

## کشاورزی عمودی، راهکار کشاورزی هوشمند برای بحران زمین

هوشنگ حکیمی

عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران.  
رایانامه: h.hakimi@areeo.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۱۲ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۱/۱۲/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۱۸ تاریخ چاپ: ۱۴۰۲/۰۲/۱۶ صص: ۱۱-۱۹

### چکیده

محدودیت زمین هم‌زمان با افزایش جمعیت، نیروی ویرانگر فزاینده کشاورزی بر بوم‌سازگان‌های جهان، تغییر اقلیم، کودها و سم‌های کشاورزی که با آلودگی شیمیایی محصول و آب و خاک خطرات جدی را برای سلامت بشر و محیط‌زیست به همراه داشته‌اند، کشاورزی را به فعالیتی پرمخاطره تبدیل کرده‌اند. رویکرد کشاورزی عمودی، چاره‌جویی بشر برای رفع چالش‌های موجود برای تأمین غذا و بحران‌های آب، غذا و زیست‌محیط پیش‌روست. این نوع کشاورزی بر استفاده از داده‌ها و خودکارسازی در مدیریت فعالیت‌های مزرعه برای صرفه‌جویی در منابع و درعین‌حال افزایش عملکرد مزرعه و کاهش فضای کشت و کار متمرکز است. کشت در همه فصل‌های سال، حفاظت از محصولات در مقابل شرایط جوی با ایجاد محیط امن، افزایش ارزش تغذیه‌ای و تولید محصولات ارگانیک به دلیل عدم استفاده از سموم و آفت‌کش‌ها، نظارت از راه دور و کاهش هزینه‌های عملیاتی از مزایای دیگر این نوع کشت است. کشاورزی هوشمند، راهکار کشاورزی عمودی (طبقاتی) را برای مشکل جدی محدودیت زمین (فضا) به‌ویژه در کشور ما که با پدیده خشک‌سالی و کاهش منابع آبی مواجه است، ارائه داده است.

**کلیدواژه‌ها:** کشاورزی هوشمند، کشاورزی دقیق، کشاورزی عمودی، کشاورزی طبقاتی.

## مقدمه

هستیم.

رشد تصاعدی جمعیت و ثابت و محدود بودن زمین نیز عاملی مهم و تعیین کننده است که به بحران غذا برای بخش فزاینده‌ای از جمعیت جهان تبدیل شده است. گرچه از یک سو جنگل‌ها و مراتع برای تبدیل به زمین‌های کشاورزی تصرف می‌شوند - که خود تبعات جدی زیست‌محیطی در پی دارد - از سوی دیگر نیز زمین‌های کشاورزی به مناطق مسکونی تبدیل شده یا به دلیل خشک‌سالی، بحران آب و فرسایش خاک بایر می‌شوند. براساس اعلام معاون وزیر جهاد کشاورزی و رئیس سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری کشور، میزان تولید بیابان کمی بیش از سه برابر فعالیت‌ها برای مقابله با بیابان‌زایی است و در ایران یک میلیون هکتار بیابان در سال ایجاد می‌شود (نوبخت، ۱۴۰۱).

فعالیت پرمخاطره کشاورزی بشر، علاوه بر ایجاد بحران‌های آب و غذا بحران زیست‌محیطی نیز ایجاد کرده است. کودها و سموم کشاورزی با آلودگی شیمیایی محصول و آب و خاک، برای سلامت بشر و محیط‌زیست خطرات جدی ایجاد کرده‌اند. مرجوع شدن محصولات کشاورزی ایران از برخی کشورها، مردم ما را نسبت به کود و سموم موجود در میوه‌ها و محصولات کشاورزی حساس کرده و یک بار دیگر کشت محصولات ارگانیک را اهمیت بخشیده است، به خصوص آن که سایر کشورها نیز به کشت ارگانیک گرایش دارند. مثلاً در حال حاضر، اتریش از مرز ۲۲ درصد کشاورزی ارگانیک عبور کرده و اتحادیه اروپا سعی دارد تا سال ۲۰۳۰ بیش از ۲۵ درصد از بازار محصولات کشاورزی خود را با محصولات ارگانیک تأمین نماید. بازار جهانی محصولات ارگانیک بیش از ۱۰۰ میلیارد یورو است. اگر بدانیم که سموم کشاورزی عامل ۷۰ درصد از آلودگی‌های حوزه آب و خاک است، عقل سلیم حکم می‌کند که با راهکارهایی مانند کشاورزی هوشمند محصولات ارگانیک تولید کنیم، زیرا در کشاورزی هوشمند، محصولات محافظت شده به ندرت به آفت‌ها آلوده می‌شوند و ما را به استفاده از سموم شیمیایی مجبور نمی‌کنند.

