ارزیابی قابلیت‌های مورد نیاز کارشناسان شرکت‌های خدمات مشاوره‌ای ترویج به منظور آموزش و توسعه کشاورزی دقیق

نسیم ایزدی
دانشجوی دکتری ترویج و آموزش کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همدان

داریوش حیاتی
دانشیار بخش ترویج و آموزش کشاورزی دانشگاه شیراز

پوریا عطائی *
دانشجوی دکتری ترویج کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس

تاریخ دریافت: ۹۲/۵/۲۲ تاریخ پذیرش: ۹٤/۲/۱٦

چکیده

فناوری کشاورزی دقیق راهی برای ایجاد تعادل بین افزایش جمعیت، کمبود منابع و حفظ محیط زیست است، بنابراین آموزش کشاورزی دقیق به کارشناسان می‌تواند به عنوان عامل تسریع‌کننده انتقال و پذیرش این فناوری باشد. هدف اصلی این پژوهش ارزیابی قابلیت‌های مورد نیاز کارشناسان شرکت‌های خدمات مشاوره‌ای ترویج به منظور آموزش و توسعه کشاورزی دقیق بود. جمعیت مورد مطالعه، کلیه کارشناسان شرکت‌های خدمات مشاوره‌ای ترویج در شهرستان شیراز (۱۴۲ نفر) بودند. حجم نمونه با استفاده از روش نمونه‌گیری ساده تصادفی، ۱۱۰ نفر برآورد گردید. ابزار مورد استفاده برای جمع‌آوری داده‌ها پرسشنامه بود که روایی صوری آن به وسیله پانلی از متخصصین تأیید و برای بررسی پایایی آن نیز آزمون راهنما اجرا شد که آلفای کرونباخ متغیرها ۰/۸۳ بود. نتایج نشان داد که قابلیت‌های مورد نیاز آموزشگران در سه دسته قابلیت‌های کاربردی، شناختی و تبیین اثرات بکارگیری قرار گرفتند. در پایان با توجه به نتایج به‌دست آمده پیشنهادهای کاربردی ارائه گردید.

واژه‌های کلیدی: فناوری کشاورزی دقیق، آموزش کشاورزی دقیق، قابلیت‌های آموزشگران کشاورزی دقیق، کارشناسان شرکت‌های خدمات مشاوره‌ای ترویج.

* نویسنده مسئول مکاتبات، ataeip@yahoo.com

مقدمه

در جهان در حال توسعه، اگر چه به واسطه رشد چشمگیر بخش‌های صنعت و خدمات تا حدودی از اولویت بخش کشاورزی کاسته شده است، این بخش همچنان اساس اقتصاد بسیاری از کشورها به شمار می‌رود تا آنجا که برای اغلب مردم کشورهای جهان سوم، کشاورزی نه تنها یک شغل بلکه یک شیوه زندگی به حساب می‌آید (موحد محمدی، ۱۳۸۲). افزایش رو به رشد جمعیت زمین که وقوع بحران غذایی را حتی در کشورهای توسعه‌یافته پس از رسیدن به خودکفایی به دنبال دارد، تعادل تولیدات کشاورزی با نیازهای محیطی، ایجاد تعادل عرضه و تقاضای غذا و ورود به تجارت جهانی، نگهداری و پیشرفت سلامت منابع طبیعی و محیط زیست مشکلاتی است که باعث شده بخش کشاورزی در دستیابی به توسعه سه رهیافت را تجربه کند. ابتدا برای حل این مشکلات به رهیافت «بازده بیشتر نتیجه مصرف نهاده بیشتر» یا همان کشاورزی متعارف روی آورد. اما بیکاری، فقر و مشکلات زیست محیطی حاصل از اجرای این شیوه، کشاورزان را به سمت رهیافت «کاهش نهاده‌ها همراه با ثابت نگه داشتن بازده» «یا کشاورزی صنعتی سوق داد که این رهیافت نیز معایبی داشت اما بخش کشاورزی را به سمت رهیافت سوم «بهینه نمودن نهاده ـ بازده» که هدف کشاورزی دقیق بود، هدایت کرد (Shibusawa, 2002). کشاورزی دقیق جدیدترین فن‌آوری در عرصه مهندسی کشاورزی می‌باشد که اکنون در کشورهای پیشرفته به صورت جدی بکار گرفته می‌شود و هر کشوری که سریع‌تر بتواند آن را بومی‌سازی نماید هزینه‌های ناشی از وابستگی خود را به حداقل خواهد رسانید. مهمترین محور کشاورزی دقیق شناخت دقیق مزرعه و یا زمین زراعی در نقاط مختلف آن است. به‌طوریکه بتوان زمین زراعی را آسیب‌شناسی نموده و در جهت اصلاح آن متناسب با شرایط نقاط مختلف زمین گام برداشت. جهت آسیب‌شناسی مزرعه لازم است در مرحله برداشت، وضعیت عملکرد آن در نقاط مختلف به‌دقت شناسایی شده و به عبارتی نقشه عملکرد مزرعه ترسیم گردد (نظرزاده، ۱۳۸۷). در کشور ما نیز علاوه بر موارد بالا به دلیل کاهش یا حذف یارانه‌های دولتی، افزایش هزینه کارگری و کمبود منابع آبی، مصرف بهینه منابع و نهاده‌ها و استفاده صحیح از ماشین‌آلات یا همان کشاورزی دقیق به صورت یک الزام درآمده است. این روش نوین که یک روش مدیریتی بر مبنای اطلاعات و فن‌آوری جدید است، نیاز به جمع‌آوری اطلاعات بسیار دارد (مورگان و ون، ۱۳۸۵).

