مروری بر عوامل بازدارنده در توسعه کوددهی نرخ متغیر در ایران

آسو مرادزاغه [۱*]، محمدرضا ملکی [۲]

چکیده

مرسوم است که کشاورزان نهاده‌ها را به‌صورت یکنواخت برای کل مزرعه مورد استفاده قرار دهند، در حالی که نهاده‌های مورد نیاز خاک و محصولات نه تنها از مزرعه‌ای به مزرعه دیگر، بلکه در قسمت‌های مختلف درون یک مزرعه نیز متفاوت است. عوامل متعددی باعث شده به‌کارگیری روش‌های کوددهی نرخ متغیر در برخی از کشورها با دشواری‌های عدیده‌ای روبرو شود. در این تحقیق تلاش شده که به مرور و جمع‌بندی منابع علمی موجود پرداخته و عوامل و موانع بازدارنده در زمینه کوددهی نرخ متغیر در ایران تشریح شود. برای انجام این تحقیق مقالات مرتبط داخلی و نیز مقالاتی خارجی مرتبط با کشورهای در حال توسعه نظیر ایران مورد استفاده قرار گرفته است. نتایج نشان داد که برای استفاده از روش‌های کوددهی نرخ متغیر در ایران می‌توان اطلاعات زمین، نمونه‌برداری از خاک، عدم وجود توصیه‌های خاص مکانی، پذیرش کشاورزان، مدیریت نامناسب و استفاده از اطلاعات زراعی را با آموزش کشاورزی در کوتاه مدت حل نمود. اما برای برطرف کردن سایر عوامل نظیر هزینه‌ها، اندازه مزارع، سرمایه کشاورزان، عدم تمایل بخش خصوصی، عدم سرمایه‌گذاری دولت، اطلاعات اولیه خاک، تجهیزات کشاورزی، رفع محدودیت استفاده از ابزارها و حسگرهای مرتبط، نرم‌افزار و سنجش از دور برنامه ریزی کلان کشوری لازم است. بنابر این عوامل فوق را می توان در گروه اجتماعی–اقتصادی، زراعی و فناوری تفکیک کرد و برای رفع آن تحول در ساختارها و مدیریت کشاورزی امری ضروری خواهد بود.

واژه‌های کلیدی: کشاورزی دقیق، ادوات کود ریز، ادوات کودکار

۱ دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه کردستان
Email: a.moradzageh@Agri.uok.ac.ir
[۲] استادیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم ، دانشگاه کردستان

مقدمه

کاربرد نهاده‌های کشاورزی با نرخ یکسان در مزارع بدون توجه به متغیرهای درون مزرعه و شرایط موجود، نه تنها درکوتاه مدت نتایج مطلوبی در عملکرد محصولات نخواهد داشت بلکه اثرات زیست محیطی وسیعی را در دراز مدت به جای خواهند گذاشت. در حالی که کشورهای صنعتی از سیستم کشاورزی مدرن با بهره‌وری بالا و فناوری پیشرفته بهره‌مند می‌شوند، در سایر کشورها همچنان از نوع کشاورزی سنتی با کاربرد محدود فناوری استفاده می‌شود. محدودیت و انحصار فناوری از مهم‌ترین دلایل عقب ماندگی علوم کشاورزی در این کشورها است (Islamian, 2013). این در حالی است که در قرن حاضر، برخی از مشکلات مهم از جمله افزایش ملاحظات بهداشتی برای انسان و محیط زیست از یک سو و ضرورت کاهش مصرف نهاده‌ها و توسعه کشاورزی پایدار از سوی دیگر ما را مجبور به استفاده از فناوری‌های مدرن مانند کشاورزی دقیق[1] کرده است (Bagheri, 2013). کشاورزی دقیق براساس استفاده از اطلاعات مربوط به فناوری برای توصیف تنوع در این زمینه، عملیات با نرخ متغیر[2] و سیستم تصمیم‌گیری است. بیش از یک دهه است که فناوری‌های مورد استفاده برای پیاده‌سازی نرخ متغیر مانند سامانه موقعیت‌یابی جغرافیایی[3]، نمایشگرهای عملکرد[4] و کاربردهای نرخ متغیر در دسترس هستند (Cook & Bramler, 2001). کوددهی نرخ متغیر، یکی از فناوری نرخ متغیر است که جهت پیاده‌سازی آن، تنوع درون مزرعه و یا به عبارتی تغییرپذیری مزرعه باید به طور دقیق شناسایی و پایش گردد. عوامل مذکور مبنای کوددهی نرخ متغیر و نیز پیش شرط موفقیت آن به حساب می‌آیند. اگر کوددهی نرخ متغیر به درستی انجام شود، می‌تواند کارساز باشد. این پتانسیل برای بهره‌وری نهاده‌ها، سودآوری در مزرعه و نظارت بر محیط زیست است. هدف کلی این فناوری‌ها به حداکثر رساندن میزان تولید و به حداقل رساندن مصرف کود و در نتیجه دستیابی به بهینه تولید است (Shi et al., 2020). با وجود نوپا بودن کوددهی نرخ متغیر در ایران، وجود مزایای فراوان حاصل از آن غیر قابل انکار است. اما با وجود مقرون به صرفه بودن، سازگار بودن با شرایط و قابل اعتماد بودن کوددهی نرخ متغیر، به نظر می‌رسد قابلیت استفاده از این فناوری در کشور، با توجه به عوامل بازدارنده پیش رو توسعه آور است و باید مورد بررسی قرار گیرد، تا عوامل بازدارنده که باعث شده‌اند کوددهی نرخ متغیر در ایران در مراحل اولیه اجرا و کاربرد قرار بگیرد شناسایی شوند. در این راستا مطالعه حاضر به بررسی و جمع‌بندی این عوامل بازدارنده در پژوهش‌های گوناگون پرداخته است و سعی دارد با بیان عوامل بازدارنده آن، سبب بهبود توسعه کوددهی نرخ متغیر شود.

