

بسم الله الرحمن الرحيم





وزارت جهاد کشاورزی  
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی  
معاونت ترویج

# اینترنت اشیا در کشاورزی

(Internet of Things in Agriculture)

|                     |                                                                                                           |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| سرشناسه             | : رمضانی، نوشین، ۱۳۶۴-                                                                                    |
| عنوان و نام پدیدآور | : اینترنت اشیا در کشاورزی = Internet of Things in Agriculture / نویسندگان نوشین رمضانی، علیمراد سرافرازی. |
| مشخصات نشر          | : کرج: سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت ترویج، نشر آموزش کشاورزی، ۱۳۹۷.                      |
| مشخصات ظاهری        | : ۷۲ ص.: مصور                                                                                             |
| شابک                | : 978-964-520-482-0                                                                                       |
| وضعیت فهرست نویسی   | : فیبا                                                                                                    |
| موضوع               | : اینترنت در کشاورزی                                                                                      |
| موضوع               | : Internet in agriculture                                                                                 |
| موضوع               | : اینترنت اشیاء                                                                                           |
| موضوع               | : Internet of things                                                                                      |
| موضوع               | : اینترنت اشیاء -- کاربردهای صنعتی                                                                        |
| موضوع               | : Internet of things -- Industrial applications                                                           |
| موضوع               | : کشاورزی -- شبکه های اطلاع رسانی                                                                         |
| موضوع               | : Agricultural information networks                                                                       |
| شناسه افزوده        | : سرافرازی، علیمراد، ۱۳۴۲ -                                                                               |
| شناسه افزوده        | : Sarafrazi, Alimorad                                                                                     |
| شناسه افزوده        | : سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت ترویج، نشر آموزش کشاورزی                                  |
| رده بندی کنگره      | : ۱۳۹۷ ۱۹۹٫۸ الف / ۵۵۴۰                                                                                   |
| رده بندی دیویی      | : ۶۳۰/۷                                                                                                   |
| شماره کتابشناسی ملی | : ۵۴۶۱۶۳۳                                                                                                 |

ISBN:978-964-520-482-0

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۵۲۰-۴۸۲-۰



**عنوان: اینترنت اشیا در کشاورزی**  
**نویسندگان:** نوشین رمضانی، علیمراد سرافرازی  
**مدیر داخلی:** شیوا پارسا نیک  
**ویراستار ادبی:** سمیرا میرنظامی  
**سروراستار:** وجیهه سادات فاطمی  
**تهیه شده در:** دفتر شبکه دانش و رسانه های ترویجی  
**ناشر:** نشر آموزش کشاورزی  
**شمارگان:** ۲۵۰۰ جلد  
**نوبت چاپ:** اول، ۱۳۹۷  
**قیمت:** رایگان  
**مسئولیت درستی مطالب با نویسندگان است.**

شماره ثبت در مرکز فن آوری اطلاعات و اطلاع رسانی کشاورزی ۲۶-۹۷ ک به تاریخ ۹۷/۹/۸ است.

نشانی: تهران- بزرگراه شهید چمران- خیابان یمن، پلاک ۱ و ۲، معاونت ترویج،

ص. پ. ۱۱۱۳-۱۳۹۵

تلفکس: ۰۲۱-۲۲۴۱۳۹۲۳

## مخاطبان:

کارشناسان و مروجان مسئول پهنه‌های تولیدی

دانشجویان

کشاورزان، باغداران، دامداران و .....

## اهداف آموزشی:

شما در این مطالعه با سیستم اینترنت اشیا و کاربرد آن در زمینه‌های مختلف کشاورزی آشنا خواهید شد.



# فهرست

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| مقدمه .....                                                  | ۹  |
| فناوری ارتباطات و اطلاعات (ICT) .....                        | ۱۱ |
| اینترنت اشیا چیست؟ .....                                     | ۱۲ |
| ساختار ابزارهای مربوط به اینترنت اشیا .....                  | ۱۴ |
| لایه اول: حسگر .....                                         | ۱۵ |
| لایه دوم: شبکه .....                                         | ۱۷ |
| لایه سوم: خدمات .....                                        | ۱۷ |
| کاربرد سیستم اینترنت اشیا در زمینه های مختلف .....           | ۱۹ |
| کاربرد اینترنت اشیا در کشاورزی .....                         | ۲۴ |
| ۱- مدیریت هوشمند نهاده‌های کشاورزی .....                     | ۲۶ |
| الف- آبیاری هوشمند .....                                     | ۲۷ |
| ب- کنترل هوشمند کیفیت خاک .....                              | ۲۹ |
| ج- مدیریت هوشمند بذر .....                                   | ۳۱ |
| د- کوددهی هوشمند .....                                       | ۳۳ |
| ۲- مدیریت عوامل خسارت‌زا .....                               | ۳۶ |
| الف- کنترل هوشمند علف‌های هرز، آفات و بیماری‌های گیاهی ..... | ۳۶ |
| ب- شناسایی نوسانات جمعیت عوامل خسارت‌زا .....                | ۴۳ |
| ۳- مدیریت هوشمند شرایط آب‌وهوایی .....                       | ۴۸ |
| ۴- مدیریت هوشمند تجهیزات و ماشین‌آلات کشاورزی .....          | ۵۰ |
| ۵- کنترل هوشمند رشد محصولات کشاورزی در مزرعه .....           | ۵۲ |
| ۶- مدیریت هوشمند گلخانه .....                                | ۵۴ |
| ۷- مدیریت هوشمند دام .....                                   | ۵۹ |
| ۸- مدیریت هوشمند فروش و بازار محصولات کشاورزی .....          | ۶۳ |
| جمع‌بندی .....                                               | ۶۸ |
| منابع .....                                                  | ۶۸ |



## مقدمه

افزایش کمی و کیفی تقاضا برای غذا، ضرورت حرکت به سمت صنعتی شدن کشاورزی را چندین برابر کرده است. بر اساس گزارش‌های سازمان خواربار کشاورزی سازمان ملل متحد<sup>۱</sup> (FAO)، نیاز غذایی جمعیت رو به رشد زمین در سال ۲۰۵۰ نسبت به سال ۲۰۰۶ رشدی معادل ۷۰ درصد خواهد داشت. با رشد روزافزون فناوری و با هدف افزایش بهره‌وری کشاورزی و تأمین نیاز غذایی، ابزارها و روش‌های مختلفی ظهور کرده‌اند. یکی از نتایج رشد فناوری در بخش کشاورزی، هوشمندسازی است که می‌تواند پاسخ‌گوی بخشی از مشکلاتی باشد که این صنعت در حال حاضر با آن روبه‌روست. علی‌رغم اینکه بسیاری از کشاورزان از این فناوری، کاربرد و مزایای آن بی‌اطلاع هستند (۱۳)، اما به‌کارگیری محدود فناوری‌های جدید توسط برخی کشاورزان و شرکت‌های فعال در حوزه کشاورزی، نقش بسیار مهمی در افزایش تولید، بهره‌وری و دستیابی به بازار بزرگ جهانی ایفا کرده است (۱۶).

صنعت کشاورزی در سال‌های اخیر، با استفاده از فناوری‌های ارتباطات و اطلاعات به‌ویژه اینترنت اشیا پیشرفت چشمگیری داشته است. این سیستم که مجموعه‌ای از ابزارهای متصل به هم است می‌تواند در زمینه‌های مختلف داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز در بهینه‌سازی عملکرد را به‌سهولت و

---

1 - Food and Agriculture Organization of the United Nations

با سرعت و دقت کامل انتقال دهد. این فرایند توسط شبکه‌های ارتباطی بی‌سیم، به‌صورت خودکار و بدون دخالت انسان انجام می‌شود. کشاورزان می‌توانند اطلاعات مربوطه را با استفاده از تلفن‌های هوشمند و اینترنت در هر زمان و مکان دریافت کنند.

فناوری کشاورزی هوشمند، میزان محصول را در زمان و شرایط مشابه با کشاورزی سنتی افزایش می‌دهد. امروزه بسیاری از صنایع وابسته در مسیر حرکت به‌سمت کشاورزی هوشمند، این فناوری را به‌دلیل ویژگی‌های بارزی نظیر صرفه‌جویی در زمان، هزینه و مداخلات انسانی به‌کار گرفته‌اند (۱۵) تا بتوانند به‌طور قابل‌توجهی دغدغه‌های زندگی انسان را کم کنند و سطح کیفی زندگی را افزایش دهند (۲۸).

## فناوری ارتباطات و اطلاعات (ICT)<sup>۱</sup>

فناوری ارتباطات و اطلاعات، نوعی فناوری در زمینه انتقال و به اشتراک گذاری سریع اطلاعات است (۲۰) که با سرعت بسیاری در حال تغییر و پیشرفت است و این امکان را به افراد می دهد که در هر جای دنیا و در هر زمانی، به سرعت با یکدیگر ارتباط برقرار کنند (۱۱). بهره گیری از این فناوری در کشاورزی موجب توسعه و پیشرفت کشاورزی مدرن شده است.

کار فناوری ارتباطات و اطلاعات در بخش کشاورزی، انتقال اطلاعات مرتبط به بخش های مختلف این صنعت است. این اطلاعات با استفاده از ابزارهای مختلفی از جمله رادیو، تلویزیون، تلفن همراه، تبلت، کامپیوتر، نرم افزارها و سخت افزارها و سیستم های ماهواره ای (۲۴) توسعه کشاورزی و روستایی را آسان و زمینه تغییرات مثبت اجتماعی و اقتصادی را در جامعه فراهم می کند (۲۰). شکل ۱ برخی از ابزارهایی را که در زمینه فناوری ارتباطات و اطلاعات کاربرد دارند، نشان می دهد.



شکل ۱- برخی ابزارهای کاربردی در زمینه فناوری ارتباطات و اطلاعات

نقش سیستم اینترنت اشیا به عنوان موج سوم و بخشی از سیستم ارتباطات و اطلاعات، ایجاد توازن و هماهنگی بین انسان و اشیا شناخته شده است (۳۵). برای آشنایی بیش تر با واژه اینترنت اشیا جزئیات بیشتری ارائه می شود.

### اینترنت اشیا چیست؟

اینترنت اشیا نوعی فناوری است که با همکاری متخصصان و کارشناسان، راهکارهای حرکت به سمت کشاورزی مدرن را به کشاورزان و ذی نفعان بخش کشاورزی ارائه می دهد (۳۲). فناوری اینترنت اشیا، هوشمندسازی محیط پیرامون و ساده سازی سبک زندگی همراه با صرفه جویی در زمان، هزینه و انرژی است. در سیستم اینترنت اشیا، هر شیء دارای یک هویت دیجیتالی است و از طریق حسگری که در آن تعبیه شده، قابل شناسایی است و می تواند با دیگر اشیا ارتباط برقرار کند (۶). اینترنت اشیا سیستمی برای غلبه بر زمان و مکان است و هر شیء، در هر زمان و هر مکان و توسط همه افراد در دسترس است (۳۴) (شکل ۲). حال که با مفهوم اینترنت اشیا آشنا شده ایم، این سؤال مطرح می شود که دلایل کارآمدی این سیستم چیست؟

ارتباط با نقاط مختلف جهان از طریق ابزارهای ارتباطی؛

دسترسی سریع به اطلاعات؛

بهره وری زمان و فعالیت انسانی؛

ارتباط کارآمد (۱۶).



شکل ۲- قابلیت‌های دسترسی به اینترنت اشیا

ابزارهای مربوط به اینترنت اشیا ۳۰ درصد نسبت به سال ۲۰۱۵ افزایش یافته است و تعداد این ابزارها در سال ۲۰۲۰ به ۲۶ میلیارد خواهد رسید (۱۶). ساختار اینترنت اشیا در گزارش‌ها و مقاله‌های گوناگون به صورت‌های متفاوت نشان داده شده است. در اینجا ساختار ابزارهای مربوط به اینترنت اشیا به صورت ساده شرح داده می‌شود.

## ساختار ابزارهای مربوط به اینترنت اشیا

ابزارهای مربوط به سیستم اینترنت اشیا از سه لایه اصلی تشکیل شده‌اند (شکل ۳):

۱- لایه حسگر<sup>۱</sup>: در این لایه دریافت و سنجش اطلاعات به صورت لحظه‌ای انجام می‌شود.

۲- لایه شبکه<sup>۲</sup>: ارتباط بین اشیای هوشمند، اجزای شبکه و سیستم مرکزی (سرور) در این لایه صورت می‌گیرد.

۳- لایه خدمات<sup>۳</sup>: این لایه ارائه‌دهنده خدمات به کاربران است (۳۲).

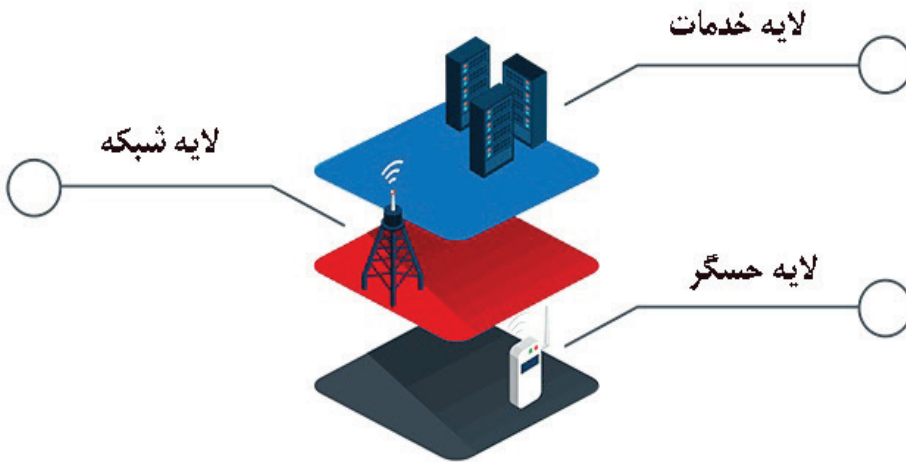
سیستم اینترنت اشیا شبیه به مغز انسان است. این سیستم که احساس، هوش و توانایی فکر کردن، به‌خاطر سپردن، تصمیم‌گرفتن و واکنش به محیط فیزیکی را از مغز انسان الهام می‌گیرد، از سه قسمت تشکیل شده است: بخش اول، اجزای حسگرهاست که مشابه با شبکه‌های عصبی است؛ بخش دوم شبکه ارتباطی واحدهای پردازش اطلاعات و درگاه‌های هوشمند است که مشابه با نخاع ستون فقرات است و بخش سوم مرکز داده‌ها یا واحد مدیریت داده و پردازش است که به مغز انسان تشابه دارد. با وجود پیشرفت‌های بزرگ در ساختار اینترنت اشیا، تلاش برای رسیدن به یک ساختار نهایی همچنان ادامه دارد (۱۹).

