

هوا کشت

پرورش عمودی گیاهان

توماس دبلیو گورلی

مترجمان:
مرتضی گلدانی
احمد الفت

سرشناسه:	گورلی، توماس وود (Thomas Wood), Gurley, Thomas W.
عنوان و نام پدیدآور:	هواکشت؛ پرورش عمودی گیاهان / توماس دبلیو گورلی؛ مترجمان: مرتضی گلدانی، احمد الفت.
مشخصات نشر:	مشهد: جهاد دانشگاهی، واحد مشهد، انتشارات، ۱۴۰۳.
مشخصات ظاهری:	۳۱۲ ص.
فروست:	انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد؛ ۶۱۳.
شابک:	978-964-324-549-8 978-964-324-549-8 ریال ۲۶۵۰۰۰۰
وضعیت فهرست نویسی:	فیبا
یادداشت:	عنوان اصلی: Aeroponics : growing vertical, 2020.
عنوان دیگر:	پرورش عمودی گیاهان.
موضوع:	محیط مصنوعی کشت گیاه Plant growing media, Artificial آبکشت Hydroponics باغداری Horticulture
شناسه افزوده:	گلدانی، مرتضی، ۱۳۳۹- مترجم
شناسه افزوده:	الفت، احمد، ۱۳۵۳- مترجم
شناسه افزوده:	جهاد دانشگاهی. واحد مشهد. انتشارات
رده‌بندی کنگره:	۵۵۸۹/۸۵
رده‌بندی دیویی:	۶۳۱/۵۸۵
شماره کتابشناسی ملی:	۹۸۱۳۸۵۷



انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد

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

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

کتابفروشی یک: ۳۸۴۱۸۰۷۰ کتابفروشی دو: ۳۱۹۹۷۳۲۷ کتابفروشی سه: ۳۱۹۹۷۲۲۰

info@jdmpress.com

www.jdmpress.com

هواکشت؛ پرورش عمودی گیاهان

نویسنده: توماس دبلیو گورلی؛ مترجمان: دکتر مرتضی گلدانی و مهندس احمد الفت

آماده‌سازی و صفحه‌آرایی: رضانیک‌ذات؛ واحد فنی دفتر نشر / چاپ و صحافی: من چاپ

چاپ اول / پاییز ۱۴۰۳ / ۱۰۰ نسخه / شماره نشر ۶۱۳

ISBN: 978-964-324-549-8

شابک ۹۷۸-۹۶۴-۳۲۴-۵۴۹-۸

تمامی حقوق نشر برای ناشر محفوظ است.

قیمت: ۲/۶۵۰/۰۰۰ 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 سیزدهمین 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

درباره نویسنده

توماس دبلیو گورلی^۱، استادیار شیمی در دانشگاه چارلستون جنوبی است. وی محقق و متخصص فولبرایت^۲ در اکراین^۳ در آکادمی ملی علوم، موسسه تک‌بلورها^۴ و همچنین در اوگاندا در دانشگاه مسیحی اوگاندا - علوم کشاورزی^۵ است. او سابقه صنعتی ۴۰ ساله در شیمی تحلیلی، پلیمرها و داروسازی دارد. در چند سال گذشته، او در حال تحقیق در زمینه کشاورزی در محیط کنترل شده و به‌طور خاص فناوری‌های کشت گیاه به روش هواکشت، بدون خاک و به شیوه کشت عمودی بوده است. توماس دبلیو گورلی، در حال حاضر مدیر تحقیق و توسعه شرکت هواکشت^۶ سازنده سیستم‌های تجاری هواکشت است.

1. Thomas W. Gurley

۲. برنامه تبادل دانشجو و استاد بین آمریکا و کشورهای دیگر با هزینه دولت آمریکا.

