گزارش امنیتی (مستند مرجع)

امنیت در سیستم‌های کشاورزی هوشمند

چکیده

در ایالات متحده، که یک کشور توسعه‌یافته محسوب می‌شود، کشاورزی دقیق یا کشاورزی هوشمند به‌طرز فزاینده‌ای در حال رشد است. این امر، به‌دلیل پیشرفت روزافزون تکنولوژی است که می‌تواند افزایش محصولات تولیدی را با توجه به نیاز جوامع، تحلیل بازار، و افزایش سطح رفاه و درآمد کشاورزان، به‌همراه داشته‌باشد. در کشورهای در حال توسعه نیز حضور کشاورزی هوشمند، ضروری به‌نظر می‌رسد. مسائل و مشکلاتی چون سختی کار و کم بودن درآمد، موجب مهاجرت افراد از مناطق روستایی به شهری می‌گردد و تکنولوژی هوشمند با توجه به مزایایی که برشمرده شد، می‌تواند تا اندازه‌ای این مسائل را مرتفع نماید. اما با وجود تمامی مزایای کشاورزی هوشمند، این توسعه با نگرانی‌های امنیتی نیز همراه است که می‌تواند کشاورزی را با مشکل مواجه نماید.

با توجه به تجهیزات سخت‌افزاری استفاده‌شده، که به‌منظور جمع‌آوری داده‌های سطح مزرعه استفاده شده‌اند، و ذکر این نکته که توجه هکرها کمتر به این سمت بوده‌است، باید نسبت به حملات سایبری و باج‌افزارها آگاهانه عمل نمود. هشدارهای سازمان FBI، نگرانی‌ها و کاستی‌های موجود را بیان می‌نماید و لازم است که جهت ورود این تکنولوژی و آغاز فعالیت‌ها، نسبت به رفع موانع و کاستی ها اقدام نمود.

در ادامه، مروری کلی بر اهمیت و ضرورت کشاورزی هوشمند انجام خواهد گرفت و سپس، مفاهیم مرتبط با این موضوع، بیان خواهند شد. مشکلات، تهدیدات، و راهکارهای مقابله با آنها نیز، ارائه می‌گردد.

امنیت در سیستم‌های کشاورزی هوشمند

1 مقدمه

یکی از مشاغل اصلی در بسیاری از کشورهای درحال توسعه، نظیر هند، کشاورزی است و عدم توسعه‌ی کشاورزی، مسئله‌ی مهاجرت مردم از مناطق روستایی به شهری را به‌همراه خواهد داشت. برای مقابله با این مسئله می‌توان از سیستم‌های هوشمند کشاورزی مبتنی بر اینترنت اشیا (IoT)[1]، بهره گرفت [1]. هر روز، دنیای فناوری اطلاعات درحال پیشرفت است و این فناوری‌ها می‌توانند در مسائل روزمره به ما یاری رسانند. محققان بسیاری بر موضوع کشاورزی هوشمند فعالیت دارند. استفاده از شبکه‌های حسگر بی‌سیم جهت جمع‌آوری اطلاعات در پروژه‌های تحقیقاتی متعدد، نشان از ورود تکنولوژی‌های روز به این صنعت دارند. داده‌های جمع‌آوری‌شده، فاکتورهای مختلف محیطی را برای ما فراهم می‌سازند. نظارت بر داده‌های محیطی، راه‌حلی کامل برای افزایش عملکرد محصولات نیست. عوامل متعددی وجود دارد که منجر به کاهش سطح کارایی تولیدات شده و مانع از بهره‌وری بیشتر می‌شوند. به‌همین دلیل، خودکارسازی باید در کشاورزی پیاده‌سازی گردد تا بتوان بر این مسائل غلبه نمود. بنابراین، به‌منظور فراهم‌سازی یک راه‌حل برای چنین مسائلی، پیاده‌سازی یک سیستم جامع، امری ضروری به‌شمار می‌رود، اما خودکارسازی کامل در کشاورزی، به دلایل متعددی هنوز اتفاق نیفتاده است. اگرچه، در سطح تحقیقاتی پیاده‌سازی شده‌است، اما به‌عنوان یک محصول، در اختیار کشاورزان قرار داده‌نشده‌است و نمی‌توان از این منابع بهره‌مند گردید [2].

پیش‌بینی‌های سازمان FAO حاکی از آن است که تا سال 2050 میلادی، 9.6 بیلیون فرد بر سیاره‌ی زمین ساکن خواهند شد و در نتیجه، تولیدات مواد غذایی باید تا 60٪ افزایش یابد. این امر، با توجه به امکانات محدود فعلی در زمینه‌ی آبیاری زمین‌ها، به آب تازه و فاکتورهای پیش‌بینی‌نشده‌ی دیگری، نظیر تغییرات شرایط آب و هوایی، نیاز دارد [3].

[1] Internet of Things (IoT)

حضور تلفن‌های هوشمند در عصر حاضر، موقعیت شگفت‌انگیزی را برای ایجاد برنامه‌های کاربردی تحت اندروید در بحث کشاورزی دقیق[۲]، پدید آورده‌است. در واقع، کشاورزی دقیق شامل سیستم آبیاری دقیق، یکی از مباحث اصلی مطرح در این بخش است. از سایر مباحث مهم در این زمینه می‌توان به جمع‌آوری اطلاعات محیطی، گزارشات، یکسان‌سازی داده‌های GPS با سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، سیستم‌های ردیابی نظیر ردیابی حیوانات و شناسایی آنها، و دوربین‌های مداربسته‌ی تحت وب برای مشاهده‌ی مزرعه یا گلخانه اشاره نمود. در این تحقیق سعی بر آن است تا به توسعه‌ی کشاورزی هوشمند مبتنی بر IoT و ارائه‌ی آن به کشاورزان پرداخته‌شود [2].