سؤال بزرگ در بخش کشاورزی چیست؟ حتماً شنیده‌اید که در سال ۲۰۵۰ با همین مقدار زمین (یا عملاً کمتر) چگونه باید ۱۰ میلیارد انسان را تغذیه کنیم؟ تاریخچه شیوه تبدیل ما به جامعه‌ای کشاورزی و نیروی ویرانگر فزاینده کشاورزی بر بوم‌سازگان‌های جهان، شواهد قانع‌کننده‌ای ارائه می‌دهد که کشاورزی مبتنی بر خاک کارساز نیست؛ امری که بیش از ۱۲۰۰۰ سال فعالیت مستمر انسانی بر روی زمین، مشکلات متعدد خود را نشان داده و بر آن صحنه گذاشته است. بدون آبیاری، مواد شیمیایی کشاورزی و ماشین‌آلات کشاورزی نوین، کشت محصولات برای مصرف انسان نمی‌تواند به‌طور نامحدود در یک مکان ادامه یابد. با گذشت ۵۰ سال از اجرای راهبردهای شیمیایی دفع آفات، علف‌های هرز بی‌شماری نسبت به علف‌کش‌ها مقاوم‌تر شده‌اند، در حالی که آفات حشرات تقریباً به‌طور کامل در برابر انواع مختلف آفت‌کش‌ها مقاوم شده‌اند (دسپومیر، ۲۰۱۱).

از سوی دیگر، با وجود کاهش بارندگی و خشک‌سالی‌های متوالی و گسترش بیابان‌ها، بخش کشاورزی در ایران همچنان با روش سنتی آبیاری، بیش از ۸۰ درصد از آب تجدیدپذیر کشور را مصرف و بخش بزرگی از آن را به هدر می‌دهد و کمبود آب یکی از مشکلات اصلی کشاورزی است. این واقعیت که حدود ۹۶ درصد آب‌های شیرین در کره زمین در منابع آب‌های زیرزمینی وجود دارد و ۴ درصد مابقی مربوط به آب‌های شیرین است که از برف و یخچال‌های طبیعی به دست می‌آید، آب‌های زیرزمینی را به مطمئن‌ترین و بیشترین منبع تأمین آب موردنیاز بشر برای مصارف شرب، کشاورزی و صنعت تبدیل می‌کند. در کشوری با اقلیم خشک و نیمه‌خشک مانند ایران، آب‌های زیرزمینی مهم‌ترین منبع تأمین آب موردنیاز است. با توجه به کاهش بارندگی‌ها، خشک شدن تالاب‌ها، کاهش شدید آب مخازن سدها و دو دهه خشک‌سالی متوالی، منابع آب زیرزمینی کشور ذخایری راهبردی هستند اما همچنان شاهد حفر بی‌شمار چاه‌های عمیق و برداشت بی‌رویه از منابع آب‌های زیرزمینی

این شیوه نوین کشاورزی، از پایش‌های ماهواره‌ای، داده‌های آب‌وهوایی، اطلاعاتی که کارکنان میدانی از کشاورزان، دامداران و آبی‌پروران جمع‌آوری می‌کنند و داده‌های دریافتی از دستگاه‌های اینترنت اشیا استفاده می‌شود. برای دسترسی آسان در هر زمان و از هر مکان، داده - نقاط در فضای ابری ذخیره می‌شوند. سپس، نرم‌افزار مدیریت مزرعه این داده - نقاط را تجزیه و تحلیل می‌کند و برای تصمیم‌گیری مناسب، اطلاعات عملی را به کشاورز، دامدار یا آبی‌پرور ارائه می‌دهد.

