

راهکارهای بومی‌سازی فناوری‌های نوین صنعت باغبانی ایران^۱

مرتضی خوشخوی^۲، کورش وحدتی، حسن صالحی، مجید عزیزی، سعید عشقی، مریم حقیقی،

وازگین گریگوریان و عنایت اله تفضلی^۳

چکیده

با پیشرفت دانش بشر و پدید آمدن فناوری نوینی به نام اینترنت اشیا، انقلابی بزرگ در همه رشته‌ها به وجود آمد. صنعت کشاورزی از این پدیده کنار نماند و فناوری‌هایی جدید در این زمینه به عنوان تکنوکشاورزی پدید آمدند. علوم باغبانی به عنوان یکی از زیربخش‌های بخش کشاورزی نیز تأثیرپذیری زیادی از پیشرفت فناوری داشته است. مهم‌ترین فناوری‌های نوین که در صنعت باغبانی تأثیرگذار بوده‌اند، حسگرها، روبات‌ها و پهپادها، فناوری‌های نوین پس‌برداشت و بسته‌بندی، زیست فناوری و بهنژادی، انرژی هسته‌ای، نانوفناوری، فناوری گلکاری عمودی و سیستم‌های ضدتگرگ هستند. در این مقاله، پس از شرح این فناوری‌ها، به آسیب‌شناسی آن‌ها و همچنین به جایگاه فناوری‌های نوین در صنعت باغبانی ایران پرداخته می‌شود و در پایان، راهکارها و پیشنهادها برای بومی‌سازی فناوری‌های نوین در صنعت باغبانی ارائه می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: اینترنت اشیا، انرژی هسته‌ای، بهنژادی، تکنوکشاورزی، نانوفناوری.

مقدمه

با پیشرفت دانش بشری و پدید آمدن فناوری جدیدی به نام اینترنت اشیا، انقلابی بزرگ در همه رشته‌ها به وجود آمد. صنایع مختلف دچار تغییرهایی شدند و ابزارها و روش‌های نوین جایگزین ابزارها و روش‌های پیشین شدند. صنعت کشاورزی از این پدیده کنار نماند و فناوری‌های جدیدی در این زمینه به عنوان تکنوکشاورزی پدید آمدند (بی‌نام، ۱۳۹۹). در این راستا، پژوهشی در گروه علوم کشاورزی فرهنگستان علوم انجام شد (شریفی و مهدوی، ۱۴۰۲) و فناوری‌های نوین در کلیه رشته‌های کشاورزی از جمله رشته آبیاری (بذرافشان و همکاران، ۱۴۰۱) بررسی شدند.

علوم باغبانی، یکی از زیربخش‌های ارزآور بخش کشاورزی، با مزیت نسبی زیاد است که تأثیرپذیری زیادی از پیشرفت فناوری داشته است. در سال‌های اخیر، فناوری‌های نوین اطلاعات کشاورزی^۴ و فناوری‌های مدیریت دقیق^۵ توانسته‌اند اطلاعات، دقت، هوشمندسازی و مکانیزاسیون را به مدیریت نوین تولید اضافه کنند. نمونه‌های بسیاری وجود دارند که ثابت می‌کنند با توسعه و استفاده از فناوری دقیق کشاورزی، کارایی تولید محصول‌های باغبانی به‌طور معنی‌داری افزایش یافته، از

۱- تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۸/۲۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۱

بخشی از طرح «بررسی فناوری‌های نوین بوم‌سازگار در کشاورزی و منابع طبیعی» گروه علوم کشاورزی فرهنگستان علوم ج.ا. ایران.

۲- نویسنده مسئول، پست الکترونیک: mkhoshkhui@yahoo.com

۳- اعضای شاخه علوم باغبانی فرهنگستان علوم ج.ا. ایران و به ترتیب، استادان دانشگاه شیراز، دانشگاه تهران، دانشگاه شیراز، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشگاه شیراز، دانشیار دانشگاه صنعتی اصفهان و استادان دانشگاه تبریز و دانشگاه شیراز.

4. Modern agricultural information technologies

5. Precision management technologies

هزینه تولید و آلودگی ناشی از فعالیتهای باغبانی کاسته شده و رقابت در بازار این محصولات به طور چشمگیری افزوده شده است. برای نمونه، سیستمهای پشتیبانی تصمیم‌گیری از راه دور^۱ توانسته‌اند راهنمای علمی و کاربردی برای زمان دقیق کارهای باغبانی با در نظر گرفتن شرایط اقلیمی در کل دوره تولید تعیین کنند (Deng et al., 2015). در این مقاله، به بخش‌هایی از فناوری‌های نوین در علوم باغبانی اشاره می‌شود و پس از آن، آسیب‌شناسی فناوری‌های نوین در صنعت باغبانی، سپس جایگاه فناوری‌های نوین در صنعت باغبانی ایران و سرانجام، راهکارها و پیشنهادهای بومی سازی فناوری‌های نوین در صنعت باغبانی شرح داده می‌شوند.