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 به عنوان 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; Baey-Ernsten, 2003; Arnholt & Marvin, 2001).

Wang (2001) در پژوهش خود بیان می‌کند که کشاورزی دقیق یک شیوه بسیار جذاب برای توسعه کشاورزی پایدار است و این امکان را به کشاورزان می‌دهد که بر اساس دسترسی به منابع و مدیریت اطلاعات و دانش موجود تصمیمات دقیق جهت افزایش بهره‌وری داشته باشند و در جهت رفاه و تأمین امنیت غذایی با تأکید بر حفظ منابع گام

بردارند. بنابراین در اکثر کشورها این تکنولوژی با توجه به مزایایی که دارد، پذیرش و گسترش می‌یابد. کشاورزی دقیق یک سیستم مدیریتی نوین است که از چند سال پیش وارد کشور ما شده است. این سیستم شامل فناوری‌های نوین مثل سیستم موقعیت‌یاب جهانی[1]، حس‌گرهای کنترل از راه دور[2]، فناوری میزان متغیر[3] و سیستم اطلاعات جغرافیایی[4] می‌باشد (Griffin & Daberkow, 2004). همچنین در مراحل عملیات زراعی (مراحل پیش از کاشت، کاشت، داشت، برداشت و پس از برداشت) از فناوری‌های بسیاری از جمله حس گرها، فناوری‌های میزان متغیر، نمونه‌برداری خاک، نظارت عملکرد و سایر موارد استفاده می‌کند (صالحی، ۱۳۸۵). با توجه به نوین بودن و پیچیدگی نسبی این تکنولوژی‌ها، پذیرش آن ها بطور سریع را نمی‌توان انتظار داشت. بنابراین لازم است پیش از ترویج آن، ابتدا به آموزش استفاده و کاربرد آن پرداخته شود.

به بیان دیگر در حالی که افزایش تولید و بهبود بهره‌وری کشاورزی در گذار از کشاورزی سنتی به کشاورزی دقیق ضروری است، این رشد اقتصادی نمی‌تواند در جایی اتفاق افتد مگر آن که در نظام اجتماعی، رفتارها، طرز تفکر و ایستارهای مردم دگرگونی‌های مطلوب پدید آید (ملک محمدی، ۱۳۷۷). برای ایجاد این دگرگونی‌ها مجموعه‌ای از نهادها و سازمان‌ها در اطلاع‌رسانی، آموزش مهارت‌ها و انتقال تکنولوژی نوین به تولیدکنندگان جوامع روستایی مشارکت دارند (Anderson, 2007) و با تکیه بر راهبردهای آموزشی، شیوه‌های کشت و زرع را بهبود می‌بخشند و بهره‌وری بخش کشاورزی را افزایش می‌دهند و از این طریق سطح کلی رفاه و استانداردهای مختلف زندگی روستایی را ارتقا می‌بخشند (Lopez and Bruening, 2002). بنابراین آموزش کشاورزی دقیق به کشاورزان تأثیر شگرفی در پیشرفت و تسریع توسعه خواهد داشت زیرا هم سبب توسعهٔ سرمایه‌های انسانی به عنوان محور فعالیت‌های کشاورزی می‌شوند و هم شرایط بهبود کیفیت این سرمایه‌ها را فراهم می‌آورند.

هم اکنون نیروی انسانی ماهر و آگاه در کنار عواملی چون زمین، آب و سرمایه مهم‌ترین عنصر عرصه تولید به شمار می‌رود و در این میان نظام‌های آموزشی و ترویجی نقش مهمی در ارائه اطلاعات و تکنولوژی نوین به کشاورزان دارند (حسینی و شریف‌زاده، ۱۳۸٦). نتایج پژوهش دیگر در ارتباط با بررسی همبستگی میان تولید مزارع کوچک و سطح آموزشی کشاورزان نیز نشان داده است که میان سطح آموزش تولیدکنندگان و بهره‌وری مزارع ایشان ارتباط مثبت و معنی‌داری وجود دارد (Onphanhdala, 2009).

در مجموع می‌توان گفت کشاورزانی که از سطح آموزشی بالاتری برخوردارند، دسترسی بهتری به دانش، اطلاعات و نوآوری‌های مورد نیاز فعالیت حرفه‌ای خویش دارند و می‌توانند با قدرت بیشتری اطلاعات دریافتی را مورد تجزیه و تحلیل قرار دهند (Umatsu and Mishra, 2010). بخش مهمی از سطح بهره‌وری کشاورزان، به کمیت و کیفیت آموزش‌های ترویجی دریافتی آن‌ها بستگی دارد. گانیه آموزش را روند حل مسأله می‌داند که هدف از آن تسهیل یادگیری فراگیر است (علی میرزایی و همکاران، ۱۳۸۹).