[2] Precision Agriculture (PA)

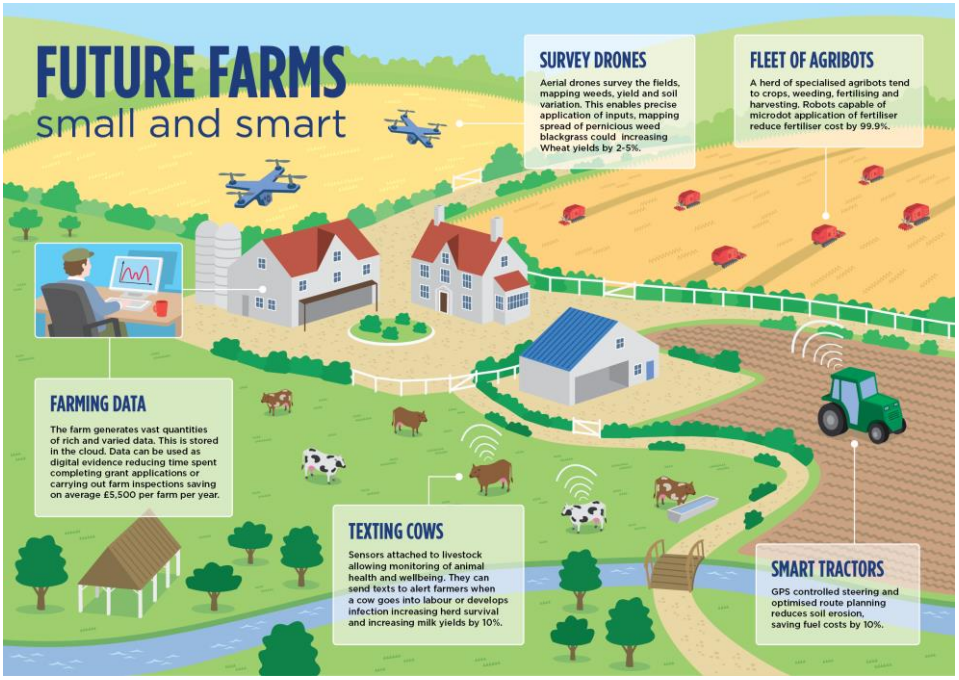
کشاورزان آمریکایی، در دوران کودکی به‌سادگی محصولات خود را کشت می‌کردند، گله‌های خود را می‌پروراندند، و امیدوار بودند که بهترین باشند. امروزه، دنیا دچار تغییر شگرفی شده‌است. کشاورزی با مسائل مختلفی، از قبیل جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل کوهی از داده‌ها، پیش‌بینی آب و هوای بلند مدت، آینده‌ی کالا در بازار و غیره، عجین شده‌است. این داده‌ها، به برنامه‌های پیچیده‌ای جهت اخذ تصمیم‌هایی، مانند تاریخ کاشت، انتخاب دانه، و دیگر مسائل زمان‌بندی برای تولید مقیاس کارآفرینی در مقیاس صنعتی، کمک می‌کنند و در حال حاضر، هدف هکرهای کامپیوتر قرار گرفته‌اند [4].

باید به نکات امنیتی و مسائل پیش روی توسعه‌ی کشاورزی هوشمند نیز توجه نمود. سؤالات متعددی در این زمینه مطرح می‌شوند: آیا امنیت پایگاه داده‌ای مزرعه و شرکت‌های ارائه‌دهنده‌ی این خدمات می‌توانند امنیت لازم برای محافظت از داده‌ها را فراهم نمایند؟ دسترسی به این اطلاعات چگونه ممکن است؟ چه آسیب‌ها و تهدیداتی را به‌همراه دارد؟ در ادامه‌ی این گزارش، به این سؤالات خواهیم پرداخت.

2 مفاهیم کشاورزی هوشمند

یکی از قدیمی‌ترین شیوه‌های موجود در کشاورزی، بررسی دستی پارامترها است. در این روش، کشاورزان به‌صورت سنتی، دیده‌های خود را مورد بررسی و محاسبه قرار می‌دهند. پیشرفت در کشاورزی، با حضور ماشین آلات صنعتی همچون تراکتور، ماشین درو، و کمباین، که از نظر اقتصادی برای کشاورزان به‌صرفه است، اتفاق افتاد. با پیشرفت تکنولوژی، کشاورزان می‌توانند از مزایای افزایش محصول استفاده نمایند. با حضور تجهیزات و شبکه‌های حسگر در کشاورزی، موجب ارتباط بیشتر زمین کشاورزی با IoT و در نتیجه، استفاده‌ی کشاورزان و مزرعه‌داران، بدون توجه به موقعیت مکانی آنها گردیده‌است. با استفاده از این روش، کشاورزان می‌توانند انتخاب‌های آگاهانه و بهتری داشته‌باشند [1].

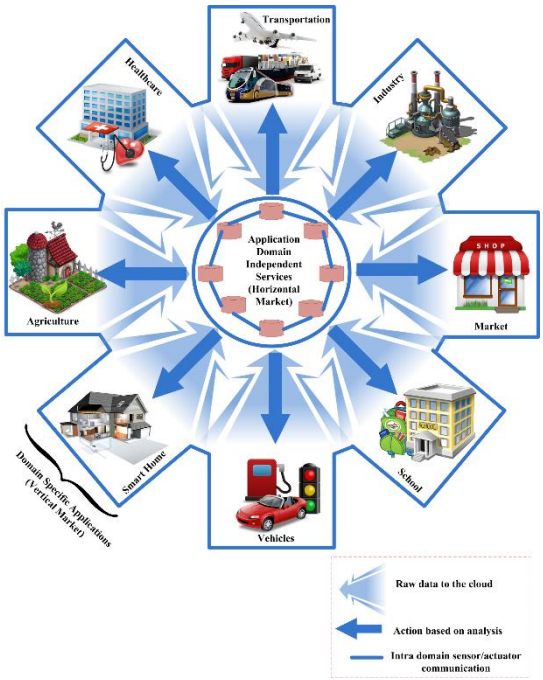
ایده‌های نوین با حضور تکنولوژی‌های جدیدِ اندازه‌گیری، نظیر شبکه‌های حسگر بی‌سیم، اینترنت اشیا، و کشاورزی دقیق، مطرح می‌شوند [1]. همان‌طور که در شکل زیر مشاهده می‌گردد، با تکیه بر تکنولوژی‌هایی از قبیل اینترنت اشیا و با استفاده از تجهیزات هوشمند، همچون تراکتورهای هوشمند، و نیز بهره‌گیری از سنسورهای مختلف، می‌توان وضعیت کلی زمین‌های کشاورزی، احشام موجود، و محصولات تولیدی را به‌طرق آسان‌تر (حتی از راه دور) کنترل نمود.



