



دانشگاه فردوسی مشهد
دانشکده کشاورزی
گروه مکانیک بیوسیستم

پایان نامه کارشناسی ارشد

پایش شرایط محیطی داخل گلخانه با استفاده از تجهیزات مبتنی بر پلتفرم اندروید

امان ا... تلخابی

اردیبهشت ۱۳۹۸



پایان نامه کارشناسی ارشد

پایش شرایط محیطی داخل گلخانه با استفاده از تجهیزات مبتنی بر پلتفرم اندروید

امان ا... تلخابی

استادان راهنما

دکتر محمدحسین عباسپور فرد

دکتر محمدعلی ابراهیمی نیک

اردیبهشت ۱۳۹۸



دانشکده کشاورزی، گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم

از این پایان نامه کارشناسی ارشد توسط امان... تلخابی دانشجوی مقطع کارشناسی ارشد رشته مهندسی مکانیک بیوسیستم گرایش طراحی و ساخت در تاریخ در حضور هیات داوران دفاع گردید. پس از بررسی های لازم، هیات داوران این پایان نامه را با نمره (عدد)..... و (حروف)..... و با درجه مورد تایید قرار داد.

عنوان پایان نامه :

پایش شرایط محیطی داخل گلخانه با استفاده از تجهیزات مبتنی بر پلتفرم اندروید

سمت در هیات داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	گروه	دانشگاه	امضاء
داور	دکتر عباس روحانی	استادیار	مکانیک بیوسیستم	فردوسی مشهد	
داور	دکتر محمودرضا گلزاریان	دانشیار	مکانیک بیوسیستم	فردوسی مشهد	
استاد راهنما اول	دکتر محمدحسین عباسپورفرد	استاد	مکانیک بیوسیستم	فردوسی مشهد	
استاد راهنما دوم	دکتر محمدعلی ابراهیمی نیک	استادیار	مکانیک بیوسیستم	فردوسی مشهد	
نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر مهدی راستگو	دانشیار	اگروتکنولوژی	فردوسی مشهد	
مدیر گروه	دکتر عباس روحانی	استادیار	مکانیک بیوسیستم	فردوسی مشهد	

تعهد نامه

عنوان پایان نامه: پایش شرایط محیطی داخل گلخانه با استفاده از تجهیزات مبتنی بر پلتفرم اندروید

اینجانب امان ... تلخابی دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته مکانیک بیوسیستم دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد تحت راهنمایی دکتر محمد حسین عباسپور فرد و دکتر محمدعلی ابراهیمی نیک متعهد می شوم:

- نتایج ارائه شده در این پایان نامه حاصل مطالعات علمی و عملی اینجانب بوده، مسئولیت صحت و اصالت مطالب مندرج را به طور کامل بر عهده می گیرم.
- در خصوص استفاده از نتایج پژوهش های محققان دیگر به مرجع مورد نظر استناد شده است.
- مطالب مندرج در این پایان نامه را اینجانب یا فرد دیگری به منظور اخذ هیچ نوع مدرک یا امتیازی تاکنون به هیچ مرجعی تسلیم نکرده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر به دانشگاه فردوسی مشهد تعلق دارد. مقالات مستخرج از پایان نامه، ذیل نام دانشگاه فردوسی مشهد (Ferdowsi University of Mashhad) به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تاثیر گذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت خواهد شد.
- در خصوص استفاده از موجودات زنده یا بافت های آنها برای انجام پایان نامه، کلیه ضوابط و اصول اخلاقی مربوط رعایت شده است.

تاریخ

نام و امضاء دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، برنامه های رایانه ای، نرم افزارها و تجهیزات ساخته شده) به دانشگاه فردوسی مشهد تعلق دارد و بدون اخذ اجازه کتبی از دانشگاه قابل واگذاری به شخص ثالث نیست.
- استفاده از اطلاعات و نتایج این پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نیست.

چکیده

امروزه به کارگیری علم کشاورزی دقیق در صنعت کشاورزی اهمیت بسیاری یافته است. از شاخه‌های مهم این علم بخش مانیتورینگ و نظارت بر گلخانه‌ها، مزارع و شیلات می‌باشد. علم مانیتورینگ در کشاورزی وظیفه نظارت بر عملکرد صحیح سامانه‌ها و همچنین نظارت بر انجام صحیح فرآیند تولید محصولات کشاورزی را بر عهده دارد. در این پروژه یک سامانه مانیتورینگ با به کارگیری فناوری شبکه حسگرهای بیسیم (WSN) برای پایش وضعیت شرایط محیطی گلخانه با استفاده از ماژول NRF24L01 و برد آردینو ایجاد گردید است. در این سامانه ارتباط بین اعضای آن توسط ماژول NRF24L01 برقرار شده و اطلاعات جمع‌آوری شده توسط این ماژول‌ها به درگاه منتقل می‌شود. اطلاعات جمع‌آوری شده پس از انتقال به درگاه به یک پایگاه داده اینترنتی منتقل شده و ذخیره‌سازی می‌گردد تا کاربر با استفاده از تلفن همراه و یا با مراجعه به صفحات وب از طریق مرورگر بتواند از اطلاعات آگاهی یابد.

