

پالنباد

گاهنامه علمی-تخصصی

سال اول - شماره سوم - اردیبهشت ماه ۱۴۰۳

آنچه در این شماره میخوانید :

آلکالوئیدها: ترکیبات
نیتروژنی با خواص
شگفت انگیز

نقش و کاربرد نانو
فناوری در تعیین کمیت
و کیفیت مواد موثره
گیاهان دارویی

سیستم کشت
آکواپونیک



گاهنامه علمی-تخصصی

شناسنامه

صاحب امتیاز :

انجمن علمی-دانشجویی علوم باغبانی دانشگاه لرستان

مدیر مسئول :

رضا تیموری الشتر

سردبیر :

شیما بابائی راد

ویراستار فنی و ادبی:

رضا روستایی

استاد مشاور :

دکتر حسن مومیوند (دانشیار گروه علوم باغبانی)

اعضای هیأت تحریریه :

شیما بابائی راد، پریسا خانی زاده، ابوذر علیزاده، ریحانه عبدی، سیده زهرا احمدی

رضا تیموری الشتر، محمد خزائی، مینا قاسمی

همکاران این شماره:

دکتر عبدالحسین رضایی نژاد

دکتر روح اله عبدلی نژاد

اسپانسر:

شرکت زرگیاه زاگرس بروجرد



فهرست

سخن سردبیر ----- ۳

سیستم کشت آکواپونیک ----- ۴

آکالوئید ها : ترکیبات نیتروژنی با خواص

شگفت انگیز ----- ۷

حداقل شرایط لازم جهت واحدهای بسته

بندی گیاهان دارویی/ تولید عصاره ها و

اسانس های گیاهی ----- ۱۱

گزارش طرح همکاری هیأت تحریریه مجله

با ادارات دولتی ----- ۱۳

استفاده از ویرایش ژنوم در گیاهان باغبانی کاربرد ها و چشم انداز های آینده ----- ۱۷

نقش و کاربرد نانو فناوری در تعیین کمیت و کیفیت مواد مؤثره گیاهان دارویی ----- ۲۲

عملیات پیوند زنی مرکبات ----- ۳۵

گلدهی و ریزش میوه مرکبات ----- ۳۷

رویدادها و اخبار جدید ----- ۴۲

مسابقه ----- ۴۷

معرفی اسپانسر ----- ۴۸

سخن سردبیر

کزین برتر اندیشه برنگذرد

به نام خداوند جان و خرد

سپاس پروردگار هستی بخش را که به لطفش بار دیگر با همت اساتید و دانشجویان بخش علوم باغبانی دانشگاه لرستان سومین شماره از نشریه پالیزبان به چاپ رسید. امیدمان بر آن است که بتوانیم مشوق ایجاد دیدگاهی نو به کارآیی کشاورزی در سرزمین ایران باشیم. دیدگاهی که چه از منظر اقتصادی و چه اجتماعی جایگاه قدرتمندی برای بخش کشاورزی فراهم آورد. ما از پیشنهادها و مطلب های شما استقبال خواهیم کرد و از دوستان به علم کشاورزی دعوت می کنیم ک در این مجموعه همراه ما باشند. در پایان از تمامی همراهانی که ما را در به ثمرنشتن این نشریه یاری دادند سپاس گزارم.

به امید فردایی سبز

شیما بابائی راد





سیستم کشت آکواپونیک

دکتر حسن مومیوند

دانشیار گروه علوم باغبانی دانشگاه لرستان

ریحانه عبدی

دانشجوی مقطع کارشناسی ارشد رشته علوم

باغبانی دانشگاه لرستان

آب بسترهای کشت گیاه پس از جذب املاح معدنی آن مجدداً به مخزن پرورش ماهی برگردانده می‌شود. محققان آکواپونیک را بدین صورت تعریف نموده‌اند: یک سیستم پرورش (تولید) موجودات آبزی و گیاهان که در آن اغلب (بیش از ۵۰ درصد) مواد مغذی مورد نیاز گیاه از مواد زائد حاصل از تغذیه آبزیان تامین می‌شود. به عبارت دیگر می‌توان گفت که آکواپونیک ادغام سیستم‌های آبزی‌پروری و هیدروپونیک در گردش است که یک فناوری نوآورانه، سازگار با محیط‌زیست و پایدار تولید مواد غذایی محسوب می‌شود. این سیستم منجر به استفاده مجدد از آب و مواد مغذی و کاهش آلودگی محیط‌زیست می‌شود. در واقع مواد آلی انباشته شده در سیستم آبزی‌پروری که به مرور زمان برای آبزیان زیان‌آور هستند به مدار بسته هیدروپونیک گیاهی هدایت شده و مورد استفاده گیاهان قرار می‌گیرند و آب پس از تصفیه توسط گیاهان به بخش آبزی‌پروری باز می‌گردد. پسماندهای پرورش ماهی حاوی ترکیبات نیتروژن‌دار از قبیل آمونیاک و ترکیباتی نظیر فسفات می‌باشند که توسط ریشه گیاهان جذب شده و از آب خارج می‌شوند. بنابراین آکواپونیک علاوه بر تامین مواد غذایی مورد

آکواپونیک فرآیند رشد موجودات آبزی و گیاهان به صورت هم‌زیستی است، که در آن پساب آبزیان دچار تحولات میکروبی می‌شوند تا به عنوان منبع مواد مغذی برای رشد گیاهان مورد استفاده قرار گیرند، در حالی که جذب مواد مغذی توسط گیاهان باعث تصفیه آب برای آبزیان می‌شود. در این سیستم، فضولات ماهی‌ها از طریق یک فیلتر زیستی به مواد مغذی محلول قابل جذب توسط گیاهان تبدیل می‌شود.

نیاز دارند و خوراک ماهی ۱۰ ماده مغذی را در مقادیر کافی تامین می‌کند. با این حال، سطح کلسیم، پتاسیم و آهن در سیستم‌های آکواپونیک به طور کلی برای رشد مناسب گیاه بسیار کم است و باید به صورت مکمل تامین شود.

معرفی سیستم آکواپونیک دانشگاه لرستان

سیستم آکواپونیک دانشگاه لرستان شامل یک مخزن مستطیلی به ابعاد ۱/۵ در ۰/۷ و به عمق ۰/۸ متر برای پرورش ماهی است. درون مخزن ماهی یک بخاری آکوارئومی ۲۰۰ وات قرار داده شده و از یک شناور برای کنترل سطح آب استفاده می‌شود. سه مخزن برای سیستم کشت شناور گیاه به ابعاد ۲ در ۱/۵ و به عمق ۰/۲ متر ساخته و راه‌اندازی شده است. برای نگهداری گیاهان کاشته شده در سیستم کشت عمیق (Deep Water Culture) در کشت آکواپونیک از صفحات استیروفوم به قطر ۵ سانتی‌متر روی آب استفاده می‌شود. در این صفحات سوراخ‌هایی ایجاد و درون آن‌ها گلدان شیاردار کوچک (قطر ۵ سانتی‌متر و ارتفاع ۷ سانتی‌متر) قرار داده شده است. از ۱۰ گرم ژئولیت نیز برای بهبود آب بستر کشت درون کیسه‌ی پنبه‌ای کوچکی در درون گلدان استفاده می‌شود. برای سیستم فیلتراسیون نیز ۴ مخزن (۳۵ لیتری) تعبیه شده است. آب مخزن ماهی برای حذف مواد جامد رسوب‌شونده وارد فیلتر مکانیکی می‌شود که مواد جامد و درشت را از طریق استوانه مخروطی درونی ته‌نشین می‌کند. مواد جامد رسوب‌شده روزانه با بازکردن شیر تعبیه‌شده در زیر مخزن خارج می‌شوند و هر هفته یک‌بار استوانه مخروطی با آب پرفشار شستشو می‌گردد. دو مخزن

نیاز برای رشد گیاهان سبب تصفیه آب برای آبزیان نیز می‌شود.

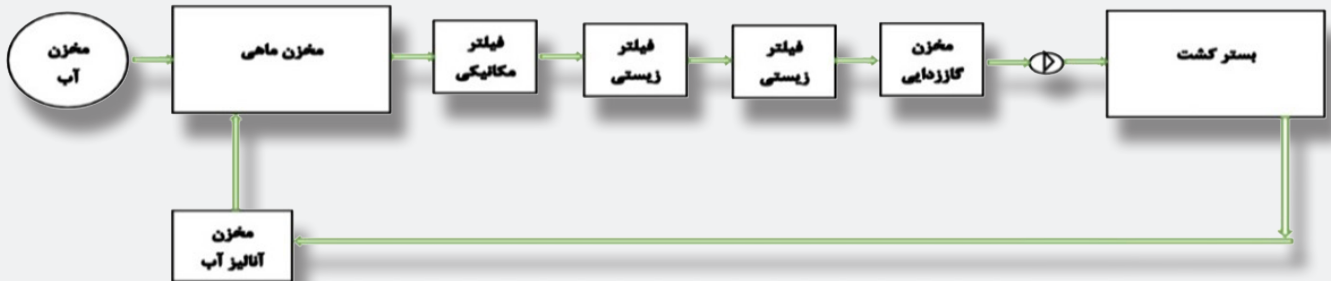
سیستم آکواپونیک چرخشی (RAS) یک سیستم فشرده برای پرورش ماهی است که از آب کمتری نسبت به کشاورزی معمولی استفاده می‌کند و غلظت بالای مواد مغذی آزاد شده در آب آبزیان را می‌توان برای پرورش گیاهان مورد استفاده قرار داد. در این روش حداقل ۵۰ درصد از مواد مغذی خوراک ماهی به مواد معدنی تبدیل شده و به مصرف گیاه می‌رسد. در این سیستم فضولات آبزیان از طریق مخازن میکروب‌هایی که به‌طور طبیعی وجود دارند، فیلتر شده و برای جذب گیاه آماده می‌شوند. تبدیل آمونیاک (NH_3) به نیترات (NO_3^-) از طریق باکتری‌های نیتریفیکاسیون یکی از مهم‌ترین این واکنش‌ها است. راندمان بالای مصرف آب، استفاده‌ی بسیار کم از کود شیمیایی، استفاده محدود از سموم، تولید محصول سالم و ارگانیک، عدم نیاز به خاک، پرورش همزمان گیاه و ماهی، کاهش هزینه‌های تصفیه آب آبزیان و به‌حداقل رساندن میزان انتشار زباله آبی‌پروری به محیط‌زیست، از مهم‌ترین مزایای این سیستم است.

