فناوری شبکه حسگر بی‌سیم در کشاورزی

حسین باقرپور
استادیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه بو علی سینا، همدان
ایمیل مکاتبه کننده: bagherpour258@yahoo.com

چکیده

با ورود فناوری شبکه حسگره های بی سیم به بخش کشاورزی دقیق، تغییرات شگرفی در حوزه مدیریت مزرعه ایجاد شده است. این سامانه می‌تواند با جمع آوری اطلاعات بیشتر از مزارع و شرایط محیطی اطلاعات بیشتری را در اختیار کشاورزان قرار داده و امکان کنترل بهینه نهاده‌ها را فراهم کند. با توجه به قابلیت خوب این فناوری در جمع آوری اطلاعات و کنترل عملگرها، این فناوری توانسته جایگاه خوبی در بخشهای نظامی، صنعتی و خانگی پیدا کند. اما به دلیل نبود اطلاعات کافی در مورد این فناوری در حوزه کشاورزی، هنوز وارد بخش کشاورزی ایران نشده و ممکن است کاربرد آن در این بخش مورد توجه واقع نشده و دیرتر بکار گرفته شوند. بنابراین این مقاله سعی دارد سامانه نوین حسگر بی سیم در کشاورزی را معرفی کرده و مزایا، کاربرد و محدودیتهای آن در حوزه کشاورزی را مورد بررسی قرار دهد.

واژه‌های کلیدی: فناوری نوین، حسگرهای بی‌سیم، سامانه موقعیت یاب جهانی، کشاورزی دقیق

۱- مقدمه

با رشد فناوری در بخش صنعت، استفاده از آنها در بخش کشاورزی نیز مورد توجه قرار گرفته و کشاورزان توانسته اند با بهره‌گیری از این فناوری‌ها به ویژه فناوری ارتباطات، ماهواره‌ها، حسگره ها و سامانه‌های کنترلی مدرن، میزان تولید و بهره‌وری را بهبود بخشند. استفاده بی‌رویه از کودها و سموم کشاورزی محیط زیست و آب‌های زیرزمینی را آلوده کرده و تهدید جدی برای سلامتی انسانها و محیط زیست می باشد. همچنین به دلیل کمبود منابع آب در جهان، نگرانی‌های زیادی در مورد کم آبی در آینده احساس می‌شود و لازم است کنترل بیشتری بر نهاده‌های مصرفی در بخش کشاورزی وجود داشته باشد (Tian et al., 1999). فناوری شبکه حسگره های بی‌سیم (WSN) یکی از فناوری های مهمی است که در دهه‌های اخیر به بخش صنعت وارد شده و در سال‌های اخیر نیز برای انجام کشاورزی دقیق توجه ویژه‌ای به آن شده است. این فناوری نقش مهمی در کنترل متغیرهای محیطی دارد. کشور ایران جزء کشورهایی خشک و کم آب تلقی شده و لازم است کنترل بیشتری بر منابع آب و نحوه مصرف آن به ویژه در بخش کشاورزی

گردد. بنابراین بهره‌گیری از فناوری‌های نوین که بتواند کنترل بیشتری بر شرایط محیطی داشته باشد لازم و ضروری است (Bagherpour et al., 2014). این مقاله سعی دارد علاوه بر شرح حسگره های جدید در بخش کشاورزی، یکی از فناوری‌های مهم و به روز دنیا به نام شبکه حسگر بی‌سیم را معرفی و تاثیر و کاربردهای آن در بخش‌های مختلف کشاورزی مورد بررسی قرار گیرد.

۲- کشاورزی دقیق و شبکه حسگره بی‌سیم

کشاورزی موضعی یا مدیریت مکانی محصول، مفهوم جدید است که اخیرا وارد کشاورزی شده و در آن مدیریت محصول به جای مقیاس‌های مزرعه‌ای مرسوم در مقیاس‌های کوچکتری انجام شده و بررسی دقیق‌تری از وضعیت مزرعه انجام می‌گیرد. بهره‌گیری از فناوری‌های جدید و توسعه کشاورزی دقیق یکی از روش‌های نوین برای مدیریت و کاهش مصرف نهاده ها در بخش کشاورزی است (لغوی، ۱۳۸۱). این روش که در دهه اخیر وارد بخش کشاورزی شده است توانسته تاثیر زیادی بر کشاورزی کشورهای توسعه یافته داشته باشد و در سال‌های اخیر نیز مورد توجه بسیاری از کشورهای در حال توسعه بالاخص کشورهای آسیای شرقی قرار گرفته است. فناوری‌های مختلفی مانند سنجش از راه دور[۱] (RS)، سامانه موقعیت‌یاب جهانی[۲] (GPS) و سامانه اطلاعات جغرافیایی[۳] (GIS) از جمله فناوری های مهمی هستند که در این نوع از کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرند (Suili et al., 2008).