کلیدواژه‌ها: پایش وضعیت، سامانه کنترل، نظارت بر خط، شبکه حسگر بیسیم

فهرست عناوین

۱- مقدمه	۱
۱-۱- اهداف پژوهش	۷
۲- بررسی منابع	۹
۱-۲- شبکه حسگرهای بیسیم	۹
۲ ۱ ۱ حسگرهای بیسیم در کشاورزی	۱۲
۲-۲- تلفن‌های همراه در کشاورزی	۱۵
۳-۲- نوآوری در طرح	۱۸
۳-مواد و روش‌ها	۱۹
۱-۳- اجزای پروژه	۱۹
۱-۱-۳- ارتباط با محیط خارج و تعامل با آن	۱۹
۳-۱-۱-۳- دما و رطوبت	۲۱
۳-۱-۱-۲- دی‌اکسید کربن	۲۲
۳-۱-۱-۳- نور	۲۵
۳-۱-۱-۴- ارتباط بیسیم	۲۹
۳-۱-۱-۵- ماژول LAN	۳۲
۳-۱-۱-۶- ماژول ساعت DS3231	۳۳
۳-۱-۱-۷- برد آردینو	۳۴
۳-۲- گره	۳۶
۳-۳- درگاه اصلی	۳۸
۳-۴- برنامه و نرم‌افزار	۳۸
۳ ۴ ۱ برنامه سخت‌افزار	۳۹
۳-۴-۲ پایگاه داده و وب سایت	۳۹
۳ ۴ ۳ برنامه مبتنی بر پلتفرم اندروید	۴۰
۳-۵- بررسی و آزمون	۴۰
۳-۶- راه اندازی اولیه	۴۲

۴- نتایج و بحث	۴۵
۴-۱- سنجش ماژول شبکه NRF24L01	۴۵
۴-۲- سنجش و کالیبراسیون حسگر دما-رطوبت	۴۸
۴-۲-۱- کالیبراسیون	۵۰
۲ ۲ ۴ مقایسه داده‌های دما	۵۰
۳ ۲ ۴ مقایسه داده‌های رطوبت	۵۲
۳-۴- بررسی فرایند انتقال داد	۵۳
۵- پیشنهادها	۵۷
۵-۱- انرژی	۵۷
۵-۲- حسگر	۵۷
۵-۳- ارتباطات	۵۸
۵-۴- روش کار	۵۹
۵-۵- نتیجه گیری	۶۰
منابع	۶۱
پیوست ۱: عبارت انگلیسی بکار رفته در داخل متن	۶۵
پیوست ۲ : فهرست اسامی لاتین	۶۷
Abstract	۶۸

فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل ۱-۳- نمونه ایی از حسگرهای دما و رطوبت-سمت چپ DHT ۱۱ و سمت راست SHT ۳۱ منبع: (www.aftabrayaneh.com).....	۲۱
شکل ۲-۳- مازول حسگر MQ-۱۳۵ (نمای روبرو و پشت) منبع: (www.aftabrayaneh.com).....	۲۳
شکل ۳-۳- شماتیک و ابعاد حسگر MQ-135 (چیدمان پین های داده و هیتز).....	۲۳
شکل ۴-۳- تغییرات مقاومت LDR بر اثر شدت تابش نور مصنوعی در آزمایشگاه.....	۲۶
شکل ۳-۵- لگاریتم تغییرات مقاومت نوری بر اثر شدت تابش نور مصنوعی در آزمایشگاه.....	۲۷
شکل ۶-۳- نمونه مقاومت نوری LDR به همراه علامت فنی مدار.....	۲۸
شکل ۷-۳- شماتیک مدار ارائه شده برای NRF24L01 از سوی شرکت Nordic.....	۳۰
شکل ۸-۳- مازول NRF24L01.....	۳۰
شکل ۹-۳- مازول و دیاگرام ENC28j60 ارائه شده از سوی شرکت Microchip.....	۳۳
شکل ۱۰-۳- مازول و بلوک دیاگرام مازول ساعت DS3231 ارائه شده از سوی Maxim-integrated.....	۳۴
شکل ۱۱-۳- برد آردینو نانو ارائه شده توسط بنیاد آردینو.....	۳۵
شکل ۱۲-۳- برد آردینو مگا (نمایش پین های ارتباط با برد) ارائه شده توسط بنیاد آردینو.....	۳۵
شکل ۱۳-۳- شماتیک گره طراحی شده سامانه مانیتورینگ شرایط محیطی گلخانه.....	۳۶
شکل ۱۴-۳- چیدمان گره در گلخانه به صورت پیش فرض.....	۳۷
شکل ۱۵-۳- شماتیک مدار درگاه اصلی سامانه مانیتورینگ شرایط محیطی گلخانه.....	۳۸
شکل ۱۶-۳- گلخانه دانشکده کشاورزی (سامانه طراحی شده در این مکان از ۱۵ بهمن ۹۷ تا ۲۰ اسفند ماه ۹۷ راه اندازی شده است).....	۴۱
شکل ۱۷-۳- چیدمان گره ها و درگاه در گلخانه دانشگاه فردوسی مشهد.....	۴۲
شکل ۱-۴- نمایش اطلاعات دریافتی توسط درگاه از ۵ گره در هر ۳۰ ثانیه (طی مدت زمان ۱۵۰ ثانیه) در هریک از فواصل ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ متر (هر نقطه بر روی نوار گره ها بیان گر مدت زمان ۳۰ ثانیه می باشد).....	۴۷
شکل ۲-۴- چیدمان و نحوه قرارگیری گره ها نسبت به درگاه (چیدمان درختی)، هر گره علاوه بر دارا بودن نقش فرستنده، نقش یک درگاه جانبی را نیز می تواند ایفا کند.....	۴۸