---

1- perception layer

2- network layer

3- application Layer



شکل ۳- ساختار ابزارهای مربوط به اینترنت اشیا

### لایه اول: حسگر

لایه حسگر در پایین‌ترین سطح ابزارهای مربوط به اینترنت اشیا قرار دارند. در این لایه سنجش و جمع‌آوری اطلاعات اشیا و محیط پیرامون صورت می‌گیرد. این لایه شامل حسگرها، فعال‌کننده‌ها و برچسب‌هایی (تگ)<sup>۱</sup> است که از طریق شبکه حسگر بی‌سیم<sup>۲</sup> (WSN) به یکدیگر متصل می‌شوند. به دلیل اینکه نرخ انتقال داده در هر حسگر پایین است، به یک شبکه حسگر بی‌سیم (که شامل چندین حسگر متصل به هم است) نیاز است تا بتوان اطلاعات را پس از جمع‌آوری در اختیار مقصد مدنظر قرار داد (۳۲). شبکه حسگر بی‌سیم شبکه‌ای قدرتمند است که اطلاعات دریافتی از حسگرها را با هزینه و مصرف انرژی کم‌تر جمع‌آوری می‌کند.

1- Tag

2- Wireless Sensor Network

این شبکه از طریق حسگرهای مختلف مستقر در اراضی کشاورزی که به صورت بی سیم به هم متصل هستند و اطلاعات را به صورت خودکار ارسال می کنند، محصولات کشاورزی را ردیابی و بر آن ها نظارت می کند. معمولاً شبکه های حسگرهای بی سیم از واحدهای (ماژول)<sup>۱</sup> پردازشگر، واحد میکروکنترلر<sup>۲</sup> (MCU) کم قدرت، یک یا چند واحد حسگر (دیجیتال یا غیردیجیتال) و واحدهای مخابراتی امواج رادیویی تشکیل شده اند و توسط فناوری بی سیم کم قدرت پشتیبانی می شوند (۳۲). شکل ۴ طرح یک شبکه حسگر بی سیم را نشان می دهد.



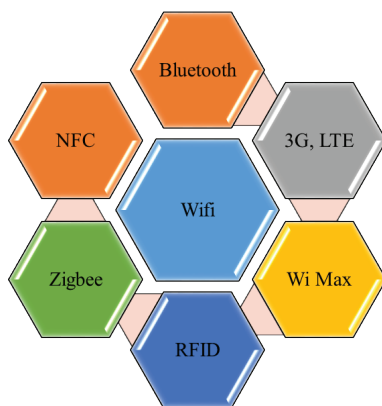
شکل ۴- طرح یک شبکه حسگر بی سیم که شامل چندین حسگر متصل به هم است

1- Module

2- Micro Controller Unit

## لایه دوم: شبکه

در این لایه، انتقال داده‌ها و اطلاعات حسگرهای متصل به اشیا به زیرساخت‌های کنترل‌کننده به‌منظور ذخیره، تجزیه و تحلیل و پردازش هدایت می‌شوند (۹). این لایه باید بتواند حجم بالای داده‌هایی را که توسط حسگرهای بی‌سیم و دستگاه‌های هوشمند تولید می‌شوند، پشتیبانی کند. پروتکل‌های ارتباطی بر اساس استانداردهای بی‌سیم<sup>۱</sup> ساخته می‌شوند. اسامی برخی از پروتکل‌های ارتباطی در شکل ۵ نشان داده شده‌اند (۱۰).



شکل ۵- برخی از پروتکل‌های ارتباطی در سیستم اینترنت اشیا (برای اطلاع بیشتر درباره پروتکل‌های ارتباطی به منبع شماره ۱۰ مراجعه شود)

## لایه سوم: خدمات

لایه خدمات، به‌عنوان سومین لایه از ابزارهای مربوط به سیستم اینترنت اشیا اهمیت بسیاری دارد. ذخیره و استفاده از اطلاعات و ارائه خدمات به کاربران در این لایه صورت می‌گیرد (۳۲). این لایه کاربردهای

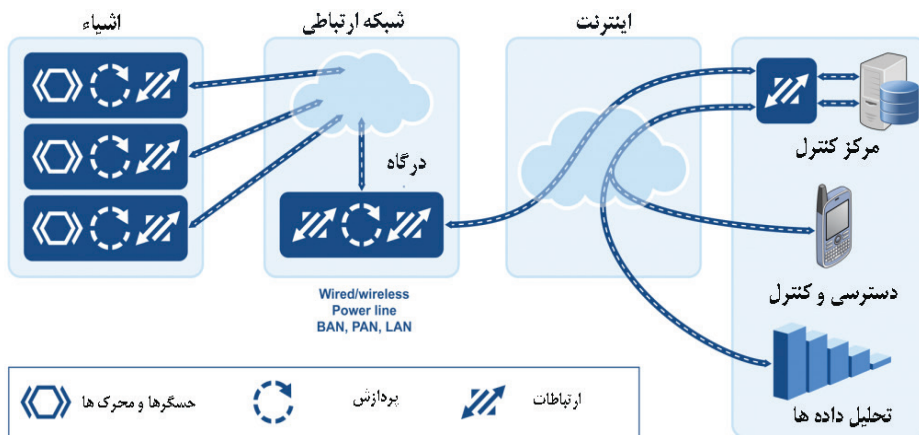
متنوعی در سیستم اینترنت اشیا دارد. برای مثال کاربرد این لایه در سیستم شهر هوشمند با کاربرد آن در کشاورزی هوشمند متفاوت است. لایه خدمات از یک زیرلایه به نام لایه میانی<sup>۱</sup> تشکیل شده است که ارتباط دهنده و اداره کننده اپلیکیشن های مختلف در این سیستم است. این لایه به عنوان لایه پردازشگر نیز شناخته شده است. لایه میانی مسئول ذخیره، پردازش و آنالیز حجم بالای اطلاعات رسیده از لایه حسگر است. این لایه می تواند مجموعه متنوعی از خدمات را مدیریت کند و در اختیار کاربر قرار دهد. در لایه خدمات، فن آوری های متنوعی مانند رایانش ابری، پایگاه داده ها<sup>۲</sup> و واحدهای پردازش کننده داده ها به کار رفته است (۲۸). دسترسی به اطلاعات ارائه شده در این لایه توسط کاربران از طریق کامپیوتر، تبلت و تلفن های همراه هوشمند امکان پذیر می شود. علاوه بر این کاربران می توانند ابزارهای مربوط به سیستم اینترنت اشیا را از طریق اینترنت کنترل کنند. لایه خدمات تنوع بسیاری در شکل، منبع تغذیه، قابلیت های زیست محیطی، سازگاری با دستگاه های دیگر، قدرت پردازش، دستگاه های جانبی و سیستم های شبکه ای موجود در بین شبکه ها دارد (۳۲). رایانش ابری و سیستم اینترنت اشیا، هسته اصلی نسل جدید فناوری اطلاعات (IT)<sup>۳</sup> هستند. امروزه با توجه به افزایش نیاز به محاسبات پیچیده و تجهیزات سخت افزاری و نرم افزاری خاص و مشکل بودن نگهداری حجم زیادی از داده ها بر روی کامپیوترهای شخصی، رایانش ابری روزه روز کارایی خود را بیش تر نشان می دهد. از این رو با توجه به اینکه اطلاعات جمع آوری شده توسط مجموعه لایه های اینترنت اشیا از حجم بالایی برخوردار است، می توان از رایانش ابری به عنوان نوعی

1- Middleware

2- Databases

3- Information Technology

زیرساخت پشتیبانی‌کننده برای نگهداری و پردازش اطلاعات استفاده کرد. به عبارت دیگر سیستم اینترنت اشیا از شبکه حسگر هوشمند، شبکه‌های ارتباطی بی‌سیم و سرویس رایانش ابری تشکیل شده است (۱۰). شکل ۶ لایه‌های مختلف سیستم اینترنت اشیا و روند عملکرد آن‌ها را نشان می‌دهد.



شکل ۶- لایه‌های مختلف سیستم اینترنت اشیا و روند عملکرد آن‌ها

## کاربرد سیستم اینترنت اشیا در زمینه‌های مختلف

هدف مهم سیستم اینترنت اشیا، ایجاد محیط‌های هوشمند مانند کشاورزی هوشمند، خانه هوشمند، سیستم سلامت هوشمند، حمل‌ونقل هوشمند و... با استفاده از فناوری‌های مختلف حسگرها و ابزارها و پروتکل‌های ارتباطی است. جدول ۱ کاربرد اینترنت اشیا را در زمینه‌های مختلف نشان می‌دهد (۷).

جدول ۱- کاربرد سیستم اینترنت اشیا در زمینه‌های مختلف

|           |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| کشاورزی   | مدیریت مزرعه، سیستم کنترل آب گیاهان، کنترل محصولات کشاورزی، مبارزه با عوامل خسارت‌زا، پیش‌بینی آب‌وهوا و...                                                                                                                                            |
| محیط‌زیست | کنترل و نظارت بر آلودگی در مناطق شهری، نظارت بر حوادث بحرانی در مناطق دورافتاده از قبیل آتش‌سوزی در جنگل‌ها، رانش زمین و وقوع بهمن، زمین‌لرزه در مناطق لرزه‌خیز                                                                                        |
| بخش آب    | کنترل و نظارت بر آب در محیط‌های طبیعی و عمرانی، کنترل کیفیت آب (مانند حضور مواد شیمیایی و آلاینده‌ها و...) در رودخانه‌ها یا در زیرساخت‌های توزیع آب، تشخیص نشت آب در لوله‌ها یا مخازن آب، کنترل سطح آب رودخانه‌ها، سد‌ها، مخازن و تشخیص سیل و خشک‌سالی |
| دامداری   | قابلیت ردیابی حیوانات اهلی با نصب سیستم‌های شناسایی دام و طیور، کنترل وضعیت واکسینه شدن دام و پیشگیری از شیوع انواع بیماری‌ها، اطلاعات دقیق از تعداد حیوانات و میزان تولیدات دامی                                                                      |
| گلخانه    | کنترل دما و رطوبت خاک، هوای گلخانه‌ها با استفاده از محرک‌ها و حسگرهای بی‌سیم                                                                                                                                                                           |

ادامه جدول ۱- کاربرد سیستم اینترنت اشیا در زمینه های مختلف

|                               |                                                                                               |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| سرگرمی و ورزش                 | مکان یابی ورزشکاران، کنترل دستگاه های باشگاه های ورزشی، کنترل وضعیت جسمی و سلامت ورزشکاران    |
| بخش نظامی                     | کنترل و ردیابی وسایل نقلیه نظامی                                                              |
| خرده فروشی و توزیع مواد مصرفی | کنترل دستگاه های پرداخت خود کار، کنترل و نمایش لحظه ای میزان موجودی و فروش                    |
| دولت و امنیت عمومی            | کنترل اموال عمومی، کنترل معابر و مسیر تردد وسایل نقلیه                                        |
| کاربردهای صنعتی و تولید       | کنترل فعالیت های صنعتی، اطلاع از وضعیت داخلی مخازن گازهای صنعتی، کنترل و توسعه محصولات تولیدی |

ادامه جدول ۱- کاربرد سیستم اینترنت اشیا در زمینه های مختلف

|                                                                                                                                   |                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| کنترل مصارف انرژی، خاوارها، امنیت در حوزه انرژی و پالایشگاهها (از طریق رصد و اعلام موقعیت یکپارچه چاههای نفت، محل های حفاری و...) | انرژی                           |
| کنترل ماشین / اتومبیل هوشمند، شناسایی بچزدگی معابر، کنترل ترافیک و مسیرپایی هوشمند، تعقیب مسیر کامیون ها، کنترل مصرف سوخت         | حمل و نقل، اتومبیل و ماشین سازی |
| خانه هوشمند (کنترل وضعیت داخلی خانه از طریق تلفن همراه با استفاده از حسگرهای نصب شده)، کنترل مصرف آب، برق، گاز، تخت های هوشمند    | بخش خانگی                       |
| کنترل وضعیت و سلامتی بیمار، مراقبت از سالمندان، کنترل فعالیت های فیزیکی بیمار، سیستم تعامل با بیمار یا شناسایی مکان پزشکان        | پزشکی و سلامت                   |
| صدور بیمه نامه هوشمند، تعیین خسارت                                                                                                | بخش مالی و بیمه                 |

ادامه جدول ۱- کاربرد سیستم اینترنت اشیا در زمینه‌های مختلف

|                                      |                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| داروسازی                             | کنترل و نظارت زنجیره تولید و عرضه داروها، تشخیص مواد دارویی جعلی، اعلام دستورالعمل‌های لازم برای نگهداری، نحوه استفاده و تاریخ انقضای دارو به بیمار از طریق برچسب‌های هوشمند                                             |
| شبکه بازیافت زباله                   | کنترل تردد وسایل نقلیه به منظور نظارت بر آلودگی هوا، دسته‌بندی و غربال انواع زباله و استفاده مجدد از قطعات الکترونیکی و دفع انواع زباله                                                                                  |
| شبکه توزیع برق                       | بهبود کارایی و قابلیت اطمینان اقتصادی در صنعت برق، اندازه‌گیری میزان استفاده و عملکرد هر شبکه در هر لحظه، استفاده از کنتورهای هوشمند و تشخیص سریع نقطه قطع برق و تغییر مسیر انتقال توان یا تولید تجهیزات جدید            |
| معادن و استخراج مواد معدنی           | پیدا کردن ذخایر معدنی و افزایش قابلیت بازیافت آن‌ها، اطلاع لحظه‌ای از میزان استخراج مواد معدنی از ذخایر مختلف و مدیریت آن‌ها از راه دور                                                                                  |
| نظارت بر آزمون‌های سراسری و انتخابات | کنترل موقعیت و پلمپ‌نشدن بسته‌های سوالات تا قبل از اجرای آزمون با قراردادن حسگرها در بسته‌های حاوی سوالات کنکور، کنترل صندوق‌های رأی‌گیری در هر منطقه و هر موقعیت مکانی با تعبیه حسگرها (تگ) در صندوق‌ها و سربرگ‌های رأی |

