳۸ Sig.F= ۰/۰۰۰

با استفاده از فرمول زیر می‌توان امکان کاربرد تکنولوژی‌های کشاورزی دقیق را تخمین زد:

$$Y=۵/۷ + ۰/۲۲۷x_1+۰/۶۶۹\ x_2$$

این تحقیق که با هدف بررسی مناسب بودن استفاده از فناوری کشاورزی دقیق صورت گرفت، نشان داد که از دیدگاه کارشناسان کشاورزی استان فارس، از تقسیم‌بندی ۵گانه که برای تکنولوژی‌های کشاورزی دقیق صورت گرفته، استفاده از میزان متغیر حشره‌کش‌ها، نقشه توپوگرافی، شیب و عمق خاک، نقشه عملکرد محصول، حس‌گرهای علف‌هرز و سنجش از راه دور، عکس‌های هوایی، دارای بالاترین اولویت‌ها بوده‌اند و امکان اجرایی بالاتری نسبت به سایر موارد دارند. نتایج حاصل از ضریب همبستگی بین متغیرهای مستقل تکنولوژی‌های میزان متغیر، حس‌گرها، نمونه‌برداری خاک، نظارت عملکرد و سایر تکنولوژی‌ها با متغیر وابسته نشان‌دهنده وجود رابطه معنی‌دار در سطح ۱ درصد می‌باشد.

بحث و نتیجه‌گیری

در تایید نتایج حاصل از این بررسی، در ارتباط با فناوری‌های میزان متغیر، Breazeale (۲۰۰۶) در پژوهش خود در ارتباط با کودپاشی با استفاده از فناوری مذکور استفاده از این روش را دارای مزایایی عنوان نموده است که مهم‌ترین این موارد شامل، افزایش عملکرد محصولات همراه با داشتن بازده اقتصادی مناسب می‌باشد. Jintong *et al.* (۲۰۰۲) نیز میزان استفاده از فناوری‌های میزان متغیر را همگام با فناوری‌های اطلاعات (IT) گزارش داده‌اند.

Pocknee *et al.* (۱۹۹۶) در ارتباط با تکنولوژی‌های نمونه‌برداری خاک، استفاده از نقشه‌های توپوگرافی و نمونه‌برداری شبکه‌ای را جزء بالاترین اولویت‌ها بیان نمودند. Griffin *et al.* (۲۰۰۴) نیز هزینه‌های نمونه‌برداری شبکه‌ای را مانعی در پذیرش نقشه‌برداری خاک بیان نموده‌اند و نقشه‌های عملکرد را

جزیی از ارکان اصلی کشاورزی دقیق عنوان نمودند. وی عدم درک فواید حاصل از حس‌گرها و تعداد کم شرکت‌های مشاوره را از دلایل اصلی برای سرعت کم پذیرش حس‌گرها عنوان داشته است.

Tenkorang & Lowenberge-Debore (۲۰۰۴) در تحقیق خود به اهمیت منافع اقتصادی حس‌گرهای علف‌های هرز اشاره نمودند. Oriade *et al.* (۱۹۹۶) نیز در نتایج پژوهش خود منافع محیطی کشاورزی دقیق را با استفاده از تکنولوژی حس‌گرها در قسمت‌هایی با میزان مختلف و جمعیت بالای علف‌های هرز در مزارع، بالاتر از زمانی اعلام کردند که از این تکنولوژی استفاده نمی‌شد. Fountas *et al.* (۲۰۰۶) در پژوهش خود به سرعت بالا در پذیرش استفاده از تصاویر ماهواره‌ای اشاره داشتند و سازگاری سخت‌افزار را عاملی اساسی برای پذیرش کشاورزی دقیق بیان داشتند.

همچنین Taylor & Whelan (۲۰۰۰) به نقل از دیبور و همکاران عنوان نمودند که استفاده از آنالیز عکس‌های دیجیتالی همگام با کاربرد GIS در تشخیص نواحی حساس به فشردگی و همچنین پیش‌بینی فشردگی خاک سال‌های بعدی بسیار موفق می‌باشد. Haapala *et al.* (۲۰۰۶) در تحقیق خود استفاده از کشاورزی دقیق را مقرون به صرفه، سازگار و قابل اعتماد عنوان داشتند.