- شکل ۳-۴ - دستگاه اندازه‌گیری دما و رطوبت TES 1356 که به عنوان شاهد برای بررسی عملکرد حسگر DHT11 استفاده گردید ۴۹
- شکل ۴-۴ - دستگاه اندازه‌گیری دما و رطوبت TES 1356 که به عنوان شاهد برای بررسی عملکرد حسگر DHT11 استفاده گردید ۴۹
- شکل ۵-۴ داده‌های دریافت شده توسط درگاه از گره که توسط سریال مانیتور IDE آردینو (سمت راست) و نرم افزار CoolTerm (سمت چپ) در ویندوز ۱۰ نشان داده است ۵۴
- شکل ۶-۴ - وبگاه پیاده سازی شده (www.irangreensense.ir) برای نشان دادن داده‌های انتقال داده شده از درگاه به پایگاه داده ۵۴
- شکل ۷-۴ - برد Raspberry pi 2 ارائه شده توسط بنیاد رزبری پای ۵۵
- شکل ۱-۵ - ماژول فرستنده-گیرنده Xbee ساخت شرکت DIGI (www.digi.com) ۵۸
- شکل ۲-۵ - ماژول فرستنده LoRa <https://www.seeedstudio.com> ۵۹
- شکل ۳-۵ - شیلدهای پرکاربرد خانواده آردینو (بالا راست-شیلد پروتوتایپ، بالا چپ-شیلد نمایشگر LCD، پایین راست-شیلد GSM، پایین چپ-شیلد Ethranet) ۶۰

فهرست جدول‌ها

عنوان	صفحه
جدول ۱-۳ مشخصات فنی حسگر DH11 (http://www.produktinfo.conrad.com)	۲۱
جدول ۲-۳ گازهای قابل تشخیص توسط حسگرهای سری MQ و ولتاژ مصرفی هیتر	۲۴
جدول ۱-۴ نتایج آزمایش تشخیص بیشترین فاصله قرارگیری ماژول های NRF24L01 از یک دیگر به طوری که حداقل خطای انتقال داده رخ دهد (تعداد داده دریافتی در فواصل ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ متر می‌باشد)	۴۶
جدول ۲-۴ نتایج آزمون T (در نرم افزار MiniTab) برای مقایسه داده های دمای حسگر DHT11 با دستگاه TES1365 به عنوان دستگاه شاهد	۵۱
جدول ۳-۴ نتایج آزمون T (در نرم افزار MiniTab) برای مقایسه داده های رطوبت حسگر DHT11 با دستگاه TES1365 به عنوان دستگاه شاهد	۵۲

فصل اول

۱- مقدمه

ترکیب علوم کشاورزی و فناوری اطلاعات باعث به وجود آمدن دانش کشاورزی دقیق شده که به کشاورزان کمک می‌کند تا با استفاده از وسایل و ابزار نوین، متغیرهایی را که بر کیفیت و توسعه محصول تاثیرگذار هستند، در زمان مناسب رصد کنند (کاما پینتو و همکاران، ۲۰۱۴). اما این شرایط در حال حاضر با این واقعیت که بسیاری از کشاورزان با آزمون و خطا سعی بر توسعه کار خود دارند و یا سیستم اطلاعاتی نداشته و یا حتی اصلاً نمی‌توانند با این سامانه‌ها کار کنند، در تعارض است (کایسیدو و همکاران، ۲۰۱۸).

با این حال با ورود فناوری‌های نوین و سامانه‌های ارتباطی به بخش کشاورزی و هم‌چنین به‌کارگیری ماشین‌آلات صنعتی و کشاورزی پیشرفته به عرصه کشاورزی و ایجاد ارتباطات مخابراتی و اطلاعاتی انواع ماشین‌آلات با یکدیگر، میزان هماهنگی و سرعت انجام کارها در مزرعه بیشتر شده است (کشاورزی دقیق). در راستای این فناوری‌ها می‌توان با ایجاد ارتباط یک سامانه مدیریتی خارج از جریان فعالیت‌های در حال انجام در مزرعه با شبکه‌های ارتباطی داخل مزرعه به صورت مؤثرتر بر فعالیت‌های داخل مزرعه نظارت کرده و در صورت لزوم با دادن فرمان‌های مشخص فعالیت‌های داخل مزرعه را نیز کنترل کرد.