عوامل بازدارنده توسعه و پیشرفت کوددهی نرخ متغیر

۱. عوامل بازدارنده اقتصادی- اجتماعی

1. Precision farming
2. Variable rate technology
3. Global Positioning System (GPS)
4. Yield Monitoring

هزینه‌ها: اجرای روش‌های نرخ متغیر باعث ایجاد هزینه‌های اضافی می‌شود که توسط بسیاری از کشاورزان مطرح شد. این موضوع به طور مکرر با استفاده از یک نظرسنجی سالانه در سال ۱۹۹۹ به اثبات رسید. در این بررسی ۶۱ درصد از کشاورزان مانع اصلی اتخاذ روش‌های نرخ متغیر را هزینه عنوان کردند (Akridge & Whipker, 1999). بیشتر هزینه‌ها شامل فناوری‌های جدید از قبیل حسگرها برای پایش عملکرد و تجهیزات جدید ، گیرنده موقعیت و نرم‌افزارهای لازم برای پردازش و تجزیه و تحلیل داده‌ها است. یک عامل بازدارنده بزرگ دیگر برای کوددهی نرخ متغیر، هزینه تهیه پهنه سطح عناصر موجود در خاک است. هزینه خدمات پردازش داده‌ها برای تهیه پهنه‌های کوددهی نرخ متغیر از جمله موارد دیگری است که به این دلیل که اکثر کشاورزان مهارت و زمان لازم برای انجام آن را ندارند به سایر هزینه‌ها افزوده می‌شود. باید اشاره نمود که این عامل نه تنها در ایران بلکه در بسیاری از کشورهای توسعه یافته نیز این مطرح است. یک مانع مهم دیگر عدم ارائه خدمات کشاورزی است. نداشتن ماشین‌آلات مناسب و هزینه خرید توسط ۴۴ درصد از کل تولیدکنندگان به عنوان مشکل در کل مناطق استرالیا تلقی می‌شود (Robertson et al., 2012). از دیگر عوامل بازدارنده، هزینه بالای نمونه‌برداری از خاک[1] مزارع کشاورزی (Griffin et al., 2004) و نیز عدم توانایی مالی کشاورزان برای پرداخت هزینه‌های آن است (Maheswari et al., 2008).

تجزیه و تحلیل هزینه و سود: کشاورزان نوآور که چندین سال از کشاورزی دقیق استفاده کرده‌اند و هزینه‌های اضافی را پرداخت کرده‌اند، به‌طور کلی از افزایش بهره‌وری و سودآوری بهره‌مند شده‌اند. متاسفانه بیشتر کشاورزان هزینه‌های اضافی کشاورزی دقیق را به عنوان سرمایه‌گذاری در نظر نمی‌گیرند و تجزیه و تحلیل‌های مناسب هزینه و سود را انجام نمی‌دهند (Robert, 2002).

اندازه مزارع: اندازه کوچک و نامنظم بودن مزرعه یکی دیگر از عوامل بازدارنده کوددهی نرخ متغیر است (Mishra et al., 2003). هزینه هر واحد از مولفه ثابت همیشه با افزایش اندازه مزرعه کاهش می‌یابد و مزیت اقتصادی ذاتی را برای مزارع بزرگ‌تر نسبت به مزارع کوچک‌تر فراهم می‌کند (Terry & Ditrich, 2003). برای ساکنان روستایی و کشاورزان مزارع کوچک هزینه خرید و خدمات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری قابل پرداخت نیست.

مهارت‌ها: نظرسنجی‌های پذیرش کشاورزی دقیق در ایالات متحده نشان داد که سن، نگرش و تحصیلات کشاورزان عوامل بازدارنده قابل توجهی هستند. همچنین نشان داده شده که اکثر کشاورزان بیش از ۵۵ سال سن دارند، و دارای تحصیلات متوسط یا کامل دبیرستان هستند که علاقه محدودی به تغییر روش‌های اساسی برداشت محصول و شروع به استفاده از سیستم‌های رایانه‌ای دارند (Akridge & Whipker, 1999. NRC, 1997). نگرش نسبت به استفاده از فناوری‌های کشاورزی دقیق، درک سود خالص، اندازه مزرعه و سطح تحصیلی کشاورز به طور مثبت بر قصد استفاده از فناوری‌های کشاورزی دقیق تاثیر مثبت داشته است (Adrian et al., 2005). براساس سرشماری کشاورزی سال ۱۳۸۲ در ایران، ۴۴ درصد از بهره‌برداران روستایی بی‌سواداند