اجزا سیستم آکواپونیک

یک سیستم آکواپونیک معمولی از یک مخزن پرورش ماهی، یک فیلتر زیستی (برای نیتریفیکاسیون: چرخه نیتروژن برای تبدیل آمونیوم به نیترات توسط باکتری نیتروزوموناس و تبدیل به نیتريت توسط نیتروباکتر) و یک بستر کشت (هیدروپونیک) تشکیل شده است. مهم‌ترین فرآیند در سیستم آکواپونیک نیتریفیکاسیون است که در آن نیتروژن به فرم قابل جذب برای گیاهان یعنی آمونیوم و نیترات در می‌آید. پسماندهای حاصل از فعالیت‌های حیوانی منبع اصلی آمونیاک هستند که غیرقابل جذب بوده و در طبیعت توسط عمدتاً باکتری‌ها به ازت شکسته می‌شوند. فیلتر زیستی محلی است که این باکتری‌ها فرایند نیتریفیکاسیون را انجام داده و برای سیستم آکواپونیک لازم و ضروری است. در آکواپونیک هر دو فرم قابل جذب نیتروژن برای گیاهان در محیط آبی وجود دارد و گیاه توانایی جذب هر دو را داشته و از تجمع آن در حوضچه ماهی نیز جلوگیری می‌شود. گیاهان برای رشد حداقل به ۱۶ ماده مغذی



بیوفیلتر با پومیس (پوکه معدنی) پر شده که فیلتراسیون زیستی برای رشد باکتری‌ها و تبدیل آمونیاک به نیتريت و نیترات را فراهم می‌کنند. پساب حاصل از بیوفیلتر وارد مخزن گاززدایی می‌گردد که توسط لوله‌های هوا هوادهی می‌شود. آب از این مخازن توسط پمپ کفکش سوبو به بستر کشت گیاهان انتقال می‌یابد. یک شناور نیز برای تنظیم آب این مخزن در نظر گرفته شده است. خروجی آب بستر کشت قبل از ورود به مخزن پرورش ماهی وارد مخزنی دیگر می‌شود تا پارامترهای آب خروجی اندازه‌گیری شود و در نهایت وارد مخزن پرورش ماهی گردد.



شکل ۱. طرح شماتیک سیستم آکواپونیک دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان





آکالوئیدها: ترکیبات نیتروژنی با خواص شگفت‌انگیز

پریسا خانی زاده

دانشجوی مقطع دکتری رشته علوم باغبانی دانشگاه لرستان

مقدمه:

آکالوئیدها، دسته‌ای از ترکیبات آلی نیتروژن‌دار هستند که به طور طبیعی در گیاهان یافت می‌شوند. این دسته از مواد، به دلیل تنوع ساختاری و خواص بیولوژیکی و دارویی منحصر به فردشان، از دیرباز مورد توجه بشر بوده‌اند. استفاده از آکالوئیدها به هزاران سال قبل باز می‌گردد. شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد انسان‌های اولیه از آکالوئیدهای موجود در گیاهان برای شکار، درمان بیماری‌ها و انجام مراسم مذهبی استفاده می‌کرده‌اند. آکالوئیدها یک گروه از ترکیبات آلی ثانویه هستند که در گیاهان و برخی جانوران یافت می‌شوند. این ترکیبات دارای یک یا چند اتم نیتروژن در حلقه‌های هتروسیکلیک هستند و اغلب دارای فعالیت‌های زیستی قوی می‌باشند. آن‌ها به طور گسترده در گیاهان پراکنده هستند و نقش‌های مهمی در فیزیولوژی و بیوشیمی گیاهان ایفا می‌کنند. این ترکیبات می‌توانند به عنوان دفاع در برابر گیاهخواران، جذب آب و مواد مغذی، تنظیم رشد و نمو گیاه و سایر فرآیندهای زیستی عمل کنند. از نظر شیمیایی، آکالوئیدها دارای تنوع زیادی هستند و می‌توانند شامل حلقه‌های پیریدین، پیرولیدین، پیپریدین، ایندول، ایزوکینولین و آکریدین باشند. این تنوع ساختاری به آکالوئیدها امکان می‌دهد که طیف گسترده‌ای از فعالیت‌های زیستی از جمله اثرات دارویی، سمی و روان‌گردان را داشته باشند.

تقسیم‌بندی آلکالوئیدها:

بر اساس ساختار شیمیایی و نوع حلقه هتروسیکلی، آلکالوئیدها به دسته‌های مختلفی تقسیم می‌شوند.

آلکالوئیدهای پیرولیدینی: مانند نیکوتین و کونئین

آلکالوئیدهای پیرازینی: مانند مورفین و کدئین

آلکالوئیدهای تروپان: مانند آتروپین و کوکائین

آلکالوئیدهای ایزوکینولین: مانند پاپاورین و بربرین

آلکالوئیدهای ایندول: مانند تریپتوفان و سروتونین

کاربرد دارویی و درمانی

آلکالوئیدها می‌توانند خواص دارویی گوناگونی داشته باشند، از جمله اثرات ضد درد، ضد میکروبی، ضد التهابی، ضد سرطانی و محرک عصبی. به عنوان مثال در تحقیقات اخیر مشخص شده است گیاهانی مانند علف مورچه (*Cressa cretica* L.) و کدو تخمه کاغذی (*Cucurbita pepo*) به دلیل داشتن ترکیبات فعال زیستی مانند آلکالوئیدها، دارای خواص دارویی متعددی هستند که می‌توانند در درمان بیماری‌ها و بهبود سلامت انسان مفید باشند. علاوه بر این، آلکالوئیدها در برگ درخت زیتون نیز

یافت می‌شوند که خواص دارویی متعددی مانند ضد اکسیدانی، ضد میکروبی و کاهش قند خون دارند. این ترکیبات به دلیل تأثیرات مثبتی که بر سلامت انسان دارند، در صنایع غذایی، دارویی و بهداشتی-آرایشی کاربرد یافته‌اند.

صنعت داروسازی از آلکالوئیدها به عنوان مواد اولیه برای تولید داروها استفاده می‌کند. این داروها ممکن است به صورت خالص یا با استفاده از فرآورده‌های شیمیایی و فناوری‌های پیشرفته تولید شوند. آلکالوئیدها به عنوان مواد فعال در داروهای مختلف مانند ضد درد، ضد التهاب، ضد سرطان، ضد افسردگی و... استفاده می‌شوند. به عنوان مثال، مورفین که یک آلکالوئید از گیاه زوچی می‌باشد، به عنوان یک دردآور و مسکن قوی استفاده می‌شود. همچنین کینین که از پوست قهوه‌ای گوشت‌خوار به دست می‌آید، برای درمان مالاریا استفاده می‌شود. به علاوه، از آلکالوئیدها در صنعت داروسازی برای سنتز داروهای جدید نیز استفاده می‌شود. این فرآیند بهبود یافته توسط تکنولوژی‌های پیشرفته شیمیایی و بیوتکنولوژی می‌تواند به ایجاد داروهای



و ضد اکسیداسیون در مواد غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

آلکالوئیدها در تولید محصولات آرایشی و بهداشتی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند. برخی از آن‌ها برای خواص ضد التهابی، آنتی‌اکسیدانی، آنتی‌باکتریال و آرامبخشی‌شان مورد توجه قرار می‌گیرند. به عنوان مثال، برخی از گیاهان دارای آلکالوئیدهایی هستند که در تولید کرم‌ها و لوسیون‌های پوستی به عنوان مواد ضد التهابی و آرامبخش استفاده می‌شوند. با این حال، ارزش و کاربرد آلکالوئیدها در صنایع غذایی و آرایشی-بهداشتی بسته به نوع و میزان آلکالوئید موجود در هر گیاه یا منبع مختلف متفاوت است و باید با دقت مورد استفاده قرار گیرند تا ایمنی و اثربخشی محصولات تضمین شود.

صنایع شیمیایی:

آلکالوئیدها در صنایع شیمیایی مورد استفاده قرار می‌گیرند. آلکالوئیدها به عنوان مواد طبیعی و پایدار برای رنگریزی در صنایع مختلف استفاده می‌شوند. این استفاده‌ها شامل موارد زیر می‌شود. برخی آلکالوئیدها

جدید و بهبود یافته کمک کند که از آلکالوئیدها مشتق شده‌اند. سایر کاربردهای دارویی آلکالوئیدها، شامل استفاده از مورفین به عنوان ضد درد، کافئین به عنوان محرک، نیکوتین به عنوان محرک عصبی، کوکائین به عنوان محرک عصبی و کینین به عنوان ضد ملاریا می‌باشد.

صنایع غذایی و آرایشی-بهداشتی:

آلکالوئیدها در صنایع غذایی و آرایشی-بهداشتی نیز به عنوان مواد طبیعی و فعال مورد استفاده قرار می‌گیرند، اما به میزان کمتری نسبت به صنعت داروسازی. در این صنایع، آلکالوئیدها معمولاً به عنوان عوامل طبیعی و فعال به کار می‌روند و در تولید محصولات مختلف مانند مکمل‌های غذایی، عطرها، کرم‌های پوست، و غیره مورد استفاده قرار می‌گیرند. برخی آلکالوئیدها به عنوان افزودنی‌های طبیعی و عوامل طعم‌دهنده در محصولات غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرند. برخی از گیاهان دارای آلکالوئیدهایی هستند که به عنوان رنگ دهنده‌های طبیعی در خوراکی‌ها استفاده می‌شوند. همچنین، برخی از آلکالوئیدها به عنوان مواد حافظه



مانند کوکوئین، ایروئین، و بنانین به عنوان رنگ‌دهنده‌های طبیعی در صنایع رنگرزی استفاده می‌شوند. این رنگ‌ها علاوه بر پایداری بالا، خواص آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی نیز دارند که می‌تواند مزیت اضافی برای کاربردهای رنگرزی آنها باشد. آلکالوئیدها به عنوان رنگ‌دهنده مواد غذایی نیز استفاده می‌شوند. به عنوان مثال کوکوئین و کورکومین.