بحث کنترل و پایش دستگاه‌ها در صنایع مختلف و محیط‌های کاری به جهت افزایش بهره‌وری و تولید، کاهش هزینه‌ها و منابع مورد نیاز انسانی، کمتر شدن خطاها و افزایش کیفیت، بسیار بیشتر شده است. شرکت‌ها و صنایع به دنبال بالا بردن دقت و ایجاد سامانه‌های مانیتورینگ و پایش وضعیت فرایندهای اجرایی هستند.

پایش وضعیت در بخش کشاورزی و کشاورزی دقیق نیز جایگاه خود را رفته‌رفته به دست آورده و در حال پیشرفت است. پایش وضعیت در مزرعه، گلخانه و همچنین محیط‌های دام‌پروری از اهمیت بسزایی برخوردار است. از طرفی عمل پایش باعث می‌شود تا از منابع کاملاً بهینه استفاده گردد و از هدر رفت آن جلوگیری شده و از سوی دیگر هزینه‌ها در طولانی‌مدت کاهش یابد (کاما پینتو و همکاران، ۲۰۱۴).

توسعه فناوری با فراهم کردن راه‌حل‌های به‌روز و با هدف افزایش بهره‌وری محصولات کشاورزی، اثر زیادی بر نیازهای روزمره جوامع دارد. با این وجود، در بسیاری از کشورها، دستیابی به منابع فناوری به روش‌های کوچک و متوسط منحصر می‌شود که دلیل آن نیز هزینه بالای فناوری و یا بی‌اطلاعی از راهکارهای تجاری است. این امر رقابت کشاورزان بر سر کیفیت محصول را محدود می‌کند. بنابراین، نیاز است تا راهکارهایی جدید و مقرون‌به‌صرفه ارائه گردد تا امکان جمع‌آوری و پردازش داده‌ها را به‌منظور دستیابی به اطلاعات فراهم کند و نهایتاً سبب توسعه و بهبود بهره‌وری کشاورزی شود (رودریگز و همکاران، ۲۰۱۷).

حل مشکلات مربوط به تغییر اقلیم، کمبود آب و مسائل زیست محیطی، نیازمند شیوه‌ها و ابزارهای نوینی است که شرایط تصمیم‌گیری صحیح را باهدف کاهش اثرات منفی بر مسائل مذکور در کشاورزی، فراهم کند. سامانه‌های اطلاعاتی توأم با تکنیک‌های مدیریت اطلاعات، روزبه‌روز محبوب‌تر می‌شوند (اوژا و همکاران، ۲۰۱۵). تحقیقات نشان داده است که کنترل شرایط محیطی دما، رطوبت و تهویه در گلخانه باعث جلوگیری از گسترش آفات و از طرفی سبب کمک به تیمار به موقع محصول می‌شود. برای کنترل این شرایط محیطی، محصولات در گلخانه‌های مجهز به بخاری، سیستم تهویه و سامانه‌های آبیاری، کشت می‌شوند. این امکانات گاه کاملاً خودکار و گاه به صورت دستی کار می‌کنند و با دقت بالا سبب افزایش کیفیت و کمیت محصول می‌شوند.

گلخانه‌ها حافظ منابع اولیه، مصون از عوامل خارجی، بالابرنده قدرت رقابت اقتصادی، دوستدار محیط‌زیست و مبتنی به شیوه‌های نوین کشت و مدیریت تجهیزات هستند. هدف از این ساختار، کاهش استفاده از کودهای شیمیایی، آب و انرژی و به‌تبع آن‌ها کاهش تولید ضایعات است. با استفاده از برخی روش‌ها از قبیل: مدیریت بهینه متغیرهای اقلیمی، استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر به‌جای منابع فسیلی، کاربرد

مصالح پوششی مناسب و مشخصات فیزیکی متناسب در کنار تولید پسماند کم و بهینه‌سازی تمام مصالح به‌کاربرده شده برای گیاه، می‌توان به این اهداف رسید (یو و همکاران، ۲۰۱۶).

گلخانه‌های مرسوم قدیمی موجود در ایران بر روی سقف خود پوششی از جنس پلاستیک داشته و فاقد پوشش و یا صفحه گرمایی در شب هستند. در زمستان، تابش بیرونی خورشید کم و متعاقباً دمای هوا گاهی تا کم‌تر از ۲۰ درجه سانتی‌گراد می‌شود. در چنین گلخانه‌هایی، پرورش‌دهندگان می‌بایست برای رشد گیاه شرایط محیطی مناسب را فراهم و سعی کنند دمای داخل گلخانه را منطقی و مناسب نگاه دارند. به عبارت دیگر، تنش حرارتی بالا ممکن است سبب از بین رفتن گیاه و یا بروز بیماری‌های گیاهی مانند انواع قارچ‌ها شود. بنابراین، داشتن یک مدل دمایی دقیق و قابل پیش‌بینی در این‌گونه گلخانه‌ها برای هشدار به زارعین درباره شرایط آینده به‌منظور کاهش ضررهای اقتصادی، بسیار مهم است (تاکی و همکاران، ۲۰۱۳).