کشاورزی هوشمند برای حل مشکل جدی محدودیت زمین (مکان)، راهکار کشاورزی عمودی یا طبقاتی<sup>۱</sup> را ارائه داده است. مطالعه حاضر با هدف شناخت این راهکار و معرفی آن به جامعه کشاورزی ایران، ابعاد و مزایای کشاورزی هوشمند و سپس کشاورزی عمودی را بررسی کرده است. البته فعالیت‌های انجام شده در ایران آن‌چنان گسترده نیست و هزینه‌های بالای بهره‌برداری سبب شده است که این نظام فعلاً در حد طرح‌های کوچک و آزمون‌های استفاده شود. هند، یکی از کشورهای نزدیک به ماست که به‌طور گسترده این نظام نوین را به کار گرفته است.

### مزایای کشاورزی هوشمند

#### بیشینه‌سازی بهره‌وری

با فناوری‌های کشاورزی دقیق می‌توان به عملکردهای مزرعه‌ای به‌مراتب بهتر از روش‌های سنتی دست یافت. فعالیت‌هایی مانند شخم‌زدن، کاشت، آبیاری، کوددهی، کاربرد سموم دفع آفات، برداشت و به‌طور کلی همه آن چیزی که کشاورزی هوشمند به یاری فناوری‌های پیشرفته بر آن‌ها تأثیر می‌گذارد و نظارت می‌کند، بر میزان کلی تولید اثر گذارند.

بنابراین، بشر با مشکلات و چالش‌های بزرگی در کشاورزی برای تأمین غذا روبروست. بررسی کتابخانه‌ای و مطالعه تطبیقی نشان داد که رویکرد کشاورزی هوشمند<sup>۱</sup> یا کشاورزی دقیق<sup>۲</sup> به‌عنوان چاره‌جویی و راهکار بشر برای رفع چالش‌های موجود و بحران‌های پیش‌رو ارائه شده است. کشاورزی هوشمند یا دقیق که انقلاب سبز سوم نامیده شده است، رویکردی برای ادغام آخرین پیشرفت‌های فناوری با قدیمی‌ترین صنعت جهان است. کشاورزی هوشمند مفهومی نوظهور است که با استفاده از فناوری‌هایی مانند اینترنت اشیا<sup>۳</sup>، حسگرها، آدم‌واره‌ها، ماهواره، پهپادها و هوش مصنوعی، اطلاعات محیطی مزارع مثل میزان رطوبت، وضعیت آفات و وضعیت محصولات را جمع‌آوری می‌کند. ابزارهای پرنده با استفاده از حسگرهای مادون قرمز<sup>۴</sup> می‌توانند براساس میزان جذب نور، سلامت گیاهان را بررسی کنند و بدین ترتیب دیدی کلی از سلامت مزرعه به‌دست آورند. مزرعه‌داری یا کشاورزی هوشمند، چترواژه<sup>۵</sup> ای برای رویکردهای مبتنی بر اینترنت اشیا است که کشاورزی نوین را کنترل‌شده‌تر و دقیق‌تر می‌کند. امروزه راهکارهای کشاورزی هوشمند در بخش خودکارسازی، در بستر اینترنت اشیا طراحی و پیاده‌سازی می‌شود. در واقع، نیروی محرکه کشاورزی هوشمند، اینترنت اشیا است. یعنی برای ایجاد فرآیندهای کشاورزی نوین مبتنی بر داده، با کنترل و ردگیری عوامل متفاوت مؤثر بر رشد گیاه یا دام، اتصال خودکار ماشین‌ها، ربات‌ها و حسگرهای یکپارچه در مزارع را فراهم می‌کند. به عبارت ساده، گیاهان و دام‌ها دقیقاً تغذیه یا درمان موردنیاز خود را برخط، در بهترین زمان مناسب و با دقت بسیار بالایی دریافت می‌کنند. بنابراین، بزرگ‌ترین تفاوت کشاورزی هوشمند با رویکرد سنتی این است که کشاورزی هوشمند اجازه می‌دهد، به‌جای مزرعه، برای هر مترمربع یا حتی برای هر گیاه/ دام تصمیم‌گیری شود.