صنایع کشاورزی:

برخی آلکالوئیدها به عنوان مواد فعال در تولید نهاده‌های کشاورزی‌هایی استفاده می‌شوند که برای کنترل آفات و بیماری‌های گیاهی مورد استفاده قرار می‌گیرند. به عنوان مثال، نیکوتین به عنوان ماده اصلی در تولید قرص‌های حشره‌کش مورد استفاده قرار می‌گیرد. برخی دیگر از آلکالوئیدها نیز به عنوان مواد افزودنی در کودهای آلی و شیمیایی برای تقویت خاک مورد استفاده قرار می‌گیرند. این کودها می‌توانند عملکرد گیاهان را بهبود بخشند و به تولید محصولات با کیفیت بالا کمک کنند. برخی آلکالوئیدها ممکن است اثرات مثبتی بر رشد و عملکرد گیاهان داشته باشند و در افزایش عملکرد محصولات کشاورزی مؤثر باشند. به طور کلی، استفاده از آلکالوئیدها در صنایع شیمیایی و کشاورزی نیازمند شناخت عمیق از خواص و کاربردهای آنهاست، که این امر نیاز به تحقیقات پیشرفته و شناخت علمی دارد.

سمیت:

بسیاری از آلکالوئیدها سمی هستند و می‌توانند در صورت مصرف بیش از حد، عوارض جانبی جدی ایجاد کنند. شواهد موجود در منابع ارائه شده نشان می‌دهند که بسیاری از آلکالوئیدها دارای خواص سمی هستند و می‌توانند در صورت مصرف بیش از حد، عوارض جانبی جدی ایجاد کنند. تحقیقات انجام شده نشان داد که آلکالوئیدهای استخراج شده از دانه‌های گیاه جوز هندی (*Myristica fragrans*) در دوز بالا (۴ گرم بر کیلوگرم) باعث بروز رفتارهای غیرطبیعی مانند کم‌تحركی، ناپایداری در راه رفتن و سرگیجه در موش‌ها شدند. در مطالعه دیگری گزارش شد که مسمومیت با کلشیسین (یک الکالوئید بسیار سمی) اغلب منجر به مرگ می‌شود، به طوری که در ۹ مورد گزارش شده، به جز یک مورد، همه

بیماران فوت کردند. همچنین گزارش‌ها نشان داد که مسمومیت با وینکریستین، یک آلکالوئید ضد سرطان، می‌تواند عوارض جانبی شدیدی مانند سرکوب مغز استخوان، مشکلات گوارشی و نورو توكسیسیته ایجاد کند. بنابراین، شواهد موجود به وضوح نشان می‌دهند که بسیاری از آلکالوئیدها دارای خواص سمی هستند و مصرف بیش از حد آنها می‌تواند منجر به عوارض جانبی جدی و حتی مرگ شود. این موضوع باید در استفاده از این ترکیبات در صنایع دارویی و کشاورزی مورد توجه قرار گیرد.

اعتیاد:

بر اساس اطلاعات ارائه شده در منابع، برخی از آلکالوئیدها مانند مورفین و کوکائین دارای خاصیت اعتیادآوری هستند. به طور مفصل به بررسی ماده روانگردان متامفتامین (که یک آمفتامین و از گروه آلکالوئیدها است) پرداخته و اشاره شده است که این ماده بسیار اعتیادآور است و یکی از معضلات مهم بهداشتی و اجتماعی در جوامع مختلف به‌ویژه در میان جوانان محسوب می‌شود. بنابراین، شواهد موجود به وضوح نشان می‌دهند که برخی از آلکالوئیدها مانند مورفین و کوکائین دارای عوارض اعتیادآوری هستند و مصرف آنها می‌تواند مشکلات جدی بهداشتی و اجتماعی ایجاد کند.

سخن آخر:

با توجه به اطلاعات ارائه شده در منابع، می‌توان نتیجه گرفت که آلکالوئیدها طیف وسیعی از خواص بیولوژیکی و دارویی را از خود نشان می‌دهند، اما در عین حال برخی از آنها دارای خاصیت سمی و اعتیادآوری هستند که باید در استفاده از آنها مورد توجه قرار گیرد. آلکالوئیدها به دلیل تنوع ساختاری و بیوشیمیایی خود، می‌توانند اثرات دارویی متنوعی از جمله ضد درد، ضد میکروبی، ضد التهابی، ضد سرطانی و محرک عصبی داشته باشند. بنابراین، در استفاده از آلکالوئیدها در صنایع دارویی، غذایی و کشاورزی باید احتیاط لازم به عمل آید تا از بروز عوارض جانبی و مشکلات ناشی از سمیت و اعتیادآوری این ترکیبات جلوگیری شود. همچنین، تحقیقات بیشتری برای شناسایی و کنترل این خواص ضروری است.



حداقل شرایط لازم جهت واحدهای بسته بندی گیاهان دارویی / تولید عصاره ها و اسانس های گیاهی

سیده زهرا احمدی

دانشجوی مقطع دکتری رشته علوم باغبانی دانشگاه لرستان

۱- واحد بسته بندی گیاهان دارویی، تولید عصاره ها و اسانس های گیاهی باید در خارج از شهر و دور از تجمع مردم و آلودگی هوا باشد. احداث کارخانه در محلهایی که جاده خاکی دارند، نزدیک کارخانجاتی که مولد دود و گرد و غبار هستند، نزدیک دامداری، مرغداری، بیمارستان ها و یا در مجاورت فاضلابهای آلوده مجاز نمی باشد.

۲- مساحت زیر بنای مفید برای این واحدها حداقل ۵۰۰ مترمربع در نظر گرفته شود.

۳- تقسیمات ساختمان باید طوری در نظر گرفته شود که حدود دو پنجم آن به سالنهای تولید و بسته بندی و دو پتجم آن به انبارها اختصاص یافته و فضای باقیمانده به طور مناسب جهت واحد کنترل، ناهارخوری،

۴- عملیات تولید باید در محدوده معین با ابعاد مناسب انجام شود. به منظور ممانعت از آلودگی یا بهم ریختگی برای هر یک از عملیات تولید نظیر بوجاری، خرد و آسیاب کردن و بسته بندی گیاهان دارویی بایستی فضای جداگانه و معین در نظر گرفته شود.

۵- در واحدهایی که از گیاهان دارویی به صورت تازه استفاده می کنند باید فضاهای جداگانه ای جهت نگهداری کوتاه مدت گیاهان تازه، پاک کردن، شستشو و خشک کردن آنها در نظر گرفته شود.

۶- دیوارها باید تا سقف کاشی، قابل شستشو، بدون درز، یکنواخت و مقاوم باشند.

۷- کف انبارها و سالن های تولید و بسته بندی باید

۱- واحد بسته بندی گیاهان دارویی، تولید عصاره ها و اسانس های گیاهی باید در خارج از شهر و دور از تجمع مردم و آلودگی هوا باشد. احداث کارخانه در محلهایی که جاده خاکی دارند، نزدیک کارخانجاتی که مولد دود و گرد و غبار هستند، نزدیک دامداری، مرغداری، بیمارستان ها و یا در مجاورت فاضلابهای آلوده مجاز نمی باشد.

۲- مساحت زیر بنای مفید برای این واحدها حداقل ۵۰۰ مترمربع در نظر گرفته شود.

۳- تقسیمات ساختمان باید طوری در نظر گرفته شود که حدود دو پنجم آن به سالنهای تولید و بسته بندی و دو پتجم آن به انبارها اختصاص یافته و فضای باقیمانده به طور مناسب جهت واحد کنترل، ناهارخوری،

سنگ یا موزاییک، مقاوم و با کف شوی و شیب مناسب باشد.

۸- سرویس‌های بهداشتی کارگران بایستی کاملاً از انبارها و سالن‌های تولید و بسته بندی جدا و یا فاصله داشته باشند.

۹- کلیه قسمت‌های تولید باید از نور کافی برخوردار بوده و دارای کانال‌های تهویه هوا با دریچه‌های مناسب باشند. ۱۰- انبارها باید طوری طراحی و ساخته شوند که از شرایط خوب جهت نگهداری محصولات برخوردار باشند. درجه حرارت انبار می‌باید در محدوده ۲۲ درجه سانتیگراد و میزان رطوبت کمتر از ۴۰٪ باشد.

۱۱- انبارها باید از تهویه مناسب و نور کافی برخوردار باشند. استفاده از کولر آبی به علت ایجاد رطوبت جایز نیست، در صورت نداشتن تهویه، از کولر گازی و یا دستگاه چیلر کوچک می‌توان برای خنک کردن استفاده نمود.

۱۲- در روی دیوارهای انبار باید دماسنج، رطوبت سنج و در کلیه قسمت‌ها کپسول‌های آتش نشانی تعبیه گردد.

۱۳- کل انبار و به خصوص زیر سقفها باید سالی یکبار سمپاشی شود تا از نفوذ موش و حشرات جلوگیری به عمل آید.

۱۴- کلیه درها و پنجره‌های بازشو جهت جلوگیری از ورود حشرات و پرندگان می‌باید مجهز به توری باشند.

۱۵- دهانه کف شوی‌ها باید دارای پنجره بوده و زیر آن توری خیلی ریز گذاشته شود تا از ورود حشرات از دهانه فاضلاب جلوگیری به عمل آید.

۱۶- کارگران باید ملبس به روپوش و کلاه به رنگ روشن و کفش کار بوده و در هنگام تولید از ماسک مناسب و دستکش استفاده نمایند.

۱۷- کارگران این واحدها در موقع استخدام باید مورد معاینات پزشکی و آزمایشات طبی لازم قرار گیرند و حداقل آزمایشات طبی لازم عبارتند از تست عدم اعتیاد، عکسبرداری از ریتین، VDRL و آزمایشات انگلی و این آزمایشات حداقل سالی یکبار باید تکرار شود.

۱۸- واحدهای مذکور باید دارای مسئول فنی واجد شرایط جهت نظارت و کنترل عملی و فنی بر امور تولید باشند.

۱۹- حداقل کنترل‌هایی که می‌باید در واحد بسته بندی

گیاهان دارویی انجام گیرد شامل تعیین جنس و گونه گیاهی، تعیین مشخصات ماکروسکوپی و میکروسکوپی بخش مورد استفاده گیاه (مشخصات خرده نگاری)، درصد رطوبت، درصد اجسام خارجی آلی (Foreign organic matter)، میزان خاکستر تام و خاکستر نامحلول در اسید، کنترل میکروبی و قارچی فرآورده، میزان باقیمانده سموم در گیاه (در صورت سمپاشی گیاه به منظور دفع آفات نباتی)، کنترل بسته بندی نهایی از نظر وضع ظاهری و وضعیت جعبه‌ها و کارتن‌ها می‌باشد و حداقل کنترل‌هایی که می‌باید در واحد عصاره و اسانس گیاهی انجام گیرد شامل تعیین جنس و گونه گیاهی، کنترل میکروبی و قارچی فرآورده، کنترل‌های فیزیکی عصاره یا اسانس، کنترل بسته بندی نهایی از نظر وضع ظاهری و... می‌باشد.