[1]. Soil Sampling

و از کل ۵۶ درصد باسواد، ۵۹ درصد آن‌ها دارای سطح سواد ابتدایی و غیر رسمی‌اند. بنابراین سطح دانش کشاورزی یکی از علت‌های عدم توسعه روش‌های جدیدکشاورزی ایران است . باید اضافه شودکه سطح دانش کشاورزان متأثر از سن آن هاست. به نحوی که حدود ۴۰ درصد کشاورزی ۴۷ سال به بالا داشته و بیشتر بی‌سواد بوده ولی این در حالی است که بیش از ۸۷ درصد بهره برداران زیر ۲۳ سال باسواد می‌باشند (Jabrili, 2014).

آموزش: آموزش در دانشگاه‌های ایران صرفاً بصورت تئوری صورت می‌گیرد و زمینه‌های عملی موجود نیز در سطح بسیار ناکافی صورت می‌گیرد. به علاوه ناکافی بودن ارتباط دانشگاه و بخش تحقیقات و صنعت، ارتباط کشاورزان با کارشناسان بخش تحقیقات، ارتباط کارشناسان زیربط و متخصصین با کارخانه‌های تولید نهاده‌ها نظیر کود، فعالیت‌های تحقیقی در این خصوص از جمله دیگر عواملی است که در آموزش کشاورزی باید مورد بازنگری قرار بگیرد (Arzanesh et al., 2010). ضعف روحیه خطرپذیری، پایین بودن مهارت فنی، مشکلات مرتبط با آموزش اقتصاد (Omidi Najafabadi et al, 2011)، عدم توانایی در استفاده از سخت‌افزار (Banerjee et al., 2008)، عدم وجود آموزش آزمایشگاهی، فقدان تحقیقات قابل اتکا (Omidi Najafabadi et al., 2011) و کمبود زیر ساخت‌های فنی لازم برای آموزش در این زمینه (Robert, 2002) از سایر عوامل بازدارنده فناوری نرخ متغیر است که مرتبط با نظام آموزشی هستند.

محدودیت سرمایه‌ای کشاورزان: در بخش کشاورزی به دلیل وجود تنگناهای ساختاری و کمبود امکانات مالی، مشکلات مربوط به سرمایه‌گذاری نمود بیشتری دارد (Shakeri & Mousavi, 2003). اکثر کشاورزان ایرانی در قیاس با فعالان دیگر بخش‌های اقتصادی از درآمد پایین‌تری برخوردار هستند. آگاهی از عوامل موثر در تعیین میزان درآمد کشاورزان می‌تواند شرایط لازم را برای بهبود درآمد آنان از منظر سیاست‌گذاری فراهم سازد (Mirsalari & Khaledi, 2016).

عدم تمایل سرمایه‌گذاری بخش خصوصی: در بخش کشاورزی به‌رغم اینکه بیش از ۹۵ درصد تولید را بخش خصوصی انجام می‌دهد ولی به دلایل خاصی همچون سود پایین و ریسک زیاد، انگیزه برای سرمایه‌گذاری بخش خصوصی وجود ندارد. پر واضح است که بخش خصوصی به عنوان واسطه با کمترین ریسک سود قابل توجه‌ای را کسب می‌کند و لزومی به سرمایه‌گذاری در تولید نمی‌بینند. از جمله دلایل این امر نبود حمایت دولت از بخش کشاورزی، ناکافی بودن تسهیلات اعتباری بانکی، پایین بودن سطح اعتبارات عمرانی دولت در امور زیربنایی بخش، عدم پوشش سیاست تعیین قیمت و تضمین خرید محصولات کشاورزی است. منابع تولید در این بخش در مقیاس غیراقتصادی صورت گرفته و توان جذب سرمایه و تأمین سود سرمایه‌گذاری را نداشته است. عوامل مذکور موجب جذب نشدن نیروهای متخصص، کارآمد و ریسک‌پذیر به دانش نوین کشاورزی شده است. با توجه به روند سرمایه‌گذاری در بخش کشاورزی عوامل بازدارنده موجود در آن عبارت‌اند از: ۱. پایین بودن نرخ بازدهی سرمایه در بخش کشاورزی که با توجه به پایین نگه‌داشتن قیمت محصولات کشاورزی، منجر به کاهش تمایل سرمایه‌گذاری در بخش شده است ۲. فراهم نبودن امکانات مالی، اقتصادی، اجتماعی و فنی برای

جلب سرمایه‌گذاری خارجی ۳. کمبود سرمایه‌گذاری و منابع مالی لازم در زمینه ایجاد و گسترش صنایع تبدیلی و واحدهای فنی ۵. نبود نظام تشویقی برای مشارکت بخش خصوصی و تجاری کردن تولید در بخش کشاورزی ۸. فقدان عوامل حمایتی از جمله بیمه سرمایه‌گذاری در بخش کشاورزی ۷. سودآوری بیشتر در زمان کمتر و امنیت بیشتر در سایر بخش‌های اقتصادی به‌ویژه در خدمات که موجب شده است سرمایه‌ها بیشتر به سوی این بخش سرازیر شوند (Shakeri & Mousavi, 2003).