امروزه با گسترش فناوری‌های ارتباطی بدون سیم نظارت از راه دور بر محیط‌های کشاورزی بسیار توسعه پیدا کرده است. این کار در گذشته برای افراد شاغل در این حوزه بسیار سخت بوده است که از جمله دلایل آن می‌توان به سامانه‌های نظارتی سنتی اشاره کرد. در این سامانه‌ها جمع‌آوری داده‌ها و انتقال آن به منظور انجام پایش لحظه‌ای توسط کابل‌ها و سیم‌ها در سطح مزرعه انجام می‌شده است که این کار خود مستلزم سرمایه‌گذاری بالا می‌باشد و از طرفی به دلیل این‌که داده‌برداری‌ها توسط انسان انجام می‌شده است احتمال بروز خطای انسانی نیز بسیار بالا بوده است (وانگ و همکاران، ۲۰۱۱).

اختراع ماژول‌های ارتباطی و فرستنده-گیرنده‌های کوچک و ارزان باعث به وجود آمدن فناوری شبکه حسگرهای بیسیم (WSN) شد، شبکه WSN به دلیل کاربری گسترده توجه محققان و توسعه‌دهندگان نرم‌افزار و سخت‌افزار را به خود جلب کرده است. شبکه حسگرهای بیسیم یکی از درخشان‌ترین فناوری‌های قرن بیست و یکم است که برای جمع‌آوری و بررسی داده‌های پراکنده در محیط‌هایی مانند گلخانه بسیار مناسب است. در گلخانه‌های مدرن، نقاط جمع‌آوری متعددی برای جمع‌آوری و بررسی پارامترهای داخلی گلخانه نیاز است

^۱ شبکه ارتباطی بیسیم یا A wireless sensor network (WSN) یک شبکه بی سیم متشکل از دستگاه‌های مستقل توزیع شده فضایی با استفاده از انواع حسگر برای نظارت بر شرایط فیزیکی و محیطی می‌باشد. یک سیستم WSN دارای یک دروازه است که اتصال بی سیم را به دنیای سیمی و گره‌های توزیع شده ارائه می‌دهد. پروتکل بی سیم متناسب با نیاز انتخاب می‌گردد. برخی از استانداردهای موجود عبارتند از رادیوهای ۲/۴ گیگاهرتز بر اساس استانداردهای IEEE 802.15.4 یا IEEE 802.11 (Wi-Fi) یا رادیوهای اختصاصی که معمولاً ۹۰۰ مگاهرتز هستند.

تا از درستی فعالیت سیستم خودکار در سرتاسر گلخانه اطمینان حاصل شود. کابل کشی، سامانه را گران، آسیب پذیر و از لحاظ جابجایی پس از نصب تقریباً غیرقابل تغییر می کند (آلپر اکاس و سکولو، ۲۰۱۷).

مقایسه با سامانه سنتی و قدیمی نظارت، شبکه های حاوی حسگرهای بیسیم دارای مزایای ذیل می باشند:

- این سامانه نیاز به کابل کشی در سطح مزرعه ندارد و تنها یکبار نیاز به نصب دارد و در آن دخالت انسان به حداقل می رسد.

- به دلیل متراکم بودن گره ها یا نقاط داده برداری در سطح گلخانه دقت جمع آوری اطلاعات در این روش بسیار بالا می باشد.

- هر گره یا نقطه داده برداری به تنهایی دارای قابلیت ذخیره سازی اطلاعات در خود است و می تواند با یکبار تنظیم، وضعیت خود را نسبت به وضعیت قرارگیری سایر گره ها تنظیم کند، به عبارت دیگر هر گره با یکبار شناساندن به درگاه اصلی و همچنین سایر گره ها، برای همیشه در وضعیت خود ثابت می ماند و با تغییر مکان، تنظیمات آن از بین نمی رود.

بنابراین با به کارگیری شبکه حسگرهای بیسیم نظارت بر محیط های کشاورزی متمرکز (مانند محیط های گلخانه ای) بسیار راحت تر و دقیق تر انجام خواهد شد. فناوری های بیسیم طی سال های اخیر توسعه چشم گیری داشته اند. از انواع مختلف این فناوری ها می توان به سامانه های مادون قرمز که برای ارتباط نقطه به نقطه کوتاه برد استفاده می شود و یا شبکه های شخصی بیسیم (WPAN) برای اتصال فواصل کوتاه بین یک نقطه و چند نقطه مانند بلوتوث و زیگبی^۲، برای اتصال فواصل میان برد از شبکه محلی بیسیم (WLAN) و برای اتصال برد زیاد از سامانه های همراه مانند GSM^۴ / GPRS^۵ و SDMI^۶ نام برد. به لطف توسعه سریع فناوری اطلاعات و رشد اینترنت از طریق شبکه های با سرعت بالا، شرایط حاکم بر محیط های اداری، تجاری و حتی محیط های داخلی منازل دچار تغییرات گسترده ای شده است. فناوری زیگبی یکی از