۲۰- واحدهای فوق باید دارای دستگاهها و تجهیزات متناسب با نوع تولید شامل وسایل و تجهیزات شستشوی گیاهان تازه، دستگاه خشک کن، دستگاه آسیاب و خردکن، دستگاه بوجاری، دستگاه بسته بندی خودکار، تانک‌های عصاره و اسانس‌گیری و ذخیره وسایل آزمایشگاهی لازم باشند.





گزارش طرح همکاری اعضای هیأت تحریریه مجله با ادارات دولتی:

این طرح با مسئولیت ابوذر علیزاده و مشاوره دکتر حسن مومیوند و به کارفرمایی اداره کل امور عشایر استان لرستان انجام شد.

مقدمه:

ویژگی عمده بارندگی‌های مناطق اقلیم خشک و نیمه‌خشک (مثل کشور ایران) مناسب نبودن بارش‌ها از نظر پراکنش مکانی و زمانی می‌باشد. علاوه بر این، تغییر اقلیم نیز چالش مهمی برای مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شود. در طی نیم قرن گذشته، به دلیل بروز خشکسالی‌های مختلف استخراج بی‌رویه آب‌های زیرزمینی و افزایش مصرف آب، کمبود آب روندی افزایشی داشته و نگرانی‌هایی را برای کشاورزان ایجاد نموده است، لذا مدیریت بهینه آب گامی موثر در کاهش آسیب به ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشد. در شرایط فعلی کشور، تغییر الگوی کشت محصولات زراعی آب بر به سمت گیاهان دارویی، که باعث حفظ منابع آبی و گیاهی و ایجاد ارزش افزوده بالا می‌شود از اهمیت بالایی برخوردار است. گیاهان دارویی از سیستم ریشه‌ای گسترده‌ای برخوردار هستند که نشان‌دهنده سازگاری این گیاهان به کاهش قابلیت دسترسی به آب و عناصر غذایی می‌باشد. کاشت گیاهان دارویی به دلیل نیاز آبی کم در شرایط خشکسالی و قابلیت تولید در زمین‌های کم بازده می‌تواند در افزایش بهره‌وری از منابع آب و خاک موثر واقع گردد (خرم دل، ۱۳۹۶).

تغییرات آب و هوایی از جمله خشکسالی، جوامع عشایری کشور را با مشکل فروپاشی مواجه ساخته است. این در

مواد و روش:

در همین راستا پژوهشی با عنوان قابلیت کشت و سازگاری گیاهان دارویی (*Thymus vulgaris*، *Pelargonium graveolens* و *Cymbopogon citratus*) در شرایط دیم و فاریاب در اراضی کم بازده استان لرستان انجام شد. جامعه آماری مورد مطالعه در این پژوهش گونه‌های دارویی ذکر شده می‌باشد که در مناطق عشایر نشین استان لرستان، شامل: شهرستان‌های خرم‌آباد، کوهدشت و نورآباد کشت شده‌اند. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و دو تیمار کشت فاریاب (آبی) و دیم، در سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ انجام شد. بر اساس شرایط اقلیمی محل کشت در شهرستان‌های کوهدشت و خرم‌آباد؛ گیاهان دارویی آویشن باغی، شمعدانی عطری و علف لیمو، و در شهرستان نورآباد گیاه دارویی آویشن باغی کشت شدند. کشت فاریاب در بهار سال ۱۴۰۰ و کشت دیم برای استفاده بهتر از نزولات آسمانی در پاییز ۱۴۰۰ انجام شد.

نتایج:

نتایج حاصل از کشت گیاهان به صورت دیم و فاریاب نشان داد که گیاهان انتخاب شده توانایی سازگاری با مناطق کشت شده را دارند، ولی در کشت دیم در اوایل فصل رشد، به دلیل تنش شدید آبی پس از مدتی از بین رفتند. نمونه برداری از گیاهان کشت شده به روش دیم نیز انجام شد که با توجه به شرایط اقلیمی موجود در سال ۱۴۰۰ مقدار کمی بود به گونه‌ای که در آویشن باغی کشت شده در شهرستان کوهدشت برای صفات

حالی است که این قشر مولد سهم به‌سزایی در پایداری تولیدات دامی دارد. بی‌شک اگر به تنوع‌بخشی معیشت جوامع عشایری پرداخته نشود، امنیت غذایی سایر اقشار جامعه به خطر خواهد افتاد (راشد نسب و احمدوند؛ ۱۳۹۷). از این‌رو توسعه کشاورزی و بخصوص کشت گیاهان دارویی در مناطقی که به شرایطی اقلیمی (بارندگی) در وضعیت مطلوبی قرار دارند می‌تواند به این امر کمک کند، جوامع عشایری به دلیل ماهیت زندگی (کوچ نشینی) که دارند می‌تواند با کشت گیاهان دارویی مثل آویشن، گل محمدی، رزماری، اسطوخدوس و... به صورت دیم از بارندگی‌های بهاری استفاده کنند و حداقل برداشت از این محصولات را داشته باشند. ترویج دیم‌کاری گیاهان دارویی با روش‌های فنی و راهبردی همگام با طبیعت، راهکاری برای استفاده بهینه از ظرفیت‌های طبیعی کشور و تحقق برنامه‌های اشتغال، تولید، فرآوری و ایجاد ارزش افزوده در جوامع روستایی و عشایری محسوب می‌شود (لباسچی، ۱۳۹۶).

انتخاب و کشت گیاهان دارویی چندساله سازگار با شرایط دیم هر منطقه که نیاز آبی کمتری از غلات دارند می‌تواند بهترین جایگزین در دیمزارهای کم بازده باشد. استقرار گیاهان دارویی چندساله، ضمن ایجاد پوشش گیاهی، می‌تواند از فرسایش ناشی از شخم‌های مکرر سالیانه نیز جلوگیری کند. ترویج این روش زراعت دیم گیاهان دارویی در عرصه‌های شیبدار و غیره در سطوح وسیع، می‌تواند تحولی در حفظ و احیای اکوسیستم‌های زراعی دیم کشور ایجاد کند.



گرم نیز آبیاری تکمیلی در چند مرحله انجام شود. ترویج دیمکاری گیاهان دارویی با روش‌های فنی و راهبردی همگام با طبیعت، راهکاری برای استفاده بهینه از ظرفیت‌های طبیعی کشور و تحقیق برنامه‌های اشتغال، تولید، فراوری و ایجاد ارزش افزوده در جوامع روستایی و عشایر محسوب می‌شود.

پیشنهاد می‌شود در کشت دیم گیاهان دارویی از گیاهان چند ساله که نیاز آبی کمتری دارند و نیز گیاهان یکساله که دارای دوره رشد محدود هستند استفاده شود. از گیاهان دارویی چندساله که می‌توان به صورت دیم با آبیاری تکمیلی در مناطق کم برخوردار استفاده شود می‌توان به آویشن باغی (*Tymus vulgaris* L.)، رزماری (*Rosmarinus officinalis*)، اسطوخدوس (*Lavandula angustifolia*)، مریم گلی (*Salvia officinalis*)، گل محمدی (*Rosa damascena*)، مرزه خوزستانی (*Satureja khuzistanica*) و اسپند (*Peganum harmala*) و گیاهان یکساله می‌توان به زیره سبز (*Cuminum cyminum*)، سیاهدانه (*Nigella sativa*) و زنیان (*Trachyspermum ammi*) اشاره کرد.

در این طرح تحقیقاتی نتایج نشان داد که انتخاب گونه‌های گیاهی برای کشت فاریاب به درستی صورت گرفته است در خصوص کشت گیاهان دارویی به صورت دیم برای سازگاری بیشتر و عملکرد بهتر می‌توان پیشنهاد زیر ارائه شود:

۱- بهترین فصل کشت برای گیاهان دارویی، چه به صورت

مهم عملکردی شامل عملکرد وزن خشک در متر مربع (۱۹۰/۲۸ و ۱۱/۵ گرم در متر مربع)، عملکرد برگ در متر مربع (۸۹/۸۱ و ۴/۶۳ گرم در متر مربع) و عملکرد اسانس در متر مربع (۱/۸۶ و ۰/۰۸ گرم در متر مربع)، به ترتیب برای تیمار آبی و دیم به دست آمد. ولی بین درصد اسانس در کشت دیم و آبی تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد.

در کشت آبی گیاهان سازگاری خوبی را نشان دادند که این نشان‌دهنده این است که برای داشتن رشد مطلوب در کشت دیم حتما آبیاری تکمیلی انجام شود. بین مناطق مختلف در کشت فاریاب اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ولی نتایج نشان داد که شهرستان‌های خرم‌آباد و کوهدشت برای صفات عملکردی، مقادیر بیشتری را نشان دادند که پیشنهاد می‌شود در برنامه‌ریزی آبی جهت کشت گیاهان دارویی مورد استفاده در طرح از این مناطق استفاده شود. با توجه به سازگار نبودن کشت گیاهان دارویی به صورت دیم، پیشنهاد می‌شود، گیاهان دارویی، که قرار است به صورت دیم کشت شوند، حتما در اوایل فصل پاییز کشت شود و برای مستقر شدند بوته‌ها تا فصل بارندگی چندین مرتبه آبیاری انجام شود و در طول فصل رشد بر حسب نیاز، آبیاری تکمیلی با توجه به فنولوژی و مراحل رشدی حساس گیاهان، آبیاری انجام گیرد، همچنین برای موفقیت در کشت دیم گیاهان دارویی، در فصل پاییز زمین به نحوی آماده شود که توانایی نگهداری و ذخیره نزولات آسمانی را داشته باشد و در طی فصل‌های



دیم و یا فاریاب، کشت در اواخر فصل تابستان و اوایل فصل پاییز می‌باشد، این کار باعث استقرار بهتر و عملکرد بیشتر در سال بعد می‌شود.

۲- با توجه به بحران کم آبی در کشور و کارایی بالای سیستم‌های آبیاری تحت فشار در مقایسه با سیستم‌های سنتی مثل روش غرقابی و ...، استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای می‌تواند بهترین عملکرد را در پی داشته باشد.

۳- در کشت گیاهان دارویی استفاده از علفکش ممنوع می‌باشد لذا برای جلوگیری از رشد علف‌های هرز و افزایش عملکرد استفاده از مالچ در بین ردیف‌های توصیه می‌شود.