(Kitchen *et al.,* 2002) در پژوهش خود به این نتیجه رسیدند که علت اصلی سرعت کم پذیرش فناوری‌های کشاورزی دقیق، میزان کم ارائه

[1] Global Positioning System (GPS)
[2] Remote Sensing (RS)
[3] Variable Rate Technology (VRT)
[4] Geographical Information System (GIS)

آموزش و مشاوره است. همچنین مراحلی را برای آموزش کشاورزی دقیق بیان کردند که عبارتند از: دانش و مهارت کشاورزی، مهارت مدیریت اطلاعات در کامپیوتر و درک کشاورزی دقیق بعنوان سیستمی جهت مدیریت دانش زراعی. از طرفی به این مطلب نیز اشاره کردند که برای آموزش مؤثر کشاورزی دقیق تنها دانش آکادمیک آموزشگر کافی نیست بلکه آموزشگر باید در کنار دانش آکادمیک، تسلط کافی بر اجرای فناوری و روش‌های مشارکتی اجرای آن داشته باشد. وی همچنین علت سرعت کند پذیرش این فناوری را عدم دسترسی کشاورزان به نیروی انسانی آگاه و ماهر در این زمینه بیان می‌کند.

در پژوهشی دیگر از آموزش بوسیله متخصصان کشاورزی به عنوان کانالی برای انتقال دانش و مهارت به کشاورزان یاد شده است (Fountas *et al.,* 2006). حسینی و همکاران (۱۳۸۹) در نتایج تحقیق خود که با هدف بررسی زیربناهای لازم برای کاربرد کشاورزی دقیق از دیدگاه کارشناسان جهاد کشاورزی استان فارس انجام شد، نشان دادند که از دید پاسخگویان مهم ترین عامل آموزشی در استفاده از کشاورزی دقیق مربوط به برگزاری کلاس‌های آموزشی برای کشاورزان بوده و وجود رابطه معنی‌دار بین عوامل آموزشی و امکان کاربرد کشاورزی دقیق نشان می‌دهد که هر چه میزان آموزش‌ها در زمینه کشاورزی دقیق بیشتر شود و کارشناسان و کشاورزان سطح دانش و مهارت بالاتری را کسب کنند، میزان تمایل آن‌ها برای کاربرد و اجرای فناوری مذکور بیشتر می‌شود.

بنابراین آموزش در کشاورزی دقیق باید به گونه‌ای باشد که نیروی انسانی را برای دستیابی به بهره‌وری و پایداری منابع طبیعی آماده سازد و برای دستیابی به این هدف آموزشگران بخش کشاورزی باید دانش، مهارت و آشنایی کافی نسبت به موضوع داشته باشند تا بتوانند اهمیت موضوع را کاملاً بیان نموده و پس از توجیه کشاورزان به خوبی آنها را آموزش دهند (Akpomedaye, 2012; Collett & Gale, 2009; Hatfield, 2000). همچنین بردبار و حسینی (۱۳۸۹) در پژوهش خود، استفاده از فناوری کشاورزی دقیق در استان فارس را مناسب و حتی لازم دانستند و پیشنهاد کردند که برای کاربرد این فناوری در ابتدا به ایجاد زیرساخت‌های آموزشی برای کارشناسان کشاورزی و کشاورزان توجه شود و برای شروع به برگزاری دوره‌های آموزشی در جهت معرفی عملی این فناوری به کارشناسان اشاره نمودند.

در پژوهش دیگری که در ارتباط با پذیرش فناوری‌های کشاورزی دقیق توسط کشاورزان انجام گرفت، این گونه نتیجه‌گیری گردید که میزان پذیرش فناوری‌های کشاورزی دقیق، با ارائه آموزش، مشاوره و نظارت بر عملکرد افزایش می‌یابد (Batte, 2008). در واقع در این زمینه، بت تأکید بر شواهد فراوانی دارد که نشان دهندهٔ اثرات مثبت آموزش بر پذیرش کشاورزی دقیق است. این امر پرسش خاص این پژوهش را مطرح می‌سازد که قابلیت‌های مورد نیاز آموزشگران آموزش کشاورزی دقیق کدامند؟

اهداف پژوهش

هدف کلی این پژوهش ارزیابی قابلیت‌های مورد نیاز کارشناسان شرکت‌های خدمات مشاوره‌ای ترویج به منظور آموزش و توسعه کشاورزی دقیق بوده است.

بر اساس هدف کلی، اهداف اختصاصی پژوهش شامل موارد زیر بوده است:

– شناخت ویژگی‌های فردی و اجتماعی کارشناسان شرکت‌های خدمات مشاوره‌ای ترویج؛ بررسی مهارت‌های موردنیاز کارشناسان در هر یک از مراحل تولید به منظور آموزش و توسعه کشاورزی دقیق؛ و دسته‌بندی قابلیت‌های موردنیاز کارشناسان به منظور آموزش و توسعه کشاورزی دقیق.

روش پژوهش

این پژوهش، از لحاظ نوع تحقیق توصیفی و از جنبه ماهیتی، کاربردی است. از لحاظ زمانی، مطالعه‌ای گذشته‌نگر و از لحاظ کنترل متغیرها، پیشین‌پژوهی بوده و از جنبه عملیات آماری، علّی‌ـ رابطه‌ای بوده است. جامعه آماری مورد بررسی در این مطالعه کلیه کارشناسان شرکت‌های خدمات مشاوره‌ای ترویج شهرستان شیراز (۱٤۲نفر) و جمعیت نمونه طبق روش نمونه‌گیری تصادفی و جدول کرجسی و مورگان (Krejcie and Morgan, 1970)، ۱۰۳ نفر بوده است که برای افزایش اعتبار داده‌ها حجم نمونه به ۱۱۰ نفر ارتقاء یافت. اطلاعات به وسیله پرسشنامه جمع‌آوری گردید.