1.2 اینترنت اشیا

تکنولوژی IoT، بخش‌هایی از دنیای واقعی را که به ایجاد چندین سیستم جاسازی‌شده با زمینه‌هایی مانند فناوری ارتباطات الکترونیک و حسگرها تمایل دارند، به هم پیوند می‌دهد و از طریق آن، اطلاعات، قابل انتقال و دریافت می‌شود. در این تکنولوژی، تمام دستگاه‌های متصل، قادر به شناسایی و ارتباط با یکدیگر هستند. طبق نظریه‌ی گارتنر، که در سال 2014 مطرح گردیده‌است، در آینده‌ی نزدیک، حدود 25 بیلیون دستگاه، قابل شناسایی است و انتظار می‌رود تا سال 2020، بخشی از این شبکه قابل محاسبه باشد [5]. اینترنت اشیا، کشاورزی هوشمند مبتنی بر داده را توانمند می‌سازد. در واقع، شبکه‌ای از فناوری است که می‌تواند وضعیت اشیای فیزیکی و نظارت بر داده‌های معنی‌دار را کنترل نماید و این داده‌ها را از یک شبکه‌ی بی‌سیم به یک رایانه در ابر، برای تجزیه و تحلیل نرم‌افزاری و کمک به تعیین مراحل اقدامات، ارتباط دهد. به‌طور معمول، هر یک از داده‌ها، از یک دستگاه کوچک به‌دست می‌آیند اما تعداد انتقال می‌تواند مکرر باشد.

همچنین، این تکنولوژی، شامل شمار متعددی از اشیا است که با یکدیگر ارتباط برقرار می کنند تا اطلاعات عملی را تولید نمایند [6].



در کشاورزی، نرم‌افزار تجزیه و تحلیل داده‌ها می‌تواند با ترکیب اطلاعات در مورد آب و هوای فعلی، شیب زمین، نوع خاک، و قرار گرفتن در معرض نور آفتاب با داده‌های گرفته‌شده توسط حسگرهای اندازه‌گیری رطوبت، گرما، مواد شیمیایی، و سایر شرایط، اطلاعات عملی را فراهم سازد [6].

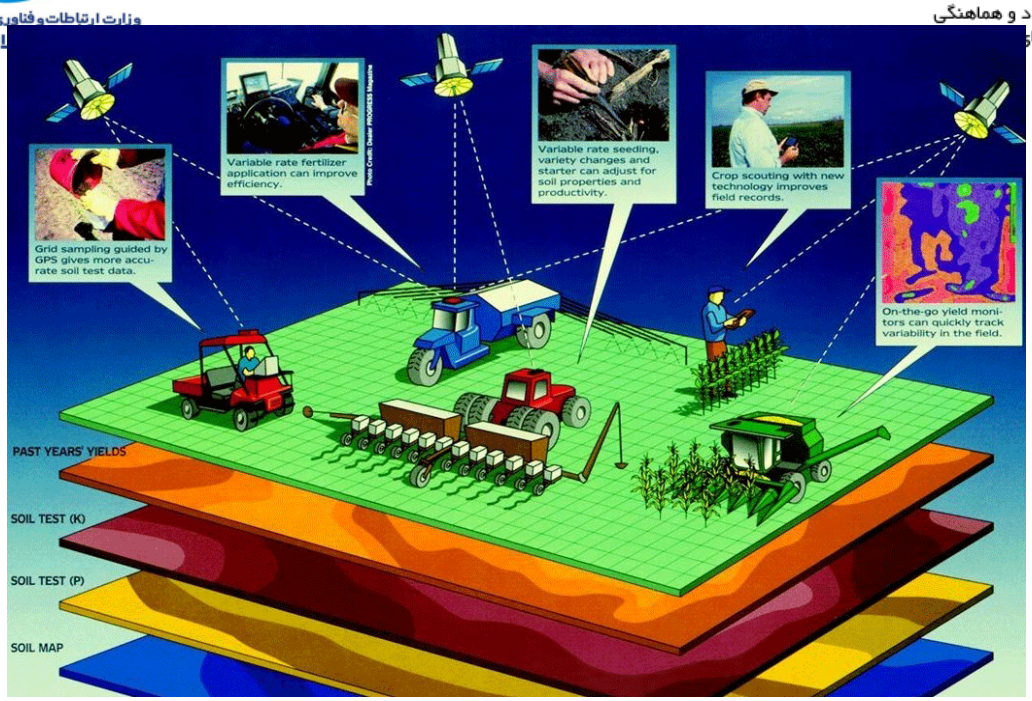
هر سنسور می‌تواند شرایط خاص را کنترل کند. آب، کود، و آفت‌کش‌ها می‌توانند در مقادیر و مکان‌های دقیق‌تر و با زمان‌بندی بهتر اعمال شوند که منجر به افزایش عملکرد می‌گردد. تکنولوژی IoT می‌تواند با استفاده‌ی بیشتر از زمین‌های مزارع، که منجر به خروجی بالاتر می‌شود، به کمبود مواد غذایی کمک کند. همچنین، این تکنولوژی می‌تواند در دامداری مفید واقع شود و یا در استفاده از آب، انرژی، غذا، و منابع دیگر سودمندتر باشد. حتی قادر است محل حیوانات را شناسایی نماید. استفاده‌ی بیشتر از برنامه‌های IoT، به‌دلیل کاهش هزینه‌ی دستگاه‌های حسگر، امکان‌پذیر شده‌است. البته، پیچیدگی آنها برای اندازه‌گیری شرایط، افزایش می‌یابد. سیسکو برآورد می‌کند که تا سال 2020 میلادی، 50 میلیارد دستگاه به اینترنت متصل خواهند شد [6].