¹ Wireless Personal Area Network (WPAN)

² Zigbee

³ Wireless Local Area Network (WLAN)

⁴ Global System For Mobile Communications (GSM)

⁵ General Packet Radio Services (GPRS)

⁶ Spatial Division Multiple Access (SDMA)

مواردی است که در چند سال اخیر به آن توجه بسیاری در رابطه با پروژه‌های نظارتی و کنترلی شده است و تبدیل به یکی از رایج‌ترین فناوری‌ها برای شبکه‌های خانگی شده است. مطالعات مختلفی در رابطه با شبکه‌های خانگی که براساس تکنولوژی زیگ‌بی شکل گرفته‌اند، انجام شده است. برای تحقق بخشیدن به اتوماسیون خانگی از راه دور بر اساس فناوری زیگ‌بی، طرح خدمات گسترش ابتکار دروازه (OSG)^۱ و استفاده از گره‌ها^۲ ارائه شده است. در همین ارتباط، یک معماری مؤثر برای یکپارچه سازی دستگاه‌های شبکه خانگی مبتنی بر تکنولوژی زیگ‌بی نیز ارائه شده است (هووانگ و یو، ۲۰۱۲).

استفاده از دستگاه‌های بیسیم اجازه می‌دهد تا تعداد بیشتری از نقاط محیط در محدوده اندازه گیری گلخانه، با هزینه کم قرار گیرد. علاوه بر این یک مازول بی سیم مجهز به ریزپردازنده اجازه می‌دهد تا الگوریتم‌های مختلف برای اکتساب داده‌ها بر روی آن توسعه پیدا کند. بنابراین می‌توان در هر بازه زمانی خاص (تکنیک‌های نمونه گیری مبتنی بر زمان) و یا هنگامی که تغییری معنادار در یک متغیر (تکنیک‌های نمونه گیری مبتنی بر رویداد) وجود دارد، داده‌ها را به دست آورد (پاهوجا و همکاران، ۲۰۱۳).

تبادل اطلاعات را می‌توان با دستگاه‌های متفاوتی انجام داد، از جمله آن می‌توان به کامپیوترهای خانگی، لپ‌تاپ‌ها، تبلت‌ها، گوشی‌های هوشمند و همچنین استفاده از سرورها و وب سرورها اشاره کرد. در بین تمامی این تجهیزات، امروزه تلفن‌های هوشمند رشد بی‌سابقه و همچنین نفوذ چشمگیری در بین مردم داشته است. تلفن‌های هوشمند علاوه بر امکان برقراری تماس و ارسال پیام به دلیل بهرمندی از سیستم عامل با رابط‌های کاربری هوشمند، باعث شده‌اند تا کاربران بتوانند از طریق این دستگاه‌ها به جستجو در فضای مجازی و تبادل اطلاعات در اینترنت به پردازند. همچنین کاربران می‌توانند از نرم‌افزارهای بسیار زیاد و سودمندی استفاده کرده و نیازهای روزمره خود را برطرف نمایند. تلفن‌های هوشمند به دلیل داشتن حجم کمتر و همچنین مصرف انرژی کمتر نسبت به سایر دستگاه‌های دیگر که از رابط کاربری استفاده می‌کنند (مانند کامپیوترها)، بیشتر مورد استقبال عموم بوده و از آن‌ها استفاده بیشتری می‌شود.

¹ Open Service Gateway (OSG)

² Nodes

بنابراین برای جلوگیری از اتلاف هزینه و زمان در کشاورزی و کاهش مصرف نهاده‌ها در هر دوره‌ی کشت، همچنین زمان‌بندی درست کشت محصول و دوره‌ی داشت آن بخصوص در مناطقی با شرایط نامناسب، نیاز به یک سامانه نظارتی و کنترلی که مدیریت آن را نیز بتوان از مکانی به‌غیراز محدوده‌ی مزرعه یا گلخانه انجام داد به‌شدت احساس می‌گردد. این سامانه را می‌توان با استفاده از فناوری شبکه حسگرهای بیسیم و امکاناتی که دستگاه‌های هوشمند (تلفن هوشمند) در اختیار ما قرار می‌دهند اجرایی کرد. در این بین گلخانه‌ها به‌دلیل این‌که کاشت محصول به‌صورت متراکم و متمرکز انجام می‌شود و به‌دلیل راندمان بالای تولید در واحد سطح (در مقایسه با مزارع معمولی)، روزبه‌روز بیشتر مورد توجه جوامع کشاورزی قرار گرفته است. امکان کاشت خارج از فصل محصول و مبارزه با محدودیت‌های منابع آبی در مناطق خشک و نیمه‌خشک از دیگر مزایای کشت متمرکز و گلخانه‌ای عنوان می‌شود. با توجه به حساس بودن محیط گلخانه به تغییر شرایط محیطی و ضررهای جبران‌ناپذیر ناشی از این تغییرات، ضرورت پایش لحظه‌ای شرایط گلخانه بیش از پیش احساس می‌شود. از طرف دیگر بدلیل سطح محدود گلخانه‌ها در مقایسه با مزارع کشاورزی، استفاده از شبکه‌های بیسیم حسگرها را برای پایش وضعیت داخل گلخانه اقتصادی و عملی می‌نماید. اگرچه تاکنون تلاش‌هایی در این مورد در دنیا صورت گرفته است، با این حال هدف از این پروژه ایجاد یک سامانه پایش وضعیت بومی برای نظارت از راه دور شرایط محیطی گلخانه می‌باشد.