3. Ukraine

4. Institute of Single Crystals

5. Uganda Christian University; Agricultural Sciences

6. Aero Development Corp

فهرست

۹.....	سخن مترجمان
۱۱.....	پیشگفتار
۱۴.....	۱. مقدمه
۱۵.....	استاد دسپومیر
۱۷.....	مباحث مرتبط دیگر در مجموعه همایش جهانی تد
۱۸.....	فناوری جدید
۲۰.....	روند توسعه کشاورزی عمودی
۲۱.....	سیستم هواکشت در ناسا
۲۳.....	هواکشت در دیزنی ورد
۲۵.....	غذای نامناسب
۲۶.....	تعریف کشاورزی عمودی
۲۷.....	محصولات هواکشت
۲۸.....	مزارع کانتینری هواکشت
۲۹.....	منابع
۳۱.....	۲. تاریخچه سیستم هواکشت
۴۱.....	منابع
۴۲.....	۳. هواکشت، پیشنهادی ارزشمند
۴۸.....	نکات مثبت
۵۰.....	نکات منفی
۵۱.....	منابع
۵۲.....	۴. علم هواکشت
۵۴.....	اقاقیا (ACACIA)

- ۵۶.....یونجه (ALFALFA)
- ۵۷.....ترتیزک آلبی (ALPINE PENNY-CRESS)
- ۵۸.....انگورفرنگی هندی (AONLA)
- ۵۹.....آنتی اکسیدانها (ANTIOXIDANTS)
- ۵۹.....شابانک (ARUGULA)
- ۶۱.....مارچوبه (ASPARAGUS)
- ۶۱.....جو (BARLEY)
- ۶۲.....ریحان (BASIL)
- ۶۳.....لوبیا (BEAN)
- ۶۴.....بگونیا (BEGONIA)
- ۶۵.....بیوماس (BIOMASS)
- ۶۶.....تمشک (BLACKBERRY)
- ۶۷.....کلم بروکلی (BROCCOLI)
- ۶۷.....کافور (CAMPHOR)
- ۶۸.....دی اکسید کربن (CARBON DIOXIDE)
- ۶۸.....گیاه فرش (CARPETWEED)
- ۶۹.....نخود (CHICKPEA)
- ۶۹.....داودی (CHRYSANTHEMUM)
- ۷۰.....ذرت (CORN)
- ۷۱.....لوبیا چشم بلبلی (COWPEA)
- ۷۱.....توت خرس یا کرنبری (Cranberry)
- ۷۳.....خیار (CUCUMBERS)
- ۷۳.....نارون (ELM)
- ۷۴.....اکالیپتوس (EUCALYPTUS)
- ۷۶.....گیاه همیشه سبز چینی (EVERGREEN)
- ۷۷.....کاج داگلاس (FIR)
- ۷۸.....امنیت غذایی
- ۸۲.....قارچ (FUNGI)
- ۸۷.....انگور (GRAPE)
- ۸۷.....زنبق (IRIS)
- ۸۸.....کلم چینی (CHINESE CABBAGE)

۸۸.....	کاهو (LETTUCE)
۹۴.....	لوتوس ژاپنی (LOTUS)
۹۵.....	ذرت
۱۰۱.....	دارویی (MEDICINAL)
۱۰۸.....	خربزہ (MUSKMELON)
۱۰۹.....	مواد غذایی (NUTRIENTS)
۱۱۵.....	زیتون (OLIVE)
۱۱۶.....	نخودفرنگی (PEA)
۱۱۷.....	بادام زمینی (PEANUT)
۱۱۷.....	فلفل (PEPPER)
۱۱۸.....	گل اطلسی (PETUNIA)
۱۱۹.....	سیب زمینی (POTATOES)
۱۳۴.....	تریچه (RADISH)
۱۳۵.....	مرور
۱۳۵.....	برنج (RICE)
۱۳۸.....	ریشه‌ها (ROOTS)
۱۴۴.....	زعفران (SAFFRON)
۱۴۴.....	بذر (SEED)
۱۴۵.....	شالت (نوعی پیاز کوچک)
۱۴۶.....	تأثیر اجتماعی (SOCIAL IMPACT)
۱۴۶.....	سویا (SOYBEANS)
۱۴۹.....	برنامه‌های فضایی (SPACE APPLICATIONS)
۱۵۲.....	کاج نوئل نروژی (SPRUCE)
۱۵۳.....	توت‌فرنگی (STRAWBERRY)
۱۵۳.....	گل آفتابگردان (SUNFLOWER)
۱۵۵.....	فناوری
۱۶۲.....	گوجه‌فرنگی (TOMATO)
۱۶۶.....	درختان (TREES)
۱۶۸.....	سبزی‌ها (VEGETABLES)
۱۶۹.....	گندم (WHEAT)
۱۷۲.....	یام، سیب‌زمینی شیرین (YAMS)