عدم سرمایه‌گذاری دولت: در ایران موضوع سرمایه و سرمایه‌گذاری به دلیل وابستگی شدید به درآمدهای نفتی و بی‌ثباتی قیمت آن و بالا بودن ریسک سرمایه‌گذاری در بخش کشاورزی همواره با مشکلات فراوانی همراه بوده و به همین دلیل سرمایه‌گذاری در بخش‌های مختلف از جمله بخش کشاورزی، نوسان‌های شدیدی داشته است. در صادرات غیرنفتی و درآمدهای مالیاتی نیز توجه چندانی به این بخش نشده است و نوسان‌های قیمت نفت تأثیر زیادی بر تورم و کسری بودجه دولت دارد. بخش کشاورزی به دلایل نبود توازن بین افزایش قیمت محصولات کشاورزی با افزایش نهاده‌های مورد نیاز تولید محصولات، ناکارایی و ناکافی بودن تسهیلات اعتباری بانکی اختصاص یافته به بخش کشاورزی، پایین بودن سطح اعتبارات عمرانی دولت در امور زیربنایی بخش کشاورزی ،کمبود اعتبارات ارزی و ریالی برای تشکیل سرمایه در بخش، مشخص نبودن ساز و کارهای ارشادی و هدایت‌کننده دولت برای هدایت منابع بخش خصوصی و نظام بانکی در جهت سرمایه‌گذاری تولیدی و عدم استمرار آن، توفیق چندانی در جذب منابع سرمایه‌ای در اقتصاد ایران نداشته است (Shakeri & Mousavi, 2003) .

۲. عوامل بازدارنده زراعی

برخی از روش‌های دقیق و کارآمد فناوری نرخ متغیر نظیر ایجاد پهنه عملکرد، روش‌های خاص مکانی و اطلاعات دقیق مزرعه از عواملی است که منحصرا باید در بخش کشاورزی اجرا شوند. در حالی که ممکن است استفاده از یک حسگر خاص از سایر شاخه‌های صنعت در فناوری نرخ متغیر به کار گرفته شود، اطلاعات زراعی منحصراً باید در بخش کشاورزی و یا حتی برای یک منطقه خاص تهیه و تنظیم شوند.

اطلاعات اولیه خاک: در کشورهای در حال توسعه معمولاً اطلاعات خاک مزارع کشاورزی در قالب نقشه‌های با مقیاس ۱:۲۰۰۰۰ یا ۱:۲۴۰۰۰ ارائه می‌شوند (USDA-NRCS). این مقیاس عمدتاً در راستای برنامه‌ریزی کلان تهیه و تنظیم شده است و در فناوری نرخ متغیر استفاده بسیار محدودی دارد. برای مدیریت فناوری نرخ متغیر توسعه روش‌های جدید پهنه‌بندی، براساس فناوری‌های جدید (سیستم اطلاعات جغرافیایی[1]، سیستم موقعیت‌یاب جهانی[2]، سنجش از دور[3]، مدل‌سازی زمینی) برای ایجاد پهنه‌های دقیق خاک و گیاه در مقیاس‌های کوچک تر مثلاً ۱ به ۵۰۰۰ و یا کمتر لازم است (Johnson & Robert, 1998).

[1]. Geographic information system
[2]. global positioning system
[3]. Remote Sensing (RS)

اطلاعات اساسی زمین: نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که هم‌بستگی‌های شدیدی بین موقعیت نمونه‌برداری و خصوصیات خاک، نیاز کود، توزیع علف‌های هرز و عملکرد محصول نهایی مشاهده شده است (Robert et al., 2000). به عنوان مثال گزارش شده که سطح پروتئین در مکان‌های با شیب عرضی نسبت به راستای اجرای عملیات کشاورزی تغییرات کمتری از خود نشان می‌دهد (Nugteren et al., 1999). اما نقشه‌های اطلاعات اساسی زمین یا تهیه نشده‌اند و یا به آسانی در دسترس همگان نیست. لذا باید در مقیاس کوچک‌تری نسبت به جمع‌آوری اطلاعات زمین حتی در مقیاس یک مزرعه اقدام کرد.