پیشنهادها

در این راستا پیشنهاد می‌شود که برای کاربرد این تکنولوژی‌ها در ابتدا به ایجاد زیرساخت‌های آموزشی برای کارشناسان کشاورزی و کشاورزان توجه شود که برای شروع می‌توان به اجرای دوره‌های آموزشی در جهت معرفی عملی این تکنولوژی‌ها اشاره نمود. به طوری که در کلاس‌های آموزشی علاوه بر آموزش در جهت آشنایی با این تکنولوژی‌ها، نحوه عملکرد این تکنولوژی‌ها عملاً آموزش داده شود. پس از ایجاد زمینه‌های آموزشی بایستی زمینه‌های اقتصادی برای اجرا وجود داشته باشد که از آن جمله می‌توان وام‌هایی به کشاورزان برای تهیه تجهیزات ارایه نمود. در نهایت بایستی خدماتی به‌صورت توصیه‌های کارشناسی و خدمات حمایتی به کشاورزان ارایه داشت تا استفاده مناسب از تکنولوژی‌های نامبرده را در مزارع شاهد باشیم. با توجه به تحلیل رگرسیون چندگانه پیشنهاد می‌گردد که اولین اولویت‌های تحقیقی و اجرایی در ارتباط با تکنولوژی‌های میزان متغیر و حس‌گرها صورت گیرد. همچنین پیشنهاد می‌گردد یک برنامه‌ریزی استانی با همکاری جهاد کشاورزی و بنگاه توسعه ماشین‌های کشاورزی استان برای مجهز نمودن ماشین‌آلات کشاورزی با ادوات برای کاربرد تکنولوژی‌های میزان متغیر و حس‌گرها تدوین و اجرا گردد.

همچنین وزارت جهاد کشاورزی بایستی به بهره‌گیری از تجربیات و طرح‌های کشورهای موفق در زمینه کشاورزی دقیق با توجه به شرایط خاص هر استان اقدام نموده و به تأسیس و سازماندهی تشکل‌ها و سازمان‌های کشاورزی دقیق اقدام نماید. در ضمن لازم است پژوهشی با چارچوب نظری این تحقیق از دیدگاه کشاورزان انجام گردیده و نتایج آن با نظرات کارشناسان مقایسه گردد.

منابع و ماخذ

۱. صالحی، س. (۱۳۸۵). *عوامل مؤثر بر نگرش و تمایل به کاربرد کارشناسان سازمان جهاد کشاورزی استان‌های فارس و خوزستان نسبت به تکنولوژی‌های‌کشاورزی دقیق*. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد رشته ترویج و آموزش کشاورزی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی رامین، دانشگاه اهواز.

2. Batte, M. (2008). *Survey: Number of farmers adopting precision agricultural tools soaring*. Agriculture online, the Ohio state university. Retrieved from http://www.csiro.au/science/precisionag/
3. Breazeale, D. (2006). *A precision agriculture fertilization program for Alfalfa hay production: Will it pay for itself*. University of Nevada, cooperative extension.
4. Davis, G., Casady, W., & Massey, R. (1998). *Precision agriculture: An introduction*. Published by University Extension, University of Missouri system. WQ 450.
5. Doede, S., Achemire, R., Vanmeter, K., Flora, J., & Webb, C. A. E. (2008). *Precision agriculture technology program*. Oklahoma State University, instate of technology. Associate in applied science degree.
6. Fountas, S., Pedersen, S. M., & Blackmore, S. (2006). *ICT in precision agriculture – diffusion of technology*. University of Thessaly, Greece.
7. Griffin, T., Lowenberg-Debore, J., Lambert, D. M., Peone, J., Payne, T., & Daberkow, S. G. (2004). *Adopting, profitability, and making better use of precision farming data*. Purdue University.
8. Haapala, H. E. S., Pesonen, L., & Nurka, P. (2006). Usability as a challenge in precision agriculture, case study An ISOBUS VT. *Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal*, *Manuscript MES*, 8(1).
9. Jintong, L., Caihong, X. G., & Ninomiya, S. (2002). Generality *for precision agriculture and practice in China*. Generality for precision agriculture (pp. 10). China meteorology press
10. Mishra, A. K., Sundaramoorthi, R., Chdambara, P., & Balaji, D. (2003). *Operationalization of precision farming in India*, 6th Annual International Conference and Exhibition.
11. Oriade, C. A., King, R. P., Forcella, F., & Jeffreus, J. (1996). A bioeconomic analysis of site-specific management for weed control. *Review of agricultural economics*, 18, 523-535.
12. Pocknee, S., Boydell, B., Green, H., Waters, D., & Kvien, C. (1996). *Directed soil sampling*. In proceeding of the third international conference on precision agriculture. American society of agronomy, soil society of America.
13. Schubert, A. M., Calvin, T., & Porter, D. (2002). *Precision agriculture yield mapping system for Peanuts on the Texas south plains*. Texas A&M university agricultural research and extension center. Retrieved from http://precisiona griculture.tamu.edu/
14. Swinton, S. M., & Lowenberg-Debore, J. (1998). Evaluating the profitability of site-specific farming. *Journal of production agriculture*, 11(4).
15. Swinton, S. M., & Lowenberg-Debore, J. (2002). Global adoption of precision agriculture technologies: Who, when and why? In G. Grenier & S. Blackmore, (Eds.). *Third European Conference on Precision Agriculture*, Montpellier, France. Agro Montpellier (ENSAM), 557-562.

16. Taylor, J., & Whelan, B. (2000). *A general introduction to precision agriculture*. Grains research and Development Corporation. Retrieved from http://www.usyd.edu.au/su/agric/acpa/
17. Tenkorange, F., & Lowenberge-Debore, J. (2004). Observations on the economics of remote sensing in agriculture. SSMC Newsletter. Retrieved from http://www.purdue.edu/ssmc/