۱۷۳	منابع
۱۸۳	۵. نوآوری سیستم هواکشت
۱۸۳	هوافضا در دیزنی ورد
۱۸۴	هواکشت در ناسا
۲۰۵	منابع
۲۰۶	۶. هواکشت تجاری
۲۰۷	برج باغ (WWW.TOWERGARDENS.COM)
۲۱۳	شرکت‌های نوینان هواکشت
۲۵۶	منابع
۲۵۹	۷. روش کاربردی سیستم هواکشت
۲۵۹	هواکشت و آب کشت
۲۶۰	نقش ریشه‌ها و جذب آب و مواد غذایی
۲۶۲	مواد مغذی ضروری
۲۶۸	ویژگی‌های اصلی یک سیستم هواکشت تجاری
۲۶۸	مخزن اصلی محلول غذایی
۲۷۱	خطوط انتقال
۲۷۲	حسگرها
۲۷۶	آب
۲۷۸	منابع
۲۷۹	۸. تحقیقات اخیر هواکشت
۲۸۰	مطالعه مواد مغذی کاهو
۲۸۴	نمونه‌های بافت برگ
۲۹۴	مطالعه دوره نوری کلم پیچ
۲۹۴	آزمایش‌ها
۲۹۷	نتایج کلم پیچ
۳۰۴	نتیجه‌گیری
۳۰۵	ایده‌های تحقیق آینده
۳۰۶	منابع
۳۰۷	۹. جمع‌بندی

سخن مترجمان

هواکشت، رشد گیاهان در محیط هوا یا مه، بدون استفاده از هیچ بستری است؛ ریشه گیاه به طور مداوم یا غیرمداوم در محیطی که اشباع از ذرات ریز عناصر غذایی است قرار دارد. این روش کشت با روش آب کشت، که در آن ریشه‌های گیاهان در محلول آب و مواد مغذی غوطه‌ور می‌شوند، متفاوت است. در روش هواکشت ریشه‌ها دسترسی بیشتری به اکسیژن دارند که این امر منجر به تولید گیاهان سالم‌تر، نرخ رشد سریع‌تر محصول و افزایش عملکرد می‌شود. در این شیوه کشت، ابتدا از نازل‌ها برای ایجاد مه (غبار) استفاده می‌شد اما با توجه به پیچیدگی‌های فنی و مسائل مربوط به تعمیر و نگهداری نازل‌ها، در حال حاضر از فناوری اولتراسونیک برای ایجاد امواج صوتی با فرکانس بالا استفاده می‌گردد که با حرکت و لرزش آب، آن را به تعداد زیادی قطرات ریز مانند مه تبدیل می‌کند. لذا استفاده از فناوری مذکور، ضمن حذف نازل‌ها، امکان استفاده از سیستم هواکشت را در فضاهای پرورش تجاری بسیار بزرگتر افزایش می‌دهد. مهمترین مزایای این شیوه کشت شامل: استفاده از آب کمتر نسبت به شیوه کشت در فضای باز (تا ۹۵٪)، عدم استفاده از آفت‌کش‌ها یا کودهای شیمیایی مضر، کاهش ردپای کربن و عدم خروج مواد غذایی گیاه به آبراهه‌ها و... است.