فناورهای نوین

۱- حسگرها

فناوری تصویربرداری بر پایه طیف‌سنجی با بهره‌گیری از روش‌های گوناگون از جمله شبکه عصبی^۲، جداسازی تجزیه خطی^۳، خوارزمیکها (الگوریتم‌های) تطبیقی تصویر^۴ و مانند این‌ها، شرایط را برای تشخیص برگ‌های سالم و آلوده به آفت و بیماری فراهم می‌کنند (Zhiyun et al., 2015). از این روش در حال حاضر در باغ‌ها، خزانه‌کاری‌ها و گلخانه‌های دنیا برای تشخیص انواع آفت و بیماری استفاده می‌شود. از دیگر کاربردهای فناوری‌های نوین در باغبانی، استفاده از حسگرهای هوشمند تعیین وضعیت تغذیه‌ای گیاهان است. این حسگرها بر پایه طیف‌سنجی و تفسیر تصویرها طراحی شده‌اند. نوع‌های گوناگون حسگرها در بخش باغبانی به ویژه در تولید محصولات گلخانه‌ای کشور به کار می‌روند (جمشیدی، ۱۳۸۹). برخلاف صنعت گلخانه، پژوهش‌ها و استفاده از حسگرها در دیگر بخش‌های باغبانی محدود به برخی از باغ‌های تجاری و مراکزهای تولید نهال برای تعیین وضعیت رطوبت خاک است. این در حالی است که پتانسیل‌های زیادی برای استفاده از این حسگرها در بخش میوه‌کاری نه تنها برای تشخیص وضعیت رطوبت خاک و شرایط تغذیه باغ وجود دارد، بلکه با استفاده از حسگرها امکان ردیابی و تشخیص آفت‌ها و بیماری‌ها، تعیین وضعیت دمایی باغ و تعیین شاخص بلوغ میوه وجود دارد. با توجه به ضرورت افزایش بهره‌وری آب در باغ‌ها، امکان استفاده از حسگرهای پایش خاک برای اندازه‌گیری رطوبت خاک فراهم شده است. بهره‌گیری از این فناوری‌های نوین و جمع‌آوری و ارسال خودکار داده‌ها، گامی اساسی برای دستیابی به کشت هوشمند سبزی‌ها و گل‌ها و گیاهان زینتی و حتی گیاهان دارویی است. در این راستا، انتخاب محل دقیق نصب حسگرها بسیار پراهمیت است (Groher et al., 2020). با استفاده از حسگرهای هوشمند، اطلاعاتی مانند مقدار رطوبت، مقدار آب مورد نیاز محصول، مقدار بارندگی، و اطلاعات ریزاقلیم جمع‌آوری می‌شود و منطقه مناسب برای کشت گلخانه‌ای هر محصول در منطقه‌های مناسب و اقتصادی در ایران مشخص می‌گردد (Hemming et al., 2020). می‌توان آلودگی محصولات و خاک را در محصولات اصلی شهرهای گلخانه‌ای ایران بررسی کرد تا برنامه‌ریزی درست به منظور تغذیه و مبارزه با آفت‌ها و بیماری‌ها امکان‌پذیر شود به گونه‌ای که بتوان مقدار تغذیه، آبیاری، سم‌پاشی و دیگر نیازهای محصولات عمده گلخانه‌ها را جمع‌آوری و برنامه‌ای هوشمند برای هر محصول تعریف کرد (Hemming et al., 2019).

1. Remote decision support system

2. Neural network

3. Linear discriminant analysis

4. Normalized product correlation image matching algorithm

۲- روبات ها و پهپادها

پهپادها کاربردهای گوناگونی در صنعت باغبانی دارند که از جمله آنها می توان به تصویربرداری های هوایی، کوددهی، سم پاشی و گرده افشانی اشاره کرد. Lopez-Granados گزارش کرد که از پهپاد به صورت تجاری برای گرده افشانی باغ های سیب در آمریکا استفاده می شود. برداشت مکانیزه میوه با روبات ها با دقت، سرعت و کارایی زیاد توسعه یافته است (Jia et al., 2020). با بهره گیری از این فناوری می توان باغ های میوه، به ویژه باغ های در ابعاد گسترده را از نظر وضعیت آب، تغذیه، آفت و بیماری ها پایش کرد. پهپادها همچنین می توانند تولیدکنندگان درختان میوه را برای گرده افشانی مصنوعی و افزایش مقدار تولید یاری کنند. با خودکارسازی تولید می توان از روبات ها برای بهینه سازی تولید در گلکاری هوشمند و کارهایی مانند پیرایش درختان و درختچه های زینتی نیز بهره برد (Vasenev et al., 2014, Ku, 2020).

۳- فناوری های نوین پس برداشت و بسته بندی

سردخانه های با شرایط کنترل شده، ماشین های مکانیزه شستشو، درجه بندی و بسته بندی میوه ها از جمله دستاوردهای فناوری نوین در صنعت میوه کاری است. بهره گیری از حسگرهای صوتی، ارتعاشی و جرمی و تبدیل داده های آن با استفاده از شبکه عصبی به سیگنال های قابل بررسی برای درجه بندی میوه های سیب از جمله کاربردهای فناوری های نوین در درجه بندی میوه است. دستگاه سفتی سنج صوتی (Tiplica et al., 2015)، چکش الکتریکی (Homer et al., 2010) و سفتی سنج (Blanke, 2013) از جمله ابزارهای فناوری های نوین پس برداشت میوه هستند.

۴- زیست فناوری و بهنژادی

بهنژادی سنتی روشی مطمئن و پایدار برای تغییر ژنتیکی گیاهان است، ولی در بسیاری از موردها روشی است زمان بر و دشوار. این دشواری ها در مورد درختان میوه که چرخه بهنژادی طولانی دارند، نمود بیشتری دارد. با پدیدار شدن دانش زیست فناوری و توسعه روزافزون آن، تحولی شگرف در بهبود ژنتیکی درختان میوه ایجاد شده است. با کمک فن های نو، برنامه اصلاح درختان میوه هدفمندتر و بسیار سریع تر شده و امکان دستیابی به رقم ها و پایه های تجاری در بازه زمانی کوتاه تر فراهم آمده است. نشانگرهای مولکولی، انتقال ژن و تولید گیاهان تراژن، پیشرفت روش های توالی یابی و ویرایش ژنوم از مهم ترین روش های زیست فناوری است که به کمک بهنژادگران درختان میوه آمده است تا بتوانند برنامه های بهنژادی هدفمندتر و دقیق تر را به پیش ببرند. افزون بر این ها، با استفاده از این فن ها، امکان تعدیل پیامدهای منفی ناشی از پدیده تغییر اقلیم وجود دارد (Dalla Costa et al., 2017). استفاده از نسل جدید توالی یابی برای پیشبرد هدف های بهنژادی (Arab et al., 2019) از مهم ترین کاربردهای زیست فناوری در برنامه های بهنژادی درختان میوه در کشور است. تولید رقم های مقاوم به شوری و تنش های محیطی، تولید میوه های بدون هسته، مبارزه با آفت ها، تولید رقم های پرمحصول و حفظ ذخیره های ژنتیکی، تقویت صفات های زودرسی و دیررسی، بهنژادی رقم های جدید از دیگر هدف ها در بهنژادی درختان میوه هستند (Khalid, 2021). اکنون با بهره گیری از کشت بافت و ریزافزایی، تولید گل های یکسان و یک شکل بدون بیماری در زمانی به نسبت کوتاه میسر است (Chandler & Brugliera, 2011).