روایی پرسشنامه، از طریق پانل متخصصان و نظرسنجی جمعی از اساتید و متخصصان ذی ربط مورد ارزیابی قرار گرفت. همچنین برای سنجش پایایی سؤالات مطرح شده، یک مطالعه راهنما در خارج از نمونه اصلی بر روی ۳۰ نفر از کارشناسان شرکت‌های خدمات مشاوره‌ای ترویج انجام گردید و میزان آلفای کرونباخ برای سؤالات مطرح شده با طیف لیکرت ۰/۸۳ بدست آمد. اطلاعات جمع‌آوری شده، پس از کدگذاری با استفاده از نرم افزار $SPSS_{V18}$ مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

یافته‌ها

کلیه کارشناسان مورد مطالعه، عضو شرکت‌های خدمات مشاوره‌ای، فارغ‌التحصیل رشته کشاورزی، دارای حداقل مدرک کارشناسی و حداقل یک سال سابقه کار نظارت مزرعه بوده‌اند. از بین ۱۱۰ نفر مدیر مزرعه که به سؤالات پرسشنامه پاسخ داده‌اند ٦۷ نفر مرد و ٤۳ نفر زن بوده که ۸۰ نفر دارای مدرک کارشناسی و ۳۰ نفر دارای مدرک کارشناسی ارشد بوده‌اند. سن بیشتر پاسخگویان حدود ۲۹ سال و دامنه سنی همه افراد بین ۲۵ تا ۳٤ سال بود. کمترین سابقه کار افراد یک سال و بیشترین آن هفت سال بود که اکثر افراد حدود چهار تا شش سال سابقه کار نظارت مزرعه را داشتند.

فناوری‌های کشاورزی دقیق در هر چهار مرحله فرآیند تولید در مزرعه یعنی مرحله پیش از کاشت، کاشت، داشت و برداشت مورد استفاده قرار می‌گیرند. در مرحله پیش از کاشت توجه به مواردی نظیر تسطیح لیزری اراضی، تهیه نقشه‌های توپوگرافی زمین، زیرساخت‌ها و هزینه‌های موردنیاز و آشنایی با تکنولوژی اطلاعات و کاربرد فناوری جهت حفاظت محیط زیست برای کارشناسان شرکت‌های خدمات مشاوره‌ای ترویج لازم و ضروری است. در این زمینه از بین متغیرهای مرحله پیش از کاشت (در یک دامنه ۱ تا ۵)، آشنایی کارشناسان با تکنولوژی اطلاعات بیشترین میانگین، ۳/۸٦ (انحراف معیار ۱/۰۲) را به خود اختصاص داده است. این در حالیست که میانگین متغیرهای مرحله پیش از کاشت ۲/۹۹ با انحراف معیار ۱/۰۰۲ بدست آمده است (جدول ۲).

در مرحله کاشت از فناوری‌های کشاورزی دقیق می‌توان در تعیین رطوبت خاک، تعیین میزان پخش بذر، کنترل عملیات کاشت از راه دور و غیره استفاده نمود. با توجه به یافته‌های جدول ۱، در

مرحله کاشت متغیر آشنایی کارشناسان با نحوه کار با حسگرهای تراکتور نسبت به سایر متغیرها بیشترین میانگین را کسب کرده است (میانگین ۳/۸۵ و انحراف معیار ۱/۲۵). حال آنکه میانگین متغیرهای مرحله کاشت ۲/۹٤ و انحراف معیار آن‌ها ۱/۱۲ بوده است. در مرحله سوم یعنی مرحله داشت، توانایی کارشناسان در تهیه نقشه آسیب و آفات، تعیین وضعیت گیاه برای نیاز کودی و نقش فناوری در بهبود شرایط مزرعه مد نظر است. در این مرحله، آشنایی کارشناسان با موزع‌های هوشمند با میانگین ۳/۷۱ و انحراف معیار ۱/۱۹ بیشترین میانگین را دارا بوده است. همچنین میانگین متغیرهای مرحله داشت محاسبه گردید که مقدار آن ۲/۹۷ و انحراف معیار آن ۱/۱ بوده است.

در مرحله پایانی کشت که مرحله برداشت محصول می‌باشد لازم است کارشناسان در زمینه آشنایی با نرم‌افزار Agrocom و نقش آن در بازاریابی، مهارت کار با حسگر تعیین نرخ ریزش کمباین، پایش و نقشه‌برداری محصول و غیره توانایی‌های لازم را دارا باشند. در این میان آشنایی کارشناسان با نرم‌افزار Agrocom و نقش آن در بازاریابی محصول بیشترین میانگین را به خود اختصاص داده است (میانگین ٤ و انحراف معیار ۰/۹۸). در کل میانگین متغیرهای مرحله برداشت محصول ۳/۳۱ و انحراف معیار آن‌ها ۱/۱۲ بدست آمده است.

جدول ۱- توصیف قابلیت‌های کارشناسان در مراحل مختلف تولید در مزرعه به منظور آموزش کشاورزی دقیق