برای صرفه‌جویی در منابع و زمان و درعین حال افزایش عملکرد مزرعه، این نوع کشاورزی بر استفاده از داده‌ها و خودکارسازی در مدیریت فعالیت‌های مزرعه تأکید دارد. در

1. Smart Farming/Agriculture

2. Precision Agriculture

3. Internet of Things (IoT)

4. Near Infrared (NIR)

5. Umbrella term

6. Vertical/Layered farming

ردیابی موقعیت جغرافیایی، شما را همیشه در جریان موقعیت دام قرار می‌دهد و نظارت و مدیریت دام را بهبود می‌بخشد.

### آیا کشاورزی هوشمند آینده کشاورزی است؟

پاسخ، یک بله واضح و مطمئن است. کشاورزی هوشمند یک مرحله یا ترفند برای افزایش محصول در یک یا دو فصل نیست. این یک رویکرد کشاورزی اثبات شده است که به تجارت کشاورزی و محیط زیست کمک می‌کند تا برای همه زمان‌های آینده پایدار و سودآور باشد. اکثر راه‌حل‌های موجود در بازار هنوز به نظارت بر مزرعه و تجزیه و تحلیل پیش‌بینی‌ها برای انجام اقدامات اصلاحی محدود می‌شوند. در حالی که کشاورزی هوشمند در حال تغییر این روند و توسعه راه‌حل‌های مستقل واقعی است که به جای واکنشی، پیشگیرانه هستند. اگر شما مالک مزارع وسیعی هستید یا تجهیزات کشاورزی را تولید کرده و می‌فروشید، اتصال این تجهیزات به اینترنت اشیا گامی بسیار سودآور خواهد بود.

اما به نظر می‌رسد که کشاورزی هوشمند نیز علی‌رغم استفاده از تجهیزات پیشرفته هوشمند برای افزایش عملکرد با حداکثر بهره‌گیری از گیاه و دام نخواهد توانست در مزارع و در برابر رشد انفجار گونه جمعیت انسان‌ها که همراه با سلطه فرهنگ مصرف‌گرایی نیز هست جوابگو باشد و ثابت و محدود بودن زمین، همواره مشکلی جدی است. کشاورزی هوشمند برای حل مشکل زمین و ظرفیت‌سازی، راهکار کشاورزی عمودی یا طبقاتی را پیشنهاد می‌دهد.

### کشاورزی عمودی

منظور از زراعت عمودی یا کشاورزی عمودی، کشت گیاهان در طبقه‌های عمودی و بر روی هم است (بیرکبی، ۲۰۱۶). این گونه کشت در واقع کشاورزی در محیط کنترل شده است و هدف آن بهینه‌سازی رشد گیاهان و فنون کشاورزی

### کمیته‌سازی نهاده‌ها و حفاظت از منابع

با تکیه بر داده‌های حسگرهای دقیق و خودکارسازی، در مصرف آب، کودها، آفت‌کش‌ها و فعالیت زیاد دستی و کارگری صرفه‌جویی می‌شود. پیش‌بینی آب‌وهوا و حسگرهای رطوبت خاک کمک می‌کنند تا با کمترین منابع استفاده شده، از مزرعه به بهترین شیوه مراقبت شود. به این ترتیب، خسارات زیست‌محیطی و افزایش کربن نیز در همه فرآیندهای کشاورزی کاهش می‌یابد.