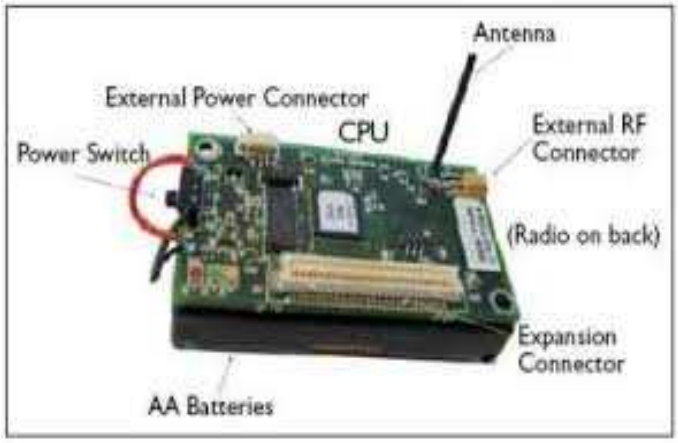
گام اول در بکارگیری کشاورزی دقیق، تهیه نقشه ویژگی‌های خاک و محصول می‌باشد. این کار ممکن است به روش های مختلف انجام گیرد. روش اول عبارت است از شبکه بندی و نمونه‌برداری از خاک مزرعه و تحلیل پارامترهای مورد نیاز در آزمایشگاه. در روش دوم حسگره هایی بر روی ماشین وصل شده و به صورت بلادرنگ در زمان حرکت ماشین ویژگی‌های خاک و یا محصول اندازه‌گیری و ثبت می شود. در روش سوم با بهره گیری از سامانه های سنجش از دور مانند ماهواره ها یا هواپیماها که مجهز به سنجنده های مخصوصی هستند، ویژگی های مورد نظر اندازه گیری می گردد. روش آخر که اخیراً مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است بکارگیری حسگره های ویژه ای است که در درون خاک تعبیه شده و شرایط محیطی و ویژگی‌های خاک به صورت بی‌سیم ارسال می‌شود. بستگی به عوامل مختلف همچون در دسترس بودن تجهیزات، ویژگی ها و اهداف مورد نظر برای سنجش، دقت خواسته شده، تفکیک مکانی و زمانی و همچنین هزینه، هر کدام از این روش ها می توانند مورد استفاده قرار گیرند. به فرض اگر هدف تهیه نقشه عملکرد کمی محصول است روش دوم بکار گرفته می شود و اگر تخمین سطح زیر کشت محصولی مد نظر باشد روش سنجش از دور سریعتر و کم هزینه تر خواهد بود. برای تشخیص پارامترهایی مانند رطوبت و یا سطح نیتروژن خاک که در طول زمان تغییرات زیادی دارند، روش آخر می تواند گزینه مناسبی باشد. در همه این

۱Remote Sensing
2Global Positioning System
3Geographic Information System

روش‌ها ثبت موقعیت مکانی لازم و ضروری است و داده‌ها بعد از جمع آوری، در محیط GIS تحلیل آماری شده و نقشه متناسب با ویژگی‌های مکانی تهیه می‌شود (باقرپور، ۱۳۹۲ باقرپور ۱۳۹۳).

پیشرفتهای اخیر در فناوری ساخت مدارات مجتمع در اندازه های کوچک از یک سو و توسعه فناوری ارتباطات بی سیم از سوی دیگر زمینه ساز طراحی شبکه‌های حسگر بی‌سیم شده است. شبکه حسگر بی‌سیم شبکه‌ای است که از تعداد زیادی گره کوچک تشکیل شده است. در هر گره تعدادی حسگر و کارانداز وجود داشته که با محیط فیزیکی تعامل دارند. توسط این حسگره‌ها اطلاعات محیط دریافت شده و از طریق کار اندازها نیز واکنش لازم نشان داده می شود. ارتباط بین گره ها بصورت بی سیم بوده و هر گره بطور مستقل و بدون دخالت انسان کار می‌کند.این گره‌ها از لحاظ فیزیکی بسیار کوچک بوده و دارای محدودیت‌هایی در قدرت پردازش، ظرفیت حافظه، منبع توان و غیره می باشد. شبکه حسگره های بی‌سیم متشکل از تعداد زیادی گره حسگر می‌باشد که از واحدهایی مختلف زیر تشکیل شده است (Ceken et al., 2014).

۱- واحد میکروکنترلر (MCU) - مرکز محاسبات و واحد کنترل گره می‌باشد. ۲- واحد حافظه (Memory)– فراهم کردن ظرفیت حافظه لازم برای عملیات گره. ۳- منبع تغذیه – که می‌تواند در شکل‌های مختلف منبع تامین مانند شبکه برق استاندارد، واحدهای جمع آوری یا برداشت انرژی و در اغلب موارد استفاده از باتری باشد.۳- اجزای ورودی / خروجی (I/O) – برای حسگره ها خارجی و یا اتصالات کاراندازها و همچنین برای برنامه‌نویسی گره‌ها و اشکال زدایی. ٤- واحد ارتباطات رادیویی – برای ارتباط بین گره‌ها و همچنین گره‌ها با سینک و ٥- آنتن‌ها – به صورت جاسازی شده و یا خارجی می‌باشند. معماری یک نمونه از گره در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل۱: معماری یک نمونه از گره بکار رفته در شبکه حسگره‌های بی‌سیم