مراحل کشت	متغیرها	میانگین	انحراف معیار
مرحله پیش از کاشت	آشنایی با فناوری اطلاعات (IT)	۳/۸٦	۱/۰۲
	تسلط بر اجرای تسطیح لیزری اراضی	۲/۸۸	۰/۹۷
	مهارت تهیه نقشه‌های توپوگرافی زمین	۲/۹۱	۱/۱۲
	تبیین ایجاد زیرساخت‌ها و هزینه‌های مورد نیاز فناوری	۲/۰۵	۰/۹۲
	آشنایی با کاربرد فناوری جهت حفاظت از محیط زیست	۳/۲٦	۰/۹۸
جمع		۲/۹۹	۱/۰۰۲
مرحله کاشت	مهارت تعیین رطوبت خاک به کمک حسگرها برای تعیین عمق کاشت	۲/۸۱	۱/۲۷
	آشنایی با استفاده صحیح و به جا از دستگاه‌های کارنده	۲/۹۰	۰/٦۸
	تسلط بر نحوه کاشت و نرخ متغیر پخش بذر در کشاورزی دقیق	۲/٦٤	۱/۲۲
	آشنایی با نحوه کار حسگرهای تراکتور (ABS)	۳/۸۵	۱/۲۵
	توانایی کار با حسگرهای هوایی جهت کنترل از راه دور	۲/۵۳	۱/۱۹
جمع		۲/۹٤	۱/۱۲
مرحله داشت	تبیین مصرف نهاده به میزان مناسب و در جای صحیح به کمک فناوری کشاورزی دقیق	۲/۹۱	۰/٦۸
	آشنایی با موزع‌های هوشمند	۳/۷۱	۱/۱۹
	کسب مهارت تهیه نقشه آسیب و آفات (علف هرز، آفات و بیماری‌ها)	۲/۸۰	۱/۲۹
	توانایی کار با حسگر تعیین وضعیت گیاه برای تعیین نیاز کودی	۲/۸۱	۱/۲۷
	درک و تبیین نقش فناوری در بهبود کشت و شرایط مزرعه	۲/٦٤	۱/۱۱
جمع		۲/۹۷	۱/۱

ادامه جدول ۱- توصیف قابلیت‌های کارشناسان در مراحل مختلف تولید در مزرعه به منظور آموزش کشاورزی دقیق

مراحل کشت	متغیرها	میانگین	انحراف معیار
	آشنایی با حسگرهای کمباین (Yield Monitoring) و نقش آنها در برداشت مناسب محصول	۳/۹۰	۱/۰۲
مرحله برداشت	آشنایی با نرم افزار Agrocom و نقش آن در بازاریابی	٤	۰/۹۸
	مهارت کار با حسگر تعیین نرخ ریزش کمباین	۳/۰۷	۱/۱۷
	توانایی پایش و نقشه‌برداری محصول به کمک فناوری	۲/۳۵	۱/٤۷
	درک نقش فناوری در افزایش محصول	۳/۲۵	۰/۹۸
جمع		**۳/۳۱**	**۱/۱۲**

* خیلی کم (۱)، کم (۲)، متوسط (۳)، زیاد (٤)، خیلی زیاد (۵)

کارشناسان شرکت‌های خدمات مشاوره‌ای ترویج به منظور آموزش کشاورزی دقیق به کشاورزان نیاز به قابلیت‌های مختلفی دارند. اما دسته‌بندی مشخص و مناسبی که قابلیت‌های کارشناسان را نشان دهد موجود نمی‌باشد. این در حالیست که با داشتن یک دسته‌بندی مناسب از قابلیت‌های مورد نیاز کارشناسان برای آموزش کشاورزی دقیق می‌توان نقاط قوت و ضعف آن‌ها در دسته‌های مختلف را مشخص نمود و به تقویت و بهبود نقاط قوت و کاهش نقاط ضعف آنان پرداخت. بنابراین برای دست یافتن به این هدف و تعیین سهم تأثیر هر یک از عامل‌ها در آموزش کشاورزی دقیق از تحلیل عاملی استفاده شد. ابتدا برای امکان‌پذیری تحلیل عاملی، ملاک KMO و آماره بارتلت مورد سنجش قرار گرفت. محاسبات انجام شده نشان داد که انسجام درونی داده‌ها مناسب بوده (KMO= ۰/۷۰۲) و آماره بارتلت نیز در سطح p= ۰/۰۰۱ معنی‌دار بود. با توجه به ملاک Kaiser، سه عامل دارای مقدار ویژه بالاتر از یک استخراج شدند (جدول ۲). تبیین کل واریانس توسط این سه عامل ۵۵/۲۵ درصد بوده است.

جدول ۲- درصد واریانس و مقادیر ویژه عامل‌های مختلف

شماره عامل	مقدار ویژه	درصد واریانس مقدار ویژه	درصد واریانس تجمعی
۱	٤/۳۵	۲۱/۷٦	۲۱/۷٦
۲	۳/۳٤	۱٦/۷٤	۳۸/۵۱
۳	۳/۳٤	۱٦/۷٤	۵۵/۲۵

به منظور تحقیق درباره ماهیت روابط بین متغیرها و دستیابی به تعریف عامل‌ها، فرض بر این قرار گرفت که ضرایب بالاتر از ۰/٤ در تعریف عامل‌ها سهم مهم و بامعنی دارند و بنابراین ضرایب کمتر از این مقدار به عنوان صفر (عامل تصادفی) در نظر گرفته شد. متغیر «تبیین ایجاد زیرساخت‌ها و هزینه‌های مورد نیاز فناوری» به خاطر آن که ضریب کمتر از ۰/٤ داشت، حذف گردید و تحت هیچ کدام از سه عامل قرار نگرفت. یافته‌های حاصل از چرخش عامل‌ها به روش واریماکس نشان داد که در عامل اول نه گویه و در عامل‌های دوم و سوم هر یک پنج گویه جای گرفت (جدول۳). ملاحظه می‌شود که نه متغیر عامل اول همگی مربوط به تسلط بر بعد مهارتی آموزش