### پایش و رصد دائمی و نظارت از راه دور

کشاورزان می‌توانند با استفاده از یک برنامه کاربردی تلفن همراه یا پیشخوان رقمی و فناوری ماهواره‌ای نظارت از راه دور، همه مزرعه یا دام‌های خود را مدیریت کنند. برای یادگیری الگوهای محصول، آمار و داده‌های جمع‌آوری شده از پایش منظم ذخیره می‌شوند. با تجزیه و تحلیل این داده‌ها و براساس داده‌های قدیمی و آنی و بدون نیاز به قدم گذاشتن به مزرعه، می‌توان برای کل مزرعه یا یک گیاه، دام و یا آبرزی تصمیمات راهبردی و آگاهانه گرفت.

### کاهش هزینه‌های عملیاتی

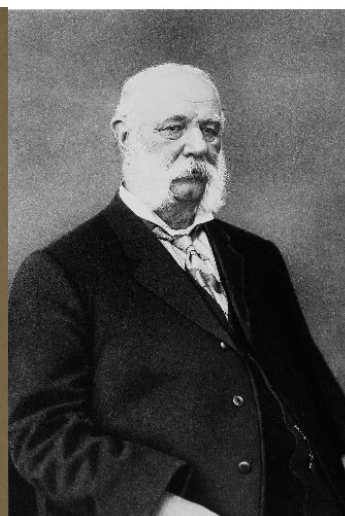
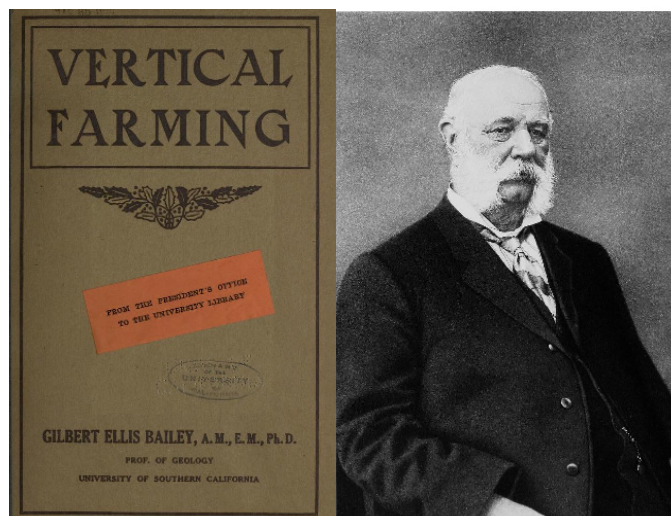
هزینه اصلی اداره یک مزرعه ناشی از به کارگماردن نیروی‌های انسانی است که برای استفاده در طول چرخه عمر محصول به آن نیاز دارید. خودکارسازی کلی یا جزئی فرآیندها در کاشت، تیمار و برداشت محصول، هزینه مصرف منابع را کاهش می‌دهد و از خطاهای عمومی انسانی جلوگیری می‌کند.

### دام‌پروری بهتر

حسگرهایی که در قلاذه دام قرار می‌گیرند، می‌توانند بیماری‌ها، چرخه‌های تولیدمثل و رویدادهای سلامتی را زودتر در حیوانات تشخیص دهند. علاوه بر این، ویژگی

ایده کشاورزی عمودی را مطرح کرد (تصویر ۱) که ابتدا بر کشاورزی بر روی بام ساختمان‌ها تاکید داشت (بایلی، ۱۹۱۵).

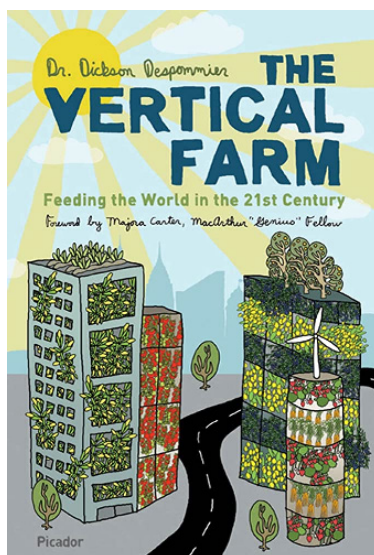
بدون خاک است، مثل: آبکشت<sup>۱</sup>، هواکشت<sup>۲</sup> و آبی کشت<sup>۳</sup>. دکتر گیلبرت آلیس بایلی<sup>۴</sup> در سال ۱۹۱۵ و برای نخستین بار



تصویر ۱. دکتر گیلبرت آلیس بایلی بانی کشاورزی عمودی و کتاب او

مزرعه عمودی برابر با ۳۰ جریب مزرعه معمولی است (دسپومیر، ۲۰۱۱). چین و هند، پرجمعیت‌ترین دو کشور جهان، برای چاره‌جویی و رفع معضل محدودیت زمین و گرسنگی از او دعوت کردند (تصویر ۲).