۳- حسگرها

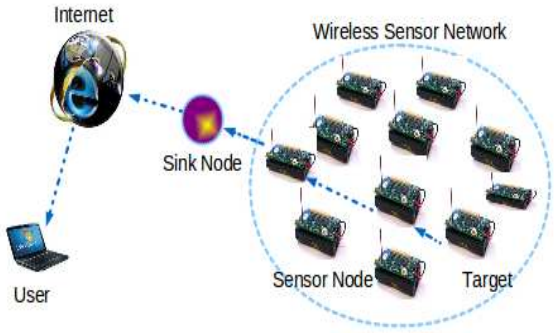
حسگره‌ها بیشتر برای اندازه‌گیری و جمع آوری اطلاعات محیطی بکار برده می‌شوند. از آنجائیکه شرایط محیطی، ویژگی‌های خاک و محصول در طول زمان دستخوش تغییرات هستند بنابراین پایش این تغییرات و کنترل مناسب آنها می‌تواند باعث افزایش عملکرد محصول گردد. با پیشرفت علم و فناوری، حسگره‌های زیادی درحوزه‌های صنعتی و نظامی معرفی شده‌اند که اخیراً استفاده از آنها در بخش کشاورزی نیز مورد توجه قرار گرفته است. با استفاده از این حسگره ها اطلاعات و ویژگی‌های خاک، محصول، آب و هوا ، میزان کود و آب مورد نیاز نقاط مختلف در مزرعه جمع آوری می‌شود.

با توجه به مصرف انرژی، دو نوع حسگر وجود دارد، فعال و غیر فعال. حسگره‌های غیرفعال برای تولید خروجی نیازی به منبع توان الکتریکی ندارند، در حالیکه نوع فعال نیاز به منبع توان دارد. نمونه‌های متداول از حسگره‌های غیرفعال مناسب برای کارهای کشاورزی دقیق عبارتند از: دما، رطوبت، فشار اتمسفر، بادسنج، باران سنج، حرکت (برای مثال شتاب سنج‌ها یا ژیروسکوپ‌ها)، رطوبت خاک، محتوای آب خاک، رطوبت برگ، تابش خورشید، میکروفن های پیزوالکتریک و غیره. در حالیکه حسگره های فعال عبارتند از: آشکار ساز گاز، رادار، حسگره های مافوق صوت و دوربین‌های ویدیویی. به منظور تولید مواد غذایی سالم و ارگانیک حسگره های زیر می‌توانند برای اهداف کشاورزی بسیار مفید باشند: حسگر مونواکسید کربن –CO، لوله گایگر--β و γ (بتا و گاما)، دی‌اکسید کربن–CO2، اکسیژن –O2، متان –CH4، هیدروژن –H2، آمونیاک –NH3، ایزوبوتن –C4H10، اتانول –CH3CH2OH، تولوئن –C6H5CH3، سولفید هیدروژن –H2S، دی‌اکسید نیتروژن –NO2، ازن –O3، هیدروکربن‌ها –VOC و غیره (Abbasi et al., 2014).

٤- شبکه حسگر بی‌سیم

شبکه حسگر بی‌سیم متشکل از چندین اعضای حسی است که به آنها گره گفته می‌شود و وظایف اصلی آن عبارتند از :حس کردن، جمع آوری، انتقال و محاسبه داده ها که توسط سخت افزار و نرم افزار ویژه‌ای انجام می گیرد. به گره هایی که در محیط پخش شده و اطلاعات را جمع آوری می‌کنند گره منبع و به گرهی که اطلاعات را از گره منبع دریافت می‌کند گره سینک[۴] یا دروازه[۵] گفته می‌شود. در شکل ۲ نمونه‌ای از شبکه بی‌سیم و نحوه ارتباط بین آنها نشان داده شده است (علی نژاد و همکاران، ۱۳۸۷).

۴ Sink
5 Gateway



شکل۲: معماری شبکه حسگر بی‌سیم

٤-۱- فناوری‌های ارتباطی و معماری گره حسگر

فناوری‌های ارتباطی بی‌سیم در شبکه حسگر شامل فناوری‌های ارتباطی زیگ‌بی (ZigBee)، بلوتوث (Bluetooth)، ویبری (Wibree) و وای‌فای (WiFi) می‌باشند. این فناوری‌ها داری ویژگی‌ها و قابلیت‌های مختلفی هستند که در جدول ۱ آورده شده است. فناوری ارتباط بی‌سیم زیگ‌بی که در باند فرکانسی صنعتی، علمی و پزشکی (یعنی محدوده فرکانس جهانیHz ۲/٤) عمل می‌کند در سال ۲۰۰۳ معرفی گردید و دارای ۱٦ کانال با پهنای باند ۵ MHz می‌باشد.این فناوری به دلیل داشتن توان مصرفی پایین و هزینه کم نسبت به سایر فناوری‌های ارتباطی ترجیح داده می‌شود(Abbasi et al., 2014).

جدول ۱: مقایسه فناوری‌های ارتباطی

	ZigBee	Bluetooth	Wibree	WiFi
پهنای باند	۲/۴ GHz	۲/۴ GHz	۲/۴ GHz	۲/۴ GHz
محدوده	۳۰m-۱/۶Km	۳۰-۳۰۰ft	تا ۱۰ ft	۱۰۰-۱۵۰ft
سرعت انتقال داده	۲۵۰ Kbps	۱Mbps	۱Mbps	۱۱-۵۴Mbps
توان مصرفی	پایین	متوسط	پایین	زیاد
هزینه	کم	کم	کم	بالا
مدولاسیون/پروتکل	DSSS,CSMS/CA	FHSS	FHSS	DSSS/CCK,OFDM

انتخاب گره حسگر معمولا با در نظر گرفتن عواملی همچون حوزه کاربرد، مساله مورد نظر و الگوی توزیع آنها انجام می شود. نوع میکروکنترلر، حافظه، باند فرکانس کاری، حسگره‌های سازگار در دسترس، دامنه برد گیرنده و فرستنده و اندازه، از جمله ویژگی هایی مهم گره حسگر می باشند که می تواند آن را از سایر گره ها متمایز نماید. از میان تمامی اجزای سازنده یک گره، واحد میکروکنترلر به دلیل فراهم کردن قدرت پردازش کافی و کنترل بر مصرف

توان در حالت فعال و استراحت، نقش حیاتی در یک شبکه حسگر ایفا می کند. از بین میکروکنترلرهای موجود، میکروکنترلر ATmega128L به دلیل نیاز به توان پایین، دارا بودن چندین حالت استراحت، حافظه فلش، حافظه بایت مبنای موثر و سازگار با تمامی کدهای TinyOS از محبوبیت بیشترب برخوردار است (Abd El-kader et al., 2013).