۵- انرژی هسته ای

فناوری هسته ای این امکان را فراهم می کند تا کمیت و کیفیت محصول های کشاورزی افزایش یابد و از بروز برخی تنش های غیرزیستی و زیستی جلوگیری شود. در واقع، با بهره گیری از فناوری هسته ای این امکان فراهم می شود که بتوان هم کیفیت محصول های تولیدی و هم مقدار محصول را افزایش داد. افزون بر این، فناوری می تواند رسیدن میوه را به تأخیر

اندازد و با ایجاد جهش، تنوع ژنتیکی لازم را برای بهنژادی فراهم کند (Mohan Jain, 2000). استفاده از انرژی هسته‌ای در مدیریت آب و خاک و تغذیه، کنترل آفت و بیماری، اصلاح ژنتیکی، معرفی پایه‌های متحمل به تنش‌های نازیوا از جمله کاربردهای این فناوری در باغبانی در کشور است. تنها چالش استفاده از این فناوری، وجود پرتوهای رادیواکتیو زیانبار برای سلامت انسان و هزینه اولیه زیاد است. با این همه، با توجه به افزایش تقاضا برای غذا و از سوی دیگر پیامدهای منفی پدیده تغییر اقلیم، بیشینه استفاده از دانش و فناوری هسته‌ای در ایران ضرورت دارد (صدفکردار و همکاران، ۱۳۹۴).

۶- نانوفناوری

نانوکودها، نانوسم‌ها، و نانوحسگرها از جمله کاربردهای این فناوری در باغبانی به ویژه برای بسته‌بندی در صنعت میوه‌کاری است (امیری و بهمنش، ۱۳۸۹). این حسگرها دربرگیرنده ترکیب‌های زیستی مانند یک یاخته، آنزیم یا آنتی‌بادی متصل به یک مبدل انرژی هستند و می‌توانند تغییرهای ایجاد شده در مولکول‌های پیرامون خود را گزارش دهند. این گزارش‌ها توسط پیام‌هایی دریافت می‌شوند که مبدل انرژی به تناسب با مقدار آلودگی تولید می‌کند. بنابراین، اگر تجمع زیادی از عامل بیماری در پیرامون این حسگرها وجود داشته باشد پیام‌های قوی فرستاده می‌شوند. ارزیابی حضور آلاینده‌ها در محیط توسط حسگرها در چند دقیقه میسر است، اما با استفاده از روش‌های رایج دستکم ۴۸ ساعت زمان برای تشخیص نیاز خواهد بود (Al-Hchami & Alrawi, 2020)، اما با توجه به اندازه بسیار کوچک این نانوذره‌ها که از ویژگی مهم آن‌ها است و می‌تواند سلامتی و محیط زیست و گیاهان را تهدید کند (اندیشمند، ۱۳۹۳)، لازم است پیامدهای استفاده از این فناوری از جنبه زیست-محیطی نیز مورد توجه قرار گیرد.

۷- بسپارهای اِ فِراجاذب

ایران در منطقه خشک و نیمه خشک دنیا قرار دارد و همواره با مشکل کمبود آب رو به رو بوده است. بسپار فِراجاذب نوع جدیدی از مواد بسپاری کاربردی است که به دلیل ساختار ویژه و خاصیت جذب و حفظ آب، دارای دامنه کاربردی گسترده‌ای است و می‌تواند به مقاومت درخت، در برابر خشکسالی کمک کند و نیز می‌تواند به بهبود خاک و حفاظت از محصول، بهبود خاک و همچنین در کاهش مصرف آب در کشاورزی بسیار اثرگذار باشد (Xi & Zhang, 2021).

۸- استفاده از فناوری گلکاری عمودی

به فناوری گلکاری عمودی با تولید برق بیشتر در کشور می‌توان در فضای کم در شهرها، دست یافت (Ku, 2020, Dmitriy & Alevtina, 2019). بومی‌سازی این روش در بسیاری از شهرهای کشور برای ایجاد شغل مناسب برای جوانان آماده به کار در مکان‌هایی می‌تواند سودمند باشد که قابل استفاده برای سایر فعالیت‌های کشاورزی نیستند. دولت می‌تواند با دادن وام‌های کم‌بهره به دانش‌آموختگان کشاورزی یا سایر علاقه‌مندان در سراسر کشور، نقش مهمی در این مورد داشته باشد.

۹- سیستم‌های ضد تگرگ

این سیستم با استفاده از گاز مایع و بر اثر شلیک‌های پی در پی و با ایجاد ارتعاش‌های صوتی و گرمایی، یاخته‌های هسته مرکزی مولکول‌های دانه تگرگ را در داخل ابر تگرگ‌زا می‌شکند و به باران تبدیل می‌کند. در واقع، سیستم ضدبارش تگرگ این امکان را به وجود می‌آورد که پیش از بارش تگرگ و با پیش‌بینی وضع هوا و مشاهده ابرها، با تبدیل تگرگ به باران، از خسارت‌های احتمالی پیشگیری کند.

آسیب شناسی فناوری های نوین در صنعت باغبانی

مقدار استفاده از فناوری های نوین در کشورهای مختلف متفاوت است. به طور کلی، کشورهای پیشرو در صنعت کشاورزی از دامنه وسیع تری از حسگرها استفاده می کنند و ارتباط مستقیمی بین مقدار استفاده از این فناوری و پیشرفت کشاورزی وجود دارد (Chokkareddy *et al.*, 2019). بررسی ها نشان می دهند که حسگرها، افزون بر کاهش نیروی کار و هزینه تولید، توانسته اند چالش های تغییر اقلیم و آلودگی آب و محیط زیست و پسماند سم های دفع آفت را کاهش دهند (Anonymous, 2020). بهره گیری از روبات ها به عنوان فناوری نوظهور در بخش کشاورزی هنوز پیشرفت کامل نیافته است ادغام بسیاری از سیستم های الکترونیک در یک روبات، قابلیت اطمینان آن را کاهش و هزینه آن را افزایش می دهد. در حال حاضر شرکت های بزرگی به ویژه در کشورهای پیشرو، در زمینه راه اندازی ناوگان روبات ها، کاهش هزینه ها و افزایش ضریب اطمینان آن ها برای زیربخش های مختلف کشاورزی از جمله باغبانی کارا هستند (Emmi *et al.*, 2014). این فناوری در سال های اخیر، رشد فزاینده ای داشته است. مکانیزاسیون و خودکارسازی بخش های مختلف تولید میوه به سرعت در حال توسعه است و این موضوع سبب افزایش سرعت کار کاربرها، نیاز به نیروی کار کمتر، پایین آوردن و متمرکزسازی هزینه تولید و سروسامان دادن بهتر امور مدیریت داشت، برداشت و پس برداشت می شود (Jia *et al.*, 2020). یکی از کاربردهای این پهپادها، پایش کشتزارها و باغ ها است.