اما دکتر دیکسون دسپومیر<sup>۵</sup>، استاد میکروبی‌شناسی و بهداشت عمومی دانشگاه کلمبیا در سال ۱۹۹۹ مفهوم نوین کشاورزی عمودی را ارائه داد. او ایده کشاورزی عمودی را با موفقیت رواج داد و اعلام کرد که عملکرد تولید یک جریب<sup>۶</sup>



تصویر ۲. دکتر دیکسون دسپومیر پدرخوانده کشاورزی عمودی و کتاب او

1. Hydroponics
2. Aeroponics
3. Aquaponics
4. Gilbert Ellis Bailey
5. Dickson Despommier
6. acre

استفاده نکردن از سموم و آفت کش ها و عملکرد چندین برابر در واحد سطح از جمله مزایای این نوع کشت است که در کشور ما هنوز چندان به آن توجه نشده است (تصویر ۳).

صرفه جویی در استفاده از آب و خاک، کشت در طول سال، حفاظت از محصولات در برابر شرایط جوی با ایجاد محیط امن، افزایش ارزش تغذیه‌ای و تولید محصولات ارگانیک به دلیل



تصویر ۳. کشت عمودی، کشت آینده

شرکت مزارع هوایی<sup>۱</sup> واقع در نیوجرسی ایالات متحده که در زمینه کشاورزی عمودی در بین شرکت‌های دیگر پیشرو است، با بهره‌گیری از نورپردازی ال ای دی و نظام هواکشت، تا ۹۵ درصد در استفاده از آب صرفه جویی کرده و از هیچ آفت کشی نیز استفاده نکرده است. به این شیوه، این شرکت برای کلان شهر نیویورک، سالانه ۱۰۰۰ تن محصول تازه تولید می‌کند (تصویر ۴ و ۵).

استفاده از روش کشاورزی عمودی راهکار مناسبی برای حل مشکل کمبود آب است، چراکه صرفه جویی در آب از مهم ترین مزایای کشاورزی عمودی است. صرفه جویی آب در بخش کشاورزی که بیشترین مصرف و اتلاف منابع آبی کشور ما را به خود اختصاص داده است، راه حل و تحولی عظیم در رفع این بحران خواهد بود؛ امری که رفته رفته ناگزیر می‌نماید و هم اکنون در مناطقی از جهان بدان مبادرت ورزیده‌اند. به عنوان مثال،



تصویر ۴. برج‌های در حال رشد عمودی در شرکت مزارع هوایی در نیوجرسی ایالات متحده، ژوئن ۲۰۱۷



تصویر ۵. استفاده از نورپردازی ال ای دی در شرکت مزارع هوایی

داد، به جز مصاحبه و همایش تاکنون به طور جدی و عملی بدان اقبالی نشان نداده و حمایتی نکرده است.

### نتیجه گیری

محدودیت زمین هم‌زمان با افزایش جمعیت، نیروی ویرانگر فزاینده کشاورزی بر بوم‌سازگان‌های جهان، تغییر اقلیم، کودها و سموم کشاورزی که با آلودگی شیمیایی محصول و آب و خاک برای سلامت بشر و محیط زیست خطرات جدی به وجود آورده‌اند، کشاورزی را به فعالیتی پر مخاطره تبدیل کرده است. رویکرد کشاورزی هوشمند، چاره‌جویی بشر برای رفع چالش‌های موجود برای تأمین غذا و بحران‌های آب، غذا و زیست‌محیط پیش‌روست که از امتیازاتی برخوردار است مانند: صرفه‌جویی در استفاده از آب و خاک، کشت در طول سال، حفاظت از محصولات در برابر شرایط جوی با ایجاد محیط امن، عملکرد تولید بالاتر، افزایش ارزش تغذیه‌ای و تولید محصولات ارگانیک به دلیل استفاده نکردن از سموم و آفت‌کش‌ها و نظارت از راه دور. برای حل مشکل جدی محدودیت زمین به‌ویژه در کشور ما که با پدیده خشک‌سالی و کاهش منابع آبی و نیز افزایش جمعیت روبرو است، کشاورزی

