

# تکنولوژی گلخانه هوشمند

## نویسندگان:

دکتر مرتضی گلدانی

(دانشیار گروه آگروتکنولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد)

دکتر محبوبه ناصری

(استادیار گروه تولیدات گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربت حیدریه)

مهندس احمد الفت

(کارشناس ارشد باغبانی)

سرشناسه:	گلدانی، مرتضی
عنوان و نام پدیدآور:	تکنولوژی گلخانه هوشمند/نویسندگان مرتضی گلدانی، محبوبه ناصری، احمد الفت.
مشخصات نشر:	مشهد: جهاد دانشگاهی، واحد مشهد، ۱۴۰۲.
مشخصات ظاهری:	۱۵۶ص.
فروست:	انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد؛ ۶۰۹: کشاورزی؛ ۲۴۹.
شابک:	978-964-324-538-2
وضعیت فهرست نویسی:	فیبا
یادداشت:	کتابنامه.
موضوع:	اینترنت اشیاء -- کاربردهای کشاورزی Internet of things -- Agricultural applications هوش مصنوعی -- کاربردهای کشاورزی Artificial intelligence -- Agricultural applications کشاورزی -- نوآوری Agricultural innovations
شناسه افزوده:	ناصری، محبوبه، ۱۳۵۹-
شناسه افزوده:	الفت، احمد، ۱۳۵۳-
شناسه افزوده:	جهاد دانشگاهی. واحد مشهد
رده بندی کنگره:	S۴۹۴ / ۵
رده بندی دیویی:	۶۳۰/۲۸۵
شماره کتابشناسی ملی:	۹۵۵۱۹۱۷
اطلاعات رکورد کتابشناسی	فیبا



### انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد

مشهد، میدان آزادی، پردیس دانشگاه، سازمان مرکزی جهاد دانشگاهی خراسان رضوی

ص.ب. ۹۱۷۷۵-۱۳۷۶ تلفن: ۳۱۹۹۷۳۲۱ دفتر پخش: ۳۱۹۹۷۳۲۶

فروشگاه یک: ۳۸۴۱۸۰۷۰ فروشگاه دو: ۳۱۹۹۷۳۲۷ فروشگاه سه: ۳۱۹۹۷۲۲۰

www.jdmpress.com

info@jdmpress.com

### تکنولوژی گلخانه هوشمند

نویسندگان: دکتر مرتضی گلدانی؛ دکتر محبوبه ناصری و مهندس احمد الفت

آماده‌سازی و صفحه‌آرایی: رضانیک‌ذات؛ واحد فنی دفتر نشر

نسخه الکترونیکی / ۱۴۰۳ / شماره نشر ۶۰۹

ISBN: 978-964-324-538-2

شابک ۹۷۸-۹۶۴-۳۲۴-۵۳۸-۲

تمامی حقوق نشر برای ناشر محفوظ است.

قیمت: ۴۵۰/۰۰۰ ریال

## به نام خداوند جان و خرد

انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد بر این باور است که نخستین گام در راه بهبود ساختارهای اقتصادی-اجتماعی و توسعه کشور، دستیابی به تازه‌های دانش و نشر یافته‌های پژوهشگران است. کتاب حاضر ششصد و نهمین اثری است که با همین رویکرد منتشر می‌شود. رهنمودهای خوانندگان فرهیخته می‌تواند ما را در ارتقاء سطح کیفی و کمی این آثار یاری نماید.

انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد

# فهرست

پیشگفتار.....	۱۰
مقدمه.....	۱۲
۱. آشنایی با اینترنت اشیا در کشاورزی.....	۱۴
۱-۱ مقدمه.....	۱۴
۱-۱-۱ تعریف.....	۱۵
۲-۱ پیشینه تحقیقات.....	۱۵
۱-۲-۱ تحقیقات اینترنت اشیا در جهان و ایران.....	۱۵
۲-۲-۱ تحقیقات فعلی در مورد اینترنت اشیا در گلخانه‌ها.....	۱۷
۳-۱ عناصر مورد نیاز برای راه‌اندازی اینترنت اشیا.....	۱۸
۴-۱ مفاهیم و معماری اینترنت اشیا.....	۱۹
۵-۱ کاربردهای اینترنت اشیا در کشاورزی.....	۲۰
۱-۵-۱ کاربرد در پهپادهای کشاورزی.....	۲۳
۲-۵-۱ کاربرد در ربات‌های کشاورزی.....	۲۴
۶-۱ اهمیت و مزایای هوش مصنوعی و اینترنت اشیا در کشاورزی.....	۲۵
۷-۱ نقش هوش مصنوعی در کشاورزی ایران.....	۲۷
۸-۱ ویژگی‌های عمده کشاورزی مبتنی بر اینترنت اشیا.....	۲۸
۹-۱ کشاورزی هوشمند.....	۲۹
۱-۹-۱ فناوری‌های هوشمند در مدیریت آبیاری.....	۳۰
۲-۹-۱ فناوری نسل پنجم شبکه تلفن همراه در کشاورزی هوشمند.....	۳۲
۳-۹-۱ سنجش هوشمند برای کشاورزی.....	۳۳
۴-۹-۱ کشاورزی هوشمند در کشورهای در حال توسعه.....	۳۴
۵-۹-۱ کاربرد اینترنت اشیا در کشاورزی هوشمند.....	۳۵

۳۶	۱۰-۱ کشاورزی دقیق.....
۳۸	۱-۱۰-۱ الزامات کشاورزی دقیق.....
۳۸	۲-۱۰-۱ کشاورزی دقیق و مدیریت زراعی.....
۴۰	۳-۱۰-۱ انواع روش‌های کشاورزی دقیق.....
۴۰	۴-۱۰-۱ تجهیزات کشاورزی دقیق.....
۴۲	۵-۱۰-۱ کاربرد اینترنت اشیا در کشاورزی دقیق.....
۴۳	۱۱-۱ داده کاوی.....
۴۵	منابع.....
۴۹	۲. استانداردها و پروتکل‌های اینترنت اشیا.....
۴۹	۱-۲ مقدمه.....
۵۰	۱-۱-۲ تعریف.....
۵۰	۲-۲ اهمیت استانداردها و پروتکل‌ها.....
۵۱	۳-۲ پشتیبانی استانداردهای بین‌المللی برای اینترنت اشیا.....
۵۱	۴-۲ معماری پروتکل اینترنت اشیا.....
۵۱	۱-۴-۲ معماری سه‌لایه.....
۵۲	۲-۴-۲ معماری پنج‌لایه.....
۵۳	۳-۴-۲ معماری هفت‌لایه.....
۵۵	۵-۲ آشنایی با مهم‌ترین پروتکل‌های اینترنت اشیا.....
۵۵	۱-۵-۲ پروتکل‌های ارتباطی.....
۶۲	۲-۵-۲ پروتکل‌های انتقال.....
۶۳	۳-۵-۲ پروتکل توزیع داده.....
۶۴	۴-۵-۲ پروتکل برنامه‌های محدودشده.....
۶۵	۵-۵-۲ پروتکل‌های امنیتی مورد استفاده برای ایمن‌سازی شبکه.....
۶۶	۶-۲ مزایا و معایب پروتکل‌های اینترنت اشیا.....
۶۸	منابع.....
۶۹	۳. به‌کارگیری اینترنت اشیا در گلخانه هوشمند.....
۶۹	۱-۳ مقدمه.....
۷۱	۲-۳ هزینه راه‌اندازی گلخانه و کارخانه‌های گیاهی.....
۷۲	۳-۳ هوش مصنوعی در گلخانه‌های هوشمند.....
۷۳	۴-۳ اتوماسیون گلخانه.....
۷۴	۵-۳ آینده کشاورزی با گلخانه‌های هوشمند.....