نمونه‌برداری از خاک: در حال حاضر، رایج‌ترین روش، نمونه‌برداری به روش شبکه‌بندی است. نظرسنجی ایالات‌متحده در مورد پذیرش کشاورزی دقیق (Akridge & Whipker, 1999) نشان می‌دهد که ۳۶ درصد از فروشندگان و مشاوران از یک اندازه شبکه نمونه‌برداری بزرگ‌تر از ۱ هکتار برای کاهش هزینه‌ها استفاده کرده‌اند. اما تحقیقات نشان می‌دهد در صورت بزرگ‌تر بودن اندازه نمونه‌برداری بیش از ۰/۴ تا ۱ هکتار باشد، نقشه‌های وضعیت مواد مغذی، نیازهای عناصر خاک مناسب را فراهم نمی‌کنند (Mallarino & Wittry, 2000). یک روش رایج دیگر برای انتخاب مکان‌های نمونه‌برداری خاک، ۳۱ درصد از فروشندگان (Akridge & Whipker, 1999) استفاده از نقشه استاندارد خاک در مقیاس ۱:۲۰۰۰۰ است. این روش تعداد نمونه‌های خاک را کاهش می‌دهد. اما بررسی خاک به دلیل تغییرپذیری نوع خاک در واحدهای نقشه و مدیریت مزرعه گذشته در نظر گرفته نشده است و به طور کلی منجر به شناسایی ضعیف وضعیت عناصر خاک خواهد شد. در حال حاضر، یک روش ترجیحی براساس مناطق مدیریتی، نمونه‌برداری هوشمند است (Franzen et al., 2000). با این حال، این روش به اطلاعات پایه‌ای مانند ویژگی‌های خاک، پارامترهای نمونه‌برداری، نقشه‌های عملکرد، اطلاعات گذشته و فعلی مدیریت محصول و تصاویر هوایی نیاز دارد.

نظارت بر محصول: نظارت بر محصولات زراعی در طول فصل رشد از نظر وضعیت رطوبت خاک، نیازهای عناصر خاک به ویژه ازت، مشکلات آفات (علف‌های هرز، حشرات و ...)، رسیدن محصول، بسته به محصول، مزرعه و منطقه از نظر شدت و کیفیت بسیار متفاوت است. بیشتر پیش‌بینی‌های انجام شده توسط مشاوران بهتر بصورت تجربی اجرا می‌شوند در صورتی که این عمل نیازمند حسگرهای پیشرفته و نیز مدل‌ها و الگوریتم‌های هوشمند است که این خود از اصلی‌ترین چالش‌های موجود در انجام این عمل است. علاوه بر این در کشورهای توسعه یافته استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در حد بسیار محدودی رایج است و حداکثر مشاهدات شامل تصویری که از بخش کوچکی از یک منطقه آن هم صرفا جهت شناسایی مرزهای اراضی زراعی متداول است (Robert, 2002).

توصیه‌های خاص مکانی: توصیه‌های خاص مکانی به معنی گردآوری اطلاعات لازم جهت پیاده‌سازی و کاربرد کوددهی نرخ متغیر برای یک منطقه و یا یک ناحیه بخصوص کشاورزی به‌وسیله دانشگاه‌ها و یا انستیتوهای تحقیقاتی معمولاً نزدیک آن منطقه است. این توصیه‌ها بعضاً با اشتباهات محتمل در این امر ممکن است اطمینان از صحت کلی آن‌ها را مخدوش کند. علاوه بر این ممکن است این اطلاعات صرفا به منظور تهیه گزارش‌های رایج کارشناسان در راستای وظایف شغلی صورت بگیرد و اصلا مبنای علمی استواری نداشته باشد.

باید اضافه شود که دانش فنی لازم نیز ممکن است در این خصوص موجود نباشد. از دیگر عوامل محدودیت امکانات آزمایشگاهی فرسوده است که حتی در صورت تبحر کارشناسان نتایج بدست آمده را با چالش استفاده از آن روبه‌رو می‌کند (Maleki et al., 2007).

پذیرش کشاورزان: گزارش شده که حدود ۴۳ درصد از کشاوزان آمریکا احساس می‌کنند که جمع‌آوری اطلاعات مزرعه برای پیاده‌سازی کوددهی نرخ متغیر کار اصلی تصمیم‌گیری مزرعه را کند می‌کند و ۴۰ درصد از کشاورزان آن را اتلاف وقت می‌دانند. بدترین وضعیت زمانی است که ۵۰ درصد از آنها فکر می‌کنند که جمع‌آوری این اطلاعات با اطلاعات لازم سنخیتی ندارد. در نهایت ۴۰ درصد نیز فکر می‌کنند که هزینه انجام شده بیشتر از فایده‌ای است که قرار است به آن‌ها برسد (Oppenheim, 1997). در ایران نیز کشاورزان نه تنها در تمایلی به پذیرش فناوری های لازم مثلاً برای اجرای کوددهی نرخ متغیر را ندارند بلکه حتی از پذیرش نظرات اثبات شده و قطعی کارشناسان ذی ربط اجتناب می‌ورزند.

مدیریت نامناسب و استفاده از اطلاعات زراعی: کوددهی نرخ متغیر یک مدیریت مبتنی بر اطلاعات فنی است. بنابراین هر گونه دخل و تصرف در بکارگیری اطلاعات لازم در این خصوص اساس کار را زیر سوال می‌برد. بنابراین در این خصوص عدم بهره‌وری در مزرعه به فناوری جدید نسبت داده می‌شود. این مسئله در کشورهای پیشرفته نیز مطرح است. در گزارش که در این زمینه ارائه شده است (Robert, 2002) عنوان شده برخی از کشاورزان اطلاعات ارائه شده را درک و از آن به درستی استفاده می‌کنند. در حالی که سایرین یا اصلاً از استفاده از داده‌های اطلاعاتی عاجزاند و یا بصورت نادرست از آن استفاده می‌کنند.