با توجه به آنچه در بخش قبل گفته شد می‌توان این‌گونه نتیجه گرفت که سامانه‌های نظارتی بیسیم صرفه اقتصادی، زمانی و همچنین دقت بسیار بالایی دارند.

بنابراین معیارهایی مهندسی که می‌تواند برای این پروژه ارائه داد؛ قابلیت کنترل و نظارت از راه دور و خارج از فضای اجرایی گلخانه بر شرایط محیطی داخل گلخانه، ارزش کاربری بالا به هزینه تمام‌شده برای سامانه پایش وضعیت (نسبت به شیوه‌های سنتی و قدیمی) همچنین راحتی کاربری سامانه به‌طوری‌که افراد عادی و بدون دانش کامپیوتر خاصی بتوانند از سامانه استفاده کنند، خواهد بود. همچنین فرضیاتی که در این پژوهش مورد مطالعه قرار گرفت عبارتند بود از اثر فاصله بین گره و درگاه بر روی انتقال داده، تاثیر حرکت هر گره بر روی کیفیت انتقال داده و اثر گذاری شدت سیگنال فرستنده بر روی کیفیت داده.

۱-۱- اهداف پژوهش

هدف از اجرای این پروژه بررسی و استفاده از تجهیزات الکترونیکی ارزان قیمت و سعی در ایجاد برنامه‌های نرم‌افزاری بهینه‌سازی شده به منظور پایش وضعیت شرایط محیطی داخل مجموعه‌ها و محیط‌های بسته می‌باشد. در این طرح به صورت موردی تمرکز بر روی فضای داخلی گلخانه‌ها می‌باشد که از نقطه نظر مساحت عموماً بزرگ‌تر از ساختمان‌های مسکونی هستند تا با استفاده از این روش‌ها و نتایج آن‌ها بتوان سامانه‌ایی را طراحی و راه‌اندازی کرد که بتواند با کمترین خطا و حداقل هزینه تمام شده برای کاربر بیشترین بازده را ارائه دهد. چراکه با مانیتورینگ و کنترل دقیق‌تر شرایط محیطی گلخانه میزان تولید در واحد سطح افزایش یافته و سودآوری گلخانه را بهبود می‌دهد. به همین منظور در بکارگیری اجزای تشکیل دهنده‌ی این سامانه سعی بر این بوده است تا با استفاده از تجهیزات الکترونیکی استاندارد (که به راحتی قابل دسترس و جایگزین باشد) و همچنین برنامه‌نویسی ساده و استفاده از کتابخانه‌های استاندارد موجود برای زبان‌های برنامه‌نویسی به کار گرفته شده در این طرح، هزینه‌های جاری از نظر مالی و زمانی به حداقل ممکن برسد. بنابراین مراحل ایجاد این پروژه به صورت ذیل می‌باشد:

- ایجاد یک سامانه سخت افزاری با بردهای آردینو^۱ و حسگرهای دما-رطوبت، نور و دی‌اکسیدکربن، که مناسب برای اندازه‌گیری وضعیت محیط گلخانه باشند و ارسال داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از تجهیزات ارتباطی در چهار چوب یک پروتکل ارتباطی استاندارد به یک سرور مرکزی.
- ایجاد یک پایگاه داده در اینترنت با استفاده از پایگاه داده MySQL و زبان برنامه نویسی PHP برای مرتب‌سازی داده‌ها و ذخیره سازی آن.
- طراحی و تولید یک نرم‌افزار مبتنی بر پلتفرم اندروید برای پردازش نهایی داده‌ها و نمایش بصری آن‌ها در بستر یک رابط کاربری.