- ۷۴ ..... ۱-۵-۳ حفاظت در برابر عوامل محیطی خارجی
- ۷۵ ..... ۲-۵-۳ مصرف کارآمد منابع.....
- ۷۵ ..... ۳-۵-۳ کنترل محیطی انعطاف پذیر.....
- ۷۵ ..... ۴-۵-۳ کشاورزی مبتنی بر داده.....
- ۷۵ ..... ۵-۵-۳ کاهش نیروی انسانی.....
- ۷۵ ..... ۶-۵-۳ مصرف بهینه انرژی.....
- ۷۵ ..... ۶-۳ مزایای سامانه‌های خودکار گلخانه.....
- ۷۶ ..... ۷-۳ ویژگی‌های ساختاری گلخانه‌های هوشمند.....
- ۷۷ ..... ۸-۳ نحوه نظارت گلخانه با بهره‌مندی اینترنت اشیا.....
- ۷۷ ..... ۱-۸-۳ ذخیره‌سازی داده‌های بزرگ.....
- ۷۸ ..... ۲-۸-۳ ایجاد یک شبکه.....
- ۷۸ ..... ۳-۸-۳ نظارت بر شرایط بیرونی و داخلی.....
- ۷۹ ..... ۴-۸-۳ اتوماسیون فرآیندها.....
- ۷۹ ..... ۵-۸-۳ مدیریت مصرف آب.....
- ۸۰ ..... ۹-۳ نیازهای گیاهان.....
- ۸۰ ..... ۱-۹-۳ نور.....
- ۸۱ ..... ۲-۹-۳ دما.....
- ۸۲ ..... ۳-۹-۳ رطوبت.....
- ۸۲ ..... ۴-۹-۳ کوددهی و آبیاری خاک.....
- ۸۲ ..... ۵-۹-۳ غلظت گاز دی‌اکسید کربن.....
- ۸۴ ..... ۶-۹-۳ کیفیت هوا.....
- ۸۴ ..... ۷-۹-۳ تهویه.....
- ۸۴ ..... ۱۰-۳ کنترل گلخانه از راه دور.....
- ۸۵ ..... ۱-۱۰-۳ پایش آب و هوا.....
- ۸۷ ..... ۲-۱۰-۳ پایش شرایط خاک.....
- ۸۸ ..... ۱۱-۳ سنجش اینترنت اشیا و به اشتراک گذاری داده.....
- ۸۸ ..... ۱-۱۱-۳ داده‌های دیداری و شنیداری.....
- ۸۸ ..... ۲-۱۱-۳ داده‌های محیط داخلی.....
- ۸۸ ..... ۱۲-۳ اینترنت اشیا در گلخانه هوشمند.....
- ۹۰ ..... ۱۳-۳ برخی از کاربردهای فناوری‌های هوشمند در گلخانه.....
- ۹۰ ..... ۱-۱۳-۳ نظارت بر رطوبت خاک.....

- ۲-۱۳-۳ نظارت بر رشد گیاه ..... ۹۰
- ۳-۱۳-۳ نظارت بر بیماری‌های گیاهی ..... ۹۲
- ۱۴-۳ فناوری حسگرها در سیستم نظارت و اتوماسیون گلخانه هوشمند ..... ۹۳
- ۱-۱۴-۳ حسگرها برای نظارت بر رشد گیاه ..... ۹۳
- ۲-۱۴-۳ حسگرها برای پایش محیط گلخانه‌ای ..... ۱۰۱
- ۱۵-۳ هوشمند کردن گلخانه بر پایه برنامه‌ریزی ..... ۱۰۲
- ۱۶-۳ پردازنده‌ها ..... ۱۰۳
- ۱-۱۶-۳ انتقال و پردازش داده‌ها ..... ۱۰۳
- ۲-۱۶-۳ محاسبات و رایانش ابری ..... ۱۰۵
- ۳-۱۶-۳ تصمیم‌گیری ..... ۱۰۶
- ۱۷-۳ مسائل مهم پیش‌روی اجرای سیستم سنجش در گلخانه ..... ۱۰۸
- ۱۸-۳ مزایای بهره‌گیری اینترنت اشیا در گلخانه هوشمند ..... ۱۰۸
- ۱۹-۳ نتیجه‌گیری و چشم‌اندازهای آینده ..... ۱۰۸
- منابع ..... ۱۰۹
۴. به‌کارگیری اینترنت اشیا در کشاورزی عمودی ..... ۱۱۳
- ۱-۴ مقدمه ..... ۱۱۳
- ۲-۴ مقایسه سیستم کشت عمودی با کشت سنتی ..... ۱۱۶
- ۳-۴ سیستم نظارت کشت عمودی با بهره‌گیری از اینترنت اشیا ..... ۱۱۶
- ۴-۴ ویژگی‌های کشت عمودی ..... ۱۱۸
- ۵-۴ انواع سازه‌های مختلف برای کشت عمودی ..... ۱۱۸
- ۱-۵-۴ ساختمان‌هایی با ارتفاع زیاد ..... ۱۱۸
- ۲-۵-۴ ساختمان‌های ترکیبی با ارتفاع زیاد ..... ۱۱۹
- ۳-۵-۴ کانتینرهای حمل‌ونقل روی هم سوار شده ..... ۱۱۹
- ۶-۴ نقش فناوری اینترنت اشیا در کشت‌های عمودی ..... ۱۱۹
- ۷-۴ انواع روش‌های کشت عمودی ..... ۱۲۱
- ۱-۷-۴ هیدروپونیک ..... ۱۲۱
- ۲-۷-۴ ابروپونیک ..... ۱۲۴
- ۳-۷-۴ مه‌کشت ..... ۱۲۵
- ۴-۷-۴ آکواپونیک ..... ۱۲۶
- ۸-۴ سیستم‌های پیشنهادی برای کشت عمودی ..... ۱۲۷
- ۱-۸-۴ سیستم کشت جذر و مدی ..... ۱۲۸