## کاربرد اینترنت اشیا در کشاورزی

سیستم اینترنت اشیا در بخش‌های مختلف صنعت و کسب‌وکار دنیا انقلاب بزرگی ایجاد کرده است (۳). پیشرفت این فناوری بر تولید عرصه‌های مختلف محصولات کشاورزی و امور دام نیز تأثیر گذاشته است. فناوری اینترنت اشیا به کشاورزان این امکان را می‌دهد که با اتصال ابزار و تجهیزات مختلف کشاورزی به اینترنت و کنترل هوشمند شرایط کشت، بازده محصولات را به‌طور چشمگیری افزایش و ضایعات آن‌ها را کاهش دهند. کشاورزی هوشمند با استفاده از فناوری شبکه حسگر بی‌سیم توسعه پیدا کرده است. این حسگرها ارزان هستند و شرایط محیطی را با ابزاری ساده تشخیص می‌دهند و برای اهداف مختلف در مزرعه به کار برده می‌شوند. کشاورز با استفاده از حسگرها و ابزارهای مختلف بی‌سیم می‌تواند به اطلاعات مربوط به مراحل مختلف کاشت، داشت، برداشت محصولات (۲۲)، رطوبت خاک (۳۶)، شرایط تغذیه‌ای و عناصر خاک (۸)، بیماری‌ها و آفات گیاهی (۵) و... دست یابد. بر اساس اطلاعات جمع‌آوری شده توسط این سیستم، کشاورز می‌تواند با واکنش به‌موقع، عملیات لازم و روش‌های اندازه‌گیری مناسب را به کار گیرد (۱۷). مزایا و کاربردهای سیستم اینترنت اشیا در قالبی کلی در جدول ۲ ارائه شده است (۲۱).

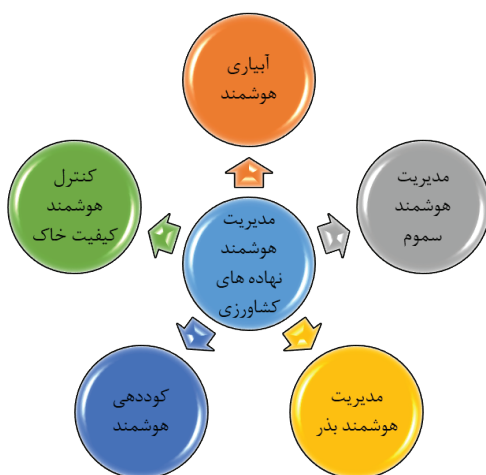
جدول ۲- مزایا و کاربردهای مختلف سیستم اینترنت اشیا در کشاورزی

| کاربردها                                                            | مزایا                                             |
|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| مدیریت هوشمند نهاده‌های کشاورزی (آب، خاک، بذر، کود و سم)            | افزایش بهره‌وری در خاک، آب، کودها، آفت‌کش‌ها و... |
| مدیریت هوشمند عوامل خسارت‌زا (آفات، بیماری‌های گیاهی و علف‌های هرز) | کاهش هزینه‌های تولید                              |
| مدیریت هوشمند شرایط اقلیمی                                          | افزایش سودآوری                                    |
| مدیریت هوشمند تجهیزات و ماشین‌آلات کشاورزی                          | افزایش کمیت، کیفیت و امنیت محصولات کشاورزی        |
| کنترل هوشمند رشد محصولات کشاورزی                                    | توسعه پایدار                                      |
| سیستم دامداری هوشمند                                                | امنیت غذایی                                       |
| مدیریت هوشمند فروش و بازار محصولات کشاورزی                          | حفاظت محیط زیست                                   |

با توجه به موارد فوق در این بخش انواع مدیریت‌های هوشمند حاصل از کاربرد اینترنت اشیا در کشاورزی تشریح می‌شود.

## ۱- مدیریت هوشمند نهاده‌های کشاورزی

به‌طور کلی به هر عاملی که در فرایند تولید به‌کار برده می‌شود تا محصولی به‌دست آید، نهاده می‌گویند. برای مثال در تولید یک محصول کشاورزی ترکیبی از نهاده‌هایی مثل آب، خاک، بذر، سم، کود شیمیایی و... به‌کار می‌رود. هر یک از این منابع را عامل تولید محصول می‌نامند. سیستم اینترنت اشیا با هوشمندسازی مدیریت نهاده‌های کشاورزی نقش بسزایی در افزایش تولید و کاهش اتلاف و خسارت چرخه تولید محصولات کشاورزی ایفا می‌کند. ابعاد مختلف مدیریت هوشمند نهاده‌های مختلف کشاورزی در شکل ۷ ارائه شده است.



شکل ۷- ابعاد مختلف مدیریت هوشمند نهاده‌های کشاورزی

## الف - آبیاری هوشمند

با توجه به موقعیت جغرافیایی کشور و همچنین بحران آب در سال‌های اخیر، متخصصان و مسئولان به مدیریت آبیاری در بخش کشاورزی به‌طور ویژه توجه کرده‌اند. مدیریت آبیاری بر اساس نیاز محصول و با توجه به توزیع غیریکنواخت باران در اراضی کشاورزی دشوار است. در ساختمان‌های مختلف خاک و در شرایط آب‌وهوایی متفاوت، روش‌های آبیاری متنوعی برای تولید محصولات کشاورزی وجود دارد. با درک کلی از سیستم اینترنت اشیا و قدرت رایانش ابری، آبیاری اراضی کشاورزی در هر زمان با استفاده از ابزارهای کم‌هزینه امکان‌پذیر می‌شود (۲۷). در سیستم آبیاری هوشمند، با استفاده از پردازش اطلاعات دریافتی از حسگرهای دما و رطوبت تعبیه‌شده در گیاه و خاک و هوا، انجام عملیات آبیاری در مناسب‌ترین زمان فراهم می‌شود. این سیستم از حسگرهایی ساخته شده است که اطلاعات رطوبت و دمای هوا و از همه مهم‌تر رطوبت خاک را جمع‌آوری و به پلت‌فرم ابری منتقل می‌کنند. اطلاعات ارسالی توسط عملیات یادگیری ماشین ۱ پردازش می‌شوند. سپس کشاورز از طریق برنامه‌های اینترنتی یا تلفن همراه از زمان و نحوه آبیاری مطلع می‌شود (۱۲). شکل ۸ (الف) یک سیستم آبیاری هوشمند را نشان می‌دهد. در این سیستم زمان، مکان و طول دوره آبیاری‌های انجام‌شده، وضعیت آب‌وهوا (رطوبت، دما، باد و میزان بارش) به کاربر نمایش داده می‌شود (شکل ۸ (ب)). همچنین زمان انجام آبیاری جدید به کشاورز هشدار داده می‌شود.



(الف)



زمان و مکان آبیاری

وضعیت آب و هوا

طول دوره آبیاری

(ب)

شکل ۸- یک نمونه سیستم آبیاری هوشمند (الف) و نمایی از صفحات اپلیکیشن مربوط به این سیستم (ب)

## ب- کنترل هوشمند کیفیت خاک

در برخی کشورها، روش‌های کشاورزی سنتی و عملیات هزینه‌بر به کاهش حاصلخیزی اراضی کشاورزی منجر شده است. به‌منظور جبران کمبودهای خاک، استفاده از کودهای حاصلخیز نیتروژنی، فسفات و پتاسیمی باعث افزایش محصول در این اراضی شده است. اما به‌کارگیری بیش از حد این کودها به آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی منجر می‌شود. همچنین کمبود یا سمیت عناصر غذایی، حاصلخیزی خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهد. از طرف دیگر، گیاه در مراحل مختلف رشد نیاز به عناصر متفاوتی دارد. بنابراین کشاورز برای تأمین این عناصر و نظارت بر رشد محصول باید زمان زیادی را در مزرعه بگذراند. بنابراین به‌منظور اندازه‌گیری سریع و کم‌هزینه کیفیت خاک، از سیستم اینترنت اشیا و فناوری شبکه‌های حسگر بی‌سیم استفاده شده است (۲۶). به‌منظور کنترل هوشمند کمی و کیفی خاک حسگرهای مختلفی مانند حسگرهای pH، شوری، رطوبت، دما، میزان عناصر و نیاز کودی به‌طرق مختلف در خاک تعبیه یا نصب می‌شوند. در صورت تغییر هر کدام از پارامترهای مذکور در خاک، این سیستم راه‌حل‌های مناسب را ارائه می‌دهد (۳۱). شکل ۹ نمایی از نوعی حسگر را نشان می‌دهد که هم‌زمان میزان کود، رطوبت، درجه حرارت خاک و شدت نور را کنترل می‌کند.



شکل ۹- یک حسگر کاربردی در سیستم کنترل هوشمند کیفیت خاک

پهباده‌ها نیز می‌توانند در کنترل هوشمند کیفیت خاک به کار برده شوند. پهباده‌ها با تهیه نقشه‌های سه‌بعدی دقیق و آنالیز سریع خاک اطلاعات لازم را برای طراحی الگوهای کشت و مدیریت آبیاری و میزان عناصر غذایی خاک به‌ویژه نیتروژن فراهم می‌کنند (۲۵) (شکل ۱۰).



شکل ۱۰- تهیه نقشه خاک توسط پهباد به‌منظور آنالیز سریع خاک

## ج- مدیریت هوشمند بذر

با توجه به هزینه‌های آماده‌سازی زمین و عملیات بذرپاشی، مدیریت هوشمند بذر کمک شایانی به افزایش بهره‌وری و کاهش هزینه‌های تولید می‌کند. طراحی ربات‌های توزیع‌کننده بذر با استفاده از سیستم اینترنت اشیا یکی از روش‌های مدیریت هوشمند بذر است. برخی از این ربات‌ها علاوه بر توزیع مناسب بذر قادرند عملیات دیگری از جمله شخم، کوددهی و برداشت محصولات کشاورزی را نیز انجام دهند. میکروکنترلرها و دوربین‌های متحرک، پایه و اساس کار ربات‌ها هستند و می‌توانند بر سیستم بذرپاشی و سایر عملیات مذکور نظارت مداوم و پیوسته داشته باشند. در این سیستم، اطلاعات لازم برای عملیات بذرپاشی به برنامه نصب‌شده بر روی تلفن همراه کشاورز ارسال می‌شود (۲). ربات‌ها به‌گونه‌ای طراحی شده‌اند که مقادیر مشخص بذر را که در مخزن آن‌ها ریخته می‌شود، به‌طور منظم و دقیق به خاک اضافه کنند. در قسمت جلوی این ربات‌ها یک صفحه فلزی متصل به یک اهرم وجود دارد که قبل از ریختن بذر در خاک شکاف ایجاد می‌کند. همچنین یک میله خمیده به قسمت عقبی ربات‌ها متصل است که پس از اضافه کردن بذر به زمین، بر روی آن خاک می‌ریزد. این ربات‌ها ضمن افزایش سرعت بذرپاشی، بذرها را به‌طور دقیق در محل مدنظر به خاک اضافه می‌کنند. بدین ترتیب هزینه بذرپاشی و هدررفت بذور کم می‌شود و بازده تولید محصولات کشاورزی افزایش می‌یابد (۳۳). شکل ۱۱ نوعی ربات بذرپاش را نشان می‌دهد که به‌منظور بذرپاشی در مزارع کوچک کاربرد دارد.



شکل ۱۱- نوعی ربات بذرپاش

طراحی و استفاده از اپلیکیشن‌های مختلف مانند اپلیکیشن محاسبه میزان بذر یکی دیگر از روش‌های مدیریت هوشمند بذر است که در ادامه به‌طور مختصر شرح داده می‌شوند.

اپلیکیشن محاسبه میزان بذر<sup>۱</sup>: این نرم‌افزار برای تعیین مقدار بذر لازم برای جمعیت گیاهی مدنظر تولیدکنندگان طراحی شده است. همچنین هزینه و وزن کل بذور مورد نیاز کشت را نیز برآورد می‌کند. این اپلیکیشن رایگان است و بر سیستم عامل‌های اندروید و IOS نصب می‌شود (شکل ۱۲).



شکل ۱۲- نمایشی از صفحات اپلیکیشن محاسبه میزان بذر

## د- کوددهی هوشمند

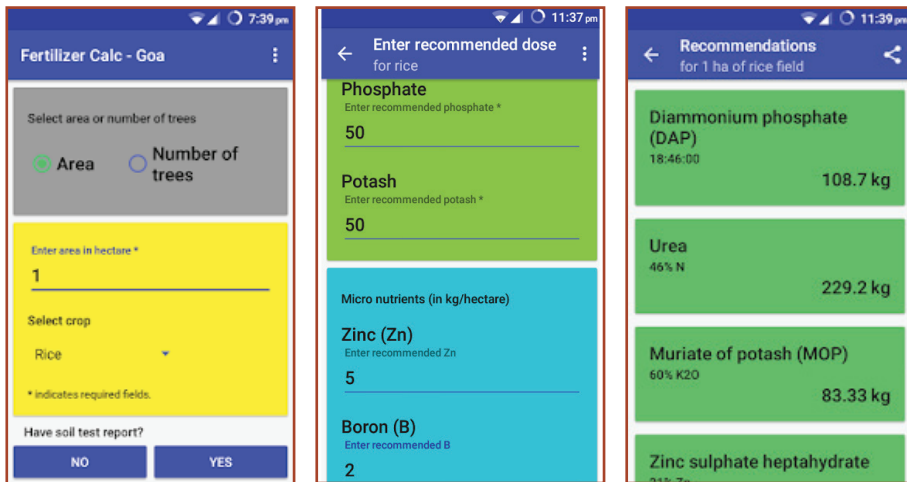
مصرف مؤثر کود شامل تصمیم‌گیری‌های درست درباره انتخاب نوع کود، روش کوددهی و زمان مصرف کود است. بازدهی حداکثر مصرف کود با یک برنامه کوددهی مناسب به‌منظور افزایش تولید با کیفیت مطلوب امکان‌پذیر می‌شود. اپلیکیشن‌های مدیریت کوددهی، بر پایه پلتفرم‌های کشاورزی هوشمند هستند که بهینه‌سازی مداوم مدیریت کوددهی و سوددهی حداکثر محصولات را برای کشاورزان فراهم می‌سازند. این اپلیکیشن‌ها با کم‌ترین هزینه کوددهی، بازده محصولات کشاورزی را به‌حداکثر می‌رسانند.