آب و انرژی، مهمترین ورودی‌های کشاورزی به‌شمار می‌روند و هزینه‌های آنها می‌تواند کسب و کار کشاورزی را متوقف سازد. کشاورزی، به انرژی بسیار زیادی نیاز دارد. تکنولوژی IoT می‌تواند انرژی مصرفی مؤثرتری را برای پمپ‌ها، تقویت‌کننده‌ها، نورپردازی، و سایر موارد داشته‌باشد. همچنین، می‌تواند به استفاده از آب براساس تولید بیشتر، نوع خاک، و سایر شرایط کمک نماید. در کالیفرنیا، حدود 40 درصد از آب شیرین موجود در آب را برای کشاورزی مصرف می‌کنند. مقدار زیادی آب از طریق سیستم‌های آبیاری نشتی، روش‌های کاربردی ناکارآمد و کاشت محصولات پر مصرف آب در محل اشتباه، هدر می‌رود. تکنولوژی IoT می‌تواند با استفاده از نظارت و تغییر حجم آب و نیز زمان‌بندی، مکان و مدت زمان جریان را براساس تجزیه و تحلیل داده‌های عملکرد آبیاری در کشاورزی، بهبود بخشد و در نتیجه، موجب پایین آمدن هزینه‌ها گردد [6].

یک شبکه‌ی IoT می‌تواند وضعیت کاری تجهیزات (باز یا بسته، روشن یا خاموش، کامل یا خالی، و غیره) را از راه دور تعیین کند. اطلاعات می‌تواند عملی باشد تا دروازه بتواند باز شود یا بسته شود؛ یا یک پمپ آب‌رسانی، از دور راه اندازی شود تا جریان آب را تنظیم نماید؛ و یا برای صرفه‌جویی در انرژی و استفاده از زمان، مصرف انرژی را قیمت‌گذاری کند. پمپ‌ها، دروازه‌ها و سایر تجهیزات را می‌توان برای ارتعاش و سایر نشانه‌ها که به تعمیر، نگهداری، و یا جایگزینی نیاز دارند، نظارت کند [6].

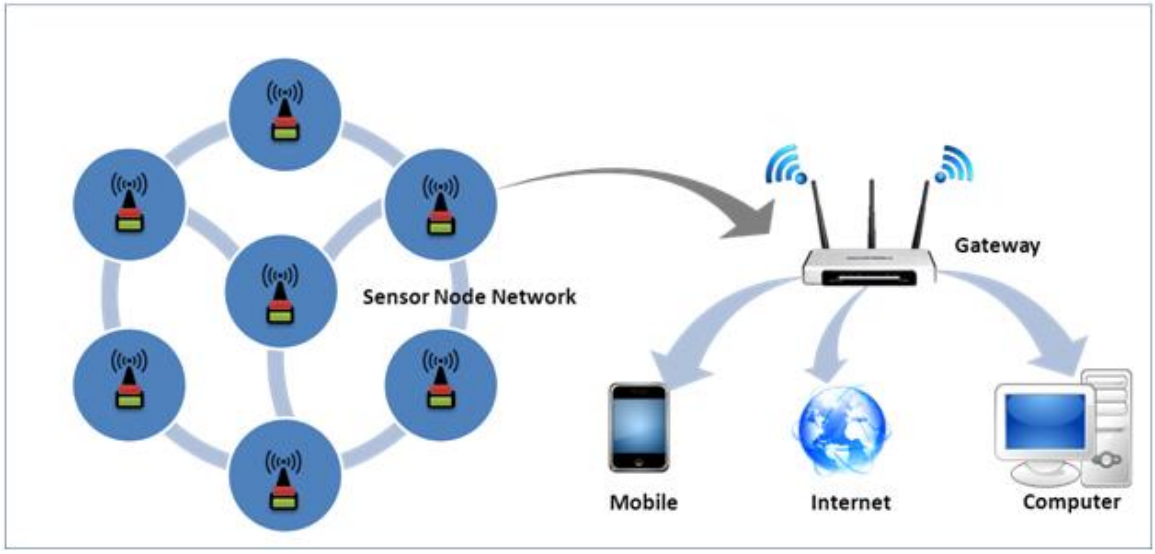
2.2 کشاورزی دقیق

کشاورزی دقیق، یک اصطلاح جدید در زمینه کشاورزی نیست. توسعه‌ی اولیه‌ی کشاورزی دقیق، در سال 1992 میلادی در شهر مینیاپلیس آغاز شد و پس از آن، به‌عنوان یک موضوع تحقیقاتی در سراسر جهان مورد توجه قرار گرفت. این اصطلاح، با عنوان سیستم مدیریت مزرعه مبتنی بر اطلاعات و تکنولوژی برای شناسایی، تجزیه و تحلیل، و مدیریت تغییرپذیری در زمینه‌های مختلف، جهت بهینه‌سازی استفاده از دارایی‌های موجود و حفاظت از منابع زمین، به‌کار می‌رود [2].



3.2 شبکه‌های حسگر بی‌سیم

شبکه‌های حسگر بی‌سیم، که به اختصار WSN نیز نامیده می‌شوند، مجموعه‌ای از دستگاه‌های کوچک توزیع‌شده بوده که برای پردازش محلی و ارتباطات بی‌سیم مناسب هستند. پیاده‌سازی تکنولوژی ارتباطات بی‌سیم در فضای صنعتی، با توجه به عدم دسترسی به مکان‌های دورافتاده در هر زمان، برای انتقال اطلاعات تولیدشده توسط حسگرها جهت کنترل تولیدات، امری ضروری به‌شمار می‌رود [2, 5].



4.2 سیستم‌های کنترل و نظارت

سیستم‌های کنترل و نظارت در آبیاری دقیق، که مهم‌ترین بخش از یک کشاورزی هوشمند سیستم آبیاری دقیق است، به سه دسته‌ی کلی تقسیم می‌شود [2]:

- سیستم آبیاری دقیق
- تشخیص بیماری محصول براساس پردازش تصویر
- نظارت بر گیاه، خاک، و آب و هوا برای بخش محصول