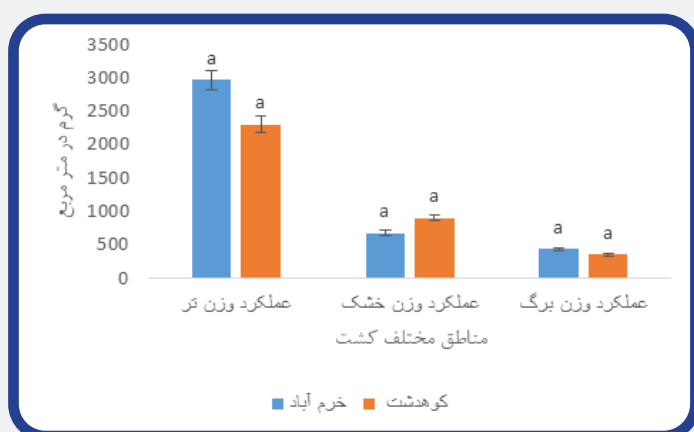
۴- در کشت گیاهان دارویی برای بهتر مستقر شدند و داشتن عملکرد بالا در گیاهان چند ساله حتما از کشت نشایی (نشاء توپی یا قلمه گلدانی) استفاده شود.

۵- استفاده از کود دامی علاوه بر احیاء بافت خاک در ذخیره‌سازی آب در خاک کمک می‌کند که پیشنهاد می‌شود در کشت گیاهان دارویی از کود دامی پوسیده استفاده شود.

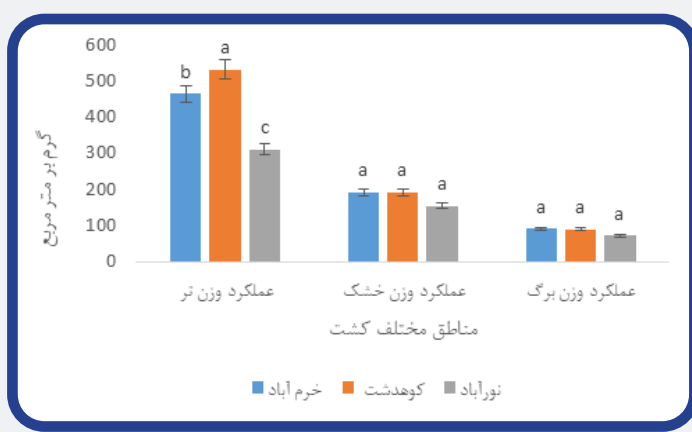
۶- در انتخاب گونه‌های گیاهی جهت کشت، شرایط اقلیمی مورد نیاز برای حداکثر عملکرد در نظر گرفته شود.



شکل (۱) گیاهان مستقر شده در کشت
فاریاب شهرستان کوهدشت



شکل (۳) مقایسه (روش LSD) صفات عملکردی
شمعدانی عطری در مناطق مختلف کشت تحت
تیمار فاریاب



شکل (۲) مقایسه (روش LSD) صفات عملکرد
آویشن باغی در مناطق مختلف کشت تحت تیمار
فاریاب



استفاده از ویرایش ژنوم در گیاهان باغبانی: کاربردها و چشم انداز آینده

دکتر روح اله عبدلی نژاد

استادیار گروه علوم باغبانی دانشگاه لرستان

۱-مقدمه

محصولات باغبانی شامل سبزی-ها، میوه-ها، گیاهان زینتی و گیاهان دارویی و ادویه‌ای به عنوان بخش مهمی از محصولات کشاورزی در طول تاریخ و تمدن‌سازی بشری نقش بسیار مهمی داشته‌اند، که برای اهداف غذایی، دارویی و آرایشی و منظرسازی کشت و کار می-شوند. با این وجود، گسترش کشت محصولات باغبانی همچنان با چالش‌های مختلفی مانند گسترش بیمارگرها و آفات گیاهی، تغییرات آب و هوایی و رشد فزاینده جمعیت مواجه است. در دو دهه اخیر تکنیک‌های اصلاح کلاسیک، استفاده از نشانگرهای مولکولی و انتقال ژن برای بهبود صفات در برخی گیاهان باغبانی استفاده شده است. با این حال، توسعه سریع‌تر واریته‌های برتر نیازمند تکنیک‌های دقیق‌تر و ایمن‌تر مانند سیستم‌های ویرایش ژنوم است. در این مقاله به بررسی توسعه و کاربرد سیستم‌های ویرایش ژنوم پرداخته می‌شود.

۲-سیستم‌های ویرایش ژنوم غیر CRISPR/Cas و کاربرد

آنها در گیاهان باغبانی

قبل از کشف CRISPR/Cas، سایر تکنیک‌های ویرایش ژنوم برای اصلاح صفات در گیاهان استفاده می‌شد، اما در محصولات باغی کاربرد چندانی نداشت. به بیان دقیق‌تر، هیچ گزارشی در مورد کاربرد تکنیک‌هایی همچون مگانوکلائازها که اولین ابزار ویرایش ژنوم توسعه یافته بودند، در محصولات باغبانی وجود ندارد. بعدها، پس از ظهور فناوری نوکلئاز انگشت روی (Zinc finger Nuclease (ZFN)، دو گروه از ZFN را در تجزیه و تحلیل عملکردی و تعیین خصوصیات ژن‌ها در گیاهان سیب و انجیر و همچنین گوجه فرنگی استفاده شد. پس از آن، فناوری ویرایش ژن مبتنی بر Transcription Activator-like Effector Nuclease (TALEN) توسعه یافت و به طور موثر در برخی از محصولات مهم اقتصادی باغبانی مانند سیب زمینی (*Solanum tuberosum*) و گوجه فرنگی

(*Solanum lycopersicum*) استفاده شد. اولین نمونه از ویرایش ژنوم در یک محصول باغبانی در سال ۲۰۱۳ با استفاده از TALEN در سیب زمینی برای خاموش کردن ژن اینورتاز واکوئلی به منظور بهبود کیفیت و انبارداری شرایط سرد غده‌های سیب زمینی استفاده شد.

۳- سیستم‌های CRISPR/Cas در گیاهان باغبانی

فناوری CRISPR/Cas تقریباً دو سال بعد از کشف پروتئین‌های TALEN توسعه یافت. فناوری CRISPR/Cas فرصت‌های جدیدی را برای بهبود صفات گیاهان باغبانی ایجاد کرده است. چنانچه این فناوری به طور گسترده در پروژه‌های رنج وسیعی از اصلاح گیاهان باغبانی همچون سیب (برای تأخیر در گلدهی و مقاومت به آتشک)، موز (برای افزایش ماندگاری میوه مقاومت به بیماری‌های قارچی و القا پاکوتاهی)، بلوبری (برای هم زمانی گلدهی)، مرکبات (برای افزایش تحمل به تنش ها)، خیار (برای افزایش تحمل به بیماری‌های خاکزاد و ویروسی)، کیوی فروت (برای گلدهی سریع و رشد متراکم‌تر)، انگور (برای بیوسنتز تارتاریک اسید افزایش مقاومت به بوتریتیس و سفیدک پودری و شاخه دهی

زیاد) و.... استفاده شده است. به عنوان مثال، CRISPR/Cas⁹ در ویرایش ژنوم ریشه‌های مویین پرتقال و گوجه فرنگی استفاده شده است. در چندین مطالعه تلاش شده است تا ویژگی‌های مطلوب گیاهان زینتی مانند اندازه گل، شکل، رنگ، عطر، ماندگاری و تحمل استرس را بهبود دهند. اولین جهش هدفمند در گیاهان باغبانی نیز در گوجه فرنگی برگ باریک برای خاموش کردن ژن *Argonaute7* از طریق بکارگیری CRISPR/Cas⁹ در سال ۲۰۱۴ به ثبت رسید. از آن زمان، برخی تحقیقات در مورد کاربردهای بالقوه CRISPR/Cas در بهبود کیفیت میوه، فرم‌گیری گیاه، افزایش ماندگاری و همچنین محافظت از گیاهان در برابر تنش‌های زنده و غیر زنده منتشر شده است. این تکنیک اکنون برای انواع سبزی‌ها از جمله هندوانه، خردل، گوجه فرنگی، سیب زمینی و کلم استفاده شده است. تاکنون، مطالعات اندکی در مورد ویرایش ژنوم با استفاده از CRISPR/Cas در گیاهان زینتی استفاده شده است، که دلیل آن نیاز به توالی یابی کامل ژنومی گیاه هدف است که در مورد گیاهان زینتی کمتر انجام شده است. علاوه بر این،



ویروس‌ها تغییر داد، مثلاً با خاموش کردن عوامل شروع ترجمه ژن. برای مثال، تولید موزهایی مقاوم به ویروس درون‌زاد رگه‌ای موز با تکنیک $CRISPR/Cas^9$ از طریق ایجاد جهش در اجزای ویروس که در نتیجه آن از رونویسی و ترجمه پروتئین‌های ویروسی در درختان موز جلوگیری می‌کرد. نمونه دیگر از اصلاح ژن‌های درخت سیب است که برای آن RNP های $CRISPR/Cas^9$ به پروتوپلاست‌ها وارد شده تا ژن‌های *DIMP-1, 2 and 4* را که مهارکننده‌های مقاومت در برابر بیماری آتشک هستند، هدف قرار دهند.

همچنین، در مرکبات جهش یافته‌هایی (*Citrus sinensis* orange و *C. paradisi* grapefruit) با ویرایش ژنوم ایجاد شدند که تحمل قابل توجهی نسبت به بیماری *Xanthomonas* ایجادکننده شانکر مرکبات نشان دادند. گیاهان مرکبات دارای ژن *CsLOB1* هستند که آنها را نسبت به *Xanthomonas citri subsp* حساس می‌کند. ناحیه پروموتور این ژن حاوی عناصر لازم برای تعامل فاکتور بیماری زایی *PthA4* باکتری است که باعث ظهور علائم بیماری می‌شود. مکان‌های اتصال فاکتور

برای بهبود صفات گونه‌های گیاهی پلی پلوئید، مانند گل رز تتراپلوئید و گیاهان داوودی هگزاپلوئید، هنوز یک پروتکل ویرایش موثر توسعه نیافته است.

۴-مقاوم‌تر کردن گیاهان باغبانی به تنش‌های زنده و غیر زنده

عوامل بیماری‌زا از جمله باکتری‌ها، قارچ‌ها و ویروس‌ها می‌توانند با ایجاد انواع بیماری‌ها در گیاهان مانع رشد و نمو گیاهان شده که می‌تواند منجر به خسارات قابل توجهی به تولیدات باغبانی شود. با این وجود، تحمل گیاه به تنش‌های زیستی را می‌توان به طور قابل توجهی با استفاده از فناوری $CRISPR/Cas$ بهبود بخشید.