مشاوره زراعی: کوددهی نرخ متغیر نیاز به مهارت‌های جدید دارد که غالبا در مزارع مورد استفاده قرار می‌گیرند. درحال حاضر، بیشتر کشاورزان برای استفاده از مدیریت کود به خدمات مشاوران زراعی و حتی فروشندگان فناوری وابسته هستند اگر این خدمات غالبا در دسترس باشد، به طور کلی در مناطق و کشورهای دیگر نادر و یا وجود ندارد. تعداد کم شرکت‌های مشاوره‌ای از دیگر عوامل بازدارنده است که در کشورهای در حال توسعه نظیر ایران نیز مطرح است (Griffin et al., 2004).

۳. عواملی بازدارنده فناوری

مفهوم کوددهی نرخ متغیر از ابتدا با توسعه فناوری در ارتباط است. با این حال، هنوز یک نیاز بسیار قابل توجه برای بهبود فناوری کوددهی نرخ متغیر و توسعه فناوری‌های جدید برای ماشین‌آلات، حسگر، GIS، سیستم موقعیت‌یاب جهانی، نرم‌افزار و سنجش از دور وجود دارد (Robert, 2002). باید اشاره شود که عدم وجود فناوری در کشورهای در حال توسعه عامل اصلی و در درجه بعد عدم امکان استفاده ازفناوری‌های پیچیده عامل بعدی محدودیت اجرای فناوری‌های نرخ متغیر خواهد بود.

تجهیزات کشاورزی: پخش‌کننده‌های اولیه کود برای شرایط کشورهای در حال توسعه مثل ایران در سطح وسیعی مورد استفاده دارد. اما این ادوات برای روش‌های کوددهی نرخ متغیر در دسترس نیست. بعلاوه در کشورهای در حال توسعه استانداردهای تجهیزات موجود هنوز برای پیاده‌سازی سیستم‌های رایانه‌ای و نرم‌افزارهای فناوری نرخ متغیر هنوز عمومی نشده است و مضافاً کارگران آموزش دیده‌ای که قادر به استفاده کارآمد از تجهیزات و سیستم‌های فناوری پیشرفته باشند، در مناطق روستایی به‌ندرت وجود دارند. گزارش شده با نادیده گرفتن فناوری‌های جدید در برخی از کشورها سالانه هزار تن کود اضافی به مزارع داده می‌شود (Raun et al., 1998).

محدودیت استفاده از حسگرها: حسگرها نقش بسیار مهمی در کوددهی نرخ متغیر ایفا می‌کنند. دو نوع روش کوددهی نرخ متغیر یکی با استفاده از پایش گیاه (Yara Vita Co.) و دیگری با استفاده از پایش خاک (Maleki et al., 2008) مرسوم است. این در حالی است که فناوری مورد استفاده در آن‌ها بعضاً بسیار پیچیده و گران قیمت است و بعضی از آن‌ها هنوز در حال تکامل بوده و صرفاً در سطح تحقیقاتی باقی مانده‌اند. حتی در روش‌های کوددهی نرخ متغیر پهنه مبنا جمع‌آوری اطلاعات وسیع‌تر که معمولاً با شبکه‌بندی‌های ریزتر و با استفاده از حسگر انجام شود باز هم به مانع اصلی یعنی تکامل حسگرها برخورد می‌کند (Mouazen et al, 2007; Shibusawa et al., 2000).

سیستم موقعیت‌یاب جهانی: گیرنده‌های سیستم موقعیت‌یاب جهانی برای مصارف کشاورزی به راحتی در دسترس هستند، اما سیگنال تصحیح مورد نیاز برای کشاورزی دقیق، ممکن است به راحتی و بدون هزینه اشتراک سالانه دردسترس نباشد. کشاورزان پیشرفته کشاورزی دقیق منتظر سیگنال با دقت بالاتر، در محدوده سانتی‌متر، برای تعیین موقعیت قرارگیری بهتر ورودی‌ها، کاربردهای سریع‌تر و عملیات‌های شبانه هستند (Morgen & Ess, 1997).

نرم‌افزار: نرم‌افزار برای اکتساب داده‌ها، پردازش و تجزیه و تحلیل در محیط GIS پیشرفت قابل توجهی را در سهولت استفاده، تجزیه و تحلیل فضایی و نمایش داشته است اما هنوز به موارد بیشتری ازجمله بهینه‌سازی استفاده از اطلاعات مکانی چند لایه و چند ساله نیاز است که باید برای رسیدن به این هدف، سیستم‌های خبره و سیستم ابزارهای تصمیم‌گیری توسعه داده شوند.

سنجش از دور: تحقیقات برای چندین دهه نشان داده است که تکنیک‌های سنجش از دور دارای کاربردهای مختلفی از جمله، مدیریت کود، استفاده از تصاویر زمینی، هواپیمایی و یا ماهواره‌ای در کشاورزی دارند. با این حال کاربرد استفاده از آن در مزرعه هنوز کمیاب است و با موانع متعددی مانند عدم درک کاربردها و مزایا، هزینه‌ها، در دسترس بودن تصاویر، کیفیت و وضوح تصاویر، تاخیر در گرفتن تصاویر و کمبود مهارت در مناطق روستایی برای تفسیر تصاویر مواجه است (Morgen & Ess, 1997).