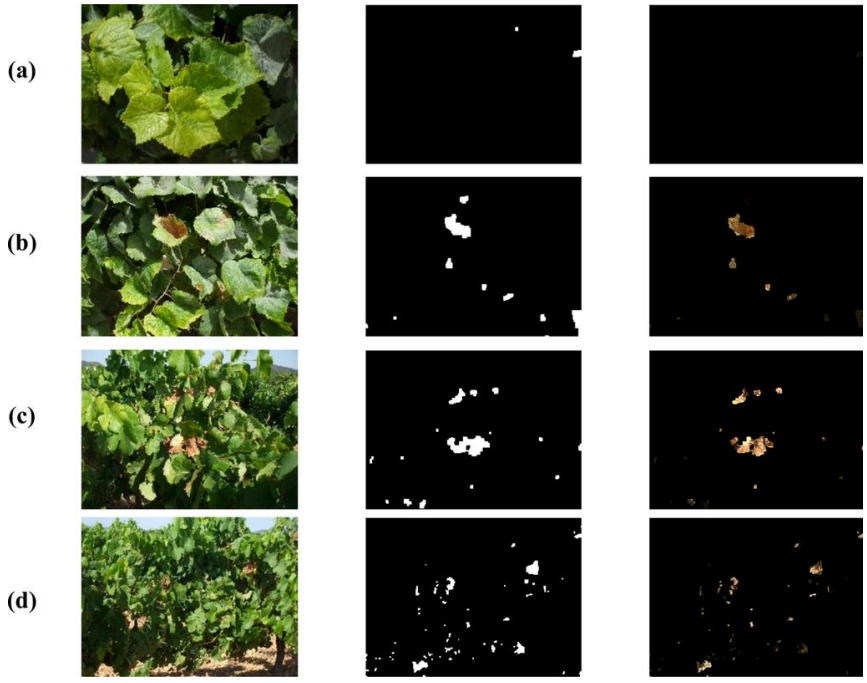
1.4.2 سیستم آبیاری دقیق

روش‌های مختلفی مانند آبیاری به‌صورت برنامه‌ریزی‌شده براساس توزیع دمای کانونی گیاه مورد استفاده قرار گرفته‌است. سیستم‌های آبیاری، بر پایه‌ی محتوای آب خاک، با کمک سنسورهای رطوبت دی الکتریک برای کنترل محرک‌ها و به حداقل رساندن استفاده از آب، و نیز جهت بهینه نمودن مصرف آب و برنامه‌ی آبیاری محصولات زراعی، استفاده می‌شوند [2].

2.4.2 تشخیص بیماری محصول براساس پردازش تصویر

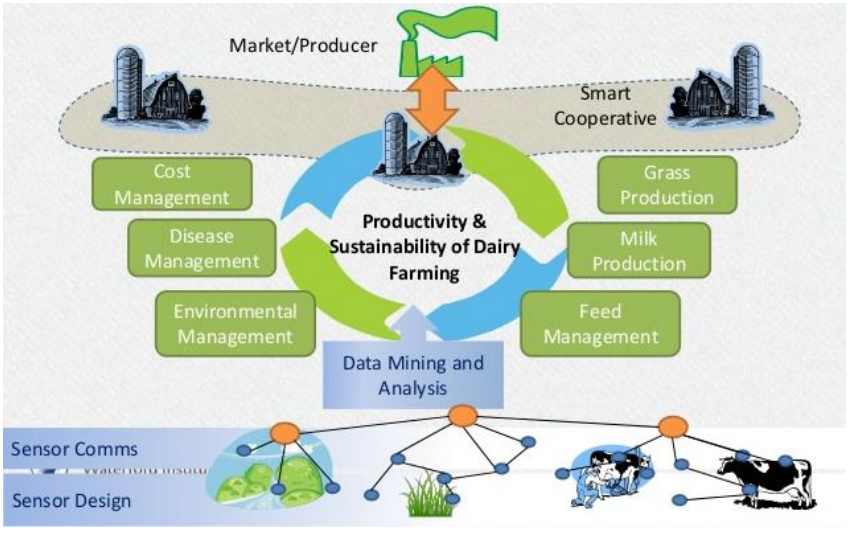
پردازش تصویر، به‌طور گسترده‌ای در کشاورزی هوشمند مورد استفاده قرار می‌گیرد و گستره‌ی آن از تشخیص برگ گیاه تا دسته‌بندی بیماری‌های مختلف، متفاوت است و تغییر می‌یابد. تشخیص و دسته‌بندی بیماری‌های مربوط به محصول، از جمله زمینه‌های تحقیقاتی نوین در کشاورزی دقیق به‌شمار می‌رود. در واقع، تشخیص بیماری و پیشگیری از کاهش کیفی و کمی محصولات در زمین‌های زراعی، از مفاهیم کلیدی

در این زمینه به‌حساب می‌آید. از سویی، تشخیص دستی بیماری‌ها بسیار دشوار است و نتایج دقیقی را به‌همراه نخواهد داشت [2].



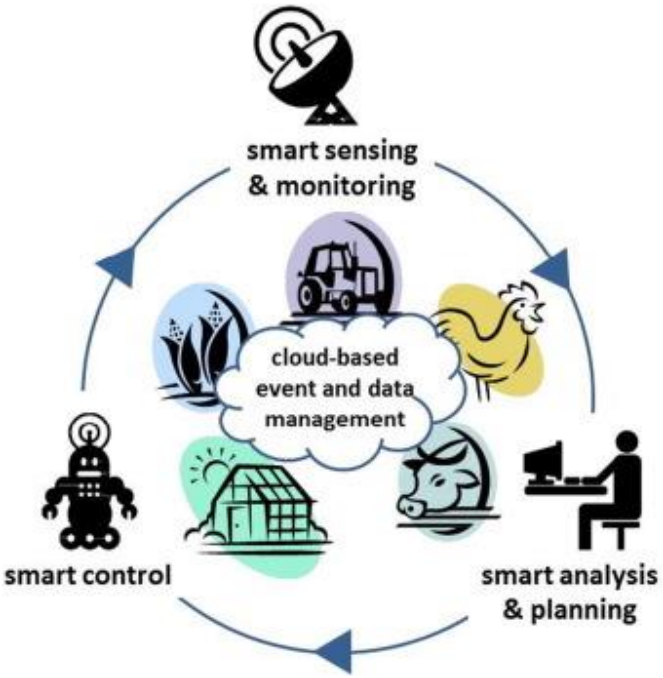
3.4.2 نظارت بر گیاه، خاک، و آب و هوا برای بخش محصول

سیستم‌های متعددی وجود دارند که امکان انتخاب محصول را براساس داده‌های ضبط‌شده توسط سنسورهای WSN فراهم می‌آورند. با استفاده از سنسورهای محیطی، مانند سنسور دما، سنسور رطوبت، و سنسور کربن دی‌اکسید (CO_2)، کشاورزان به‌راحتی قادر خواهند بود شرایط محیط را جهت رشد هرچه بهتر محصول، کنترل نمایند [2].