پیش بینی می شود افزایش تولید میوه و افزایش تقاضا برای میوه های تازه در سراسر جهان موجب رشد بازار بسته بندی میوه شود. افزون بر این، انتظار می رود رشد صنعت بسته بندی به رشد بازار بسته بندی میوه نیز دامن بزند. توسعه این صنعت موجب شده است که نه تنها هزینه نگهداری کاهش یابد، بلکه مقدار هدرروی پس برداشت میوه ها و سبزی ها به طور معنی داری کمتر شود. کنترل دما، استفاده از خنک کننده ها، کنترل رطوبت، عایق بندی و تغییر اتمسفر انبار، نانوکامپوزیت ها، استفاده از پوشش های خوراکی، بسته بندی ضد میکروبی از جمله پیشرفت های فناوری بسته بندی میوه ها، سبزی ها و گل ها است. پیشرفت روز افزون فناوری های زیستی تحولی شگرف در بهبود ژنتیکی گیاهان باغبانی و درختان میوه ایجاد کرده است. با کمک این فناوری ها نه تنها اصلاح گیاهان کارآمدتر شده است، بلکه سرعت زیاد، هدفمندی و دقت زیاد سبب شده تا امکان معرفی رقم های پرمحصول مهیا شود و از پتانسیل ژنتیکی گیاهان برای چیرگی بر پیامدهای منفی ناشی از تغییر اقلیم نیز بهره گیری شود (Dalla Costa *et al.*, 2017).

در سال های اخیر، مواد رادیواکتیو به کمک بررسی های کشاورزی شتافت و انقلابی عظیم در کشاورزی به وجود آورد. عنصرهای رادیو اکتیو در بیشتر رشته های کشاورزی از جمله مدیریت آب و خاک و تغذیه، بهنژادی، معرفی پایه های متحمل به تنش های غیرزیستی، دامپروری، کنترل آفت ها، صنایع غذایی و محیط زیست استفاده شده اند. ردیابی کودها و عنصرها در داخل خاک و گیاه به کمک ایزوتوپ ها، ایجاد جهش و پرتوتابی برای بهبود کیفیت پس برداشت میوه و سبزی ها از جمله کاربردهای این فن است که سبب شده تا توجه به این فن در سال های اخیر به سرعت افزایش یابد. برای نمونه، در سال های اخیر از مواد شیمیایی به منظور نگهداری مواد غذایی استفاده می شد که نه تنها برای مصرف کنندگان، بلکه برای محیط زیست زیانبار بود. استفاده از پرتو دهی محصول های کشاورزی به عنوان یک روش بی خطر سترون کردن، در بیشتر کشورهای جهان متداول شده است (Charlton, 2019). هر چند این فن سودمندی های بسیار زیادی برای بخش کشاورزی به همراه دارد، اما وجود پرتوهای زیانبار رادیواکتیو، برای سلامت انسان و هزینه اولیه زیاد، از مهم ترین چالش های این صنعت در جهان و از جمله ایران است.

بررسی اثر فناوری‌ها نشان می‌دهد که فناوری نانو می‌تواند اثری شگرف بر بخش‌های گوناگون اجتماعی، اقتصادی، محیط‌زیست، و امنیت غذایی داشته باشد. توجه به نانوفناوری و پیشرفت آن در جهان بسیار مطلوب است، اما آسیب‌شناسی این فناوری نیز بسیار با اهمیت است. ابعاد نانو ذره‌ها به دلیل ریز بودن در مقیاس‌های کوچک می‌توانند خطرهای جدی برای درختان و به‌طور کلی محصول‌های کشاورزی ایجاد کنند و تهدیدی بالقوه برای محیط زیست و سلامت انسان باشند.

جایگاه فناوری‌های نوین در صنعت باغبانی ایران

۱- حسگرها

در ایران از انواع مختلف حسگرها در بخش باغبانی به ویژه در تولید محصول‌های گلخانه‌ای بهره‌گیری می‌شود (جمشیدی، ۱۳۸۹). برای خودکارسازی گلخانه‌های کشور، باید از انواع مختلف حسگرهای ترمومتر، رطوبت سنج، فتوسل و حسگرهای سنجش گاز دی‌اکسید و مونوکسید کربن، حسگرهای کنترل آب و تغذیه استفاده شود (امیدوار و شفایی، ۱۳۸۳؛ جهان‌بین و همکاران، ۱۳۹۴؛ زارعی و عزیزی، ۱۳۹۴). با استفاده از حسگرها، امکان ردیابی و تشخیص آفت و بیماری‌ها، تعیین وضعیت دمایی باغ و تعیین شاخص بلوغ میوه وجود دارد. با توجه به ضرورت افزایش بهره‌وری آب در باغ‌ها، امکان استفاده از حسگرهای پایش خاک برای اندازه‌گیری رطوبت خاک وجود دارد. در این راستا، گزینش محل دقیق نصب حسگرها بسیار مهم است. رادیوم (۱۳۹۸) با پردازش تصویرهای ماهواره‌ای و سیستم اطلاعات جغرافیایی برای مکان‌یابی محل نصب حسگرهای پایش زمینی در سطح باغ‌های پسته در شهرستان زرننده، استان مرکزی استفاده کرد و گزارش داد که تصویرهای ماهواره‌ای به خوبی می‌توانند کمبود اطلاعات از سطح زمین‌های کشاورزی را مرتفع سازند.

۲- روبات‌ها و پهپادها

با توجه به کاهش هزینه تولید، صرفه‌جویی در نیروی کار و تسریع در فعالیت‌های مدیریت باغ‌ها، استفاده از روبات‌ها در باغبانی در حال توسعه است. مشابه حسگرها، استفاده از روبات‌ها در گلخانه با سرعت بیشتری در حال توسعه است و این موضوع در ایران نیز صادق است (مسعودی، ۱۳۹۴). در زمینه استفاده از روبات‌ها در صنعت باغبانی و به ویژه تولید درختان میوه در کشور بررسی‌های محدودی شده است. در زمینه استفاده از روبات‌ها در برداشت میوه گوجه‌فرنگی و کشت بذر گوجه فرنگی نیز بررسی‌ها محدود است (محمدی‌پور و همکاران، ۱۳۹۲؛ قضاوتی و همکاران، ۱۳۹۴) درحالی که از روبات‌ها در جهت‌های گسترده‌ای در صنعت باغبانی برای عملیاتی مانند هرس کردن، وجین کردن، سمپاشی، پایش و برداشت می‌توان بهره‌گیری کرد.