^۱ Arduino

فصل دوم

۲- بررسی منابع

۲-۱- شبکه حسگرهای بیسیم

شبکه حسگرهای بیسیم به طور کلی شامل تعدادی زیادی از دستگاه‌های الکترونیکی می‌باشند که در فواصل نسبتاً دور از یکدیگر قرار گرفته‌اند. این دستگاه‌ها که قابلیت ارسال و دریافت داده را نیز دارا می‌باشند شامل حسگرهای الکترونیکی برای نظارت فیزیکی بر پدیده‌ها و پایش وضعیت اکوسیستم‌ها می‌باشند. اصطلاحاً به هریک از این دستگاه‌های الکترونیکی یک گره گفته می‌شود. این گره‌ها که به صورت فرستنده-گیرنده هستند، می‌توانند به طور هم زمان به بیش از یک دستگاه متصل گردند. این دستگاه‌ها نیاز به هیچ‌گونه زیرساختی در محل استقرار نداشته و می‌توان به صورت قابل حمل از آن‌ها استفاده نمود. علاوه بر این هر گره به صورت مستقل به عنوان یک روتر^۱ عمل کرده و می‌تواند به صورت مستقیم به مرکز جمع‌آوری داده متصل شود و نیز در کنار آن با سایر گره‌ها ارتباط برقرار کند. اگر بخواهیم به تاریخچه شبکه حسگرهای بیسیم نگاهی داشته باشیم؛ توسعه شبکه حسگرهای بیسیم WSN به دوران جنگ سرد و ایجاد سامانه SOSUS^۲ باز می‌گردد (یینیائو و لانستوت، ۲۰۱۴). این سیستم شامل تعدادی زیادی حسگرهای آکوستیک صدا بوده که در اقیانوس قرار می‌دادند تا از این طریق بتوانند زیردریایی‌های اتحاد جماهیر شوروی را شناسایی کنند. البته هنوز نیز از این سامانه‌های

^۱ Rotor Networks

^۲ Sound Surveillance System

تشخیص صدا در برخی نقاط استفاده می‌شود. در اوایل سال ۱۹۸۰ میلادی بر روی شبکه حسگرهای بیسیم به صورت جدی‌تر توسط سازمان پروژه‌های تحقیقاتی پیشرفته دفاعی آمریکا (DARPA)، تحقیقات گسترده‌ای انجام گردید و پروژه‌های وسیعی پیاده‌سازی شد. این تحقیقات مورد توجه قرار گرفته و در اوایل سال ۱۹۹۰ میلادی به سرعت توسط این آژانس در برنامه‌ریزی‌های نظامی بکار گرفته شد و توسعه پیدا کرد.

در اواخر دهه ۹۰ میلادی شرکت‌های بیشتری، این فناوری را مورد توجه قرار دادند و شروع به توسعه آن کردند که در نتیجه بعد از سال ۲۰۰۰ میلادی منجر به معرفی استاندارد جدیدی در فناوری‌های ارتباطی بیسیم توسط سازمان IEEE^۲ با شماره استاندارد 802.15.04 گردید (یینبیائو و لانستوت، ۲۰۱۴). توسعه شبکه حسگرهای بیسیم و همچنین استانداردسازی آن باعث هرچه کاربردی‌تر شدن آن گردید. به‌طوری‌که در چند سال اخیر از این فناوری برای مکانیزه کردن و هوشمندسازی هرچه بیشتر انواع سامانه‌ها و محیط‌ها استفاده شده است. در بسیاری از محیط‌های تحقیقاتی مانند آزمایشگاه‌ها و ایستگاه‌های نظامی از شبکه حسگرهای بیسیم برای کنترل و نظارت محیط‌های داخلی و خارجی استفاده گردیده است. در سطوح پایین‌تر نیز این فناوری در حال استفاده می‌باشد، که می‌توان به خانه‌های هوشمند و گلخانه‌های تجاری و کوچک اشاره کرد. پایش سامانه‌های کنترل بسته به شیوه‌های گوناگونی انجام می‌گیرد؛ ارتباطات باسیم بر پایه RS-485 و CANbas و یا ارتباط بیسیم فاصله کوتاه بر اساس بلوتوث یا فناوری زیگ‌بی.

شارما و ردی (۲۰۱۴) طی یک پژوهش، اقدام به پیاده‌سازی حسگرهای بیسیم در دفاتر اداری کردند. هدف از این پروژه کنترل و نظارت بر روی درجه حرارت، نشت گاز، نشت آب و حریق بوده است.

^۱ Defense Advanced Research Projects Agency

^۲ Institute Of Electrical And Electronics Engineers

^۳ RS-485 یک پروتکل سریال برای انتقال داده می‌باشد، این پروتکل که ارتقا یافته ی RS232 است، بیشتر در صنعت استفاده می‌شود و تشابه زیادی با RS232 دارد. پروتکل RS485 بر مبنای خطوط دیفرانسیلی استفاده می‌شود، یعنی داده موجود از طریق دو خط ارسال می‌شود و اگر نویز در محیط موجود باشد، بر روی هر دو خط تاثیر می‌گذارد و قادر به این نیست که تغییری در آن ایجاد کند (راتنر، ۱۹۹۷).

^۴ پروتکل CAN در سال ۱۹۸۰ توسط شرکت Bosch ابداع شد و به عنوان جایگزینی برای حجم انبوه سیم کشی در اتومبیل‌ها استفاده گردید. این نوع پروتکل بیشتر در اتومبیل‌ها استفاده شد ولی کم کم راه خود را به صنایع دیگر باز کرد تا جایی که امروزه در سیستم‌های دیگر جهت ارتباط بین تمام قسمت‌ها توسط پروتکل can open برقرار می‌شود.