همچنین، شرکت کشت آلاچیقی<sup>۱</sup> که در نیوجرسی نیز شعبه دارد، از نظام آبکشت عمودی استفاده می‌کند؛ فناوری‌ای که در آن از محلول‌های مغذی آب پایه به جای خاک استفاده می‌شود. جمی و مری باروز<sup>۲</sup> نیز دو کارآفرین برتر و محقق حوزه اقتصاد سلامت هستند که در سال ۲۰۱۶ و با هدف مبارزه با گرسنگی و حفاظت از زمین سبز، ایده کارآفرینی خود را به شکل یک شرکت نوپا<sup>۳</sup> با نام «آینده عمودی»<sup>۴</sup> در لندن تأسیس کردند. این شرکت نوپا برنامه‌ای نرم‌افزاری به نام دیانا<sup>۵</sup> طراحی کرده است که نظارت ابری فضای زیرکشت، خود کارسازی کشت با استفاده از مشخصه‌های هر گیاه و نظارت لحظه‌ای کشاورز بر محصول تا زمان برداشت را ممکن می‌کند. این فناوری‌ها علاوه بر افزایش کارآمدی صنعت کشاورزی، انتشار کربن را نیز کاهش می‌دهند. در حال حاضر، این شرکت نوپا در ایرلند، شمال ایتالیا و انگلیس در حال توسعه فزاینده است. به این شیوه نوین، سطح زیرکشت در مناطق یادشده بسیار افزایش یافته است. بسیاری از کشورها از جمله فرانسه، بلژیک و سنگاپور نیز برای برگزاری دوره‌های آموزشی و اجرایی متخصصان این شرکت برای کشاورزان کشور خود درخواست داده‌اند.

در کشور ما عمدتاً بخش خصوصی و شرکت‌های نوپا که به استفاده از روش‌های علمی و هوشمند در کشاورزی تمایل دارند، به کشاورزی عمودی روی آورده‌اند. اما بخش دولتی که از سال ۱۳۸۸ اجرای «طرح کشاورزی هوشمند» در سال آینده را وعده

1. Bowery Farming Co.

2. Jamie and Marie-Alexandrine Burrows

3. Startup

4. Vertical Future

5. Diana

برای فرهنگ‌سازی آن از معاونت آموزش و ترویج سازمان یاری خواست.

### منابع

- اکبرنژاد، الهه (۱۴۰۰). تولید ۴۰۰ درصد محصول بیشتر با کشاورزی عمودی: گفتگو با مدیرعامل شرکت ره پویش راد. *دنیای اقتصاد*، شماره ۵۲۹۷. بازیابی: ۲۸ بهمن ۱۴۰۱، از: <https://donya-e-eqtasad.com>
- غلامی مهرآبادی، شهریار (۱۴۰۰). *مزارع عمودی راه نجات کشاورزی؟* مصاحبه با بنیان‌گذار استارت‌آپ اسمایلی فارم. بازیابی: ۳۰ بهمن ۱۴۰۱، از: <https://karangweekly.ir>
- نویخت، عباسعلی (۱۴۰۱). ایجاد سالی یک‌میلیون هکتار بیابان در کشور. *خبرگزاری ایسنا*. بازیابی: ۱۴/۱۲/۱۴۰۱. از: <https://www.isna.ir>
- Bailey, Gilbert Ellis (1915). *Vertical Farming*. Wilmington, Delaware, E. I. du Pont de Nemours powder co. 69 p.
- Birkby, Jeff (2016). *Vertical Farming*. National Center for Appropriate Technology (NCAT). 12 p. Retrieved Feb 21, 2023 from <https://attra.ncat.org/publication/vertical-farming>
- Despommier, Dickson (2011). *The Vertical Farm: Feeding the World in the 21st Century*. Picador Publishing, New York. 336 p.