۳- فناوری‌های نوین پس‌برداشت و بسته‌بندی

یکی از فناوری‌های نوین در بخش باغبانی و میوه‌کاری فناوری‌های پس‌برداشت و بسته‌بندی است که خوشبختانه بررسی‌های گسترده‌ای در زمینه استفاده از این فناوری‌ها مانند بسته‌بندی میوه‌ها و سبزی‌ها و گل‌ها در اتمسفر تغییر یافته (MAP) و استفاده از انبارهای با اتمسفر کنترل شده (CA) صورت گرفته است (فخاریان و همکاران، ۱۳۸۷؛ گنجی، ۱۳۸۹؛ کاشانی نژاد و صداقت، ۱۳۹۲؛ دوستی و صداقت، ۱۳۹۶). مقدار هدرروی پس‌برداشت در کشور بیشتر از میانگین جهانی است. در سال‌های اخیر، به‌منظور دستیابی به فناوری‌ها و تیمارهای پس‌برداشتی نوین برای حفظ کیفیت و افزایش عمر انباری محصول‌های باغبانی در نگهداری در انبار پژوهش‌های چشمگیری انجام شده است که برخی از آن‌ها دربرگیرنده تیمارهای نیتریک اکسید

و ملاتونین، اسانس های گیاهی، پلی آمین ها، کلرید کلسیم، پرتو دهی و موج های فرا صوتی، پوشش ها و ورقه های خوراکی، متیل جاسمونات، آلفا و بتا آمینوبوتیریک اسید هستند.

۴- زیست فناوری و اصلاح ژنتیکی

خوشبختانه در سال های اخیر به طور گسترده ای از زیست فناوری در برنامه بهنژادی درختان میوه در کشور استفاده شده است. نشانگرهای مولکولی و گزینش به کمک نشانگر (رضانی و همکاران، ۱۳۸۶؛ احتشام نیا و همکاران؛ ۱۳۸۸؛ کریمی شهری و همکاران، ۱۳۹۱؛ مقبلی مهنی و همکاران، ۱۳۹۷؛ Vahdati et al., 2015; Karimi et al., 2010)، انتقال ژن به منظور تولید پایه های تراژن (دستی و همکاران، ۱۳۹۱؛ وحدتی و ساریخانی، ۱۳۹۸؛ Vahdati et al., 2002)، استفاده از نسل جدید توالی یابی برای پیشبرد هدف های بهنژادی (Arab et al., 2019) از مهم ترین کاربردهای تکنیک های زیست فناوری در برنامه های بهنژادی درختان میوه در کشور است. مهندسی ژنتیک با انتقال ژن های مربوط به تحمل تنش های زیوا و نازیوا، رنگ ها و شکل های نوین گل با محصول بیشتر را میسر ساخته است (Sharma & Messar, 2017). با به کارگیری گسترده تر این روش می توان در تولید گیاهان زینتی جدید با ویژگی های نو مانند رنگ، شکل و عطر موفق بود. این موفقیت می تواند در فروش و درآمدزایی بیشتر و به ویژه در صادرات و در نتیجه در اشتغال زایی بیشتر نقش داشته باشد.

۵- انرژی هسته ای

در سال ۱۳۶۷، گروه پژوهشی کشاورزی هسته ای در مرکز تحقیقات کشاورزی و پزشکی هسته ای کرج راه اندازی شد که در سال ۱۳۹۲ به پژوهشکده کشاورزی هسته ای ارتقا یافت. بررسی های گسترده ای توسط پژوهشگران کشور به ویژه در پژوهشکده کشاورزی هسته ای در مورد درختان میوه صورت گرفته است که نوید توسعه کاربردی بیش از پیش این فناوری در آینده باغبانی کشور است. انگیزش جهش و به طور کلی بهنژادی گونه های مختلف درختان میوه مانند گردو، موز، مرکبات، انار و پسته برای ایجاد مقاومت به تنش های غیرزیستی و کیفیت میوه (گورچینی و همکاران، ۱۳۸۴؛ رحیمی و همکاران، ۱۳۸۵؛ Grouh et al., 2011)، ردیابی ایزوتوپ کربن برای درک سازوکارهای تحمل به تنش های غیرزیستی در درختان میوه (حکم آبادی و همکاران، ۱۳۸۴؛ رائینی سرجاز، ۱۳۹۰؛ قاسمی، ۱۳۹۲) و استفاده از پرتو تایی برای افزایش عمر پس برداشت میوه ها (اشتری، ۱۳۹۶؛ اسعدی و همکاران، ۱۳۹۷؛ سعادت و برزویی، ۱۴۰۰) از جمله بررسی های صورت گرفته در بخش میوه کاری است.

۶- نانوفناوری

نانوکودها، نانوسم ها، نانوذره ها برای بسته بندی و نانوحسگرها از جمله کاربردهای این فناوری در کشاورزی به ویژه صنعت میوه کاری است (امیری و بهمنش، ۱۳۸۹). خوشبختانه سرعت رشد این فناوری در بخش باغبانی نزدیک به سرعت رشد جهانی است. با وجود این و با توجه به اینکه اندازه بسیار کوچک این ذره ها (که از ویژگی های مهم آنها است) می تواند سلامتی و محیط زیست و گیاهان را تهدید کند (اندیشمند، ۱۳۹۳)، لازم است با سرعت بیشتری پیامدهای استفاده از این فناوری از جنبه زیست-محیطی بررسی شود.

۷- سیستم های ضد تگرگ

سیستم ضد تگرگ راهکارهای کارآمدی برای کاهش خسارت تگرگ در باغ های میوه است که از آن جمله می توان به استفاده از سایبان و همچنین بهره گیری از سیستم ضد تگرگ اشاره کرد. این سیستم که تگرگ را به باران تبدیل می کند،

در سال‌های اخیر وارد کشور شده و در حال حاضر از آن در باغ‌های برخی منطقه‌های کشور مانند استان‌های فارس، آذربایجان غربی و خراسان شمالی استفاده می‌شود.

راهکارها و پیشنهاد های بومی سازی فناوری‌های نوین در صنعت باغبانی

به طور خلاصه، نکته‌های زیر به منظور ورود فناوری‌های نوین و بومی‌سازی آن‌ها در صنعت باغبانی کشور لازم است مورد توجه قرار گیرند:

- ۱- واردات برخی فناوری‌های جدید.
- ۲- اجرای مهندسی معکوس و ساخت برخی از دستگاه‌ها در کشور.
- ۳- حمایت ویژه دولت برای بومی‌سازی فناوری‌های جدید در زیر بخش باغبانی.
- ۴- اعزام پژوهشگران و باغداران پیشرو به کشورهای پیشرفته، برای انتقال دانش فنی.
- ۵- تشویق و هم‌راستا کردن فعالیت‌های دانشگاهی و دیگر پژوهش‌ها با فعالیت‌های بخش خصوصی.
- ۶- استفاده کردن از ظرفیت‌های داخلی.
- ۷- تبدیل کردن اختراع‌های علمی به نوآوری و تجاری‌سازی با تکیه بر دانش بومی.
- ۸- یک‌جا کردن خدمات الکترونیکی کشاورزی.
- ۹- بهره‌گیری از روش‌های نوین برای کاهش ضایعات.
- ۱۰- بهره‌گیری از رسانه‌ها برای ترویج روش‌های نوین.