٤-۲- منابع تولید توان شبکه WSN

حتی در مواردی که توان الکتریکی موجود باشد، هزینه و مشکلات سیم‌کشی گره‌های WSN به منبع توان، معمولا غیر ممکن به نظر می‌رسد. در تامین منبع توان عواملی مانند وزن و حجم، هزینه تامین توان، زمان شارژ و دشارژ و عمر آن در نظر گرفته شود.

برای دستگاه‌های الکترونیکی قابل حمل، معمولاً باتری‌های الکتروشیمیایی منبع توان مناسبی هستند. بنابراین برای گره

های شبکه WSN فشرده می‌تواند به عنوان یک انتخاب منطقی در نظر گرفته شود. به طور کلی چهار فناوری باتری های قابل شارژ مورد استفاده قرار می‌گیرند که عبارتند از: سرب– اسید، نیکل– کادمیم، باتری های هیبرید نیکل ـ فلز و باتری های لیتیم ـ یون که البته باتری‌های سرب اسید و نیکل کادمیم به دلیل وجود سرب و کادمیم در ترکیب آنها از نظر زیست محیطی مشکل‌ساز بوده و دیگر جذابیت سابق را ندارند. بنابراین باتری‌های هیبرید نیکل ـ فلز و لیتیم ـ یون مناسب می باشند. باتری‌های قابل شارژ معمولاً در ترکیب با برخی از انرژی‌های دیگر (مثل انرژی خورشیدی) مورد استفاده قرار می‌گیرند (Culibrk et al., 2014).

منابع انرژی قابل حمل مثل باتری‌ها معمولاً دچار نشت جریان شده که این امر باعث تخلیه حتی در زمان بیکاری آنها نیز می‌گردد. شبکه حسگر بی‌سیمی که تنها به باتری‌ها وابسته باشد عمر محدودی دارد. جمع آوری انرژی روشی برای حل این مساله بوده و بویژه در مکان‌هایی که تعویض یا شارژ باتری‌ها سخت (یا امکان ناپذیر) است، می‌تواند جایگزین مناسبی باشد. درطول چندین سال گذشته فناوری‌های قابل توجهی همچون اختلاف دمایی[٦]، لرزش، انرژی RF و نور برای جمع آوری انرژی محیط پیشنهاد شده است. برای حفظ قدرت، مدارهای جمع‌آوری باید مجهز به نوعی منبع ذخیره انرژی باشند (برای مثال در طول شب و روزهای ابری برای منابع مبتنی بر انرژی خورشیدی) که برای این کار معمولاً باتری‌های قابل شارژ یا سوپر خازن‌ها[٧] مورد استفاده قرار می‌گیرند. صفحات خورشیدی متداول در بازار می‌توانند توان W ۵– ۰/۵ ، بازده تقریبی ٪ ۱۵و ولتاژ خروجی ۵/۵ ولت را تامین کنند و ابعاد آنها نیز cm ۲۰– ۱۰ می‌باشد(Abd El-kader et al., 2013).

٦temperature differential,
7supercapacitor

۵- کاربردهای شبکه حسگره های بی‌سیم در کشاورزی

انجام عملیات کشاورزی و اعمال نهاده ها به صورت موضعی می تواند بازده تولید محصول را بهبود بخشد. از آنجائیکه در زمان و مکان مختلف شرایط محیطی می تواند فرق داشته باشد بنابراین سنجش وضعیت مزرعه در زمان و مکان مختلف حائز اهمیت بوده و در سال های اخیر توجه بسیاری از پژوهشگران را به خود جلب کرده است. یکی از روش‌های سنجش نقطه به نقطه و لحظه به لحظه شرایط حاکم بر مزرعه روش شبکه حسگر بی سیم می باشد که به عنوان شاخه ای از فناوری اطلاعات وارد حوزه کشاورزی شده است. این فناوری می تواند نقش کلیدی در کنترل نهاده های کشاورزی و بویژه در مصرف آب کشاورزی داشته باشد. در زیر کاربرهای مختلف این فناوری در حوزه کشاورزی معرفی می شود.