هوشمند راهکار کشاورزی عمودی را ارائه داده است. علاوه بر داشتن مزایای یادشده کشاورزی هوشمند، عملکرد تولید چندین برابری در واحد سطح و کاهش هزینه‌های عملیاتی از مزایای دیگر این نوع کشت است که می‌تواند تحولی اساسی را در رفع بحران‌ها ایجاد کند اما در کشور ما هنوز با اقبال چندانی روبرو نشده است.

### توصیه‌ها

عملیات کشاورزی عمودی به سرمایه زیادی نیاز دارد. در کشور ما به علت قیمت تمام‌شده بیشتر و جان‌نیفتادن فرهنگ هوشمندسازی برای بهره‌وری بالا، فعالیت‌ها در این حوزه ناچیز است. بزرگ‌ترین چالش در مسیر هوشمندسازی، قیمت اقلام وارداتی است. تغییر قیمت‌ها آزاردهنده است و چون قابل پیش‌بینی هم نیست، محصول نهایی را با نوسان قیمت زیادی روبرو می‌کند. مشکل دیگر به جامعه کشاورز، گلخانه‌دار و دامدار برمی‌گردد که در مقابل فناوری‌های جدید و تغییر روش مقاومت زیادی نشان می‌دهند (غلامی مهرآبادی، ۱۴۰۰). مدیرعامل شرکت ره‌پویش راد نیز اعلام کرده است که با استفاده از اینترنت اشیاء و کشت عمودی ۴۰۰ درصد محصول بیشتر تولید می‌شود و مصرف آب تا ۹۵ درصد و مصرف کود تا ۶۰ درصد کاهش می‌یابد. همچنین می‌توان سموم دفع آفت‌ها و قارچ‌ها را نیز حذف کرد. در نتیجه، می‌توان با منابع و امکانات کمتر به محصول بیشتر اما با قیمت کمتر دست یافت و این به معنای تأمین امنیت غذایی جهان است (اکبرنژاد، ۱۴۰۰).

بنابراین و بنا بر امتیازات پیش‌گفته، برای اشاعه و گسترش این روش و راهکار نوپای کشاورزی عمودی در کشور، دولت و نهادهای مسئول آن مانند وزارت جهاد کشاورزی و سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی باید از این راهکار نوین حمایت کنند. برای پشتیبانی اقتصادی و حمایت مالی می‌توان از معاونت برنامه‌ریزی و امور اقتصادی وزارت جهاد کشاورزی و سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی و



## Vertical Farming, a Solution from Smart Agriculture for Land Crisis

**Hooshang Hakimi**

*Faculty member of Khuzestan Research and Education Center of Agriculture and Natural Resources, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ahvaz, Iran. Email: h.hakimi@areeo.ac.ir*

### **Abstract**

Mankind is facing great problems and challenges in agriculture to provide food: the limitation of land at the same time as the population grows up, the increasing destructive force of agriculture on the world's ecosystems, climate change that has turned agriculture into a risky activity, chemical fertilizers and agricultural toxins that are polluting the crop, water and soil have caused serious risks to human health and the environment. Vertical smart agriculture approach is a human solution to solve existing challenges and future crises. This type of agriculture focuses on the use of data and automation in managing farm activities to save water and soil resources and time while increasing farm productivity. Cultivation throughout the year, protection of crops against atmospheric conditions by creating a safe environment, increasing nutritional value and production of organic products due to the lack of use of poisons and pesticides, remote monitoring and reduction of operating costs are the other its advantages. Smart agriculture has presented the solution of vertical (layered) agriculture for the serious problem of land (space) limitation especially in our country which is facing drought and reduction of water resources.

**Keywords:** smart agriculture, precision agriculture, vertical agriculture, layered agriculture.