3 رشد کشاورزی هوشمند

اینترنت اشیا، اشیای زیادی را برای کشاورزان، به‌منظور پرورش خاک و افزایش دام‌ها از طریق سیستم‌های ارزان و آسان برای نصب فراهم کرده‌است. این سیستم‌ها، اطلاعات دقیقی را ارائه می‌دهند. تکنولوژی کشاورزی هوشمند، جمع آوری داده‌های مفید، کنترل دقیق محصول، و تکنیک‌های کشاورزی خودکار را فراهم می‌آورد. کشاورزی دقیق، با استفاده از تجزیه و تحلیل، به کشاورزان کمک می‌کند تا بهترین تصمیمات تولید را اتخاذ نمایند. این در حالی است که سیستم‌های متصل به ابر، عملیات کشاورزی روزانه را بهینه می‌سازند [7].

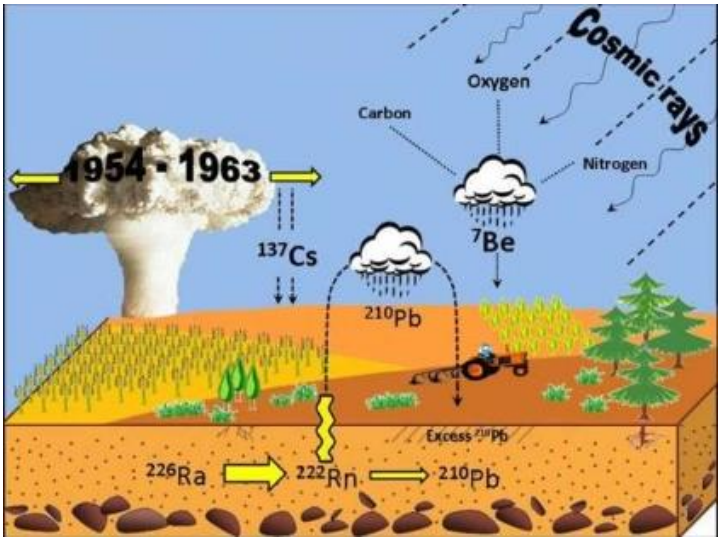


انتظار می‌رود که کشاورزی هوشمند، راه‌حل قابل اعتمادی برای مشکلات پیش‌بینی‌شده از رشد جمعیت و سایر عوامل باشد. با افزایش کمیت و کیفیت محصولات کشاورزی، کشاورزی هوشمند قادر به بهبود اطلاعات مزارع است [7].

4 تکنیک‌های هسته‌ای در شرایط آب و هوایی کشاورزی هوشمند

بخش تکنیک‌های هسته‌ای در مواد غذایی و کشاورزی متعلق به سازمان غذا و کشاورزی مشترک سازمان ملل متحد/سازمان بین‌المللی انرژی هسته‌ای (FAO/IAEA)، منجر به توسعه‌ی پایدار کشاورزی در بخش‌های مختلفی شده‌است که می‌توان به موارد زیر اشاره نمود: افزایش و تقویت ظرفیت کشورهای عضو

در استفاده از تکنیک‌های هسته‌ای و ایزوتوپ‌ها، جهت بهبود مقاومت در برابر تغییرات آب و هوایی در کشاورزی و سازگاری با تأثیر این تغییرات، به‌منظور افزایش بهره‌وری کشاورزی؛ سازگاری و ایجاد ساختار کشاورزی بهتر برای سیستم‌های امنیتی غذا؛ انعطاف‌پذیری در مواجهه با تغییرات آب و هوایی؛ و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای (GHG) در کشاورزی [8].



به‌عنوان مثال، سه ایزوتوپ سزیم، سرب، و برلیم، نقش به‌سزایی در متعادل‌سازی روند فرسایش خاک و نیز بازیابی آن ایفا می‌نمایند. همان‌گونه که در تصویر فوق مشاهده می‌شود، سزیم مستقیماً از انفجار سلاح‌های هسته‌ای ساطع می‌شود. این در حالی است که سرب و برلیم، ایزوتوپ‌های از تشعشعات تجهیزات هسته‌ای و ترکیب آنها با نیتروژن، اکسیژن، و کربن نشأت می‌گیرند. استفاده از تجهیزات هسته‌ای برای تولید چنین ایزوتوپ‌هایی بسیار مقرون به‌صرفه‌تر از روش‌هایی همچون تجزیه و فرسایش خاک توسط آب و یا باد است [9].

5 هشدارها و تهدیدات

اینترنت، هرگز بستر امنی برای زمینه‌های مختلف تکنولوژی نبوده‌است و نقاط ضعف ساختار آن، منجر به محدودیت در حکومتداری شده‌است [10]:

- مجرمان را مجاز به بهره‌برداری از آسیب‌پذیری و کسب درآمدهای مالی نموده‌است. هزینه‌های کسب و کار جرایم اینترنتی، حدود 400 میلیارد دلار در سراسر جهان برآورد شده‌است [10].

- از جمله هزینه‌های امنیتی، می‌توان به تعمیرات صدمه و زیان‌های مالی اشاره نمود. طی گزارشی که از کابینه‌ی بریتانیا در مورد جنایات سایبری در سال 2011 منتشر شده‌بود، هزینه‌ی فعالیت‌های جاسوسی سایبری در بریتانیا، حدود 27 میلیارد پوند در سال بوده‌است. آمار نشان می‌دهد که این رقم در سال 2015، به 34 میلیارد پوند افزایش یافته‌است (18 میلیارد پوند به از دست دادن درآمد ناشی از حملات موفقیت‌آمیز). همچنین، هزینه‌ی متوسط شرکت‌های انگلستان، حدود 4،1 میلیون پوند در هر شرکت، برآورد شده‌است [10].