## ویژگی‌ها و مزایای اپلیکیشن‌های مدیریت کوددهی

- برنامه‌ریزی دقیق و پایدار کود؛
  - مدیریت کوددهی مزرعه؛
  - اطلاعات نیاز عناصر غذایی بیش از ۲۵۰ محصول؛
  - تفسیر نتایج آزمایش‌های مربوط به آب، خاک و گیاه؛
  - ارائه توصیه کودی مناسب بر اساس کودهای موجود و در دسترس؛
  - بهینه‌سازی هزینه‌های کوددهی و افزایش بازده محصول؛
  - ارائه دستورالعمل کودی برای کشت‌های هیدروپونیک؛
  - توازن pH خاک؛
  - تخمین خصوصیات کیفی آب آبیاری مزرعه؛
  - طراحی کودهای ترکیبی مناسب.
- اپلیکیشن‌های بسیار متنوعی در زمینه مدیریت کوددهی طراحی شده‌اند که از جمله می‌توان به اپلیکیشن محاسبه‌گر کود و اپلیکیشن محاسبه ترکیب کودی مورد نیاز اشاره کرد که در ادامه به‌طور مختصر شرح داده می‌شود.

اپلیکیشن محاسبه‌گر کود<sup>۱</sup>: این نرم‌افزار میزان کود مورد نیاز را بر اساس مساحت زمین کشت‌شده، تراکم گیاه یا تعداد درخت کشت‌شده

محاسبه می‌کند. با استفاده از این اپلیکیشن میزان کود محاسبه شده به صورت کیلوگرم بر هکتار، کیلوگرم بر تعداد درخت، پوند بر هکتار و پوند بر تعداد درخت در اختیار کشاورز قرار می‌گیرد. این اپلیکیشن رایگان است و بر سیستم عامل اندروید نصب می‌شود (شکل ۱۳).



شکل ۱۳- نمایی از صفحات اپلیکیشن محاسبه کود

اپلیکیشن محاسبه ترکیب کودی مورد نیاز<sup>۱</sup>: این نرم‌افزار نسبت ترکیب کود خشک و مایع را محاسبه می‌کند. با استفاده از این اپلیکیشن کاربر می‌تواند کود مناسب برای ترکیب را انتخاب کند. این نرم‌افزار نه تنها میزان و نوع کود ترکیبی را تعیین می‌کند، بلکه هزینه و میزان درآمد حاصل از کوددهی را نیز محاسبه می‌کند. این اپلیکیشن رایگان است و قابلیت نصب در سیستم عامل IOS را دارد (شکل ۱۴).

The figure displays three sequential screenshots of a mobile application interface for fertilizer management.

- Screen 1: Fertility Levels** (4:29 PM). This screen allows users to enter soil test readings and target fertility. It features input fields for Nitrogen (N), Phosphorus (P), Potassium (K), and Sulfur (S) in both lb/acre and kg/ha. A 'Select Fertilizer Products' button is at the bottom.
- Screen 2: Fertilizer Prices** (4:31 PM). This screen lists the prices for different fertilizer blends: 46-0-0 (\$700), 11-52-0 (\$650), 0-0-60 (\$300), and 21-0-0-24 (\$450). A 'Calculate' button is present.
- Screen 3: Results** (4:31 PM). This screen shows the calculated required and actual fertilizer rates for the selected blend (95-20-0-15). It also lists product rates for various blends: 46-0-0, 11-52-0, and 0-0-60.

شکل ۱۴- نمایی از صفحات اپلیکیشن محاسبه ترکیب کودی مورد نیاز

## ۲- مدیریت عوامل خسارت‌زا

### الف- کنترل هوشمند علف‌های هرز، آفات و بیماری‌های گیاهی

#### مدیریت هوشمند سموم

یکی از نگرانی‌های مهم امروز بشر آلودگی خاک‌های کشاورزی توسط انواع آلاینده‌های شیمیایی به‌ویژه سموم است. این مسئله ازجمله چالش‌های مهم توسعه کشاورزی به‌شمار می‌رود و به‌طور بالقوه آن را با مشکل روبه‌رو خواهد کرد. این در حالی است که بشر به‌منظور کسب منافع اقتصادی بیش‌تر به استفاده روزافزون از سموم و کودهای شیمیایی روی آورده است. تمامی مواد شیمیایی کشاورزی حاوی افزودنی‌ها هستند و اگرچه مقدار سمیت چنین مواد افزودنی زیاد نیست، می‌توانند تأثیرات سویی در طبیعت بر جای بگذارند. مدیریت هوشمند سموم در کشاورزی،

یک سیستم هدفمند و کم‌هزینه در کاربرد سموم شیمیایی مؤثر بر عوامل خسارت‌زا در اراضی کشاورزی است. طی سال‌های اخیر با ورود فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات، زمینه تولید سم‌پاش‌های هوشمند به‌خوبی فراهم شده است. هوشمندی سم‌پاش‌ها در تشخیص هدف و سیستم پاشش سم است. حسگرهای تعبیه‌شده در این سیستم، پایه و اساس مدیریت هوشمند سموم هستند. سیستم پاشش سم‌پاش‌ها بر اساس تشخیص هدف (آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز) و ارزیابی شدت آسیب واردشده عملیات سم‌پاشی را کنترل می‌کند (۳۰) (شکل ۱۵).

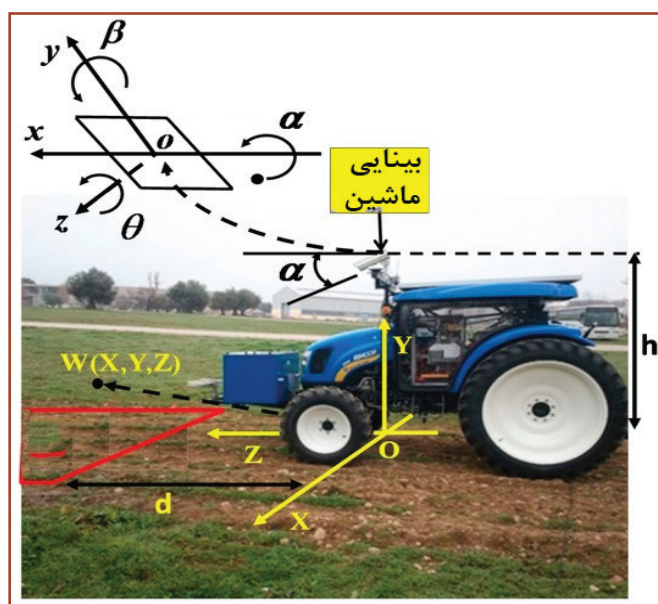


شکل ۱۵- یک نمونه سیستم سم‌پاش هوشمند

تشخیص هدف در سیستم سم‌پاشی هوشمند اهمیت بسیاری دارد. وجود حسگرها و تکنیک‌های مختلف تشخیص هدف در این سیستم،

روشی مؤثر در جمع‌آوری اطلاعات و انجام عملیات سم‌پاشی دقیق در مزرعه است. روش‌ها و حسگرهای مختلفی به‌منظور تشخیص هدف در سیستم سم‌پاشی هوشمند وجود دارد که ازجمله می‌توان به بینایی ماشین<sup>۱</sup>، آنالیز طیفی<sup>۲</sup>، سنجش از دور<sup>۳</sup>، دمانگاری<sup>۴</sup> اشاره کرد. در ادامه درباره این روش‌ها شرح داده می‌شود.

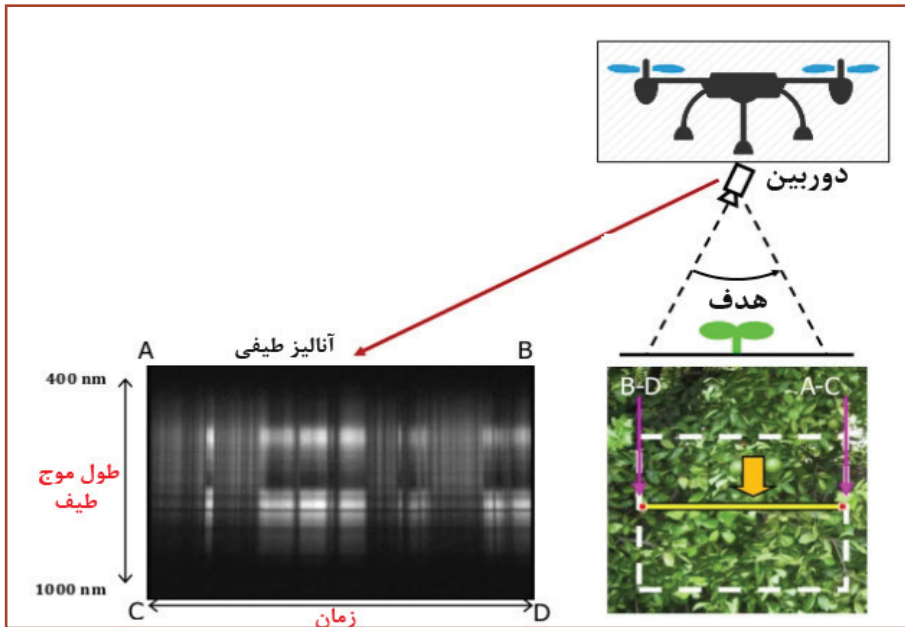
بینایی ماشین در تشخیص موقعیت، اندازه، شکل، رنگ و بافت گیاهان مؤثر است. این تکنیک برای شناسایی و طبقه‌بندی عامل خسارت‌زا در سطح گسترده‌ای در سیستم مدیریت هوشمند سموم کاربرد دارد (شکل ۱۶).



شکل ۱۶- روش بینایی ماشین در شناسایی و تشخیص عامل خسارت‌زا

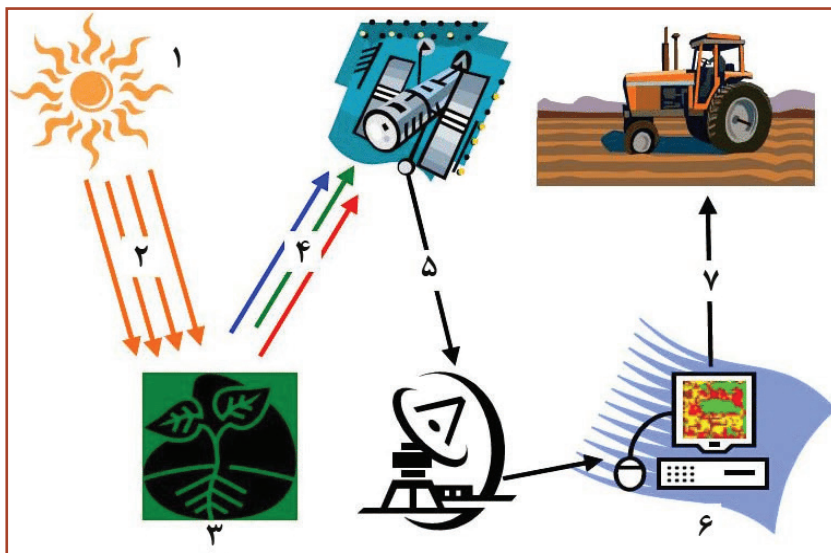
- 1 - Machine Vision
- 2- Spectral Analysis
- 3- Remote Sensing
- 4- Thermography

آنالیز طیفی در تخمین زیست توده و انرژی گیاهان کاربرد دارد. این روش در تشخیص و طبقه بندی هدف سم پاشی، بروز بیماری های گیاهی و آسیب حشرات آفت نیز به کار می رود (شکل ۱۷).



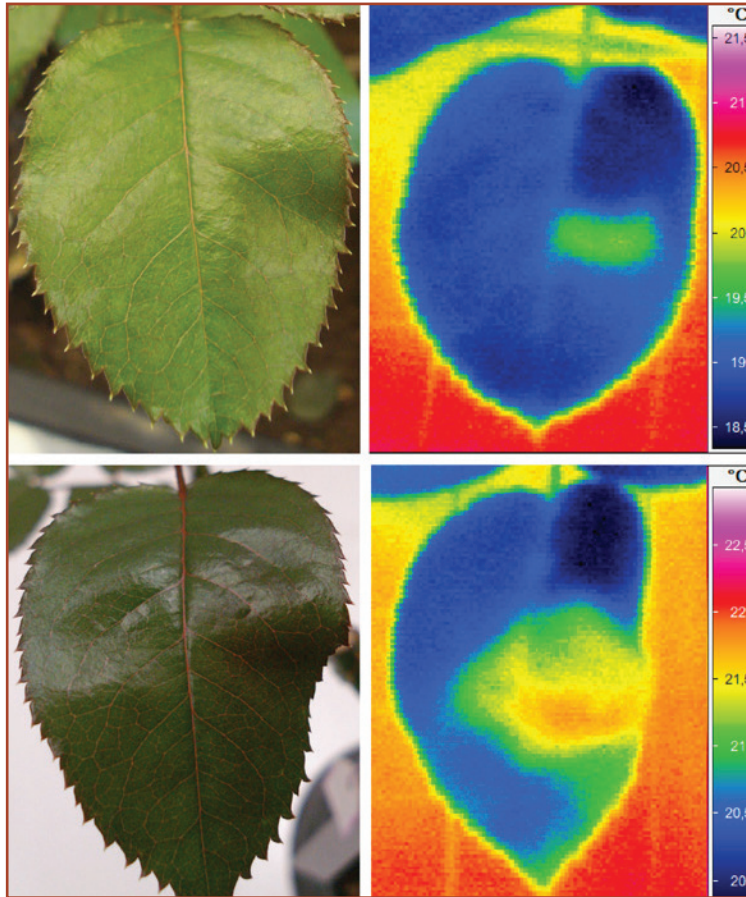
شکل ۱۷- روش آنالیز طیفی در شناسایی و تشخیص عامل خسارت زرا

تکنیک سنجش از دور بر اساس جذب و بازتاب طول موج های مختلف نور است و در تشخیص بروز بیماری های گیاهی و آسیب آفات کاربرد دارد (شکل ۱۸).