- ۱۲۸ ..... ۲-۸-۴ سیستم کشت قطره‌ای
- ۱۲۹ ..... ۳-۸-۴ سیستم تکنیک فیلم یا غشاء تغذیه‌ای
- ۱۲۹ ..... ۴-۸-۴ کشاورزی در محیط کنترل شده
- ۱۳۱ ..... ۹-۴ سامانه‌های استریلیزاسیون
- ۱۳۲ ..... ۱۰-۴ سامانه‌های تغذیه
- ۱۳۳ ..... ۱۱-۴ نور (روشنایی)
- ۱۳۴ ..... ۱۲-۴ گیاهان قابل کاشت در کشاورزی عمودی
- ۱۳۴ ..... ۱-۱۲-۴ گیاهان برگ‌دار
- ۱۳۴ ..... ۲-۱۲-۴ گیاهان دارویی
- ۱۳۴ ..... ۳-۱۲-۴ ریزسبزی‌ها
- ۱۳۵ ..... ۴-۱۲-۴ توت‌فرنگی
- ۱۳۵ ..... ۵-۱۲-۴ گوجه‌فرنگی و فلفل
- ۱۳۵ ..... ۶-۱۲-۴ گل‌های خوراکی و زینتی
- ۱۳۵ ..... ۷-۱۲-۴ قارچ
- ۱۳۵ ..... ۸-۱۲-۴ گیاهان غده‌ای
- ۱۳۵ ..... ۹-۱۲-۴ حبوبات
- ۱۳۵ ..... ۱۰-۱۲-۴ خیار
- ۱۳۶ ..... ۱۱-۱۲-۴ چغندر برگی
- ۱۳۶ ..... ۱۲-۱۲-۴ کدوسبز
- ۱۳۶ ..... ۱۳-۱۲-۴ کدوخلوایی
- ۱۳۶ ..... ۱۴-۱۲-۴ پیاز
- ۱۳۶ ..... ۱۵-۱۲-۴ بامیه
- ۱۳۶ ..... ۱۶-۱۲-۴ سیب‌زمینی و سیب‌زمینی شیرین
- ۱۳۷ ..... ۱۷-۱۲-۴ بادمجان
- ۱۳۷ ..... ۱۳-۴ روش کاشت گیاهان در کشاورزی عمودی
- ۱۳۷ ..... ۱۴-۴ آینده کشاورزی عمودی با اینترنت اشیا
- ۱۳۹ ..... ۱۵-۴ نتیجه‌گیری
- ۱۴۰ ..... منابع
- ۱۴۳ ..... ۵. چشم‌اندازها، فرصت‌ها و تهدیدهای اینترنت اشیا
- ۱۴۳ ..... ۱-۵ مقدمه
- ۱۴۴ ..... ۲-۵ مشکلات اصلی در پذیرش اینترنت اشیا در کشاورزی



۱۴۴	.....	۱-۲-۵	کمبردهای زیرساختی
۱۴۴	.....	۲-۲-۵	هزینه بالا
۱۴۵	.....	۳-۲-۵	نیاز انرژی
۱۴۵	.....	۴-۲-۵	قابلیت اطمینان
۱۴۵	.....	۵-۲-۵	حفاظت از حریم خصوصی داده‌ها و مسائل مربوط به مالکیت
۱۴۶	.....	۶-۲-۵	استقلال قابل پیش‌بینی و علت‌یابی
۱۴۶	.....	۷-۲-۵	کنترل
۱۴۷	.....	۸-۲-۵	پژوهش و توسعه غیرشفاف
۱۴۷	.....	۹-۲-۵	مسائل حقوقی
۱۴۸	.....	۳-۵	تخلفات و قراردادهای
۱۴۸	.....	۱-۳-۵	قانون مربوط به حوادث، بهداشت و ایمنی
۱۴۹	.....	۲-۳-۵	قوانین زیست‌محیطی
۱۴۹	.....	۴-۵	امنیت اینترنت اشیا
۱۵۰	.....	۵-۵	نتیجه‌گیری
۱۵۲	.....		منابع
۱۵۳	.....		پیوست