کشاورزی دقیق یا تسلط آموزشگر بر آموزش این فناوری و مهارت وی در کاربرد آن می‌شوند. به بیان دیگر، کارشناسان برای آموزش کشاورزی دقیق باید قابلیت‌های بکارگیری تجهیزات مربوطه را دارا باشند نظیر اجرای تسطیح لیزری اراضی، تهیه نقشه توپوگرافی زمین، بکارگیری حسگرهای تعیین عمق و رطوبت و غیره. بنابراین، می‌توان عامل اول را «قابلیت‌های کاربردی» نامگذاری کرد. این عامل با توجه به مقدار ویژه آن (٤/٣٥) که از سایر عوامل بیش‌تر است، ٢١/٧٦ درصد از کل واریانس گویه‌ها را تبیین می‌نماید. عامل دوم مربوط به قابلیت‌هایی می‌شود که آموزشگر در زمینه شناخت و آشنایی با ابزار مورد نیاز فناوری کشاورزی دقیق به عهده دارد. بطوریکه کارشناسان نسبت به ابزاری نظیر حسگرهای تراکتور، حسگرهای کمباین، موزع‌های هوشمند، تکنولوژی اطلاعات و نرم‌افزار Agrocom آگاهی و شناخت لازم را داشته باشند. بنابراین، می‌توان این عامل را «قابلیت‌های شناختی» نام نهاد. این عامل با مقدار ویژه ٣/٣٤، مقدار ١٦/٧٤ درصد از کل واریانس گویه‌ها را تبیین می‌کند. در نهایت، متغیرهای عامل سوم بیانگر آگاهی و تبیین آموزشگر از پیامدهای کاربرد کشاورزی دقیق توسط کشاورز، در سطح مزرعه است. به‌عبارتی کارشناسان می‌بایست قابلیت تبیین اثرات بکارگیری فناوری کشاورزی دقیق در افزایش محصول، حفاظت از محیط زیست، استفاده به جا و صحیح از نهاده‌ها و مکانیزاسیون برای کشاورزان را داشته باشند. بنابراین، عامل سوم را می‌توان «قابلیت‌های تبیین اثرات بکارگیری» نام نهاد که با مقدار ویژه ٣/٣٤، مقدار ١٦/٧٤ درصد از واریانس کل گویه‌ها را تبیین می‌نماید. در نتیجه می‌توان بیان داشت که آموزشگران کشاورزی دقیق باید به ترتیب از سه دسته عوامل قابلیت‌های کاربردی، قابلیت‌های شناختی و قابلیت‌های تبیین اثرات بکارگیری برخوردار می‌باشند.

جدول ۳ـ نتایج حاصل از چرخش عامل‌ها به روش واریماکس

نام عامل	گویه	بار عاملی
	تسلط بر اجرای تسطیح لیزری اراضی	۰/۵۵۹
	مهارت تهیه نقشه‌های توپوگرافی زمین	۰/٦٢٨
قابلیت‌های	توانایی کار با حسگرهای هوایی جهت کنترل از راه دور	۰/۷۰۰
کاربردی	مهارت تعیین رطوبت خاک به کمک حسگرها برای تعیین عمق کاشت	۰/۷٦١
	تسلط بر نحوه کاشت و نرخ متغیر پخش بذر در کشاورزی دقیق	۰/۷۵۲
	توانایی کار با حسگر تعیین وضعیت گیاه برای تعیین نیاز کودی	۰/۸۰٤
	کسب مهارت تهیه نقشه آسیب و آفات (علف هرز، آفات و بیماری‌ها)	۰/٦۷۹
	توانایی پایش و نقشه‌برداری محصول به کمک فناوری	۰/۷۰۵
	مهارت کار با حسگر تعیین نرخ ریزش کمباین	۰/۵٦۵

ادامه جدول ۳ـ نتایج حاصل از چرخش عامل‌ها به روش واریماکس

نام عامل	گویه	بار عاملی
	آشنایی با نحوه کار حسگرهای تراکتور (ABS)	۰/۷۷۳
	آشنایی با حسگرهای کمباین (Yield Monitoring) و نقش آن‌ها در برداشت مناسب محصول	۰/۷۹۹
قابلیت‌های شناختی	آشنایی با موزع‌های هوشمند	۰/۸۹۳
	آشنایی با تکنولوژی اطلاعات (IT)	۰/۶۹۲
	آشنایی با نرم افزار Agrocom و نقش آن در بازاریابی	۰/۷۸۸
	درک نقش فناوری در افزایش محصول	۰/۸۷۲
	تبیین مصرف نهاده به میزان مناسب و در جای صحیح به کمک فناوری کشاورزی دقیق	۰/۸۶۳
قابلیت‌های تبیین	درک و تبیین نقش فناوری در بهبود کشت و شرایط مزرعه	
اثرات بکارگیری	آشنایی با کاربرد فناوری جهت حفاظت از محیط زیست	۰/٤۸۰
	آشنایی با استفاده صحیح و به جا از دستگاه‌های کارنده	۰/۸۷۰
		۰/۸۵۵