۵-۱- کود دهی

مصرف بهینه کود علاوه بر افزایش کمّی و کیفی محصول سبب افزایش سلامتی انسان، سایر موجودات زنده و محیط زیست شده و امکان بهره برداری از خاک برای سال‌های متمادی را امکانپذیر می‌کند. یکی از روش‌های نوین برای مدیریت و کاهش مصرف نهاده‌ها، بهره‌گیری از فناوری‌های جدید و توسعه کشاورزی دقیق می‌باشد (باقرپور، ۱۳۹۳). با استفاده از فناوری های بلوتوث، سامانه موقعیت یاب جهانی و حسگره های بلادرنگ، سامانه کودپاش خودکاری ساخته شده است که شامل سه بخش اصلی ورودی، مرکز تصمیم گیری و خروجی است. واحد ورودی اطلاعات حسگره ها و موقعیت مکانی را دریافت و واحد تصمیم گیر با پردازش داده ها مقدار و الگوی پاشش را تعیین می کند (Cugati et al., 2003). روش تشخیص سطح کلروفیل و حجم توده گیاه از روش های موفقی هستند که الان به صورت تجاری نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این روش با اندازه گیری شاخصی به نام شاخص پوشش گیاهی[۸] تصمیمات لازم برای مصرف کود نیتروژن گرفته می شود. در این زمینه، GreenSeeker و OptRx Crop Sensor از جمله حسگرهایی هستند که به صورت صنعتی مورد استفاده قرار می‌گیرند (Anonymous et al., 2015). هی و همکاران با بهره گیری از شبکه LAN و حسگره های بی سیم و از طریق پروتکل IEEE 802.11 (WiFi) و سامانه GPS، سامانه پشتیبان تصمیم گیر جامعی را پیاده کردند که قابلیت پخش بهینه کود را داشت. در این کار از حسگره ها برای گردآوری داده هایی مانند رطوبت خاک، قابلیت رسانایی، دما، میزان PH، دما و رطوبت محیط ، غلظت گاز دی اکسید کربن (CO_2)، نور و غیره استفاده گردید. برای پیدا کردن بهینه ترین حالت، در طرح آزمایشی آنها از سه

۸ Normalized Difference Vegetation Index

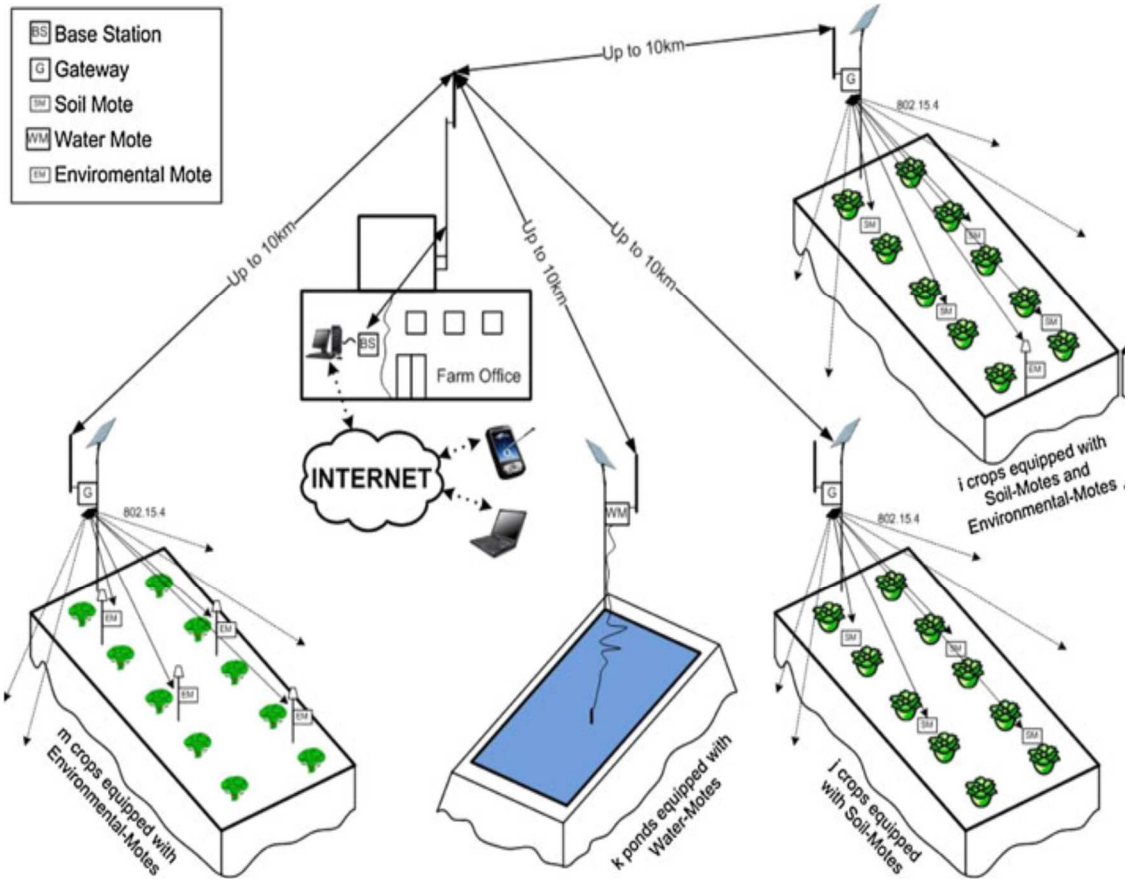
فاکتور (کود های نیتروژن، فسفر و پتاسیم) در ٤ سطح و ١٤ تیمار استفاده کردند و در نهایت بهینه ترین حالت که منجر به بیشترین مقدار محصول شد را انتخاب کردند (He et al., 2011).