# پیشگفتار

توسعه کشت گلخانه‌ای و تنوع بخشی به تولید محصولات این بخش می‌تواند در سهم خواهی از بازارهای صادراتی نقش آفرین و کارگشا باشد. توسعه محصولات باغبانی یکی از سیاست‌های امروز در راستای تأمین امنیت غذایی، کشاورزی پایدار، تثبیت اشتغال و نیز جلوگیری از مهاجرت روستائیان به شهرها، توسعه صادرات و ارزآوری است که در این مسیر، توسعه و ترویج کشت گلخانه‌ای با توجه به مهم‌ترین مزیت آن یعنی نیاز کمتر به آب در مقایسه با سایر انواع کشت، به‌عنوان یکی از راهکارهای مهم به شمار می‌رود.

صرفه‌جویی در مصرف آب، افزایش بهره‌وری، امکان کاشت و برداشت محصول در تمام فصول، امکان پرورش محصولات خارج از فصل و اقلیم، قابلیت مقابله با تهدیدات و خسارات به‌خاطر امکان کنترل و اقدامات پیشگیرانه، برخی از مزایای کشت گلخانه‌ای است.

درحالی‌که اقتصاد مقاومتی مورد تأکید مقام معظم رهبری قرار دارد، ضرورت کاهش وابستگی به درآمدهای نفتی نیز از اهداف موکد در تمامی بخش‌ها بوده و به‌عنوان ضرورتی برای افزایش توان اقتصادی کشور است که بخش کشاورزی به‌عنوان تولیدکننده اصلی غذا و تأمین‌کننده امنیت غذایی با افزایش تولیدات باغی، زراعی و دامی و افزایش درآمدهای ارزی جایگاه مهمی در این زمینه دارد؛ درعین‌حال بخش کشاورزی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین بخش‌های اقتصادی کشور در کنار بخش صنعت و خدمات، سهم عمده‌ای در اقتصاد مقاومتی داشته است.

در این میان، در کنار همه شیوه‌های کاشت گونه‌های گیاهی، کشت گلخانه‌ای دورنمای مطلوب‌تر و آینده روشن‌تری را پیش‌رو دارد و علت آن نیز افزایش توانمندی کشاورزان در این زمینه و نیز پیشرفت دانش بشری در این عرصه است.

اجرای سیاست‌های هوشمندانه و نوین در بخش کشاورزی ازجمله گرایش به شیوه‌های نوین کشت و مدیریت شیوه‌های سنتی موجب می‌شود در بحرانی‌ترین شرایط تولید نیز در این بخش دغدغه کمتری وجود

داشته باشد. در چنین شرایطی، کشاورزی دقیق نقش مهمی ایفا می‌کند و هنگامی که همان کشاورزی دقیق در یک منطقه محدود با محیط کنترل‌کننده اجرا شود، آن عمل به‌عنوان کشت گلخانه‌ای نامیده می‌شود. به عبارتی دیگر کشت گلخانه‌ای «کشت پوشش گیاهی در یک محیط کنترل‌شده و فراهم نمودن شرایط محیط مصنوعی که رشد این پوشش را تسهیل می‌کند» است. متغیرهایی مانند دما، رطوبت، میزان نور، CO<sub>2</sub>، رطوبت خاک، مواد مغذی در داخل گلخانه اندازه‌گیری و کنترل می‌شوند البته با توجه هزینه ساخت و تجهیز یک گلخانه، استفاده از فناوری پیشرفته برای هر کشاورز در ابتدا کمی دشوار است. لذا بایستی به دنبال راه‌حلی نوآورانه و کاملاً مقرون‌به‌صرفه و بومی بود که با در نظر گرفتن شرایط کشور عزیزمان ایران، ساخته شود.