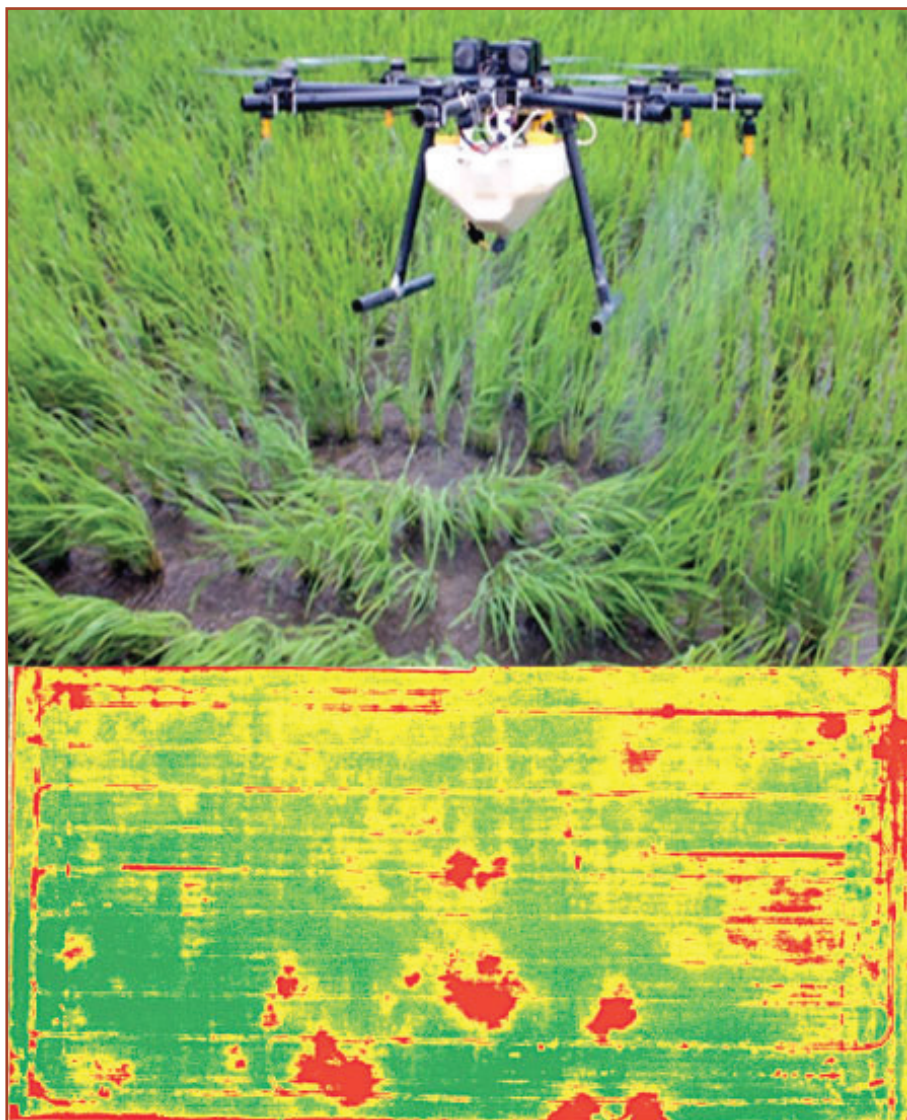
شکل ۱۸- روند تکنیک سنجش از دور در شناسایی و تشخیص عامل خسارت‌زا

دمانگاری نوعی علم تصویربرداری مادون قرمز است. دوربین‌های دمانگاری تابش مواد مختلف را در محدوده مادون قرمز امواج الکترومغناطیس (۹۰۰ تا ۱۴۰۰ نانومتر) تشخیص می‌دهند و تصاویری از تابش آن‌ها را تولید می‌کنند. این تصاویر می‌توانند توزیع حرارتی و انرژی گیاهان را در مزرعه ردیابی کنند. از این روش در شناخت علائم بیماری‌های گیاهی و مدیریت کاربرد سموم استفاده می‌شود (۳۰) (شکل ۱۹).



شکل ۱۹- کاربرد دمانگاری در شناسایی و تشخیص عامل خسارت زرا

امروزه پهبادها نقش مهمی در سمپاشی مزارع در سطوح وسیع ایفا می‌کنند. این پهبادها با تصویربرداری از مزارع و پاشیدن مقادیر دقیق و محاسبه شده سم در فواصل مشخص می‌توانند مزارع را با دقت و هوشمندانه سمپاشی کنند. سرعت این روش سمپاشی پنج برابر بیش‌تر از روش سنتی است و به‌علت سمپاشی دقیق، میزان آلودگی آب‌های زیرزمینی توسط سموم را کاهش می‌دهد (۲۵) (شکل ۲۰).



شکل ۲۰- نوعی پهباد سم‌پاش در مرحله تصویربرداری از مزارع و پاشیدن سم

## ب- شناسایی نوسانات جمعیت عوامل خسارت‌زا

آفات و بیماری‌ها برای گیاهان مضرند و تأثیرات منفی بر تولید محصولات کشاورزی می‌گذارند. کنترل آفات و بیماری‌های گیاهی به روش سنتی، علاوه بر آنکه بدون صرف هزینه و به‌کاربردن مواد شیمیایی امکان‌پذیر نیست، آلودگی خاک و آب‌های زیرزمینی را نیز در پی دارد. از طرفی ضرورت استفاده از آفت‌کش باعث آلودگی محیط‌زیست و همچنین ایجاد مقاومت در برخی گیاهان می‌شود. سیستم اینترنت اشیا برای کاهش استفاده مداوم آفت‌کش‌ها طراحی شده است. این سیستم توانایی شناسایی و پیش‌بینی آفات در ابتدای ظهور و حتی در جمعیت‌های بسیار کم را دارد. برای طراحی این نوع سیستم، باید ایستگاه‌های هواشناسی نزدیکی مزرعه نصب شوند؛ زیرا روابطی بین آفات و داده‌های هواشناسی تعریف و بر اساس این روابط کنترل آفات انجام می‌شود. بدین صورت که دمای تجمعی درختان و گیاهان روزانه ثبت می‌شود. اگر میزان این دما از حد بحرانی بالاتر رود، به کشاورز هشدار کنترل آفات داده می‌شود و تقریباً دو الی سه روز به کشاورز فرصت می‌دهد تا عملیات مدیریت آفات را در مزرعه آغاز کند. زمانی که آفات به گیاهان و یا درختان میوه حمله می‌کند، در اثر تغذیه آفات دمای گیاه افزایش می‌یابد. این افزایش دما، توسط حسگرها به پایگاه داده منتقل و پردازش می‌شوند. سپس قبل از آسیب‌رساندن آفات به مزارع، از طریق برنامه تلفن همراه یا اینترنت به کشاورز هشدار داده می‌شود (۱۴).

استفاده از تله‌های هوشمند نیز یکی دیگر از راه‌های کنترل آفات است. این سیستم هوشمند در هنگام حمله آفات به گیاهان و به‌ویژه میوه‌جات، کشاورزان را با یک پیام آگاه می‌کند. همچنین می‌تواند زمان

و مکان شروع و الگوهای فعالیت آفات را ردیابی کند. شکل ۲۱ یک تله هوشمند نصب شده در یک مزرعه را نشان می‌دهد.



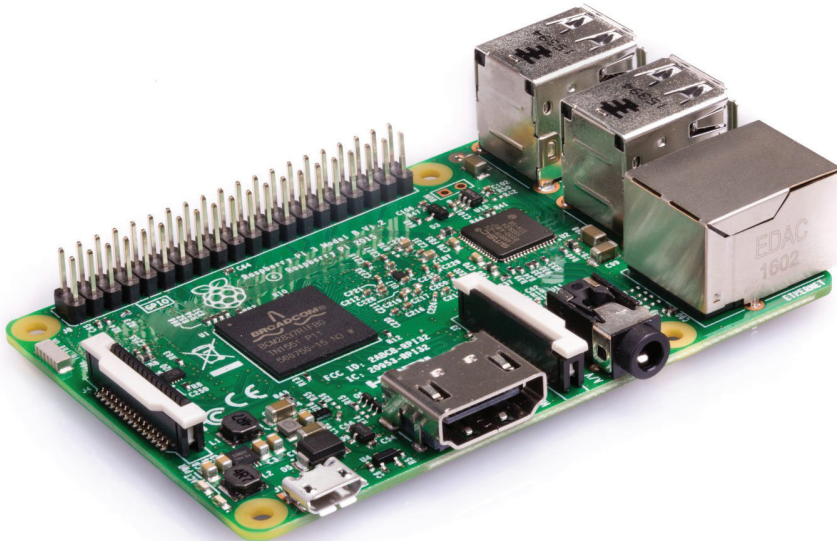
شکل ۲۱- نوعی تله هوشمند آفات

بهترین روش درختان مدیریت علف‌های هرز، کاربرد علف‌کش‌ها در این مزارع است. استفاده از علف‌کش‌ها باعث آلودگی محصولات غذایی خواهد شد. بنابراین برای از بین بردن این مشکلات به سیستم هوشمند کنترل علف‌های هرز نیاز است. نحوه کارکرد این سیستم هوشمند شامل سه مرحله اصلی است که در شکل ۲۲ نشان داده شده است.



شکل ۲۲- مراحل کار سیستم هوشمند مبارزه با علف‌های هرز

در سیستم هوشمند کنترل علف‌های هرز، تهیه تصاویر توسط دوربین‌های با کیفیت بالا مانند دوربین‌های Raspberry Pi صورت می‌گیرد (شکل ۲۳).



شکل ۲۳- نمونه‌ای از یک دوربین Raspberry Pi

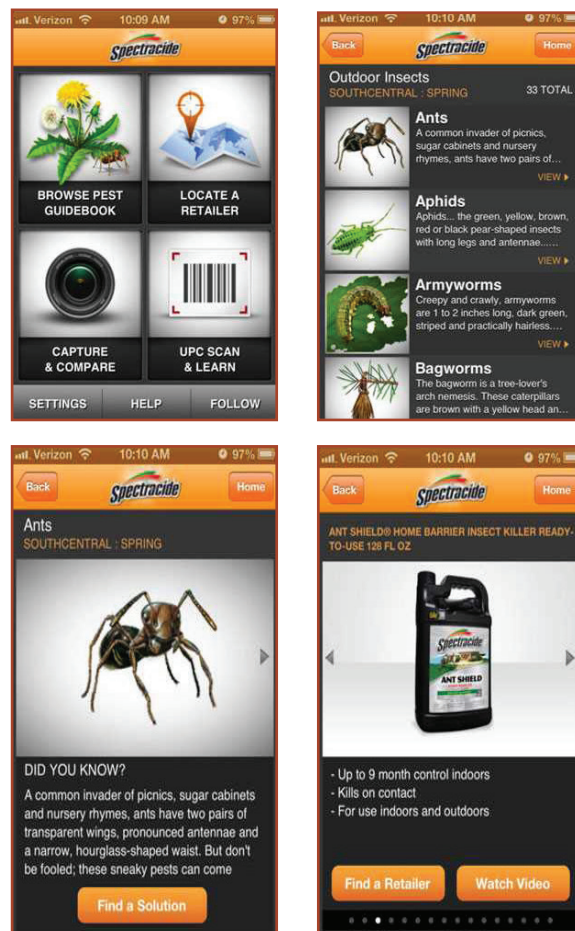
در سیستم کنترل هوشمند علف‌های هرز، گیاهان و درختان مبنای شناسایی هدف مدنظر سیستم هستند. دو راه برای شناسایی هدف مدنظر وجود دارد: ۱- شناسایی علف‌های هرز؛ ۲- شناسایی گیاه اصلی کشت‌شده. اگر گیاهان کشت‌شده شناسایی شوند، باقی گیاهانی که شناسایی نشده‌اند جزو علف‌های هرز محسوب می‌شوند. همچنین اگر علف‌های هرز شناسایی شوند، سیستم، باقی کشت را گیاه یا محصول اصلی شناسایی می‌کند. در سیستم هوشمند مبارزه با علف‌های هرز، وضعیت گیاه، اندازه تاج گیاه، میزان بروز و شدت گسترش علف هرز در نظر گرفته می‌شود (۳۰). شکل ۲۴ یک سیستم هوشمند را برای مبارزه با علف‌های هرز نشان می‌دهد.