۵-۲- آبیاری

به دلیل افزایش رشد جمعیت تقاضای مصرف آب در هر سه بخش شهری، صنعتی و کشاورزی هر سال رو به افزایش است که از میان بخش کشاورزی با مصرف بیش از ۹۳ درصد از آب شیرین، بیشترین سهم را دارد(Motiee et a., 2001). به دلیل قرار داشتن ایران در منطقه خشک جهان و وجود تلفات زیاد آب در بخش کشاورزی و کاهش منابع ذخیره آب، ایران جز آن دسته از کشورهایی است که استرس کم آبی را هر ساله تجربه می‌کند (Larijani, 2005). استفاده موثر از آب موجود می تواند مشکلات مربوط را تا حدودی رفع کند. روش‌های مختلفی مانند آبیاری قطره ای، بارانی و غیره وجود دارند که می‌توانند تلفات ناشی از آبیاری کرتی را کاهش دهند. برای کاهش بیشتر مصرف آب در کشاورزی، بهره‌گیری از فناوری‌های نوین مانند آبیاری با نرخ متغیر (VRI) و شبکه حسگر بی‌سیم (WSN) می تواند منجر به کاهش بیشتر مصرف آب در حوزه کشاورزی گردد (Bagherpour et al., 2014). داماس و همکاران (Damas et al., 2001) با توسعه سامانه آبیاری اتوماتیک و کنترل از دور نشان دادند که این سامانه می‌تواند ۳۰ الی ٦۰ درصد در مصرف آب صرفه جویی داشته باشد. در این آزمایش آنها مزرعه را به هفت بخش تقسیم‌بندی کردند که هر بخش توسط واحد کنترل، مورد ارزیابی و سنجش قرار می‌گرفت. ارتباط هفت بخش با یکدیگر و همچنین واحد کنترلر مرکزی توسط شبکه WLAN انجام می‌شد. در زمینه سامانه آبیاری دقیق خود محرک یعنی سامانه‌های حرکت خطی و دوار مرکزی مطالعاتی توسط ایوانس و برگمن (Evans et al., 2003) انجام گردید که در آن، برنامه آبیاری با کمک حسگرهای بی‌سیم که داده‌های وضعیت مزرعه را به مرکز کنترل مخابره می‌کردند تنظیم می‌شد. در کشور پرتقال موریز و همکاران (Morais et al., 2005) با استفاده از شبکه‌ای که به صورت بی‌سیم اطلاعات آب و هوا و رطوبت خاک را دریافت می‌کرد آبیاری را به طریق هوشمند انجام دادند. در این پژوهش برای بهبود بازده آبیاری از چندین ایستگاه داده برداری تغذیه شده با سلول‌های خورشیدی (SPWAS) استفاده گردید. به منظور افزایش سطح تولید و صرفه جویی در مصرف آب، سامانه آبیاری حسگر مبنایی توسط کیم و همکاران (Kim et al., 2008) توسعه داده شد که در آن اطلاعات حاصل از حسگره های رطوبت خاک و دما، اطلاعات آب و هوا و موقعیت آبپاش‌ها توسط فناوری بلوتوث و GPS دریافت و امکان مدیریت و برنامه ریزی بر آبیاری موثر فراهم می‌شد. کیم و ایوانس (Kim et al., 2009) حس کننده بی‌سیم بلادرنگ و نرم افزار کنترلی را برای آبیاری دوار مرکزی توسعه دادند که در آن، سیستم کنترل کننده آبیاری موضعی با بهره گیری از داده‌های بازخورد شده از مزرعه که به صورت ارتباط رادیویی بی‌سیم انجام می‌گرفت، تصمیم‌گیری و نظارت مناسب بر عملیات آبیاری را امکانپذیر می کند.

۵-۳- عملیات باغبانی

در پژوهش انجام گرفته توسط لوپز و همکاران (Lopez et al., 2011) که در مزارع کلم واقع در اسپانیا و بزرگترین بخش باغی اروپا انجام گرفت، شبکه حسگر بی سیمی برای کاربردهای باغبانی طراحی و مورد ارزیابی قرار گرفت. این پژوهش که در یک منطقه ۱۰۰۰ هکتاری انجام گرفت، کل منطقه به واحدهای ٤ هکتاری تقسیم‌بندی شد و در هر واحد نیز حدود ۱۰۲٤ گره نصب گردید بنابراین برای هر ٤۰ متر مربع یک گره تخصیص داده شد و با نصب یک گره دروازه در ابتدای هر بخش اطلاعات گره ها توسط آن به مرکز مخابره می شد. گره های نصب شده در این طرح عبارت بودند از: گره خاک- برای اندازه گیری رطوبت، دما، قابلیت رسانایی و شوری خاک، گره محیط- برای اندازه گیری رطوبت نسبی و دمای محیط. همچنین برای بخش‌هایی هر دو گره (خاک و محیط) در نظر گرفته شده بود. علاوه بر اینها برای بررسی کیفیت آب آبیاری(براساس قابلیت رسانایی)، گره آب نیز در نظر گرفته شد. در این پژوهش از حسگر SHT71 برای اندازه گیری رطوبت نسبی و دما، از حسگر Hydra Probe ll به عنوان حسگر خاک چند گانه، برای پردازش داده‌ها از میکروکنترلر MSP430F1611 و از فرستنده رادیویی Chipcon CC2420 و پروتکل ZigBee برای تبادل ارتباطات بین گره ها استفاده گردید. در شکل ۳ معماری این شبکه نشان داده شده است. با استفاده از سامانه آبیاری هوشمند که در آن از گره های حسگر TelosB و حسگره های رطوبت Ech2o استفاده گردید، به مقایسه این روش با روش‌های سنتی (در نگهداری و حفاظت آب) پرداخته شد. نتایج نشان داد که این روش می تواند حدود ۳۰-۵۰٪ در مصرف آب صرفه جویی داشته باشد (Aqeel et al., 2010). همچنین در تحقیقی که توسط شیخ و همکاران (Shaikh et al., 2010) درباره یک باغی واقع در دانشگاه انجام گرفت، پارامترهایی مانند رطوبت نسبی محیط، رطوبت خاک و نور محیط اندازه گیری و مورد ارزیابی قرار گرفت. در این پژوهش از میکروکنترلر ATMega64L AVR به دلیل توانایی پشتیبانی از ٦ حالت مختلف استراحت و همچنین ماژول XBee/XBee-Pro OEM RF به علت مصرف کم توان استفاده گردید. نتایج پژوهش نشان داد که کاهش قابل توجهی در مصرف آب نسبت به روش های متداول وجود دارد.