با توجه به اینکه فناوری اینترنت اشیا، در حال حاضر مورد توجه سیاست‌گذاران کشورهای مختلف قرار گرفته است، این کشورها در تلاش هستند تا با تدوین سیاست‌ها و مقررات بین‌بخشی در این حوزه، فرصت‌هایی را برای کسب‌وکار و تولید محصولات کشاورزی در جهت توسعه اقتصاد (در محیطی رقابت‌پذیر) کشورهای خود فراهم آورند و البته بسته به شرایط اقتصادی، سیاسی، اقلیمی و... این سیاست‌ها و مقررات در کشورهای مختلف متفاوت است.

لذا در ایران مصوبه اینترنت اشیا در سال ۱۳۹۷ توسط دبیر شورای عالی فضای مجازی ابلاغ گردید (پیوست)، که در آن ضمن تأکید به نقش اینترنت اشیا بر توسعه جامعه و توسعه فناوری، بر ضرورت حفظ حریم شخصی افراد نیز تأکید گردیده است.

در گلخانه هوشمند دسترسی به داده‌ها از هر نقطه از جهان در تلفن همراه و همچنین در یک برنامه وب با یک کلیک روی دکمه انجام و شرایط محیطی محل گلخانه کنترل می‌گردد و البته این اطلاعات می‌تواند به‌صورت نمایش بر روی یک صفحه نمایش ال‌سی‌دی<sup>۱</sup> بزرگ صورت پذیرد.

در کتاب حاضر، تلاش شده است مطالب جامع، مفید و کاربردی در خصوص گلخانه هوشمند عنوان گردد.

دکتر مرتضی گلدانی

دکتر محبوبه ناصری

مهندس احمد الفت

زمستان ۱۴۰۲

## مقدمه

جمعیت جهان روزبه‌روز در حال افزایش است. مناطق کشاورزی که نقش مهمی در تأمین تقاضای غذایی این جمعیت دارند، به‌طور معکوس با رشد جمعیت کاهش می‌یابند. با توجه به همه این تغییرات، کشاورزی زودبازده و پرمحصول در اراضی کشاورزی در مقیاس کوچک (گلخانه‌ها) اهمیت پیدا کرده است.

شرایط محیطی و اقلیمی در گلخانه را می‌توان با توجه به نوع محصولاتی که قرار است پرورش یابند (مستقل از فصل رشد) تنظیم کرد، تا عملکرد بالایی داشت. استفاده از سازه‌ها برای حفاظت از عوامل خارجی و نیاز به بسیاری از وسایل دیگر (مانند بخاری، کولر) در گلخانه برای تنظیم شرایط محیطی با توجه به نوع گیاه، هزینه‌های (اولیه) راه‌اندازی گلخانه‌ها را افزایش می‌دهند. از آنجایی که شرایط محیطی در گلخانه نیاز به تنظیم دارد، نیروی کار بیشتری در گلخانه‌ها نسبت به کشاورزی در هوای آزاد مورد نیاز است، این هزینه‌ها با اضافه‌شدن هزینه‌های دیگری مانند هزینه حمل‌ونقل و خسارت محصول در حین جابجایی، هزینه کشت گلخانه‌ای را که در حال حاضر بالا است، بیشتر از پیش افزایش می‌یابد. علاوه بر این، استفاده بیشتر از نیروی انسانی در گلخانه‌ها، خطاهای انسانی را نیز به همراه خواهد داشت و باعث افزایش هزینه‌های تمام‌شده محصولات در گلخانه می‌گردد. عدم وجود شرایط مناسب آب‌وهوایی در گلخانه ناشی از خطاهای انسانی، می‌تواند بر سرعت رشد گیاه کشت‌شده در گلخانه و کمیت محصولات تأثیر منفی بگذارد. با این وجود، استفاده از نیروی انسانی و هزینه را می‌توان با استفاده از سیستم هوشمند در گلخانه کاهش داد.