بحث، نتیجه‌گیری و پیشنهادها

با توجه به رشد روزافزون جمعیت جهان و محدود بودن منابع طبیعی تولید، بشر در قرون اخیر همواره به دنبال راهکارهایی برای بالا بردن میزان تولید با تکیه بر اصول زیست‌محیطی بوده است و کشاورزی دقیق به عنوان یک مجموعه مدیریتی مبتنی بر تکنولوژی با هدف افزایش تولید و حفظ محیط زیست در راستای توسعه پایدار وارد بخش کشاورزی شده است. بنابراین با توجه به لزوم کاربرد آن توسط کشاورزان لازم است ابتدا کارشناسان قابلیت‌های مورد نیاز جهت آموزش کشاورزی دقیق به کشاورزان را کسب نمایند. بنابراین تعیین قابلیت‌های لازم جهت آموزش فناوری‌های کشاورزی دقیق ضروری می‌باشد که در این پژوهش به آن پرداخته شد. با توجه به یافته‌های بدست آمده مشخص گردید که کارشناسان شرکت-های مشاور می‌بایست قابلیت‌هایی از قبیل تسلط بر انجام تسطیح لیزری اراضی و یا پایش و نقشه برداری محصول و توانایی کار با حسگرهای هوایی و غیره را داشته باشند و شناخت کافی از ابزار مورد استفاده در این فناوری شامل: موزع‌های هوشمند و یا نرم‌افزار Agrocom داشته باشد. همچنین در کنار این موارد، بتوانند اثرات کاربرد این فناوری شامل: مصرف نهاده به میزان مناسب و در جای صحیح و حفاظت از محیط زیست را به خوبی تبیین کنند. یافته‌های به‌دست آمده با نتایج تحقیقات (بردبار و حسینی ۱۳۸۹؛ Umatsu and Mishra, 2010; Kitchen *et al.,* 2002; Fountas *et al.,* 2006; Akpomedaye, 2012; Collett & Gale, 2009; Hatfield, 2000;) مطابقت دارد. به بیان دیگر، محققان بر اهمیت آموزش در افزایش بکارگیری فناوری‌های کشاورزی تأکید کرده‌اند و موفقیت در آموزش این فناوری را به قابلیت‌های آموزشگران بخش کشاورزی مرتبط می‌دانند.

در پایان با توجه به نتایج به‌دست آمده پیشنهادهای زیر ارائه شده است:

ـ توسعه و ترویج فناوری‌های کشاورزی دقیق نیازمند آموزشگرانی ماهر است. نتایج این پژوهش نیز قابلیت‌های آموزشگران را در سه دسته قرار داده است. بنابراین، پیشنهاد می‌گردد کارشناسان به صورت مرحله‌ای توانمند گردند. به این صورت که

ابتدا می‌بایست در زمینه قابلیت‌های شناختی فناوری‌های کشاورزی دقیق توانمند شوند. سپس، قابلیت‌های کاربردی کارشناسان تقویت گردد و در نهایت، بر قابلیت‌های آنها جهت تبیین و توجیه کشاورزان نسبت به کاربرد فناوری‌های کشاورزی دقیق تمرکز شود.

ـ برای آشنا کردن کارشناسان شرکت‌های خدمات مشاوره‌ای ترویج با فناوری کشاورزی دقیق و ابزار مورد استفاده در آن می‌توان کلاس‌های آموزشی برای آنها ترتیب داد و یا از فیلم‌های آموزشی استفاده نمود. به عبارتی، با کاربرد عملی ابزار و فناوری‌های کشاورزی دقیق توسط کارشناسان می‌توان این امید را داشت که آنها بتوانند در ترویج این فناوری‌ها به کشاورزان، موفق باشند.

ـ برای ایجاد تسلط و مهارت در فناوری کشاورزی دقیق باید کارگاه‌های آموزشی برای کارشناسان شرکت‌های خدمات ترویج برگزار نمود به طوریکه در پایان دوره هر فرد بتواند بطور کاملاً مسلط از فناوری استفاده نموده و کاربردها و نقاط قوت آن را توجیه نماید.

ـ برای آگاهی از پیامدهای بکارگیری این فناوری باید بازدیدهایی ترتیب داده شود تا کارشناسان شرکت‌های خدمات ترویج با مشاهده نمونه‌های موفق و آشنایی با محاسن و معایب این فناوری به یک تشخیص صحیح در بکارگیری مناسب آن دست یابند و توانایی این را داشته باشند که فناوری مناسب با شرایط کشاورزان را توصیه نمایند.

ـ در پایان با توجه به اهمیت فناوری کشاورزی دقیق و تأثیر آن بر مصرف صحیح نهاده‌ها و دستیابی به پایداری در کشاورزی، توصیه می‌شود در تحقیقات آتی به ارزیابی و پایش عوامل مؤثر بر آموزش و توسعه کشاورزی دقیق و موانع کاربرد این نوع فناوری پرداخته شود. زیرا با درک عوامل مؤثر بر آموزش و پذیرش و همچنین موانع کاربرد کشاورزی دقیق می‌توان این نوع فناوری‌ها را در کشور با موفقیت گسترش داد.

منابع و مآخذ

۱. بردبار، م.، و حسینی، س. م. (۱۳۸۹). بررسی مناسب بودن استفاده از فناوری کشاورزی دقیق در استان فارس از دیدگاه کارشناسان کشاورزی. *مجله پژوهش‌های ترویج و آموزش کشاورزی*، جلد ۳، شماره ۲، صفحه ۱۰-۱.

۲. حسینی، س. م.، و شریف‌زاده، ا. (۱۳۸٦). *سناریوهای بهسازی ترویج کشاورزی: در جست وجوی یک پارادایم نوین*. کرج: نشر آموزش کشاورزی، صفحه ٦۲٤.

۳. حسینی، س. م.، چیذری، م.، و بردبار، م. (۱۳۸۹). بررسی زیربناهای امکان کاربرد کشاورزی دقیق از دیدگاه کارشناسان جهاد کشاورزی استان فارس. *علوم ترویج و آموزش کشاورزی ایران*، جلد ٦، شماره ۲، صفحه ٤٦ـ۳۵.