شکل ۲۴- نوعی سیستم هوشمند مبارزه با علف‌های هرز

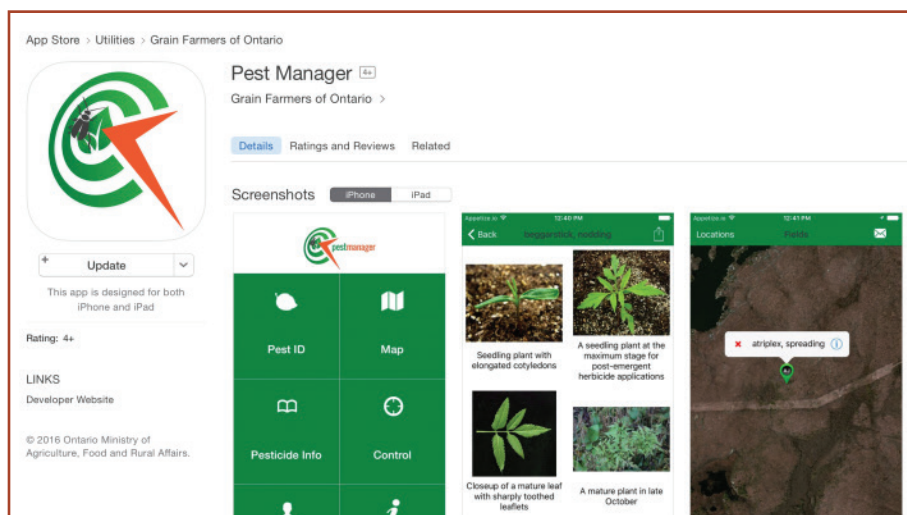
استفاده از اپلیکیشن‌های شناسایی آفات، علف‌های هرز و بیماری‌های گیاهی یکی دیگر از راه‌های مدیریت و کنترل هوشمند عوامل خسارت‌زاست که توصیه‌های لازم را در زمینه تشخیص و پیشگیری این عوامل ارائه می‌دهند. در این زمینه می‌توان اپلیکیشن شناساگر حشرات و علف‌های هرز و اپلیکیشن مدیر آفات را نام برد که مختصر شرح داده شده‌اند.

اپلیکیشن شناسایی حشرات و علف‌های هرز<sup>۱</sup>: این نرم‌افزار در شناسایی و روش مدیریت آفات به کاربران کمک می‌کند و آنان را قادر می‌سازد تا حشرات و علف‌های هرز مزرعه خود را با تصاویر کاتالوگ موجود در اپلیکیشن مطابقت دهند. سپس بهترین راه‌حل مقابله با آن‌ها و نزدیک‌ترین مرکز فروش را به آن‌ها پیشنهاد می‌دهد. این اپلیکیشن رایگان است و قابلیت نصب بر سیستم عامل اندروید و IOS را دارد (شکل ۲۵).



شکل ۲۵- نمایی از صفحات اپلیکیشن شناسایی حشرات و علف‌های هرز

اپلیکیشن مدیریت آفات ۱: این اپلیکیشن ابزاری مناسب است که برای تشخیص انواع آفات و روش مناسب از بین بردن آن‌ها استفاده می‌شود. این نرم‌افزار برای شناسایی انواع بیماری‌های گیاهی، علف‌های هرز و حشرات آفت کاربرد دارد و درباره هر آفت اطلاعات عمومی و روش مدیریتی برخورد با آن را ارائه می‌دهد. این اپلیکیشن رایگان است و قابلیت نصب بر سیستم عامل IOS را دارد (شکل ۲۶).

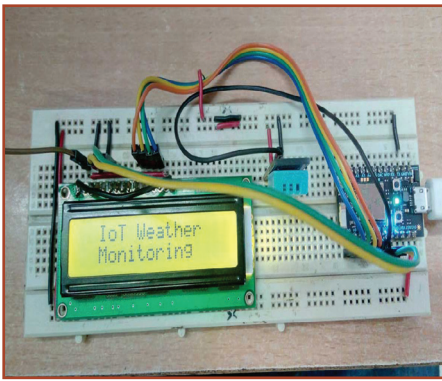


شکل ۲۶- نمایی از صفحات اپلیکیشن مدیریت آفات

### ۳- مدیریت هوشمند شرایط آب‌وهوایی

استفاده از اینترنت اشیا در سیستم‌های پیش‌بینی شرایط آب‌وهوایی، راه‌حلی پیشرفته برای کنترل شرایط اقلیمی در اراضی کشاورزی است. کنترل شرایط آب‌وهوایی به‌منظور رشد حداکثر محصولات کشاورزی و اطمینان از شرایط محیطی از اهمیت بسیاری برخوردار است. با توجه به

رشد فناوری، اندازه‌گیری عوامل زیست‌محیطی در مقایسه با قبل بسیار آسان‌تر شده است. حسگرها، ابزارها و تجهیزات الکترونیکی هوشمند برای اندازه‌گیری پارامترهای محیطی هوا، خاک و گیاه به کار می‌روند. شکل ۲۷ تصویری از دو نوع حسگر و یک ایستگاه پیش‌بینی هوشمند وضعیت آب‌وهوایی را نشان می‌دهد.



(ب)

شکل ۲۷- دو نمونه حسگر (الف) و یک ایستگاه (ب) پیش‌بینی هوشمند وضعیت آب‌وهوا

در سیستم مدیریت هوشمند، حسگرها شرایط آب‌وهوایی، اطلاعات مربوط به درجه حرارت، رطوبت نسبی، شدت نور، سرعت باد، میزان دی‌اکسیدکربن را دریافت می‌کنند. سپس اطلاعات مربوطه به بخش مرکزی ارسال و پردازش می‌شوند. در نهایت اطلاعات کاربردی به صورت گرافیکی در صفحات اینترنت و نرم‌افزارهای تلفن همراه ارائه می‌شود (۲۳).

#### ۴- مدیریت هوشمند تجهیزات و ماشین آلات کشاورزی

بسیاری از تولیدکننده‌ها و توزیع‌کننده‌های جهانی ماشین‌آلات کشاورزی و ساختمانی بر روی سیستم اینترنت اشیا سرمایه‌گذاری کرده‌اند. مجهز کردن تجهیزات و ماشین‌آلات کشاورزی به حسگرها و تنظیمات مخابراتی، اجرای کشاورزی هوشمند را امکان‌پذیر کرده است. در این سیستم وضعیت و موقعیت تجهیزات و ماشین‌آلات کشاورزی و ابزارهای متصل به آن‌ها، ردیابی و کنترل می‌شود (شکل ۲۸).



شکل ۲۸- یک نمونه ماشین کشاورزی مجهز به سیستم هوشمند

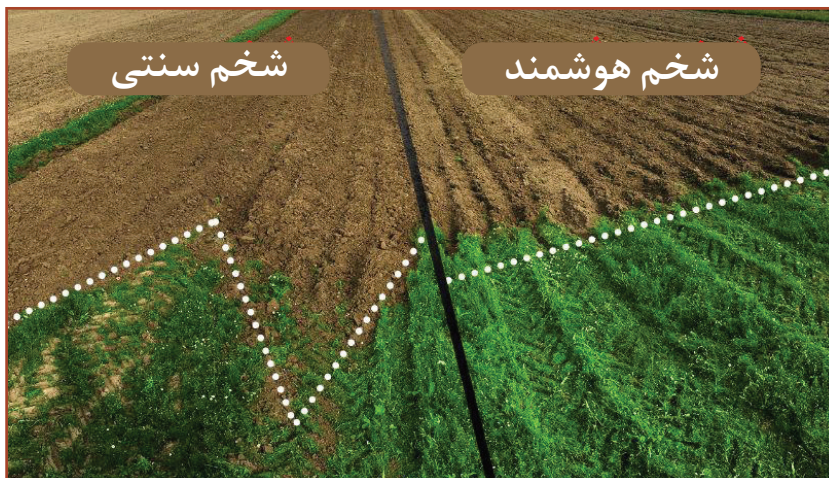
سیستم ردیاب نصب شده بر ماشین آلات کشاورزی، موقعیت سرنشین و تجهیزات را در هر زمان و هر مکان حتی در شیب‌های تند و در انواع مختلف خاک به صورت دقیق ردیابی و کنترل می‌کند. سیستم اینترنت اشیا می‌تواند موقعیت و نحوه کارکرد تجهیزات کشاورزی را بدون دسترسی به آن‌ها، از راه دور و در هر شرایطی (باز یا بسته، روشن یا خاموش، پر یا خالی و...) کنترل کند (۱۳). امروزه در دنیا ۷۰ تا ۸۰ درصد تجهیزات کشاورزی جدید همراه با اجزای مربوط به کشاورزی هوشمند به فروش می‌رسند. تجهیزات کشاورزی هوشمند در چرخه رشد گیاهان به صورت زیر مشارکت می‌کند:

شخم آماده‌سازی هوشمند خاک؛

کاشت هوشمند محصولات؛

مدیریت کاشت، داشت و برداشت هوشمند (۲۹).

در شکل ۲۹ بازدهی آماده‌سازی و شخم زمین به روش هوشمند و سنتی با یکدیگر مقایسه شده است. همان‌طور که در این شکل مشخص است، بازدهی زمین شخم‌زده شده به روش هوشمند از روش سنتی بسیار بیش‌تر است.



شکل ۲۹- مقایسه بازدهی آماده‌سازی و شخم زمین به روش هوشمند و سنتی

## ۵- کنترل هوشمند رشد محصولات کشاورزی در مزرعه

سیستم اینترنت اشیا به آسانی قادر به کنترل مراحل مختلف رشد محصولات کشاورزی و افزایش بهره‌وری و بالابردن میزان سود کشاورزان است. در این سیستم شبکه‌های حسگر بی‌سیم و انواع مختلف حسگرها به منظور جمع‌آوری اطلاعات مربوط به شرایط رشد محصول در مراحل مختلف و تغییرات زیست‌محیطی به کار گرفته می‌شوند. این اطلاعات از طریق شبکه‌های ارتباطی به سیستم مرکزی ارسال و پردازش می‌شوند. کشاورز با دسترسی به اطلاعات پردازش‌شده در اینترنت اقدامات اصلاحی لازم را انجام می‌دهد. کشاورز در هر مکان و زمان می‌تواند به این اطلاعات دسترسی پیدا کند. شکل ۳۰ یک حسگر کنترل‌کننده مراحل مختلف رشد میوه را نشان می‌دهد.



شکل ۳۰- یک نوع حسگر کنترل‌کننده مراحل مختلف رشد میوه

بهره‌گیری از سیستم کشاورزی هوشمند بر پایه اینترنت اشیا در تولید و کنترل آنلاین خربزه ارگانیک در چین با استفاده از حسگرهای RFID و انواع دیگر حسگرها و سه برنامه کاربردی نشان داد که نه تنها کشاورزان ساعات کمتری کار کردند، بلکه هزینه کار بسیار کمتر و کیفیت میوه تولیدی بیش‌تر شد (۴).

امروزه تهیه سری زمانی تصاویر متحرک از مزرعه به‌وسیله پهبادها می‌تواند مراحل دقیق رشد محصولات کشاورزی را نشان دهد و عوامل ناکارآمدی رشد آن‌ها را آشکار سازد. استفاده از پهبادها امکان مدیریت بهتر تولید محصولات کشاورزی را فراهم می‌سازد. در سیستم کشاورزی هوشمند پهبادها به‌منظور ارزیابی سلامت محصولات کشاورزی یا آلودگی‌های قارچی و باکتریایی در درختان کاربرد دارند. پهبادها با تصویربرداری محصولات کشاورزی در دامنه نور مرئی و مادون قرمز نزدیک و بازتاب نور در تصاویر چندطیفی تهیه‌شده، سلامت محصولات کشاورزی را ارزیابی می‌کنند (۲۵) (شکل ۳۱).



شکل ۳۱- یک پهباد در زمان تصویربرداری از مزرعه و تهیه سری تصاویر

## ۶- مدیریت هوشمند گلخانه

با توجه به رشد جمعیت دنیا، تقاضا برای غذا روز به روز در حال افزایش است. بنابراین تولید محصولات کشاورزی باید پاسخ‌گوی نیاز غذایی این جمعیت رو به رشد باشد. مشکلات اقلیمی و کمبود آب، معضلی است که البته کشورهای دیگر نیز با آن مواجه هستند؛ اما این به معنای رهاکردن کشاورزی یا غیرفعال نگه‌داشتن آن نیست. استفاده از شیوه‌های مدرن همچون کشت گلخانه‌ای کمک شایانی به رفع نیازهای غذایی و تولید محصولات کشاورزی می‌کند. محدود بودن اراضی کشاورزی قابل‌استفاده نیز بر اهمیت کشت گلخانه‌ای محصولات کشاورزی افزوده است. گلخانه مکانی است که شرایط پرورش گیاهان (زینتی و غیرزینتی) و تولید محصولات غذایی را به‌صورت سازمان‌یافته فراهم می‌آورد. با انتقال محصولات به محیط‌های کنترل‌شده همچون گلخانه‌ها و کم‌ترین میزان مصرف آب می‌توان حتی به بهره‌وری ۲۰ برابری همراه با کیفیت بالاتر محصول دست یافت. در یک هکتار فضای گلخانه‌ای ۱۲ برابر فضای آزاد تولید صورت می‌گیرد. در واقع به همین میزان در مصرف آب و منابع خاک صرفه‌جویی می‌شود و بازدهی مصرف آب به میزان قابل‌توجهی افزایش خواهد یافت. این روزها گلخانه‌ها نیز هوشمند شده‌اند (شکل ۳۲). هدف‌گذاری کشورهای توسعه‌یافته در حوزه گلخانه‌های هوشمند رشد ۱/۲ میلیارد دلاری بازار محصولات هوشمند گلخانه‌ای تا سال ۲۰۲۰ است. از مزایای سیستم گلخانه هوشمند نسبت به گلخانه‌های متداول می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

امکان کشت در برخی مناطق غیرقابل کشت؛  
 تولید مستمر محصولات در تمام طول سال بدون تأثیر از محدودیت‌های موجود؛  
 افزایش بازدهی مصرف آب، کود، سم و...؛  
 کاهش ایجاد مزاحمت و آسیب‌زدن به کشت توسط حیوانات؛  
 بهبود کیفیت و کمیت محصولات و افزایش سود کشاورزان.