سپاسگزاری

از فرهنگستان علوم ج.ا. ایران، برای تامین هزینه مالی اجرای طرح گروه، که این مقاله بخشی از یافته‌های آن طرح است، سپاسگزاری می‌شود.

منابع

- احتشام‌نیا، عبدالله؛ شریفانی، مهدی؛ وحدتی، کوروش؛ عرفانی‌مقدم، وحید (۱۳۸۸). بررسی تنوع ژنتیکی برخی توده‌های گردوی بومی استان گلستان با استفاده از نشانگر مولکولی ریزماهواره. *پژوهش‌های تولید گیاهی (علوم کشاورزی و منابع طبیعی)*، ۶(۴)، ۵۸-۳۹.
- اسعدی، فخرالدین؛ سیدلو، سید صادق؛ پیغمبردوست، سید هادی. (شهریور ۱۳۹۷). بررسی تاثیر پرتوتابی با اشعه گاما روی افزایش طول دوره ی انبارمانی توت فرنگی، یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و مکانیزاسیون ایران، همدان، ایران.
- اشتری، میثم. (۱۳۹۶). تاثیر پرتوتابی گاما بر افزایش عمر پس برداشت میوه و آریل انار رقم ملس ساوه. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شاهد تهران، دانشکده کشاورزی، گروه علوم باغبانی.
- امیدوار، محمود؛ شفایی، اردشیر. (۱۳۸۳). بررسی رفتار حرارتی و رطوبتی داخل گلخانه به کمک یک سیستم جمع آوری اطلاعات کامپیوتری. *پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی*، ۶۴: ۶۷-۷۳.
- امیری، محمد؛ بهمنش، مهسا؛ (۱۳۸۹). تأثیر فناوری نانو بر جوامع در حال توسعه با نگرش ویژه به ایران. *چهارمین کنفرانس مدیریت فناوری ایران*، تهران: ۹-۱.

اندیشمند، لاله. (۱۳۹۳). آسیب شناسی فناوری نانو بر علوم کشاورزی. همایش ملی الکترونیکی دستاوردهای نوین در علوم مهندسی و پایه، اردبیل: ۱-۵.

بی نام. ۱۳۹۹. فناوری های نوین در کشاورزی: بازیابی شده در ۱۷ دی ۱۴۰۱ از

<http://chap.sch.ir/sites/default/files/lbooks/1399-1400/1028/057-092-C212335.pdf>

بذرافشان، جواد؛ خلیلی، علی؛ زندپارسا، شاهرخ؛ سپاس خواه، علیرضا؛ علیرضا؛ امین؛ و فرهودی، جواد. (۱۴۰۱). واکاوی اسنادی فناوری های نوین آبیاری و آب کشاورزی در جهان و امکان بومی سازی آن ها در ایران. مجله پژوهش های راهبردی در علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۷(۲)، ۱۳۹-۱۵۸.

جمشیدی، امین رضا. (مهر ۱۳۸۹). لزوم استفاده از شبکه های حسگر بدون سیم برای باغبانی دقیق در ایران ۱۴۰۴. همایش کشاورزی در ایران ۱۴۰۴، دانشگاه آزاد اسلامی رشت، گیلان، ایران.

جهان بین، افشین؛ داورزنی، زهره؛ سامقانی، مسعود. (۱۳۹۴). استفاده از حسگرهای بی سیم و منطق فازی برای بهره وری محصول های و صرفه جویی در مصرف آب زمین های زراعی و گلخانه ای. دومین همایش یافته های نوین در محیط زیست و اکوسیستم های کشاورزی، تهران، پژوهشکده انرژی های نو و محیط زیست دانشگاه تهران.

حکم آبادی، حسین؛ ارزانی، کاظم؛ گریسون، پائولین. (۱۳۸۴). اثرات تنش شوری بر روی شاخص های رشد و تبعیض ایزوتوپ کربن در پسته. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۱۲(۳)، ۵۴-۴۴.

دشتی، سوذه؛ حبشی، علی اکبر؛ عبدالهی، حمید؛ چمنی، محمد؛ جعفرخانی کرمانی، مریم. (۱۳۹۱). بهینه سازی انتقال ژن به ارقام گلابی (*Pyrus communis* L.) با استفاده از ژن گزارشگر gus تولید فرآوری محصول های زراعی و باغی، ۲(۵)، ۱۸۶-۱۷۵. دوستی، زهره؛ و صداقت، ناصر. ۱۳۹۶. بسته بندی های نوین در حفظ میوه ها و سبزی های تازه برش خورده. اولین همایش ملی فناوری های نوین در علوم و صنایع غذایی و گردشگری ایران، بابلسر، ایران.

رادپوم، سهیل. (۱۳۹۸). مکان یابی محل نصب سنسورهای پایش زمینی باغات با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره ای و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه ی موردی: باغات پسته). مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، ۱۰(۲۷)، ۶۷-۵۳.

رائینی سرجاز، محمود. (۱۳۹۰). ردیابی تنش های محیطی در فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاهی با بهره گیری از ایزوتوپ های پایدار کربن. اولین کنفرانس ملی هواشناسی و مدیریت آب کشاورزی، کرج، ایران.

رحیمی، مسعود؛ مجد، فرامرز؛ جهانگیرزاده، ابراهیم؛ ودادی، سیروس؛ رحمانی، اسفندیار؛ نشان، نرگس. (۱۳۸۵). القا موتاسیون در نارنگی به منظور ایجاد تنوع ژنتیکی در جهت تولید موتانت هایی با صفات کیفی برتر (با استفاده از پرتوهای گاما). مجله علوم و فنون هسته ای، ۳۷(۲)، ۳۴-۲۹.

رضانی، امین؛ حداد، رحیم؛ مردی، محسن. (۱۳۸۶). تعیین تنوع ژنتیکی برخی ژنوتیپ های انگور ایرانی با استفاده از نشانگر ریزماهوره. ژنتیک نوین، ۲(۴)، ۳۸-۳۱.