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

۵. علی‌میرزایی، ع.، اسدی، ع.، و طهماسبی، م. (۱۳۸۹). تأثیر به‌کارگیری مواد و وسایل آموزشی بر آموزش‌های ترویجی کشاورزی. *فصلنامه پژوهش مدیریت آموزش کشاورزی*، جلد ۱۲، صفحه ٥٤ـ٤٤.

٦. ملک محمدی، ا. (۱۳۷۷). *ترویج و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی*. تهران: مرکز نشر دانشگاهی، صفحه ۲۷۲.

۷. موحد محمدی، ح. (۱۳۸۲). *آموزش کشاورزی*. تهران: انتشارات مؤسسه توسعه روستایی، صفحه ۱٤٤.

۸. مورگان، م. و ون، اس. (۱۳۸۵). *راهنمای کشاورزی دقیق برای متخصصین کشاورزی*. ترجمه: دکتر م. لغوی، و ب. مکوندی. تهران: انتشارات سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، صفحه ۲۹۵.

۹. نظرزاده اوغاز، ص. (۱۳۸۷). تهیه نقشه عملکرد مزرعه، اولین گام در کشاورزی دقیق. *مجموعه مقالات پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون*.

10. Akpomedaye, J. F. O. (2012). The place of agricultural education in the economic and technological development of Nigeria. *Multidisciplinary Journal of Research Development*, 18(1), 1-10. Retrieved from http://www.globalacademicgroup.com/node/130
11. Anderson, R. (2007). *Agricultural advisory services*. Background paper for the World Development Report, Agricultural and Rural Development Department. Washington, DC: World Bank. Retrieved from http://siteresources.worldbank.org/.../Anderson
12. Arnholt, M., & Marvin, T. (2001). *The Impact of Precision Farming on Farm Management: Case Studies of Leading Ohio Precision Farmers*. Agricultural, Environmental and Development Economics. Retrieved from http://aede.osu.edu/
13. Baey-Ernsten, H. (2003). Agrartechnik – von der Hacke zur satellitengesteuerten Hightech-Maschine. *Forum TTN*, 9, 17-47. Retrieved from http://www.ttn-institut.de/node/143
14. Batte, M. (2008). *Survey: Number of farmers adopting precision agricultural tools soaring, agriculture on line*. The Ohio state university. Retrieved from http://www.csiro.au/science/precisionag.
15. Collett, K., & Gale, C. (2009). *Training for Rural Development: Agricultural and Enterprise Skills for Women Smallholders*. London: City & Guilds Centre for Skills Development, West Smithfield. Retrieved from http://t4rd.skillsdevelopment.org/
16. Doede, S., Achemire, R., Vanmeter, K., Flora, J., & Webb, C. (2008). *Precision Agriculture Technology Program*. Oklahoma State University, instate of technology. Retrieved from http://www.scribd.com/doc/35357042/2009-2010-Course-Catalog#scribd
17. Fountas, S., Pedersen, S., & Blackmore, S. (2006). *ICT in precision agriculture*. Edited by Ehud Gelb. Retrieved from http://departments.agri.huji.ac.il/.../gelb-pedersen-5
18. Griffin, T., & Daberkow, G. (2004). *Adopting, profitability, and making better use of precision farming data*. Purdue University. Retrieved from http://www.purdue.edu/
19. Hatfield, J. (2000). *Precision Agriculture and Environmental Quality: Challenges for Research and Education*. U. S. Department of Agriculture's Natural Resources Conservation Service. Retrieved from http://www.arborday.org.
20. Kitchen, N., Snyder, C., & Wiebold, J. (2002). Education needs of precision agriculture. *Precision agriculture*, 3, 341-351. Retrieved from http://link.springer.com/journal/11119
21. Krejcie, R. V., & Morgan, D. W. (1970). Determining Sample Size for Research Activities. *Educational and Psychological Measurement*, 30, 607-610. Retrieved from http://epm.sagepub.com/
22. Lopez, J., & Bruening, H. (2002). Meeting educational needs of San Lazaro farmers: Indigenous knowledge systems. *Journal of International Agriculture and Extension Education*, 9(3), 39-45. Retrieved from https://www.aiaee.org/index.php/vol-93-fall-02/272-meeting-educational-needs-of-san-lazaro-farmers-indigenous-knowledge-systems
23. Onphanhdala, P. (2009). *Farmer education and agricultural efficiency: Evidence from Lao PDR*. Graduate School of International Cooperation Studies, Kobe University. Retrieved from http://catalog.ihsn.org/index.php/citations/26236

24. Shibusawa, S. (2002). Precision farming approaches to small- farm agriculture. *Agro-chemicals report*, 2(4), 13-20. Retrieved from http://www.fftc.agnet.org/library.php?func=view&style=type&id=2011072616435 0

25. Umatsu, H., & Mishra, A. (2010). Net effect of education on technology adoption by US Farmers. *Selected Paper prepared for presentation at the Southern Agricultural Economics Association Annual Meeting*, Orlando. Retrieved from http://ageconsearch.umn.edu/handle/5645 0

26. Wang, M. (2001). Possible adaption of precision agriculture for developing countries at the threshold of the new millennium. *Computers and Electronics in Agriculture,* 30, 45-50. Retrieved from www.researchgate.net/.../546ebbe80cf2bc 99c215