شکل ۳۲- یک گلخانه مجهز به سیستم هوشمند

در گلخانه هوشمند تمام مراحل آبیاری، کوددهی و تهیه محلول مورد نیاز گیاه، سمپاشی، تنظیم pH، شوری، کنترل پارامترهای اقلیمی مانند رطوبت خاک، رطوبت نسبی هوا، دما، شدت نور، میزان دی اکسید و منوکسید کربن و شدت باد محیط گلخانه به صورت خودکار انجام می شود. در این سیستم با استفاده از تجهیزات پیشرفته و حسگرها، سیستم پردازشگر هوشمند و عملگرهای خاص به منظور تزریق آب، کود و سم می توان به طور پیوسته تمامی رشد محصولات و عوامل مؤثر بر آن ها را کنترل کرد. همچنین با استفاده مجدد از آب برگشتی علاوه بر صرفه اقتصادی و جلوگیری از هدر رفتن آب و مواد افزودنی وابسته به آن (کود، سم و...)، کمک بسزایی به حفظ بهداشت محیط زیست خواهد شد.

سیستم های تهویه، گرمایش، مه پاش، پنجره سقفی و کناری از موارد کنترل پذیر عوامل اقلیمی در گلخانه هوشمند هستند که با تعبیه حسگرهایی بر روی آن ها، در عین صرف کمترین میزان انرژی، دما و رطوبت را در مقادیر مطلوب کنترل می کنند و کیفیت و کمیت محصول را افزایش می دهند. از سیستم آبیاری (شکل ۳۳)، تغذیه و کوددهی (شکل ۳۴) و سمپاشی (شکل ۳۵) خودکار گلخانه می توان به صورت مستقل در کنار سیستم کنترل اقلیم گلخانه استفاده کرد و با توجه به تنظیمات برنامه و با در نظر گرفتن زمان بندی تعریف شده انجام شوند (شکل های ۳۳ و ۳۴). گزارش های کارهای انجام شده نیز از طریق پیام کوتاه یا اینترنت برای کشاورز یا مسئول گلخانه ارسال می شود.



شکل ۳۳- سیستم آبیاری هوشمند گلخانه‌ای



شکل ۳۴- سیستم کوددهی هوشمند گلخانه‌ای



شکل ۳۵- سیستم سم‌پاشی هوشمند گلخانه‌ای (ماشین سم‌پاش بر روی ریل‌های تعبیه‌شده در گلخانه حرکت می‌کند و به‌صورت خودکار عملیات سم‌پاشی را انجام می‌دهد)

نصب دوربین‌هایی در گلخانه هوشمند، امکان مشاهده وضعیت عمومی گلخانه هوشمند بر روی اپلیکیشن سیستم هوشمند یا صفحه مدنظر بر روی مرورگر را برای کاربر یا کارشناسان مربوطه فراهم می‌کند (شکل ۳۶).



شکل ۳۶- یک گلخانه هوشمند مجهز به دوربین متحرک

کاربرد ربات‌ها در گلخانه یکی از روش‌های دیگر مدیریت هوشمند گلخانه است. این ربات‌ها قادرند محصولات مختلف (از توت‌فرنگی گرفته تا سیب) را در گلخانه برداشت کنند. برخی از این ربات‌ها علاوه بر برداشت، قادر به عملیات بذرپاشی و ازبین‌بردن علف‌های هرز نیز هستند. ربات‌های برداشت‌کننده محصولات به‌صورت خودکار در گلخانه حرکت می‌کنند و محصولات مدنظر را برداشت و جمع‌آوری می‌کنند (شکل ۳۷).



شکل ۳۷- یک ربات برداشت‌کننده توت‌فرنگی گلخانه‌ای

## ۷- مدیریت هوشمند دام

مدیریت هوشمند دام بسیار به کشاورزی هوشمند نزدیک است. سیستم دامداری هوشمند بر مبنای اینترنت اشیا، به نظارت و کنترل از راه دور دام و دامداری می‌پردازد. این سیستم به‌منظور افزایش بهره‌وری دام، آب و علوفه مورد نیاز، تصاعد بیش از حد گازهای آلی توسط فضولات و ضایعات دام و آتش‌سوزی

در دامداری را کنترل و بر آن نظارت می‌کند (۱۸). از کاربردهای مهم اینترنت اشیا در دامداری که توسط حسگرهای تعبیه‌شده در قسمت‌های مختلف دام کنترل می‌شوند، می‌توان به این موارد اشاره کرد: نظارت بر سلامتی دام‌ها در مراحل مختلف رشد و تشخیص وضعیت بیماری یا استرس دام، کنترل محیط زندگی و موقعیت مکانی دام، تغذیه دام‌ها، نظارت بر گوشت دام از مزرعه تا زمان مصرف<sup>۱</sup>، بهره‌وری حداکثر شیر و چرخه‌های تولیدمثل (۷). حسگرهای مربوط به سیستم اینترنت اشیا می‌توانند در اعضای مختلف دام مانند دم، گردن، گوش، سم و معده تعبیه شوند. در کشور ایرلند با به‌کارگیری سیستم اینترنت اشیا در گاوداری‌ها و نصب حسگر در دم گاوها، میزان مرگ‌ومیر تا ۸۰ درصد کاهش یافت. یک شرکت فناوری اطلاعات و ارتباطات فرانسوی حلقه‌های گردنی برای گاوها درست کرده است که به‌صورت بی‌سیم به اینترنت متصل هستند و دامداران می‌توانند از میزان سلامتی گاوها به‌طور لحظه‌ای باخبر شوند. شکل ۳۸ نوعی حسگر تعبیه‌شده در گردن دام را نشان می‌دهد.



شکل ۳۸- دام مجهز به حلقه گردنی هوشمند

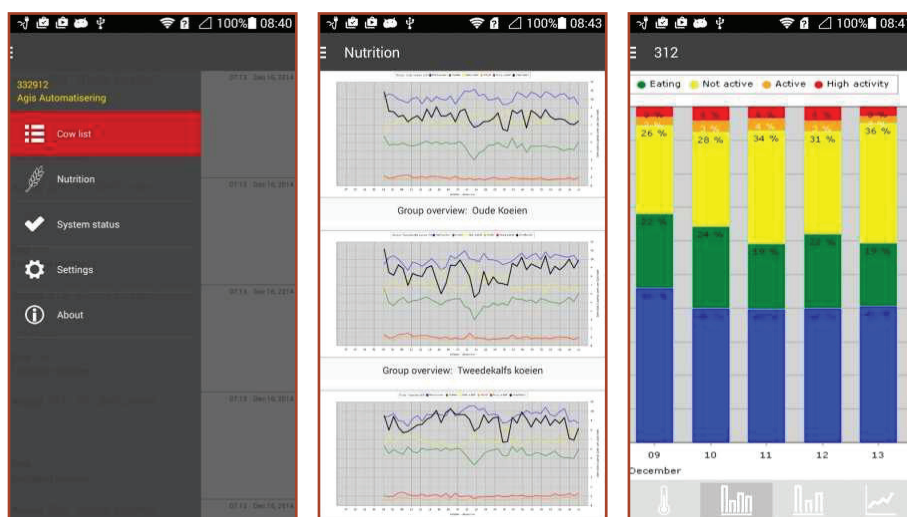
در سیستم دامداری سنتی، بسیاری از دامداران در طول مدت زمان رشد دام نمی‌توانند دامداری را ترک کنند و به‌منظور کنترل شرایط باید تمام وقت خود را در دامداری سپری کنند. با استفاده از سیستم اینترنت اشیا دامداران می‌توانند از یک مکان مرکزی بر دام‌ها نظارت کنند و تمام اطلاعات کامل همراه با جزئیات را درباره هر یک از دام‌ها دریافت کنند. دامداران علاوه بر کنترل دام در دامداری می‌توانند بر موقعیت مکانی، سلامت، عادت‌های غذایی و چرخه چرا و الگوی حرکت گله در مراتع و چراگاه‌ها نظارت کنند. حسگرهای تعبیه‌شده در بدن دام قادرند فشار خون، ضربان قلب، تنفس، گوارش، درجه حرارت و سایر ویتامین‌ها را کنترل کنند و در صورت ظهور اولین نشانه بیماری به دامدار یا کاربر هشدار دهند. حسگرها به‌طور پیوسته شرایط و رفتار هر یک از دام‌ها را کنترل می‌کنند. سیستم اینترنت اشیا در دامداری، از هزینه‌های مربوط به مراقبت‌های دام‌پزشکی و اقدامات اصلاحی لازم به‌طور چشمگیری می‌کاهد. برای مثال قبل از اینکه دامدار متوجه افزایش دمای بدن دام شود، مرتباً از طریق اینترنت به تلفن همراه او هشدار داده می‌شود. اما در روش دامداری سنتی، مشکلات تغذیه‌ای و بیماری دام ممکن است تا زمانی که یک یا تعدادی از دام‌ها تحت مراقبت‌های دام‌پزشکی قرار نگیرند، مشخص نشود. شکل ۳۹ روند دریافت، انتقال و پردازش اطلاعات را در سیستم دامداری هوشمند نشان می‌دهد.



شکل ۳۹- روند دریافت، انتقال و پردازش اطلاعات در سیستم دامداری هوشمند

اپلیکیشن‌های علوم دامی نیز با شناسایی بیماری‌های دامی و ارائه روش‌های پیشگیری از آن‌ها، به عنوان یکی دیگر از راه‌های کنترل هوشمند دامداری به کار برده می‌شوند که در ادامه به‌طور مختصر یکی از این اپلیکیشن‌ها شرح داده می‌شود.

اپلیکیشن مدیریت تغذیه، بهره‌وری و سلامت گاوهای شیری<sup>۱</sup>: به کمک این نرم‌افزار دامدار می‌تواند بیماری و درجه حرارت هر یک از گاوها را کنترل و اقدامات لازم را اعمال کند. بدین صورت که درباره وضعیت سلامت هر یک از گاوها و تغییرات ایجادشده در گله به کشاورزان هشدار داده می‌شود. این اپلیکیشن بر روی هر دو سیستم عامل اندروید و IOS نصب می‌شود و در دسترس کاربران قرار می‌گیرد (شکل ۴۰).



شکل ۴۰- نمایی از صفحات اپلیکیشن مدیریت تغذیه، بهره‌وری و سلامت گاوهای شیری

## ۸- مدیریت هوشمند فروش و بازار محصولات کشاورزی

با به کارگیری سیستم اینترنت اشیا اطلاعات مربوط به تولید محصولات کشاورزی با یک استاندارد مشخص ثبت می شود و شرکتها و فناوری های مختلف می توانند با استفاده از این داده ها و اطلاعات به مشتریان مختلف در سرتاسر زنجیره تولید، خدمات فروش بهتری ارائه دهند. در این سیستم کشاورزان اطلاعات مربوط به محصولاتی را که به بازار فرستاده اند و شرکتها اطلاعات مربوط به محصولاتی را که خریداری کرده اند، دریافت می کنند. همچنین مصرف کننده می تواند به اطلاعات مربوط به سرتاسر زنجیره تولید دسترسی پیدا کند. برای مثال محصول از چه نوعی است و تا رسیدن به دست مصرف کننده چه مرحله ای را طی کرده است.

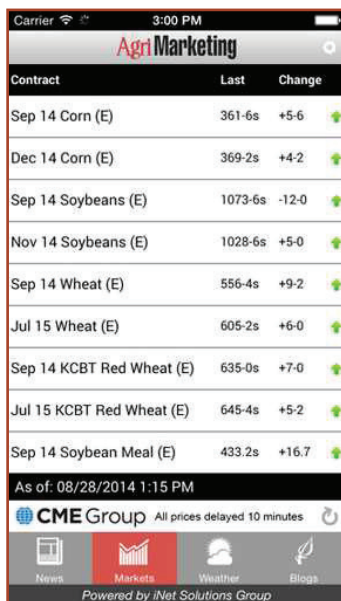
اطلاعات مربوط به تولید محصولات کشاورزی را که از سیستم اینترنت اشیا و حسگرها به دست می آید، می توان در سطوح مختلف متمرکز کرد و به تعاونی های کشاورزی فرستاد. تعاونی ها بر اساس این داده ها به میزان مناسب و مؤثر بودن فرایندهای تولید، بازدهی تولید، مصرف آب و ساعت کار که صرف تولید می شود، دسترسی پیدا می کنند. با استفاده از این اطلاعات، بازار تعاونی ها می توانند دریابند که نوع محصولی که تولید می کنند چقدر تقاضا دارد و بر این اساس نوع و میزان تولید را تنظیم کنند. به طور کلی با کاربرد سیستم اینترنت اشیا در بازار می توان نیازهای مشتریان را پیش بینی کرد و به طور مؤثری فرصت های فروش را افزایش داد.

سیستم اینترنت اشیا می تواند چندین مزیت در خرده فروشی و مدیریت زنجیره تأمین کالا نیز ارائه دهد. برای مثال یک خرده فروش

با مجهز کردن قفسه‌های کالا به حسگرها می‌تواند نیازمندی‌های کالاهای خود را به‌درستی مدیریت کند. همچنین اگر تولیدکنندگان، از میزان نیاز خرده‌فروشان اطلاع داشته باشند، بهتر می‌توانند تولیدات خود را مدیریت و وضعیت بازار را کنترل کنند. بنابراین با جمع‌آوری اطلاعات ارسال شده از نیازمندی‌های خرده‌فروشان می‌توانند تولیدات خود را بهینه کنند. سیستم اینترنت اشیا می‌تواند پتانسیل عظیمی برای انبارسازی محصولات در خرده‌فروشی‌ها ایجاد کند. این فناوری با نمایش لحظه‌ای میزان موجودی و فروش هر کالا قادر است نقش بزرگی در زنجیره تولید و عرضه کالاها ایفا کند (۱).

استفاده از اپلیکیشن‌های مربوط به بازار و فروش محصولات کشاورزی یکی دیگر از راه‌های مدیریت هوشمند فروش محصولات کشاورزی است. اپلیکیشن‌های متنوعی در زمینه بازار و فروش محصولات کشاورزی در نقاط مختلف دنیا طراحی شده‌اند. در ادامه به چند نمونه از این اپلیکیشن‌ها اشاره می‌شود.