بر اساس گزارش توسعه جهانی آب سال ۲۰۲۴ سازمان ملل متحد با عنوان «آب برای رفاه و صلح»، ایران با مصرف بیش از ۸۰ درصد از منابع آب شیرین تجدیدپذیر سالانه به عنوان یکی از کشورهای «تنش آبی بسیار بالا» را تجربه می‌کنند. معرفی شده است. لذا با توجه به شرایط اقلیمی متغیر کشور عزیزمان ایران و مصرف بیش از ۹۰ درصد از منابع آبی کشور در بخش کشاورزی، متخصصان حوزه آب و کشاورزی راه‌حل

خروج کشور از شرایط ورشکستگی آبی را جایگزین کردن روش‌های نوین کشاورزی باروش‌های منسوخ‌شده و آب‌بر کشاورزی سنتی می‌دانند. در این شرایط، استفاده از شیوه‌های جدید کشت گیاهان که در کشورهای دیگر به‌عنوان یک روش پایدار و پربازده در کشاورزی تجربه و معرفی شده است و می‌تواند در حفظ محیط‌زیست و منابع طبیعی نقش بسیار مهمی داشته باشد، برای محققان و کشاورزان ایرانی، امری ضروری و حیاتی محسوب می‌گردد.

مرتضی گلدانی

احمد الفت

تابستان ۱۴۰۳

پیشگفتار

ستون عمودی هواکشت یک نسخه نسبتاً جدید از سیستم آب کشت (هیدروپونیک) است که در ابتدا با پرورش ریشه‌های معلق یک گیاه در محلول غذایی انجام می‌شد. با این حال، روش آب کشت برای چندین دهه مورد استفاده قرار گرفته است و به عنوان روشی برای پرورش گیاهان بدون خاک (در بعضی موارد استفاده از محیط جامد) با ریشه کاملاً غوطه‌ور در محلول غذایی تعریف می‌گردد. هر دوی این روش‌ها، هواکشت و آب کشت، به عنوان کشاورزی بدون خاک در نظر گرفته می‌شوند و اخیراً به عنوان کشاورزی در محیط کنترل شده^۱ (CEA) نیز تعریف شده‌اند. در این دو روش، فرآیندها را می‌توان به عنوان آنچه برخی از مردم از آن به عنوان «کشاورزی عمودی» نیز یاد می‌کنند، استفاده نمود. تفاوت در این است که در انواع جدید هواکشت با ستون‌های عمودی پرورش یک گیاه در ستون بالاتری نسبت به گیاه دیگر انجام می‌شود، در حالی که در روش آب کشت عمودی^۲ می‌توان با سینی‌های افقی محلول غذایی را به صورت عمودی روی هم قرارداد. دو تفاوت عمده بین ستون‌های عمودی هواکشت و کشاورزی عمودی به شیوه آب کشت وجود دارد که عبارتند از: اول، با استفاده از شیوه هواکشت، می‌توان از نور خورشید در یک محیط گلخانه‌ای استفاده نمود، در حالی که استفاده از نور مصنوعی در مورد آب کشت به دلیل طبقات قرار گرفته روی هم ضروری است. دوم، در شیوه هواکشت، ریشه‌ها در تماس مستقیم با هوا و به ویژه اکسیژن هستند، در حالی که در شیوه آب کشت، ریشه‌ها فقط با اکسیژن محلول در آب ارتباط می‌گیرند و اکسیژن در آب بسیار نامحلول است، بنابراین این گیاهان در مقایسه با ریشه‌هایی که تماس مستقیم با هوا دارند، در معرض غلظت اکسیژن بسیار کمتری قرار می‌گیرند.

این کتاب به بررسی تاریخچه توسعه هواکشت که ریشه در کشفیات اساسی مرتبط با گیاه‌شناسی و شیمی و همچنین ارتباط مستقیمی با توسعه آب‌کشت دارد، می‌پردازد.

در این کتاب سعی شده تا به روشنی مشخص شود که روش هواکشت به چه شیوه‌ای انجام می‌شود و به شباهت‌ها و تفاوت‌های این شیوه با روش‌های پرورش گیاهان به شیوه آب‌کشت نیز اشاره شده است. فصل ۳ به سنجش ارزش برای روش هواکشت می‌پردازد.