زارعی، قاسم؛ عزیزی، آذرخش. (۱۳۹۴). طراحی، ساخت و ارزیابی دستگاه مرکزی برای کنترل شرایط محیطی گلخانه. علوم و فنون کشت های گلخانه ای، ۲۴(۶)، ۶۱-۴۷.

سعادتی، صفورا؛ برزویی، اعظم. (۱۴۰۰). بررسی پرتوتابی با اشعه گاما بر عمر پس برداشت محصولات کشاورزی. فصلنامه علمی-ترویجی هسته، ۳، ۳۲-۲۸.

صدفکردار، عباس؛ رضانی، عبدالمجید؛ عباسی، حیدر. (۱۳۹۴). کاربرد انرژی هسته ای در صنعت کشاورزی. سومین همایش سراسری محیط زیست، انرژی و پدافند زیستی، تهران.

فخاریان، نسیم؛ پوراصیل معظم، حسن؛ عسگری، محمدعلی. (۱۳۸۷). تاثیر بسته بندی در اتمسفر تعدیل یافته (MAP) و انبار سرد بر صفات کمی و کیفی دو رقم کاهو (*Lactuca sativa* L.). علوم و صنایع غذایی ایران، ۵(۱)، ۳۷-۵۰.

- قاسمی، مصطفی. (۱۳۹۲). تنش خشکی و تبعیض ایزوتوپ کربن در برخی پایه های دانه‌های پسته. پایان‌نامه دکتری تخصصی. دانشگاه تربیت مدرس. دانشکده کشاورزی. گروه علوم باغبانی. تهران، ایران.
- قضاوتی، جلال‌الدین؛ محمدزمانی، داود؛ عباسقلی پور، مهدی؛ محمدی‌الستی، بهزاد. (۱۳۹۴). طراحی، ساخت و ارزیابی مقدماتی روبات کشت بذر گوجه فرنگی برای سینی های کاشت گلخانه‌ای. *ماشین های کشاورزی*، ۵(۲)، ۲۵۰-۲۴۲.
- کاشانی نژاد، مرتضی؛ صداقت، ناصر. (۱۳۹۲). فناوری بسته بندی میوه ها و سبزی ها برش خورده، دومین همایش ملی علوم و صنایع غذا/بی، قوچان، ایران.
- کریمی شهری، محمودرضا؛ دهواری، ویدا؛ حاجیان شهری، محمد؛ مختاریان، علی. (۱۳۹۱). تنوع ژنتیکی چند رقم انگور استان خراسان رضوی بر اساس نشانگرهای مولکولی RAPD و ISSR. *مجله به نژادی نهال و بذر (نهال و بذر)*، ۱-۲۸(۲)، ۱۷۲-۱۵۹.
- کنجه، محمد. (۱۳۸۹). بسته بندی اتمسفر تغییر یافته در میوه و سبزی، فصلنامه علوم و فنون بسته بندی، ۱(۴)، ۴۰.
- گورچینی، هوشنگ؛ نعمت زاده، قربانعلی؛ مجد، فرامرز؛ رحیمی، مسعود. (۱۳۸۴). تعیین دز مناسب پرتوهای گاما برای ایجاد موتاسیون در ریزنمونه های موز. *مجله علوم و فنون هسته ای*، ۳۵(۳)، ۲۰-۱۵.
- محمدی پور، حسنی؛ علمردانی، رضا؛ امید، محمود. (۱۳۹۲). سامانه بینایی کامپیوتر جهت برداشت خودکار گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای در شرایط نور طبیعی. *نشریه ماشین‌های کشاورزی*، ۳(۱)، ۱۵-۹.
- مسعودی، حسن. (بهمن ۱۳۹۴). روباتیک در گلخانه‌ها. *نهمین کنگره علوم باغبانی ایران*. ۱-۸ بهمن ۱۳۹۴، دانشگاه شهید چمران، (صص. ۱-۱۳) اهواز.
- مقبلی مهنی، فاطمه؛ حسن زاده داورانی، فاطمه. (۱۳۹۷). بررسی تنوع ژنتیکی برخی ارقام سیب ایران با استفاده از نشانگرهای ISSR. *مجله بیوفناوری کشاورزی*، ۱۰(۴)، ۵۴-۳۵.
- مهدوی دامغانی، عبدالمجید؛ شریفی تهرانی، عباس. (۱۴۰۲). بررسی فناوری‌های نوین در کشاورزی و منابع طبیعی در ایران. *مجله پژوهش‌های راهبردی در علوم کشاورزی و منابع طبیعی*، ۸(۱)، ۱۶-۹.
- وحدتی، کورش؛ ساریخانی، سعادت. (مهر ۱۳۹۸). راهبردهای اصلاح ژنتیکی گردو در ایران. *یازدهمین کنگره علوم باغبانی ایران*، ارومیه.
- Al-Hchami, S. H. J., & Alrawi, T. K. (2020). Nano fertilizer, benefits and effects on fruit trees: a review. *Plant Archives*, 20(1), 1085-1088.
- Anonymous. (2020). Agricultural sensor market - growth, trends, covid-19 impact, and forecasts (2021 - 2026). *Mordor Intelligence*. Retrieved 2023 Jan. 8 Retrieved from <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/agricultural-sensors-market>.
- Arab, M. M., Marrano, A., Abdollahi-Arpanahi, R., Leslie, C. A., Askari, H., Neale, D. B., & Vahdati, K. (2019). Genome-wide patterns of population structure and association mapping of nut-related traits in Persian walnut populations from Iran using the Axiom. *J. regia 700K SNP array. Scientific Reports*, 9(1), 1-14.
- Blanke, M. M. (2013). Non-invasive Assessment of Firmness and NIR Sugar (TSS) Measurement in Apple, Pear and Kiwi Fruit. *Erwerbs - Obstbau; Dordrecht* 55(1), 19-24.
- Chandler, S., & Brugliera, F. (2011). Biotechnology in floriculture. *Biotechnol. Lett.*, 33, 207-214
- Charlton, K. (2019). A sustainable future for nuclear imaging. *Nature Reviews Physics*, 1(9), 530-532.
- Chokkareddy, R., Thondavada, N., Thakur, S., & Kanchi, S. (2019). *Recent trends in sensors for health and agricultural applications*. In *Advanced Biosensors for Health Care Applications* 341-355. Elsevier Press.
- Dalla Costa, L., Malnoy, M. & Gribaudo, I., (2017). Breeding next generation tree fruits: technical and legal challenges. *Horticulture Research*, 4(1), 1-11.
- Deng, L., Lyu, Q., & Yang, S. X. (2015). Intelligent information technologies in fruit industry. *Intelligent Automation & Soft Computing*, 21(3), 265-267.
- Dmitriy, G., & Alevtina, A. (2019). *Modern Technologies of Ornamental Plants Cultivation in Vertical Structures*. In *Urbanization: Challenge and Opportunity for Soil Functions and Ecosystem Services* (pp.168-184) Springer International Publishing.