شکل۳: معماری شبکه بی سیم برای دیده بانی باغبات و مزارع سیفی جات.

٦- محدودیت‌های بکارگیری فناوری‌های نوین در کشاورزی ایران

اگر چه در کشورهای توسعه یافته فناوری‌های نوین جایگاه مناسبی در بخش کشاورزی دارند ولی در کشور ایران به دلیل وجود برخی موانع، هنوز به اندازه کافی مورد توجه قرار نگرفته‌اند و لازم است برخی از این محدودیت‌ها مورد بررسی قرار گرفته و موانع موجود رفع گردند. کافی نبودن زیرساخت‌های مناسب برای تعیین موقعیت مکانی به صورت دقیق، اولین مانع بکارگیری سامانه‌های مدرن در مزرعه می‌باشد(البته در سال‌های اخیر سامانه ملی هدی توانایی ارایه سرویس‌های DGPS و RTK را دارد ولی هنوز کل کشور را پوشش نداده و نیاز به پرداخت هزینه اشتراک دارند). سطح سواد کشاورزان، کوچک بودن اندازه زمین‌های کشاورزی، هزینه بکارگیری و خرید تجهزات کشاورزی دقیق از دیگر عوامل تاثیر گذار در بکارگیری سامانه‌های مدرن در کشاورزی ایران هستند. اگر چه سامانه شبکه حسگر بی‌سیم می‌تواند مصرف آب و سایر نهاده‌ها را به طور چشمگیری کاهش دهد ولی نیاز به سرمایه اولیه کافی برای خرید تجهزاتی مانند گره‌ها، کاراندازها و تجهیزات شبکه دارد. همچنین این شبکه برای راه‌اندازی و نظارت، به

متخصصین مجرب نیاز دارد. با توجه به این محدودیت‌ها لازم است یک بازنگری کلی در مورد روش‌ها و فناوری هایی که امکان بکارگیری آن در کشور وجود دارد، انجام گیرد. توصیه می‌شود.

۷- نتیجه گیری

استفاده از فناوری های نوین در بخش کشاورزی کاملاً جدید بوده و اخیراً توجه بسیاری را در قاره اروپا، آمریکا و بعضی از کشورهای در حال توسعه به خود جلب کرده است. فناوری‌های جدید با کنترل بهتر شرایط محیطی، تولید را بهینه کرده و در مصرف نهاده های کشاورزی کاهش قابل توجهی را باعث می شوند. شبکه حسگر بی سیم به دلیل توانایی بیشتر در اندازه گیری و کنترل دقیق پارامترها، تاثیر بسزایی در مصرف آب زراعی دارد. از طرفی چون در کشور ایران مبحث کم آبی جدی است بنابراین استفاده از شبکه حسگر بی‌سیم در کشاورزی باید بیشتر از کشورهایی که هم اکنون این فناوری را بکار می‌گیرند، مورد توجه قرار گیرد. به دلیل نیاز آتی ایران در کنترل بهینه آب و مدیریت بهتر مزارع، ضروری است که پژوهش‌های زیادی در زمینه این فناوری در دانشگاه ها و موسسه های پژوهشی انجام گیرد. در زمین‌های کشاورزی کوچک با الهام از تجربه‌های ارزنده بعضی از کشورها و با استفاده از تجهیزات ارزان قیمت و آموزش کشاورزان، امکان بکارگیری کشاورزی دقیق امکان‌پذیر می‌باشد.

در استفاده از شبکه بی سیم لازم است موارد زیر مورد توجه قرار گیرد.

- بکارگیری این فناوری هزینه بر بوده و ممکن است استفاده آن در همه مناطق و همه محصولات قابل توصیه نباشد
- به راه انداختن این شبکه پیچیده بوده و نیاز به تخصص‌های ویژه دارد.
- برای انتقال بهتر داده ها لازم است که گره ها به شکل مناسب چیده شوند و الگوی کشت نیز مناسب باشد.

منابع

۱. باقرپور، ح. مینایی، س. عبداللهیان نوقابی، م. خراسانی، م.ا. ۱۳۹۲. سنجش عملکرد کمی محصول چغندر قند با استفاده از پایشگر جرمی در بیرون از شاسی ماشین برداشت، هشتمین کنگره ملی مهندسی ماشین های کشاورزی (بیوسیستم) و مکانیزاسیون ایران، ص ۹-۱۱.

۲. باقرپور، ح. ۱۳۹۳. بهره‌گیری از فناوری‌های نوین برای کاهش مصرف سموم کشاورزی و حفظ محیط زیست. اولین کنگره ملی کشاورزی ارگانیک، اردبیل، ایران.