در ویرایش ژنوم به کمک فن‌آوری $CRISPR/Cas$ دو استراتژی جداگانه برای توسعه گیاهان مقاوم به ویروس استفاده می‌شود که شامل ۱- ویرایش ژنوم ویروس و ۲- اصلاح ژن‌های گیاهی مسئول حساسیت به ویروس‌ها است. ویروس‌ها معمولاً از دستگاه رونویسی و ترجمه موجود در گیاه میزبان استفاده می‌کنند. با استفاده از ابزارهای $CRISPR/Cas$ ، می‌توان بیان ژن‌های حساسیت (S) را به منظور محافظت از گیاهان در برابر



PthA4 با استفاده از $CRISPR/Cas^9$ ویرایش شد که ظرفیت باکتری را برای آلوده کردن $CRISPR/Cas^9$ کاهش داد.

رویکرد ویرایش با واسطه RNP در مطالعات دیگری نیز با موفقیت توسعه یافته است. به عنوان مثال، $CRISPR/Cas^9$ حذف ژن *MLO-7* را که به طور منفی مقاومت در برابر پاتوژن سفیدک پودری در درخت انگور را تنظیم می‌کند ممکن کرده است. سه جهش در ژن *MLO* باعث شد تا حساسیت گیاهان انگور نسبت به سفیدک پ.د.ری تا ۷۷ درصد کاهش یابد. علاوه بر این، با حذف ژن *WRKY52*، که تنظیم‌کننده منفی مسیر جاسمونیک اسید است، گیاهان انگور بسیار مقاوم به *Botrytis cinerea* تولید شده است.

با توجه به دستاوردهای یاد شده، ویرایش ژنوم گیاهان باغبانی توسط $CRISPR/Cas^9$ می‌تواند در سایر محصولات باغبانی برای ایجاد مقاومت به انواع تنش‌های زنده و غیر زنده مفید باشد. با این وجود، به نظر می‌رسد به دست آوردن جهش یافته‌های پایدار و مطالعه کامل چگونگی تأثیر ویرایش ژنوم بر صفات و فرآیندهای متابولیک در گیاهان ضروری است.

۵- ویرایش خصوصیات فنوتیپی و ارزش غذایی گیاهان باغبانی

گزارش‌هایی وجود دارد که ویرایش ژنوم می‌تواند ویژگی‌های مختلف گیاه، از جمله رشد و مورفولوژی گیاه، زمان بلوغ میوه، رنگ میوه، متابولیسم و ماندگاری را تغییر دهد. گیاه موز نیمه پاکوتاه (*Musa acuminata* «Gros Michel») از طریق ویرایش $CRISPR/Cas^9$ با واسطه ژن *MaGA20ox2* تنظیم‌کننده بیوسنتز جیبرلین تولید شده است. گیاهان جهش یافته رشد کمتری نسبت به گیاهان نوع وحشی نشان دادند و برگ‌های ضخیم‌تر و سبز تیره‌تر داشتند. همچنین سلول‌های گیاهان اصلاح شده از نظر ساختاری در مقایسه با گیاهان نوع وحشی متفاوت بودند. یافته‌های این پژوهش برای غربال‌گری ژنوتیپ‌های موز پاکوتاه بسیار مهم است، زیرا درختان بلند به بادهای قوی حساس هستند که باعث تلفات قابل توجه در باغچه‌های موز می‌شود.

در گیاهان انگور، جهش زایی هدفمند ژن *VvCCD8* منجر به شاخه زایی بیشتری در هر درخت نسبت به

گیاهان جهش نیافته شد. فیتوهورمون‌های گیاهی معروف به استریگولاکتون‌ها از رشد جوانه‌های جانبی جلوگیری می‌کنند. سیستم ویرایش $CRISPR/Cas^9$ به تغییر عملکرد نقش ژن *VvCCD8* در تنظیم شاخه‌های شاخه منجر شد که در نتیجه آن تمایل به شاخه زایی جانبی در درختان انگور افزایش یافت.

ویرایش ژنوم به وسیله $CRISPR/Cas^9$ به عنوان روشی کارآمد برای افزایش ارزش غذایی میوه‌ها در نظر گرفته می‌شود. با جهش جایگاه لیکوپین اپسیلون سیکلاز (*LCYE*)، تولید موز با سطوح بالاتر β -کاروتن امکان‌پذیر شد. مقدار β -کاروتن در میوه‌های موز جهش یافته شش برابر افزایش یافت، در حالی که سطوح α -کاروتن و لوتئین به طور قابل توجهی کاهش یافت.

۶- اصلاح دوره گلدهی و طول عمر

برخی از مطالعات نشان می‌دهد که می‌توان با استفاده از $CRISPR/Cas^9$ زمان گلدهی، طول عمر گل و شکل و رنگ گل گیاهان باغبانی را تغییر داد. عملکرد ژن‌های زیادی که در شکل‌گیری گل و میوه نقش کلیدی دارند به طور کامل در گیاهان توت فرنگی وحشی و پرورشی با استفاده از فناوری $CRISPR/Cas^9$ شناسایی شده است. از آنجایی که اکسین‌ها برای شکل‌گیری و توسعه گل و میوه توت فرنگی ضروری هستند، ژن‌های *FveARF8* و *FveTAA1* که توسط $CRISPR/Cas^9$ اصلاح شدند منجر به ایجاد گیاهان جهش یافته *FveARF8* هموزیگوت با گل و میوه‌هایی با اندازه بزرگتر و رشد سریعتر در مقایسه با گیاهان شاهد شدند. علاوه بر این، جهش در ژن‌های *FaTM6* و *FveSEP3* توت فرنگی منجر به پارتنوکاری و بدشکلی میوه و همچنین تولید گلبرگ‌ها، بساک‌ها و دانه‌های گرده غیرطبیعی شد. بنابراین، نقش این ژن‌ها در رشد و تکامل چرخه گل دهی و میوه دهی توت فرنگی بیش از پیش مشخص شد.

مکانیسم‌های گل دهی محصولات باغبانی را می‌توان با استفاده از ویرایش ژنوم دستکاری کرد. صفات رشدی میوه در گوجه فرنگی برای تغییر رشد میوه و الگوهای گلدهی دستکاری شده است. فاکتورهای همراه رونویسی کدکننده ژن‌هایی مانند *BLADE-ON-PETIOLE (BOP)* در گوجه فرنگی، می‌توانند بر ساختار گل آذین تأثیر بگذارند و می‌توان با ویرایش ژن *SIBOP* تعداد گل در

گل آذین را کاهش داد. همچنین گلدهی سریع و برداشت زود هنگام گوجه فرنگی توسط جهش زایی هدفمند با واسطه^۹ CRISPR/Cas در بازدارنده گلدهی *SELF-PRUNING 5G* القا شده است. گیاهان جهش یافته سیب و گلابی از طریق حذف ژن مهارکننده گل *TFL1* ایجاد شده‌اند. بسیاری از درختان جهش یافته سیب (۹۳٪) اما فقط تعداد کمی از گیاهان جهش یافته گلابی (۹٪) زود گلدهی را نشان دادند. در مطالعاتی دیگر، ویرایش ژنوم برای روشن شدن اهمیت نقش ژن‌های *AcCen4*، *AcCen* و *SyGl* در به تاخیر انداختن گلدهی در گیاهان کیوی (*Actinidia chinensis*) به کار گرفته شده و نتیجه مطلوبی حاصل شده است. بنابراین فرصتی وجود دارد که بتوان زود گلدهی را در سایر گیاهان باغبانی نیز القا کرد، که باعث کاهش مدت زمان میوه دهی آنها می‌شود. بر اساس شواهد مربوط به ژن‌های شبه *CEN/TFL1* در کیوی، گلابی و سیب، محققان این فرضیه را مطرح کردند که حذف این ژن منجر به زود گلدهی می‌شود. با این حال، تلاش برای استفاده از ویرایش ژن *CEN* برای تأثیرگذاری بر گلدهی سایر گیاهان ادامه دارد.

ژن‌هایی که پیری و رنگ گل را در گیاهان اطلسی، زنبق، داودی، و ارکیده کنترل می‌کنند توسط برخی از محققان با استفاده از ویرایش ژنوم مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. به عنوان مثال، گل اطلسی رقم «Mirage Rose» با هدف قرار دادن ژن *PhACO1*، که بیوسنتز هورمون اتیلن را تنظیم می‌کند، اصلاح شده است. در نتیجه، گیاهان اطلسی با سنتز اتیلن کمتر که گل‌هایی با عمر طولانی‌تری داشتند توسعه یافتند.

۷- نتیجه‌گیری کلی

فناوری^۹ CRISPR/Cas تاکنون کارایی مثبت خود را در اصلاح ژنوم گیاهان باغبانی نشان داده است. که برای صفات مهمی همچون تنظیم دوره گلدهی و رسیدگی میوه، افزایش مقاومت گیاه در برابر تنش‌های زیستی و تحمل به تنش‌های غیر زیستی و همچنین بهبود ویژگی‌های مربوط به رشد گیاه و طعم میوه با موفقیت آزمایش شده است. امروزه تکنیک‌های ویرایش و رونویسی-فعال‌سازی و همچنین آنزیم‌های تغییر یافته موثری برای ویرایش بهتر ژنوم به منظور دستیابی به انواع جدیدی از گیاهان باغبانی دارای ویژگی‌های مطلوب مد نظر در دسترس هستند.





نقش و کاربرد نانو فناوری در تعیین کمیت و کیفیت مواد موثره گیاهان دارویی

سیده زهرا احمدی^۱*، حسن مومیوند^۲، شیما بابائی راد^۳، فاطمه سپهوندی^۴، کیمیا داودی^۵

۱. دانشجوی دکتری تخصصی، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان

۲. دانشیار گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان

۳. دانشجوی دکتری تخصصی، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان

۴. دانشجوی کارشناسی ارشد گیاهان دارویی، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان

۵. دانشجوی کارشناسی ارشد گیاهان دارویی، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان

*نویسنده مسئول: zahmadi294@yahoo.com

چکیده

گیاهان به دلیل ماهیت ساکن خود دائماً در معرض نانو ذرات تنش زای موجود در محیط (مثال ذکر شود) هستند. به طور کلی، نانوذرات با تولید گونه‌های اکسیژن فعال، گیاهان را مجبور به فعال سازی مکانیسم‌های دفاعی آنزیمی و غیر آنزیمی می‌کنند. یکی از پاسخ‌های مهم دفاعی گیاهان در برابر این شرایط، افزایش بیوسنتز متابولیت‌های ثانویه است که بسیاری از آنها کاربرد تجاری دارند. بررسی حاضر به طور خلاصه دانش فعلی را در مورد استفاده از نانو ذرات مختلف فلزی، غیر فلزی و کربنی به عنوان محرک تولید متابولیت‌های ثانویه در گیاهان مختلف خلاصه نموده است. در پژوهش حاضر توضیح مختصری درباره مکانیسم عملکرد نانوذرات بر افزایش تولید متابولیت‌های ثانویه گیاه ارائه شده است.