سازمان‌های FBI و USDA، موضوع کشاورزی هوشمند را مورد ارزیابی قرار داده‌اند. استفاده‌ی روزافزون از تکنولوژی کشاورزی دقیق در این صنعت می‌تواند موجب رشد فعالیت‌های هدفمند سایبری علیه بخش غذا و کشاورزی (FA)[3] و همچنین افزایش سرقت اطلاعات داده‌های مزرعه شود. تجزیه و تحلیل داده‌های بزرگ دولتی نشان می‌دهد ارزش جمع‌آوری داده‌ها در سطح مزرعه، برای ردیابی و پیش‌بینی محصول و حتی قیمت‌گذاری، مؤثر است. به‌همین‌ترتیب، تبهکاران می‌توانند داده‌های سرقت‌شده را جمع‌آوری نموده و یا داده‌های تحلیل‌شده را به‌منظور بهره‌برداری از منابع کشاورزی ایالات متحده، استفاده و روند بازار را تحلیل نمایند [11, 13].

امنیت سایبری، تنها یکی از مسائل پشتیبانی فنی است که می‌تواند به‌عنوان مهمترین جنبه‌ی توسعه‌ی تجاری IoT/Big Data شناخته شود. این در حالی است که این موضوع می‌تواند برای توسعه‌ی کسب و کار و مزایای اقتصادی، مورد سوءاستفاده قرار گیرد [10].

کشاورزان و مزرعه‌دارانی که به‌دنبال استفاده‌ی بهتر از تکنولوژی هستند، نیاز دارند به این موضوع توجه نمایند که امنیت، مانند سلامتی است که FBI در یک یادداشت صنعتی در این باره هشدار داده‌است [12, 13]. کشاورزانی که علاقمند به بحث کشاورزی دقیق هستند باید خطر هک و دزدیده شدن داده‌ها را درنظر بگیرند [12, 13].

> "در حالی‌که فناوری کشاورزی دقیق یا کشاورزی هوشمند، هزینه‌های کشاورزی را کاهش و تولید محصول را افزایش می‌دهد، کشاورزان باید از خطرات سایبری مرتبط با اطلاعات خود مطلع باشند و اطمینان حاصل نمایند که شرکت‌ها، به‌منظور مدیریت

[3] Food and Agriculture (FA)

داده‌های خود، خدمات متعددی، از جمله ابزار مدیریت دیجیتال و توسعه‌دهندگان نرم‌افزار و ابر خدمات، را ارائه می‌دهند [12, 13]."

چندین دلیل وجود دارد که چرا FBI و USDA پیش‌بینی می‌کنند مجرمان سایبری، بخش کشاورزی را هدف قرار می‌دهند [7]:

- سرقت یا نابودی اطلاعات در سطح مزرعه به‌صورت فله (اطلاعات مربوط به محتوای خاک، عملکرد محصول گذشته، توصیه‌های کاشت، و غیره) [7].
- رمزگذاری اطلاعات جمع‌آوری‌شده و حفظ و نگهداری آن برای استفاده‌ی مجدد [7].
- جلوگیری از تولید و پردازش مواد غذایی [7].

با خراب شدن سیستم‌های کنترل صنعتی گیاهان، صنعت کشاورزی آگاهی نداشته‌است که چگونه باید اطلاعات آنها از حملات سایبری محافظت شود و تقاضای صنعت برای امنیت، ناچیز محسوب می‌شود. علاوه بر این، کشاورزان برای نظارت بر login کارکنان، آموزش کارمندان در مورد آگاهی امنیتی، و نظارت بر داده ها و ترافیک آنها تشویق می‌شوند [7].

خطرات احتمالی، شامل hacktivistهایی هستند که اطلاعات را برای اعتراض نسبت به استفاده‌ی سازمان‌های اصلاح‌شده‌ی ژنتیکی (GMOs) یا آفت‌کش‌ها، نابود می‌کنند. سازمان FBI اعلام نموده‌است که داده‌های سطح مزبور نیز ممکن است نسبت به خرابکاری و داده‌های مخرب، آسیب‌پذیر باشند [12, 13].

کشاورزی دقیق در برابر باج افزار، آسیب‌پذیر است. سازمان FBI توصیه می‌کند از داده‌های خود در یک مکان ایمن و جدا، پشتیبان تهیه کنید [12, 13].

6 پیشنهادات

لازم است کشاورزان به‌منظور آگاهی کشاورزان و جلوگیری از سوءاستفاده از اطلاعات مزارع، نسبت به تهدیدات با عملکرد نظارتی مناسب‌تری اقدام نمایند. برخی از عملکردهای نظارتی عبارتند از:

- نظارت بر ورود و خروج‌های کارمندانی که خارج از ساعات اداری اتفاق می‌افتد.
- استفاده از دو فاکتور برای ورود کارمندان، ورودهای از راه دور.

- یک پست الکترونیکی متمرکز فناوری ارتباطات را برای کارمندان، به‌منظور گزارش پست‌های الکترونیکی مشکوک ایجاد کنید.
- آموزش‌های لازم را در مقابله با تهدیدات موجود، به کارمندان خود ارائه نمایید.
- بر ترافیک غیر استاندارد، به‌خصوص روی پورت‌های غیراستاندارد، نظارت کنید.
- بر داده‌های خروجی نظارت نموده و آدرس IPهای ناشناس را بلاک نمایید.
- پورت‌های استفاده‌نشده را مسدود کنید.
- از یک شبکه‌ی مجازی خصوصی[4] برای ورود از راه دور استفاده نمایید.
- یکی دیگر از اقدامات مهم برای حفظ داده‌ها در برابر تهدیدات، پیاده سازی یک پشتیبان-گیری[5] قوی است.
- یکی دیگر از نگرانی‌ها، تحلیل "داده‌های بزرگ" است. جمع‌آوری تجزیه و تحلیل داده‌های بزرگ می‌تواند مجرمان سایبری را قادر به ردیابی محصول و قیمت‌گذاری، و یا بهره‌برداری از منابع کشاورزی و روند بازار نماید.
- سرقت داده‌های سطح مزرعه نیز ممکن است آسیب برساند و موجب از بین رفتن و خراب شدن داده‌ها شود.
- باج‌افزار، تهدیدی جدی برای کسب و کار افراد به‌شمار می‌رود. مجرمان، از این باج‌افزار برای رمزگذاری فایل‌های مهم کاربر استفاده می‌کنند و آنها را غیرقابل خواندن می‌نمایند تا مبلغی را به‌عنوان باج یا جریمه، از کاربر دریافت کنند [11].