۳. علی نژاد چمازکتی، س. سادات آیت الهی، ف. طراحی و ساخت نمونه ای از شبکه های حسگر بی سیم در حوزه کشاورزی. پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون ایران.

٤. لغوی، م. ۱۳۸۱ راهنمای کشاورزی دقیق، انتشارات دانشگاه شیراز، شیراز، ویرایش اول.

5. Abbasi, A. Z. Islam, N. & Shaikh, Z. A. 2014 A review of wireless sensors and networks' applications in agriculture, Computer Standards & Interfaces, vol. 36, p.p. 263-270.
6. Abd El-kader, S. M. Mohammad El-Basioni, B. M. 2013. Precision farming solution in Egypt using the wireless sensor network technology, Egyptian Informatics Journal, vol. 14, p.p. 221-233.
7. Anonymous, 2015. Trimble company, Accessed 14 Jan, from www.trimble.com.
8. Aqeel-ur-Rehman, Z. A. S. Shaikh, N. A. & Islam, N. 2010 An integrated framework to develop context-aware sensor grid for agriculture, Australian Journal of Basic and Applied Sciences, vol. 4, p.p. 922-931.
9. Bagherpour, H. & Mohamadi, H. 2014. Challenges and Prospects of Precision Agriculture in Iran, International Journal for Science and Emerging Technologies with Latest Trends, vol. 17, p.p. 1-8.
10. Ceken, C. 2008. An energy efficient and delay sensitive centralized MAC protocol for wireless sensor networks, Computer Standards & Interfaces, vol. 30, p.p. 20-31.
11. Ćulibrk, D. Vukobratovic, D. Minic, V. Fernandez, M. A. & Osuna, J. A. 2014. Sensing Technologies For Precision Irrigation, Springer New York.
12. Cugati, S. Miller, W. & Schueller, J. 2003. Automation concepts for the variable rate fertilizer applicator for tree farming, 4th European Conference in Precision Agriculture, p.p. 14-19.
13. Damas, M. Prados, A. M. Gómez, F. & Olivares, G. 2001. HidroBus system: fieldbus for integrated management of extensive areas of irrigated land.Microprocessors and Microsystems, vol. 25, p.p. 177-184.
14. Evans, R. Bergman, J. 2003. Relationships between cropping sequences and irrigation frequency under self-propelled irrigation systems in the Northern Great Plains, USDA Annual Report.
15. He, J. Wang, J. He, D. Dong, J. & Wang, Y. 2011. The design and implementation of an integrated optimal fertilization decision support system, Mathematical and Computer Modelling, vol. 54, p.p. 1167-1174.
16. Kim, Y. Evans, R. G. Iversen, W. M. 2008. Remote sensing and control of an irrigation system using a distributed wireless sensor network, Instrumentation and Measurement, vol. 57, p.p. 1379-1387.
17. Kim, Y. & Evans, R. G. 2009. Software design for wireless sensor-based site-specific irrigation, Computers and electronics in agriculture, vol. 66, p.p. 159-165.
18. Larijani, K. M. 2005. Iran's water crisis: inducers, challenges and counter-measures, 45th congress of the European regional science association.
19. López, J. A. Garcia-Sanchez, A. J. Soto, F., Iborra, A. Garcia-Sanchez, F. & Garcia-Haro, J. 2011. Design and validation of a wireless sensor network architecture for precision horticulture applications, Precision Agriculture, vol. 12, p.p. 280-295.
20. Motiee, H. & Monouchehri, G. H. 2001. Tabatabai, M. R. M. Water crisis in Iran, codification and strategies in urban water, In Proceedings of the Workshops held at the UNESCO Symposium, p.p. 55-62.
21. Morais, R. Valente, A. & Serôdio, C. A. 2005. wireless sensor network for smart irrigation and environmental monitoring, 5th European federation for information technology in agriculture, food and environement, p.p. 845-850.

22. Shaikh, Z. A., Yousuf, H., Nawaz, F., Kirmani, M., & Kiran, S. 2010. Crop irrigation control using wireless sensor and actuator network (wsan). In Information and Emerging Technologies (ICIET), International Conference on IEEE (pp. 1-5).
23. Siuli Roy, A. D. & Bandyopadhyay, S. 2008. Agro-sense: Precision agriculture using sensor-based wireless mesh networks, First ITU-T Kaleidoscope Academic Conference, p.p. 383-388.
24. Tian, L. Reid, J. F. & Hummel, J. W. 1999. Development of a precision sprayer for site-specific weed management, Transactions of the ASAE-American Society of Agricultural Engineers, vol. 42, p.p. 893-902.

Wireless sensor network technology in agricultural

Abstract

Sensors and new technologies such as wireless sensor networks have developed significantly in the industrial sector and recently have been caused dramatic changes in the precision farming area. Using these technologies and instruments, more information will be gathered about field condition and it is possible to control inputs, efficiently. Considering wireless sensor network capability in data collection and controlling of the actuators, this technology has attracted many customers in the domestic, industrial and military sectors. But due to lack of sufficient information on sensors and new technologies, they may not be used in Iran's agriculture timely. So this paper tries to introduce sensors and modern technologies that have been used in agriculture and also to investigate advantages and limitations of the WSN in agriculture.

Keywords: Wireless Sensor Network, GPS, Precision Farming, Irrigation