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

از مرور منابع موجود می‌تواند دریافت که عوامل بازدارنده در اجرای کوددهی نرخ متغیر سه گروه اصلی اصلی اقتصادی- اجتماعی، زراعی و فناوری دخیل هستند. در گروه اول عواملی نظیر هزینه‌ها، تجزیه و تحلیل هزینه و سود، اندازه مزارع، مهارت‌ها، آموزش، محدودیت سرمایه کشاورزان، پذیرش کشاورزان، عدم تمایل سرمایه‌گذاری بخش خصوصی و عدم سرمایه‌گذاری دولت دخیل هستند. در گروه دوم عواملی نظیر اطلاعات اولیه خاک، اطلاعات اساسی زمین‌های زراعی، نمونه‌برداری از خاک، نظارت بر محصول، توصیه‌های خاص مکانی، مدیریت نامناسب و استفاده از اطلاعات زراعی و مشاوره زراعی دخیل هستند و در گروه سوم عواملی نظیر تجهیزات کشاورزی، محدودیت‌های استفاده از حسگرها، سیستم موقعیت جهانی، نرم‌افزار و سنجش از دور دخیل هستند. در یک جمع‌بندی می‌توان اظهار داشت که از میان عوامل فوق برای استفاده ار روش‌های کوددهی نرخ متغیر در ایران می‌توان مهارت‌ها، آموزش، اطلاعات اساسی زمین، نمونه‌برداری از خاک، نظارت بر محصول، توصیه‌های خاص مکانی، پذیرش کشاورزان، مدیریت نامناسب و استفاده از اطلاعات زراعی را با ترویج وآموزش کشاورزی مدرن در کوتاه مدت تا حدودی جبران کرد. اما برای برطرف کردن سایر عوامل نظیر هزینه‌ها، اندازه مزارع، محدودیت سرمایه کشاورزان، عدم تمایل سرمایه‌گذاران بخش خصوصی، عدم سرمایه‌گذاری دولت، اطلاعات اولیه خاک، مشاوره زراعی، تجهیزات کشاورزی، رفع محدودیت استفاده از ابزارها و حسگرهای مرتبط، نرم‌افزار و سنجش از دور به تصمیم‌گیری در سطح کلان کشوری نیاز خواهد بود. در نتیجه می‌توان طی مراحل شناسایی و تشخیص سطح تغییرپذیری مزارع ایران، مدیریت تغییرات و ارزیابی عملی فناوری مذکور را برای محصولات در ایران متصور بود.

منابع

Adrian, A. M., Norwood, S. H., and Mask, P. L. (2005) Producers Perception and attitudes toward precision agriculture technologies, Computer and Electronics in Agriculture. 48:256-271.

Akridge, J. T. and Whipker, L. D. (1999) Precision agricultural services and enhanced seed dealership survey results, Center for Agricultural Business, Purdue University. West Lafayette. 99–6.

Albo Zahr (2005) Fundamentals of precision agriculture system and opportunities for its application in the Iranian agriculture, Sonboleh Journal, 147, 149, 150 Islamian, (2013) Studying impediments and limitations of application of precision agriculture system from the viewpoint of the Agricultural Department experts of Tehran, M.A. thesis, field of rural development, Faculty of Agriculture, University of Science and Research of Tehran.

Arzanesh, M. H., Asgari, H., Abbasi, M. R. and Rajabzadeh, F. (2010) Fertilizer-related challenges in Golestan province, The first congress of fertilizer challenges in Iran, Tehran. (In Farsi)

Banerjee, S. B., Martin, S. W., Roberts, R. K., Larkin, S. L., Larson, J. A., Paxton, K. W., and Reeves, J. M. (2008) A binary logit estimation of factors affecting adoption of GPS guidance systems by cotton producers, Journal of agricultural and applied economics. 40: 345-355.

Bagheri, (2014) Feasibility study of application of precision agriculture system in Iran, Quarterly journal of Environment Engineering. First National Congress of New Agricultural Sciences and Technologies. 62.