- Emmi, L., Gonzalez-de-Soto, M., Pajares, G., & Gonzalez-de-Santos, P. (2014). *New trends in robotics for agriculture: integration and assessment of a real fleet of robots*. The Scientific World Journal, 1-24. Retrieved from <https://doi.org/10.1155/2014/404059>
- Groher, T., Heitkämper, K., Walter, A., Liebisch, F., & Umstätter, C. (2020). Status quo of adoption of precision agriculture enabling technologies in Swiss plant production. *Precision Agriculture*, 21(6), 1327-1350.
- Grouh, M. S. H., Vahdati, K., Lotfi, M., Hassani, D., & Biranvand, N. P. (2011). Production of haploids in Persian walnut through parthenogenesis induced by gamma-irradiated pollen. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 136(3), 198-204.
- Hemming, S., de Zwart, F., Elings, A., & Righini, I. (2020). Cherry Tomato Production in Intelligent Greenhouses—Sensors and AI for Control of Climate, Irrigation, Crop Yield, and Quality. *Sensors. (Basel)*. 20(22), 6430; Retrieved from <https://doi.org/10.3390/s20226430>
- Hemming, S., de Zwart, F., Elings, A., & Petropoulou, A. S. (2019). Remote Control of Greenhouse Vegetable Production with Artificial Intelligence—Greenhouse Climate, Irrigation, and Crop Production. *Sensors. (Basel)*. 19(8), 1807; Retrieved from <https://doi.org/10.3390/s19081807>.
- Homer, I., García-Ramos, F. J., Ortiz-Cañavate, J., & Ruiz-Altisent, M. (2010). Evaluation of a Non-Destructive Impact Sensor to Determine On-Line Fruit Firmness. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 70(1), 67–74.
- Jia, W., Zhang, Y., Lian, J., Zheng, Y., Zhao, D., & Li, C. (2020). Apple harvesting robot under information technology: A review. *International Journal of Advanced Robotic Systems*, 17(3), 1-16.
- Karimi, R., Ershadi, A., Vahdati, K., & Woeste, K. (2010). Molecular characterization of Persian walnut populations in Iran with microsatellite markers. *HortScience*, 45(9), 1403-1406.
- Khalid, A. N. (2021). Application of nuclear science and radioisotopes technology in the sustainability of agriculture and water resources, and food safety. *Applications of Nuclear and Radioisotope Technology*, Academic Press. 159-185.
- Ku, L. (2020). New agriculture technology in modern farming. Retrieved from <https://www.plugandplaytechcenter.com/resources/new-agriculture-technology-modern-farming/>.
- Mohan Jain, S. (2002). A review of induction of mutations in fruits of tropical and subtropical regions. *Acta Horticulturae*. 575, 295-302.
- Sharma, R., & Messar, Y. (2017). Transgenics in ornamental crops: creating novelties in economically important cut flowers. *Current Science*, 113(1), 43-52.
- Tiplica, T., Verron, S., Grémy-Gros, C., Vandewalle, P., & Mehinagic, E. (2015). *On the quality of acoustical measures when evaluating fruits quality*. International Journal of Metrology and Quality Engineering, 6(2), 1-8. Retrieved from <https://doi.org/10.1051/ijmqe/2015007>
- Vahdati, K., McKenna, J. R., Dandekar, A. M., Leslie, C. A., Uratsu, S. L., Hackett, W. P., Paola, N., & McGranahan, G. H. (2002). *Rooting and other characteristics of a transgenic walnut hybrid (Juglans hindsii × J. regia) rootstock expressing rolABC*. Journal of the American Society for Horticultural Science, 127(5), 724-728.
- Vahdati, K., Pourtaklu, S. M., Karimi, R., Barzehkar, R., Amiri, R., Mozaffari, M., & Woeste, K. (2015). Genetic diversity and gene flow of some Persian walnut populations in southeast of Iran revealed by SSR markers. *Plant systematics and evolution*, 301(2), 691-699.
- Vasenev, V., Dovletyarova, E., Cheng, Z., Mi, L., Gonzalez-de-Soto, M., Pajares, G., & Gonzalez-de-Santos, P. (2014). New trends in robotics for agriculture: integration and assessment of a real fleet of robots. *The Scientific World Journal*, 2014, 1-24.
- Xi, J., & Zhang, P. (2021). Application of Super Absorbent Polymer in the Research of Water-retaining and Slow-release Fertilizer. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 651(4), p. 042066. IOP Publishing. doi:10.1088/1755-1315/651/4/042066
- Zhijun, W., Yuefeng, L., Meng, J., Shuhan, C., & Yucun, W. (2015). Research on image retrieval of fruit tree plant-diseases and pests based on Nprod. *Intelligent Automation and Soft Computing*, 21(3), 371-381.

Approaches to Indigenization of New Technologies in Iran's Horticulture Industry

Khosh-Khui, M.¹, Vahdati, K. Salehi, H., Azizi, M., Eshghi, S., Haghghi, M., Grigorian, V. and Tafazoli, E.²

With the advancement of human knowledge and the emergence of a new technology called the Internet of Things, a great revolution has occurred in all fields. The agricultural industry did not stay away from this phenomenon and new technologies emerged in this field as techno-agriculture. Horticultural science as one of the sub-sectors of the agricultural sector has also been greatly affected by the advancement of technology. The most important new technologies that have been effective in the horticulture industry are the development of sensors, robots and drones, new post-harvest and packaging technologies, biotechnology and breeding, nuclear energy, nanotechnology, vertical flower-growing technology and anti-hail systems. In this article, after the description of these technologies, their pathology as well as the status of new technologies in the horticulture industry of Iran will be discussed, and finally, suggestions for the extension of new technologies in the horticulture industry will be presented.

Key words: Agrotechnology, Breeding, Internet of things, Nanotechnology, Nuclear energy.

1. Corresponding author, Email: mkhoshkhui@yahoo.com

2. Members of Horticultural Science Branch of I.R. Academy of Sciences, Professors of Shiraz University, Tehran University, Shiraz University, Ferdowsi University Mashhad, Shiraz University, Associate Professor of Isfahan University of Technology and Professors of Tabriz University and Shiraz University, respectively.