اپلیکیشن بازاریابی کشاورزی<sup>۱</sup>: این اپلیکیشن اخبار روزانه بخش کشاورزی و بازار فروش محصولات کشاورزی را ارائه می‌دهد. در این نرم‌افزار قیمت کالا و همچنین وضعیت آب‌وهوایی مناطق مختلف نمایش داده می‌شود. این اپلیکیشن به‌صورت رایگان و برای هر دو سیستم عامل اندروید و IOS در دسترس کاربران قرار می‌گیرد (شکل ۴۱).



| Contract                  | Last    | Change |
|---------------------------|---------|--------|
| Sep 14 Corn (E)           | 361-6s  | +5-6   |
| Dec 14 Corn (E)           | 369-2s  | +4-2   |
| Sep 14 Soybeans (E)       | 1073-6s | -12-0  |
| Nov 14 Soybeans (E)       | 1028-6s | +5-0   |
| Sep 14 Wheat (E)          | 556-4s  | +9-2   |
| Jul 15 Wheat (E)          | 605-2s  | +6-0   |
| Sep 14 KCBT Red Wheat (E) | 635-0s  | +7-0   |
| Jul 15 KCBT Red Wheat (E) | 645-4s  | +5-2   |
| Sep 14 Soybean Meal (E)   | 433.2s  | +16.7  |

As of: 08/28/2014 1:15 PM

**CME Group** All prices delayed 10 minutes

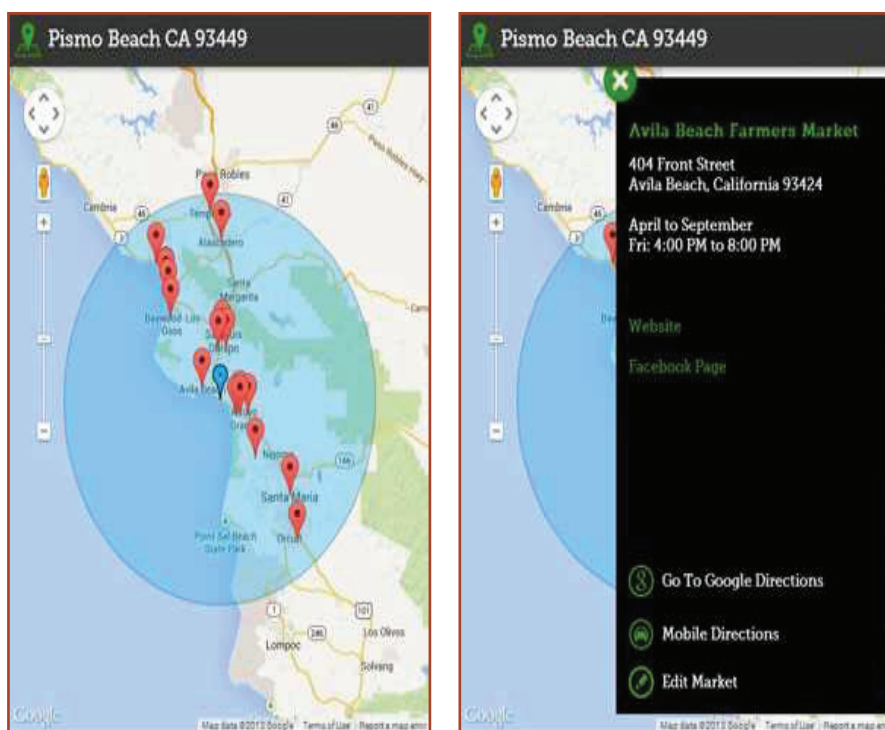
News Markets Weather Blogs

Powered by iNet Solutions Group



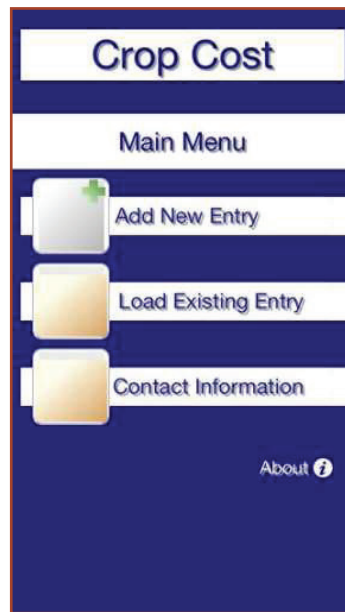
شکل ۴۱- نمایی از صفحات اپلیکیشن بازاریابی کشاورزی

اپلیکیشن جست و جوی مراکز فروش کشاورزان<sup>۱</sup>: این اپلیکیشن امکان دسترسی به نزدیک ترین فروشگاه محصولات کشاورزی را توسط سیستم اطلاعات جغرافیایی (GPS) تلفن همراه هوشمند فراهم می کند. همچنین زمان شروع کار و اطلاعات تماس و محصولات موجود در فروشگاه ها را نشان می دهد. این اپلیکیشن رایگان است و با سیستم عامل اندروید ۲/۱ به بالا سازگار است (شکل ۴۲).



شکل ۴۲- نمایی از صفحات اپلیکیشن جست و جوی مراکز فروش کشاورزان

اپلیکیشن هزینه تولید محصولات کشاورزی<sup>۱</sup>: این اپلیکیشن، ابزاری برای تولیدکنندگان در صنعت کشاورزی است که هزینه‌های تولید برای هر واحد محصول را محاسبه می‌کند و همچنین به فروش موفق محصولات کمک می‌کند. این نرم‌افزار هزینه‌های تولید محصولاتی مانند سورگوم، کتان، گندم، پسته و ذرت را محاسبه می‌کند. این اپلیکیشن رایگان است و بر روی سیستم عامل IOS در دسترس است (شکل ۴۳).



شکل ۴۳- نمایی از یک صفحه اپلیکیشن ارزش محصولات کشاورزی

## جمع‌بندی

آموزش و آشنا کردن کشاورزان با فناوری‌های جدید به منظور اتخاذ تصمیمات بهتر و کارآمدتر ضروری است. ابزارهای مربوط به سیستم اینترنت اشیا به منظور افزایش بازده محصولات کشاورزی می‌توانند برای چنین اهدافی به کار گرفته شوند: شناختن و تعیین سریع خصوصیات خاک، میزان رطوبت و شرایط آبیاری خاک، کودهای شیمیایی، بیماری‌ها و آفات گیاهی، پیش‌بینی آب‌وهوا، کارکرد ماشین‌آلات کشاورزی و تولید و فروش محصولات کشاورزی. سیستم اینترنت اشیا با صرف حداقل زمان، هزینه و مداخلات انسانی، بازده تولید محصولات کشاورزی را افزایش می‌دهد. همچنین این فناوری دغدغه‌های زندگی کشاورزان را به‌طور چشمگیری کاهش و سطح کیفیت زندگی آن‌ها را افزایش می‌دهد.

## منابع

۱- تدین، م. ح، ۱۳۹۴. شناسایی مراکز تحقیقاتی، چالش‌ها و راه‌حل‌ها در امنیت اینترنت اشیا. پژوهشکده امنیت ارتباطات و فناوری اطلاعات. گروه فناوری امنیت اطلاعات و سامانه‌ها.

2- Aruna, G., GangaLawanya, G., AnbuNivetha, V. and Rajalakshmi, R, 2017. Internet of Things Based Innovative Agriculture Automation Using AGRIBOT. SSRG International Journal of Electronics and Communication Engineering, pp. 164- 166.

3- Atzori, L., Iera, A. and Morabito, G., 2010. The internet of things: A survey. Computer networks, 54 (15), pp. 2787-2805.

4- Bing, F., 2012, November. Research on the agriculture intelligent system based on IOT. In Proceedings of the International Conference on Image Analysis and Signal, Hangzhou, China.

5- Dang, K., Sun, H., Chanet, J.P., Garcia-Vidal, J., Barcelo-Ordinas, J.M., Shi, H.L. and Hou, K.M., 2013, September. Wireless Multimedia Sensor Network for plant disease detections. In NICST'2103 New Information Communication Science and Technology for Sustainable Development: France-China International Workshop, pp. 6p.

6- Evans, D., 2015. The internet of things: How the next evolution of the internet is changing everything. Cisco Internet Business Solutions Group (IBSG).

7- Franceschinis, M, 2015. Internet of things applications. Workshop on Scientific Applications for the Internet of Things (IoT), ICTP – Trieste.

8- Galande, S.G., Agrawal, G.H. and Dighe, S.B., 2015. Greenhouse Microclimatic Real-Time Monitoring with the Help of NPK Sensor. International Journal of Emerging Trends in Science and Technology, 2 (5): 2511-2515.

9- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S. and Palaniswami, M., 2013. Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. Future generation computer systems, 29 (7): 1645-1660.

10- Israni, S., Meharkure, H. and Yelore, P., 2015. Application of IOT Based System for Advance Agriculture in India. International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering, 3 (11): 8093-8100.

11- Janssen, S.J., Porter, C.H., Moore, A.D., Athanasiadis, I.N., Foster, I., Jones, J.W. and Antle, J.M., 2016. Towards a new generation of agricultural system data, models and knowledge products: Information and communication technology. Agricultural Systems, pp.1-13.

12- Kissoon, D., Deepaul, H. and Mungur, A., 2017. A Smart Irrigation and Monitoring System. International Journal of Computer Applications, 163 (8), pp. 39- 45.

13- Krishna, K.L., Silver, O., Malende, W.F. and Anuradha, K., 2017, February. Internet of Things application for implementation of smart agriculture system. In I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud) (I-SMAC), International Conference on, pp. 54-59.

14- Lee, H., Moon, A., Moon, K. and Lee, Y., 2017, July. Disease and pest prediction IoT system in orchard: A preliminary study. In Ubiquitous and Future Networks (ICUFN), Ninth International Conference on, pp. 525-527.

15- Mahdavinejad, M.S., Rezvan, M., Barekatain, M., Adibi, P., Barnaghi, P. and Sheth, A.P., 2017. Machine learning for Internet of Things data analysis: A survey. Digital Communications and Networks, pp. 1-57.

16- Malavade, V. m. and Akulwar, P.K., 2017. Role of IoT in Agriculture. National Conference on “Changing Technology and Rural Development”, pp. 56-57.

17- Marković, D., Koprivica, R., Pešović, U. and Randić, S., 2015. Application of IoT in monitoring and controlling agricultural production. Acta Agriculturae Serbica, 20 (40), pp. 145-153.

18- Memon, M.H., Kumar, W., Memon, A., Chowdhry, B.S., Aamir, M. and Kumar, P., 2016, March. Internet of Things (IoT) enabled smart animal farm. In Computing for Sustainable Global Development (INDIACom), 3rd International Conference on, pp. 2067-2072.

19- Ning, H. and Wang, Z., 2011. Future internet of things architecture: like mankind neural system or social organization framework. IEEE Communications Letters, 15 (4), pp. 461-463.

20- Oladele, O.I., 2015. Effect of Information Communication Technology (ICT) on agricultural information access among extension officers in North West Province South Africa. South African Journal of Agricultural Extension, 43 (2), pp. 30-41.

21- Patil, V.C., Al-Gaadi, K.A., Biradar, D.P. and Rangaswamy, M., 2012. Internet of things (Iot) and cloud computing for agriculture: An overview. Agro Informatics and Precision Agriculture.

22- Qin, P., Lu, Z. and Zhu, T., 2015. Application Research on Agricultural Production throughout the Internet of Things. 3rd International Conference on Management, Education, Information and Control, pp. 1219-1224.

- 23- Ram, K.S.S. and Gupta, A.N.P.S., 2016. IoT based Data Logger System for weather monitoring using Wireless sensornetworks. International Journal of Engineering Trends and Technology, 32 (2), pp. 71-75.
- 24- Saidu, A., Clarkson, A.M., Adamu, S.H., Mohammed, M. and Jibo, I., 2017. Application of ICT in Agriculture: Opportunities and Challenges in Developing Countries, 3 (1), pp. 8-18.
- 25- Salih Abdelgader, A.M, 2017. Drones and its Application in Agriculture. Presentation in April 2015.
- 26- Sangtrash, H.M. and Hiremath, A.S., 2017. Review on IoT for Indian Farmers. International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology, pp. 236- 239.
- 27- Satyanarayana, G.V. and Mazaruddin, S.D., 2013. Wireless sensor based remote monitoring system for agriculture using ZigBee and GPS. In Conference on Advances in Communication and Control Systems, pp. 110-114.
- 28- Sethi, P. and Sarangi, S.R., 2017. Internet of things: architectures, protocols, and applications. Journal of Electrical and Computer Engineering, pp. 1- 26.
- 29- Smart equipment for sustainable agriculture precision farming: producing more with less. Agricultural Machinery European, CEMA.
- 30- Song, Y., Sun, H., Li, M. and Zhang, Q., 2015. Technology application of smart spray in agriculture: A review. Intelligent Automation and Soft Computing, 21 (3), pp. 319-333.
- 31- Sowmiya, E. and Sivaranjani, S., 2017. Smart system monitoring on soil using internet of things (IoT). International Research Journal of Engineering and Technology, 4, pp. 1070- 1-72.
- 32- Tzounis, A., Katsoulas, N., Bartzanas, T. and Kittas, C., 2017. Internet of Things in agriculture, recent advances and future challenges. Biosystems Engineering, 164, pp. 31-48.
- 33- Vishwas Kanade, A., Selvakumar, A. and Jalamkar, D, 2017. Development of IoT Controlled Agri-Rover for Automatic Seeding. Inter-

national Journal of Pure and Applied Mathematics, 114 (11), 241-251.

34- Whitmore, A., Agarwal, A. and Da Xu, L., 2015. The Internet of Things- A survey of topics and trends. Information Systems Frontiers, 17 (2), pp. 261-274.

35- Yang, G., Geng, G., Du, J., Liu, Z. and Han, H., 2011. Security threats and measures for the Internet of Things. Journal of Tsinghua University Science and Technology, 51 (10), pp.1335-1340.

36- Zhang, M., Li, M., Wang, W., Liu, C. and Gao, H., 2013. Temporal and spatial variability of soil moisture based on WSN. Mathematical and Computer Modelling, 58 (3-4), pp.826-833.