7 نتیجه‌گیری

اتحادیه‌ی اروپا، پروژه‌های متعددی را در این زمینه در دوره‌ی چارچوب برنامه‌ی هفتم و در حال حاضر، در جریان برنامه‌های Horizon 2020 حمایت کرده‌است. هم اکنون، پروژه‌ی EU-PLF در حال اجرا است تا امکان ارزیابی و مقرون به‌صرفه بودن ابزارهای کشاورزی دقیق، اثبات گردد. چندین شرکت خصوصی نیز در این زمینه فعال هستند، مانند Anemon (سوئیس)، eCow (انگلستان)، Connected Cow و Deutsche

[4] VPN
[5] Back-up

Telekom. ماهیگیری هوشمند نیز در مرحله اولیه، توسط برخی پروژه‌ها در اروپا، کره جنوبی، شمال آمریکا و ژاپن در حال انجام است.

کشاورزی دقیق، موضوع جدیدی نیست. تولیدکنندگان وسایل نقلیه‌ی کشاورزی، در برخی ادوار، در این بخش دخیل بوده‌اند. در ابتدا، این موضوع در مورد تکنولوژی‌های موقعیت‌یابی (GNSS) مطرح بود، اما اکنون موضوع کمی‌پیچیده‌تر شده‌است.

اگرچه، هنوز هم هزینه‌های کشاورزی هوشمند برای هرکدام از بزرگترین مزارع، بالا است، اما بدان معنا نیست که نمی‌توان در مکان‌های کوچک، کشاورزی دقیق انجام داد. در حقیقت، در زمینه‌ی کشاورزی کوچک نیز کاربرد چندانی وجود دارد. مثلا یکی از کشاورزان در تاکستان می‌گوید: "سنسورها در مکان‌های مختلف در زمینه‌های مختلف نصب شده‌اند تا داده‌های مربوط به خاک و گیاهان به‌دست آیند. سپس، این داده‌ها برای پیشگیری از بیماری‌هایی مانند پروئوسوپرا استفاده می‌شود." مزرعه‌های هوشمند هنوز هم می‌توانند بر بسیاری از موانع غلبه نمایند تا از گسترش آنها کاسته شود.

همچنین، نگرانی‌هایی در مورد نقش شرکت‌های غول‌پیکر مانند DuPont، John Deere و MonsantoMON -0.37٪ وجود دارد که باعث ایجاد سوالات متعددی می‌شود. به‌عنوان مثال، مالکیت داده‌ها مورد سوال است: چه کسی مالک اطلاعات سنجش خاک است؟ مونسانتو یا کشاورز؟؛ اگر مونسانتو (یا شرکت دیگری) مالک باشد، چه کاری با آن انجام می‌دهد؟ یک پاسخ می‌تواند تبعیض قیمت باشد. داده‌های موجود در خاک یا آب می‌توانند توسط غول‌های زیست فناوری مورد استفاده قرار گیرند تا کشاورزان، مبلغ دیگری را برای محصول یا خدمات مشابه بپردازند.

دسترسی به اطلاعات در مورد زمان واقعی در مورد کاشت و برداشت محصولات نیز می‌تواند به شرکت‌ها در پیش‌بینی ارزش املاک مزارع کمک کند.

مشکل دیگری که می‌تواند سرعت بخشیدن به IoT در کشاورزی را کاهش دهد، موضوع برقراری ارتباط با کشاورزان است که اغلب نمی‌توانند از جزئیات فنی محصولات و ابزارها، درک درست و کاملی داشته‌باشند.

با این وجود، تحلیلگران همچنان امیدوار هستند که در آینده‌ای نه‌چندان دور، تمامی موانع موجود بر هوشمندسازی کشاورزی، برطرف خواهند شد.

8 مراجع

[1]. N. Suma, S. R. Samson, S. Saranya, G. Shanmugapriya, R. Subhashri, "IOT Based Smart Agriculture Monitoring System," International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication, Vol. 5, No. 2, pp.177-181, Feb 2017.

[2]. S. Patil, A. R. Kokate, D. D. Kadam, "Precision Agriculture: A Survey," International Journal of Science and Research (IJSR) Vol. 5, No. 18, pp. 1837-1840, 2016.

[3]. P. P. Jayaraman, A. Yavari, D. Georgakopoulos, A. Morshed and A. Zaslavsky, "Internet of Things Platform for Smart Farming: Experiences and Lessons Learnt," Sensors, Vol. 16, No. 11, pp. 1-17, Nov 2016.

[4]. "Threat of stolen farm data could leave U.S. agriculture vulnerable to cyber attack," http://www.militaryaerospace.com/articles/pt/2016/04/threat-of-stolen-farm-data-could-leave-u-s-agriculture-vulnerable-to-cyber-attack.html, 2016.

[5]. T. Baranwal, Nitika, P. K. Pateriya, "Development of IoT based Smart Security and Monitoring Devices for Agriculture," 6th International Conference - Cloud System and Big Data Engineering (Confluence), 2016.

[6]. "The Internet of Things is Driving Smart Agriculture," https://www.svagtech.org/wp/2016/04/05/the-internet-of-things-is-driving-smart-agriculture/, 2016.

[7]. "Farming industry now on cyber attackers' radar," https://secure360.org/2016/06/farming-industry-now-on-cyber-attackers-radar/, 2016.

[8]. FAO/IAEA, "Nuclear techniques for climate-smart agriculture," www.naweb.iaea.org/nafa, 2016.

[9]. V. Zupanc, L. Mabit, "Nuclear techniques support to assess erosion and sedimentation processes: preliminary results of the use of 137Cs as soil tracer in Slovenia," Dela (online), Vol. 33, pp. 21-36, Dec 2010.

[10]. NCPF IoT Special Interest Group, "Big Data, IoT, Integration and Cyber Security," http://thebooksout.com/downloads/big-data-iot-integration-and-cyber-security.pdf, 2016.

[11]. "Farmers vulnerable to 'ransomware'," https://www.manitobacooperator.ca/news-opinion/news/farmers-vulnerable-to-ransomware/, 2016.

[12]. "FBI Warns of Smart Farm Risk," https://securityledger.com/2016/04/fbi-warns-of-smart-farm-risk/, 2016.

[13]. FBI, "Smart Farming May Increase Cyber Targeting Against US Food and Agriculture Sector," Mar 2016.