Franzen, D. W., Halvorson, A. D., and Hofman, V. L. (2000) Management zones for soil N and P levels in the Northern Great Plains. In Proceedings of the 5th International Conference on Precision Agriculture. 1-10.
Cook, S. E., and Bramley, R. G. V. (2001) Is agronomy being left behind by precision agriculture? In Proceedings of the 10th Australian agronomy conference. Hobart, Tas. (The Australian Society of Agronomy).
Griffin, T., J., Lowenberg, D. M., Lambert, J., Peone, T., & Daberkow, S. G. (2004). Adopting, profitability, and making better use of precision farming management, Texas Agricultural Extension Service.
Jibraili, M. (2014) Investigating the role of different perspectives in the exploitation of small, peasant and large farms in the sustainable development of agriculture, National Conference on Land Management. (In Farsi)
Johnson, R. K. and Robert, P. C. (1998) A new methodology for developing applied soil surveys for precision agriculture, Baltimore, MD. 265.
Maheswari, R., Ashok, K. R., and Prahadeeswaran, M. (2008) Precision farming technology, adoption decisions and productivity of vegetables in resource-poor environments, Agricultural Economics Research Review. 21: 415-424.
Maleki M. R., Mouazen A. M., Ramon H., De Baerdemaeker J. (2007). Optimisation of soil VIS-NIR sensor-based variable rate application system of soil phosphorus. Soil & Tillage Research, 94, 239-250.
Maleki, M. R., Mouazen, A. M., De Ketelaere, B., Ramon, H. and De Baerdemaeker, J. (2008) On-the-go variable-rate phosphorus fertilisation based on a visible and near-infrared soil sensor, Biosystems Engineering. 99: 35-46.
Mallarino, A. P. and Wittry, D. J. (2000) Identifying cost-effective soil sampling schemes for variable-rate fertilization and liming, In Proceedings of the Fifth International Conference on Precision Agriculture. Eds. P Robert et al. 16–19 July 2000. Minneapolis, MN. ASA, CSSA, SSSA, Madison, WI.
Mishra, A., Sundaramoorthi, K., Chidambara, R. P., and Balaji, D. (2003) Operationalization of precision farming in India. In 6th Annual International Conference and Exhibition.
Mirsalari, S. S. and Khaledi, K. (2016) Investigating the factors affecting farmers incomes in Iran, 3th International Conference on Sustainable Development, Strategies and Challenges Focusing on Agriculture, Natural Resources, Environment and Tourism. Tabriz, Iran. (In Farsi)
Mondal, P. and Tewari, V. K. (2007) Present status of precision agriculture, A Review in Agricultural Resource. 2: 1-10.
Morgan, M. T. and Ess, D. R. (1997) *The Precision Farming Guide for Agriculturalists*, John Deere Publishing. Moline, IL.
Mouazen, A. M., Maleki, M. R., De Baerdemaeker, J. and Ramon, H. (2007) On-line measurement of some selected soil properties using a VIS–NIR sensor, Soil and Tillage Research. 93: 13-27.
National Research Council (NRC)., (1997) Precision Agriculture in the 21st Century, National Academy Press. Washington, DC.
Nugteren, A. A. (1999). Corn grain quality as affected by soil properties, management, and landscape.
Omidi Najafabadi, M., Farajollah Hosseini, J., and Bahramnejad, S. (2011) A Bayesian Confirmatory Factor Analysis of Precision Agricultural, African Journal of Agricultural Research. 6: 1219-1225.
Oppenheim, C. (1997) Managers' Use and Handling of Information, International Journal of Information Management. 17: 239-248.
Pedersen, S. M., Ferguson, R. B., and Lark, R. M. (2001) A multinational surveyj of precision farming early adopters, Farm Management. 3: 147-162.
Pierce, F. J. and Nowak, P. (1999) Aspects of precision agriculture, In Advances in Agriculture. Ed. D L Sparks. 1-85. Academic Press.

Raun, W. R., Johnson, G. V., Lees, H. L., Sembiring, H., Phillips, S. B., Solie, J. B., and Whitney, R. W. (1998) Microvariability in soil test, plant nutrient, and yield parameters in bermudagrass, Soil Science Society of America Journal. 62: 683-690.

Robert, P. C. (2002) Precision agriculture: a challenge for crop nutrition management, Journal of Plant and Soil. 7: 143-149.

Robert, P. C., Rust, R. H., and Larson, W. E. (2000) Proceedings of the 5th International Conference on Precision Agriculture, Bloomington, Minnesota, USA, 16-19 July, 2000. American Society of Agronomy.

Robertson, M. J., Llewellyn, R. S., Mandel, R., Lawes, R., Bramley, R. G. V., Swift, L., Metz, N., and O'Callaghan, C. (2012) Adoption of variable rate fertiliser application in the Australian grains industry: status, issues and prospects. Precision Agriculture. 13: 181-199.

Shakeri, A. and Mousavi, M. H. (2003) A Study of Factors Affecting Private and Government Investment in Agriculture, Agricultural Economics and Development, The scientific research paper. 89-115. (In Farsi)

Shi, Y., Zhu, Y., Wang, X., Sun, X., Ding, Y., Cao, W., and Hu, Z. (2020) Progress and development on biological information of crop phenotype research applied to real-time variable-rate fertilization, Plant methods. 16:11.

Shibusawa, S., Anom, S. I. M., Hache, C., Sasao, A., and Hirako, S. (2003) Site-specific crop response to temporal trend of soil variability determined by the real-time soil spectrophotometer. In *Precision agriculture: Papers from the 4th European Conference on Precision Agriculture, Berlin, Germany, 15-19 June 2003* (pp. 639-643). Wageningen Academic Publishers.

Terry, L. K. and Dietrich, L. K. (2003) From Data to Decisions: a Case Study in Variable Rate Fertilizer, 6th Annual Kansas Precision Agriculture Conference, Great Bend, Kansas.

Yara International Company, 2015, https://www.yara.com/