سومین انقلاب علمی و فناوری بشر، جهشی را در تحولات جهانی به ارمغان آورده است و دستاوردهای تحقیقات علمی در تمامی عرصه‌های زندگی اجتماعی انسان‌ها نفوذ کرده است. در این زمینه کشاورزی به‌عنوان صنعت اولیه، نقش حیاتی در توسعه ملی و رفاه مردم دارد؛ بنابراین ترکیب ویژه اینترنت اشیا<sup>۱</sup> و کشاورزی توجه زیادی را به خود جلب کرده است. اینترنت اشیا، همان‌طور که از نامش پیداست، «اینترنتی

---

1. Internet Of Things (IOT)

است که در آن همه اشیاء با هم و با کمک محاسبات ابری و شبکه‌های حسگر به‌عنوان فناوری‌های اصلی آن، متصل است». پیش‌ازاین، فناوری اینترنت اشیاء که افراد را قادر می‌سازد تا به اشیاء خاصی از طریق اینترنت فرمان دهند، در بسیاری از زمینه‌ها مانند حمل‌ونقل هوشمند و خانه هوشمند مزایای زیادی از خود نشان داده بود. با توجه به کشت، میوه و سبزی‌های خارج از فصل در گلخانه، استفاده از فناوری اینترنت اشیاء در کشاورزی گلخانه‌ای، قطعاً تغییرات جدیدی را در تولیدات کشاورزی ایجاد خواهد نمود. از یک طرف، راندمان تولید، عملکرد و کیفیت میوه‌ها و سبزی‌ها به‌طور قابل‌توجهی بهبود می‌یابد و از طرف دیگر باعث کاهش نیروی کار کارگری، دقت بیشتر و دقیق‌تر شدن فرآیند کاشت و کاهش اتلاف منابع می‌گردد. با توجه به مزایای اینترنت اشیاء، در کتاب حاضر به‌طور مفصل در خصوص فناوری اینترنت اشیاء در کشاورزی گلخانه‌ای بحث می‌شود.

با نگاهی به شرایط حاضر جمعیتی و اقتصادی کشورها، بیشتر تولیدکنندگان به فناوری‌های پیشرفته برای افزایش کارایی تولید و انعطاف‌پذیری محصول روی آورده‌اند. در کشاورزی، گلخانه‌های هوشمند به‌عنوان یک نمونه مناسب جهت نیل به اهداف فوق در نظر گرفته می‌شود. این نوع گلخانه، همبستگی مناسبی بین طبیعت و فناوری مدرن امروزی ایجاد کرده است. یک سیستم کاملاً رایانه‌ای را تصور نمایید که به شما این امکان را می‌دهد که در هر دقیقه بتوانید جزئیات گلخانه خود را با یک برنامه روی تلفن همراه خود کنترل نمایید. همه چیز از کنترل شرایط نور و کنترل دما گرفته تا رطوبت موجود در خاک، این نوع برنامه شما را قادر می‌سازد تا تنها با چند دکمه آن را کنترل نمایید. در واقع، می‌توان شرایط آب‌وهوایی داخل گلخانه را به‌طور خودکار تنظیم نمود تا در زمان تغییر شرایط آب‌وهوایی بیرون، شرایط محیطی لازم در گلخانه حفظ گردد. بهترین بخش در مورد گلخانه‌های هوشمند این است که می‌توان آن‌ها را کم‌بیش در اکثر انواع سازه‌های سرپوشیده تونلی و... نصب کرد. این شرایط به کشاورزان کمک خواهد کرد تا مزارع گلخانه‌ای خود را مدیریت و منابع را به‌طور کارآمد و به‌صورت بهینه استفاده نمایند. پیش‌بینی می‌شود که در آینده رشد محصولات در داخل یک گلخانه هوشمند (حداقل بخشی از فرآیند) می‌تواند کاملاً خودکار و از راه دور کنترل شود. هدف این کتاب، کمک به محققین و متصدیان در زمینه‌های مرتبط برای به دست آوردن دانش کشاورزی گلخانه‌ای هوشمند، آشنایی با پیشرفت‌های روز و مشکلات پیش روی فعلی است.

فصل ۱ کتاب، به معرفی و آشنایی با اینترنت اشیاء در کشاورزی می‌پردازد، فصل ۲ استانداردها و پروتکل‌های اینترنت اشیاء که در حال حاضر مورد استفاده قرار می‌گیرند را مورد بحث قرار می‌دهد. فصل ۳ به کارگیری اینترنت اشیاء در گلخانه هوشمند را مورد بحث قرار می‌دهد. فصل ۴ استفاده از اینترنت اشیاء را برای کشاورزی عمودی تشریح می‌کند و فصل ۵، چشم‌اندازها، فرصت‌ها و چالش‌های آینده اینترنت اشیاء را بیان می‌کند.