در فصل ۴ مطالبی در خصوص علم هواکشت ارائه شده است که کلیه مقالات فنی بررسی شده علمی از دهه ۱۹۷۰ را مرور می‌کند. بیش از ۲۰۰ مقاله خلاصه‌شده در حوزه تحقیق، انواع مطالعات و تنوع جغرافیایی همه تحقیق‌ها شناسایی و جمع‌بندی شده است. تعداد مقالات ارائه‌شده از سال ۱۹۷۰ به بعد هر سال به‌طور چشمگیری افزایش یافته است که به نظر می‌رسد این روش به صورت موفقیت‌آمیز همچنان ادامه داشته و در آینده نیز کمک شایانی به گسترش کشاورزی در محیط کنترل شده خواهد کرد. تحقیقات در تمام مناطق عمده جغرافیایی جهان و همچنین در فضا انجام شده است.

در فصل ۵ مطالبی در خصوص نوآوری در هواکشت ارائه شده است که روند مشابهی را در حق ثبت اختراع بررسی کرده و آنچه را در مقالات علمی مشاهده شده تعریف می‌کند. این فصل نه تنها ارزش علمی و مهندسی، بلکه ارزش اقتصادی هواکشت را نیز نشان می‌دهد.

فصل ۶ تجارت هواکشت را شامل می‌شود و فعالیت‌های کارآفرینی در این زمینه را از هر دو تولیدکننده سیستم‌های هواکشت و همچنین برخی از استفاده‌کنندگان اصلی این سیستم، توصیف می‌نماید. یکی از آخرین تحولات، ساخت «مزارع داخلی» است که در کانتینرهای قابل حمل واقع شده و برخی از شرکت‌های فعال مرتبط در این حوزه نیز مورد بررسی قرار می‌گیرند.

عملیات هواکشت در فصل ۷ ارائه شده است و جنبه‌های اصلی نیازهای فناوری این روش شامل: عناصر غذایی، کیفیت آب و بسیاری از جنبه‌های عملی دیگر را در بر می‌گیرد.

فصل ۸ چند نمونه از تحقیقات جاری را با استفاده از ستون‌های عمودی هواکشت ارائه می‌دهد که شامل کارهای انجام‌شده در دانشگاه راتگرز^۱ با استفاده از شیوه‌های تجاری و در دانشگاه چارلستون جنوبی^۲ و دی‌سیتادل آمریکا^۳ با استفاده از سیستم‌های پرورش عمودی تحقیق و توسعه است. تمرکز این تلاش‌های تحقیقاتی درک بهتر چگونگی بهینه‌سازی این سیستم‌ها برای بهترین عملکرد و نیازهای تغذیه‌ای هم‌زمان است.

این کتاب از دیدگاه یک متخصص و دانشمند که کار تجاری نیز انجام داده است، با هدف سرجمع کردن اطلاعات گردآوری شده مرتبط با این فناوری نوظهور یعنی هواکشت، نگاشته شده است. امید است که این کتاب برای افراد در تمام حوزه‌های جامعه علمی، تجربی، تجاری، آموزشی و آحاد مردم تأثیرگذار باشد و افق روشنی از پتانسیل این شیوه برای تولید مواد غذایی خالص، تمیز و ایمن جهت آینده ترسیم نماید. همچنین این منبع ارزشمند می‌تواند به‌عنوان کتابی درسی برای دوره مقدماتی هواکشت استفاده گردد. علاوه بر این، این کتاب مزایای بسیاری در مورد پرورش مواد غذایی به روشی کارآمد، مؤثر و پایدار ارائه می‌دهد. کتاب حاضر، پاسخی است به این سوال چالش‌برانگیز عصر حاضر که: چگونه در قرن ۲۱ و بعد از آن قادر خواهیم بود غذای بشر را تأمین کنیم؟