کلمات کلیدی: نانو ذرات، گیاهان دارویی، متابولیت‌های ثانویه، فلاونوئید، آلکالوئید

دفاعی از طریق سنتز ترکیبات گیاهی به این ترکیبات محرک پاسخ می دهند (Singh and Sharma, 2020). نانومواد به عنوان محرک های زیستی، در ایجاد تغییرات کمی و کیفی متابولیت های ثانویه پتانسیل چشمگیری دارند (Hatami et al., 2016).

علم نانوفناوری، مطالعه و کاربرد مواد خیلی کوچک در دامنه ۱ تا ۱۰۰ نانومتر است، که ویژگی های جدید از مواد و ترکیبات می سازد و کاربرد وسیعی دارد. نانو مواد به دلیل بزرگی سطح ویژه نسبت به حجم، واکنش بیشتر و عامل محدودیت کوانتومی به علت اندازه فوق العاده ریز، خواص خیلی برتری نسبت به کاربرد به شکل توده همتایان خود نشان داده اند، که شامل انواع زیر است:

۱- نانومواد بر پایه کربن مانند نانولوله های کربنی، گرافن و فولرن

۲- نانومواد بر پایه فلز شامل فلزات با ظرفیت والانس صفر (مانند نانوذرات طلا، نقره و آهن)، اکسید فلزات (مانند نانو اکسید روی، اکسید تیتانیوم و اکسید سرب) و نمک های فلزی (مانند نانوسلیکات و سرامیک ها)

۳- نقاط کوانتومی (مانند کادمیوم سلینیوم و کادمیوم تلور)

۴- پلیمرها در ابعاد نانو (شامل دیاندریت ها و پلی استایرن ها است) (Hatami et al., 2016).

هدف از این مطالعه بررسی نقش و کاربرد نانو فناوری در تعیین کمیت و کیفیت مواد موثره گیاهان دارویی است.

اثر کاربرد نانو ذرات در کمیت و کیفیت متابولیت های ثانویه

نانوذرات نقره بیشترین استفاده را به عنوان محرک متابولیسم ثانویه در گیاهان در سطح آزمایشگاهی داشته اند، هرچند هزینه بالای آنها به عنوان یک عامل محدود کننده در کاربرد تجاری آنها محسوب می شود. محققان در یکی از اولین گزارش ها دریافتند که کاربرد نانوذرات نقره (قطر ۲-۵۰ نانومتر) سنتز شده با استفاده از عصاره آبی برگ *Acalypha indica* L باعث شد محتوای فنل کل همراه با فعالیت کاتالاز و پراکسیداز در گیاهان *Bacopa monnieri* (Linn.) Wettst که به صورت هیدروپونیک کشت شده بودند افزایش یابد. با این

متابولیسم ثانویه گیاه یک برهم کنش پیچیده از پتانسیل ژنتیکی گیاه و آن دسته از علایم محیطی است که گیاه به طور مداوم در معرض آنها قرار می گیرد. مسیرهای بیوسنتزی در گیاهان عمومیت دارند و مسئول تولید هر دو دسته متابولیت های اولیه و ثانویه هستند. این متابولیت ها از راه مسیرهای انرژی بر، برای اهداف خاص توسط گیاهان سنتز می شوند. متداول ترین مسیرهای بیوسنتزی عبارتند از:

۱- پنتوز: گلیکوزیدها، پلی ساکاریدها؛
۲- شیکمیک اسید: فنل ها، تانن ها، آلکالوئیدهای آروماتیک؛

۳- استات مالونات: فنل ها، آلکالوئیدها؛

۴- موالونیک اسید: ترپن ها، استروئیدها، آلکالوئیدها؛
اگرچه تقریباً معدودی از ده ها هزار متابولیت ثانویه شناخته شده است و جزئیات بیوشیمیایی و اکولوژیکی آن ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است، با این وجود بسیاری از آن ها مواد شیمیایی هستند که به عنوان ترکیبات دفاعی در برابر گیاهخواران یا میکروارگانیسم ها عمل می کنند. بسیاری دیگر از آن ها ترکیبات سیگنال هستند و تعداد کمی ممکن است نقش شناخته شده ای نداشته باشند (Wink, 2010). به طور کلی متابولیت های ثانویه در سه کلاس بزرگ شیمیایی تقسیم می شوند:
۱. ترپن ها: تقریباً به طور کلی از کربن و هیدروژن تشکیل شده اند.

۲. فنل ها: عموماً دارای حلقه بنزنی، اکسیژن و هیدروژن هستند.

۳. آلکالوئیدها: حاوی ترکیبات نیتروژنی هستند.
این متابولیت های طبیعی منبع ترکیبات فعال زیستی مورد استفاده در داروسازی، مواد مخدر، لوازم آرایشی و بهداشتی و عطرسازی هستند (Hatami et al., 2016).

محرک ها به طور مستقیم با تحریک پاسخ های دفاعی در سلول های گیاه ارتباط دارند و با تحریک پاسخ های دفاعی به تنش های زیستی و غیر زیستی در گیاهان باعث سنتز متابولیت های ثانویه می شوند. محرک های زیستی و غیر زیستی باعث ایجاد واکنش های متابولیکی در سلول های گیاهی می شوند. سلول های گیاهی با القای واکنش های متابولیکی برای تقویت مکانیسم های

میلی مولار نانوذرات نقره (قطر ۳۰-۵۰ نانومتر) و ۱۰۰ میلی مولار متیل جاسمونات تیمار شدند، افزایش ۱۱۷ درصدی در محتوای ساپونین و کاهش در آنتوسیانین و محتوای فلاونوئید را نشان دادند (Ghanati and Bakhtiarian, 2014). به طور مشابه، در تیمار گیاه دارویی *Achillea millefolium* L. با نانوذرات نقره (قطر ۳۰ و ۵۰ نانومتر) و متیل جاسمونات، افزایش ۲۳۰ درصدی محتوای اسانس مشاهده شد. همچنین، فلاونوئیدها و برخی از ترکیبات دارویی گرانبها مانند ایزوپروپیلیدهای ضد باکتری، یعنی کافور، آلو-اوسیمین، ژرمارکن، ترانس کاریوفیلین و فارنسول که دارای خواص ضد باکتری، ضد قارچ، ضد التهاب و ضد سرطان هستند افزایش یافت و همچنین افزایش پراکسیداسیون لیپیدها نیز مشاهده شد، اما محتوای آنتوسیانین و فعالیت مهار رادیکالی کاهش یافت (Ghanati et al. 2014). در محلول پاشی نانو ذرات نقره (اندازه ۵-۲۰ نانومتر) بر *Pelargonium graveolens* (شمعدانی معطر)، عملکرد اسانس در غلظت ۴۰ میلی گرم در لیتر به حداکثر میزان خود رسید. از بین ۲۶ جز اسانس، حداکثر میزان

حال، پاسخ تنش در مقایسه با یون‌های نقره (Ag^+) منتشر شده از محلول نیترات نقره ملایم تر بود (Krishnaraj, et al. 2012). آقاجانی و همکاران (۲۰۱۳) اثر نانوذرات نقره (قطر ۳۲ نانومتر) (۳ ساعت در ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ میلی گرم برلیتر) را بر محتوای و ترکیبات اسانس *Thymus kotschyanus* Boiss. & Hohen گزارش کردند. میزان ترکیبات اصلی اسانس مانند آلفا ترپینیل استات با قرار گرفتن در معرض ۶۰ میلی گرم بر لیتر افزایش یافت و در تمام غلظت‌های به کار رفته نانوذرات نقره به جز ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر میزان تیمول بیش از دو برابر کارواکرول بود. اما میزان ترکیبات جزئی اسانس در شرایط آزمایش تغییر قابل توجهی نکرد. کاربرد محلول پاشی نانوذرات نقره (قطر ۳۵-۳۵ نانومتر) در گیاه *Borago officinalis* L. (گل گاوزبان) باعث شد که محتوای فنل، تانن و آلکالوئید همراه با سایر خواص رویشی و فیتوشیمیایی افزایش یابد. موثرترین غلظت ۰/۶ میلی گرم بر لیتر بود (Seifsahandi and Sorooshzadeh, 2013). گیاهان *Calendula officinalis* L. (گل همیشه بهار) با رشد در شرایط هیدروپونیک، هنگامی که با ۰/۴



نقره (قطر ۸ تا ۲۱ نانومتر) گزارش شده است که به طور قابل توجهی رشد گیاه و همچنین بیوسنتز دیوژنین افزایش یافته است (Jasim et al., 2017). نانو ذرات نقره (قطر ۲۵ نانومتر) به عنوان محرک مثبت گلیکوزیدهای استویوزید و ربادیوزید A در *Stevia rebaudiana* (B) عمل کرد و حداکثر افزایش در غلظت ۴۰ میلی مولار رخ داده است (Majlesi et al., 2018). کاربرد غلظت ۳۰ میلی گرم بر لیتر نانو ذرات نقره (اندازه ۶۴/۱-۲۱۱ نانومتر) سنتز شده با استفاده از عصاره برگ *Moringa oleifera* در گیاه *Citrus reticulata* (Kinnow Mandarin)، سنتز فلاونوئیدها و فنلها را افزایش داده و در نتیجه ظرفیت آنتی اکسیدانی آن افزایش یافت و در برابر بیماری لکه قهوه ای ناشی از *Alternaria alternate* مقاومت نشان داده است (Hussain et al., 2018). گزارش شده است که کاربرد نانو ذرات نقره (۴ به ۴۰ میلی گرم در گیاه) در *Cucumis sativus* (خیار) با افزایش فنلیکها، پاسخ دفاعی در برابر تنش اکسیداتیو را فعال می کند (Zhang et al., 2018). در محلول پاشی *Rosmarinus officinalis* L (رزماري) با نانو ذرات نقره به مقدار ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر

سیترونلول و ژرانیول در تیمار ۴۰ میلی گرم در لیتر نانو نقره یافت شد. در حالی که محتوای لینالول و سیترونل بوتیرات با افزایش سطح نانو ذرات نقره تا ۴۰ میلی گرم در لیتر به طور پیوسته کاهش یافت و پس از آن به سرعت افزایش یافت. حداکثر نسبت سیترونلول به ژرانیول در تیمار ۸۰ میلی گرم در لیتر به دست آمد (Hatami et al., 2014). نانو ذرات نقره (۱ تا ۲۰ نانومتر؛ ۵ و ۱۰ میلی گرم در لیتر) القا اغلب ژنهای مربوط به متابولیسم ثانویه (گلوکوزینولات، آنتوسیانین) در شلغم *Brassica rapa* ssp. *rapa* L را تحت تاثیر قرار داد. افزایش محتوای آنتوسیانین و مالون دی آلدئید و همچنین پراکسید هیدروژن گیاهچه های شلغم نشان داد تیمار نانو نقره تنش اکسیداتیو ایجاد کرده است (Thiruvengadam et al., 2015). فعالیت های مشابه القای بیان ژن و فعالیت آنتی اکسیدانی با تیمار نانو ذرات نقره در غلظت های بالاتر (> ۲۵۰ میلی گرم در لیتر) در گیاه *Brassica rapa* ssp. *pekinensis* (کلم چینی) مشاهده شد (Baskar et al., 2015). در تیمار گیاهچه های *Trigonella foenum - graecum* L (شنبلیله) با نانو ذرات



به مدت ۱۲ روز، محتوای اسید کارنوزیک بیش از ۱۱ درصد همراه با فلاونوئید کل افزایش یافته است (Soltanabad et al., 2019). همچنین گزارش شده است که نانوذرات مس یا اکسید مس از عوامل موثر بر متابولیسم ثانویه در گیاهان هستند. وقتی که گیاهچه های *Citrus reticulata* در شرایط درون شیشه در محیط کشت به طور جداگانه با نانوذرات CuO (۳۲-۱۵ نانومتر) و ZnO (۸-۳۲ نانومتر) (سنتز سبز با استفاده از برگهای سفید *Allium cepa* L.) در غلظتهای ۳۰ میکروگرم در میلی لیتر تیمار شدند، افزایش قابل توجهی در محتوای فنل و فلاونوئید کل و همچنین ظرفیت آنتی اکسیدانی نشان دادند (Hussain et al., 2017). همچنین محلول پاشی گیاهان *Mentha piperata* L. (نعناع فلفلی) با نانوذرات مس (۱ گرم در لیتر ۱) باعث افزایش محتوای کلروفیل و درصد اسانس به ترتیب به میزان ۳۵ و ۲۰ درصد شد. محتوای منتول، منتون و منتوفوران در اسانس به ترتیب تا ۱۵٪، ۲۵٪ و ۶۵٪ بیشتر از شاهد بود (Lafmejani et al., 2018). مشخص شد که نانوذرات CuO به طور قابل توجهی محتوای پلی فنل، فلاونوئید و تانن را به همراه ظرفیت آنتی اکسیدانی در ریشه گیاهان دارویی *Withania somnifera* (Singh et al., 2018) و *L. Dunal* (Ashwagandha) (کاسنی) افزایش می دهند (Laishram et al., ۲۰۱۸). کاربرد هیدروپونیک نانو آفت کش های مس (قطر اولیه ۴۰۰ نانومتر، قطر هیدرودینامیکی ۲۵۹۰ ± ۱۱۳۸ نانومتر در آب دیونیزه) در غلظت های ۱۰ و ۲۰ میلی گرم در لیتر در *Cucumis sativus* L. (خیار)، میزان اسید اسکوربیک، فنلیک ها و همچنین اسیدهای آمینه را افزایش داد در حالی که اسید سیتریک را کاهش داد (Zhao et al., 2016). گیاهچه های *Artemisia absinthium* افزایش فنل کل، محتوای کل فلاونوئید، فعالیت آنتی اکسیدانی، فعالیت SOD و مقدار پروتئین کل را در شرایط درون شیشه تحت تیمار نانوذرات طلا (۴۰ نانومتر)، نقره (۳۴ نانومتر) و مس (۲۶ نانومتر) نشان دادند. در حالی که محتوای فنل و فلاونوئید کل با تیمار نانونقره بیشتر افزایش یافتند، نانوذرات طلا بیشترین افزایش ظرفیت مهار رادیکال را نشان دادند (Hussain et al., 2017).

محلول پاشی نانوذرات اکسید مس (۵۰ نانومتر) در گیاهان *Solanum lycopersicum* L. (گوجه فرنگی) با تحریک تجمع بیشتر ترکیبات فعال زیستی مانند ویتامین C، لیکوپن، فنل کل و فلاونوئیدها در میوه ها و افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی مانند آنزیم های کاتالاز و SOD باعث افزایش کیفیت میوه شد. بهترین نتایج با غلظت نانومس ۲۵۰ میلی گرم در لیتر به دست آمد (López-Vargas et al., 2018). تحت تنش شوری، همان نانوذره در ۲۵۰ میلی گرم در لیتر غلظت مس را در بافت های گوجه فرنگی افزایش داد در حالی که فنل ها (۱۶٪) را در برگ ها و محتوای ویتامین C (۸۰٪)، گلوکاتیون (۸۱٪) و فنل ها (۷/۸ درصد) در میوه در مقایسه با شاهد غنی تر ساخت. این امر با افزایش فعالیت آنزیم های ضد اکسیدان فنیل آلانین آمونیا لیز، آسکوربات پراکسیداز، گلوکاتیون پراکسیداز، SOD و کاتالاز در بافت برگ به ترتیب، به میزان ۱۴۰٪، ۲۶٪، ۸٪ و ۹۳٪ همراه بود (Pérez-Labrada et al., 2019). فنیل آلانین آمونیا لیز اولین آنزیم مسیر عمومی فنیل پروپانوئید است که دی آمیناسیون فنیل آلانین و تبدیل آن به اسید سینامیک را کاتالیز می کند و نقش اصلی را در هدایت آمینو اسیدهای معطر از متابولیسم اولیه به مسیر فنیل پروپانوئید متابولیسم ثانویه بازی می کند (Huang et al., 2010). همه اینها تحمل تنش بهتری در برابر شوری و مقاومت آنتی اکسیدانی بیشتری برای گیاه ایجاد می کنند (Pérez-Labrada et al., 2019). در مطالعه نانوذرات مس / دی اکسید مس (۲ تا ۲۰ نانومتر) در گیاهان *Bacopa monnieri* (L.) Pennell شرایط محیطی مشاهده شد که محتویات سایونین ها، آلکالوئیدها، فلاونوئیدها و همچنین ظرفیت آنتی اکسیدانی که از کاربرد ۵ میلی گرم در لیتر تا حداکثر ۴۰ میلی گرم در لیتر و از فنلیک ها در کاربرد ۲۰ میلی گرم در لیتر افزایش مشاهده شد، پس از آن کاهش نشان داد، تاثیری که تحت عنوان هورمسیس شناخته می شود. غلظت ۱۰۰ میلی گرم در لیتر به ضرر تولید متابولیت های ثانویه بود، احتمالاً به دلیل سمیت متابولیکی که آنزیم ها را غیرفعال می کند. (Lala, 2020). استفاده از محلول پاشی نانوذرات مس (۵۰ نانومتر) و نانوذرات سلنیوم (۲-۲۰ نانومتر) به طور مشترک در

al., 2016). نانوذرات دی اکسید تیتانیوم (۱۵-۱۰ نانومتر)، استفاده شده در گیاهان *Salvia officinalis* L. (مریم گلی)، متابولیت‌های ثانویه مانند فنلیک‌ها، فلاونوئیدها و اسانس را افزایش داد. حداکثر افزایش در غلظت‌های ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود. در میان ترکیبات اصلی اسانس، یعنی مونوترپن‌ها، از جمله کامف، پاراسایم، سینثو، سیس توژن و کامفور، حداکثر افزایش سیستوژن (۳۴/۵٪) و سینثول (۲۱/۲٪) در گیاهان در معرض ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر نانو دی اکسید تیتانیوم به دست آمد در حالی که حداکثر محتوای کامفن (۱۲/۱ درصد) در گیاهان در معرض تیمار ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نانو دی اکسید تیتانیوم به دست آمد (Ghorbanpour, 2019). با استفاده از محلول پاشی نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم (۱۰ تا ۲۵ نانومتر) با غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر در گیاهان *Dracocephalum moldavica* L. (بادرشی) تحت آبیاری طبیعی، افزایش زیست توده خشک گیاه و محتوای اسانس رخ داد. در شرایط کمبود آب، گیاهان تیمار شده با ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر نانوذرات دی اکسید تیتانیوم در مقایسه با گیاهان تیمار نشده دارای پرولین بالاتر و مقدار H_2O_2 و مالون‌دی‌آلدئید به طور قابل توجهی پایین‌تر بودند، که نشان دهنده بهبود اثر تنش کمبود آب است (Mohammadi et al., 2017). نانوذرات دی اکسید تیتانیوم محتوای اسانس و برخی فنلیک‌های با ارزش مانند اسید رزمارینیک و اسید کلروژنیک را در همان گیاه افزایش دادند (Kamalizadeh et al., 2019). اثبات شده است که نانوذرات دی اکسید تیتانیوم برای افزایش متابولیت ثانویه و همچنین اسید آمینه و اسید چرب مرتبط با کیفیت محصول در

Solanum lycopersicum (گوجه فرنگی) باعث کاهش شدت بیماری زودرس ناشی از قارچ *Alternaria solani* می‌شود. در حالی که همزمان محتوای ویتامین C، گلوکاتیون، فنل و فلاونوئید موجود در میوه‌ها افزایش می‌یابد. در نتیجه کیفیت میوه را بهبود می‌بخشد. این اثر با القای فعالیت آنزیمهای SOD، آسکوربات پراکسیداز، گلوکاتیون پراکسیداز و فنیل آلانین آمونیا لیاز در برگ‌ها و آنزیم گلوکاتیون پراکسیداز در میوه ارتباط داشت (Quiterio-Gutiérrez et al., 2019). افزایش گلیسیریزین، ترکیبات فنل کل، فلاونوئیدها، آنتوسیانین‌ها و محتوای پرولین در نهال‌های *Glycyrrhiza glabra* (شیرین بیان) پس از تحریک توسط اکسیدهای نانو مس و روی (اندازه >۵۰ نانومتر) گزارش شد (Oloumi et al., 2015). نهال‌های رشد یافته در شرایط درون شیشه *Solanum melongena* L. (بادمجان) تحت تیمار با اکسیدهای نانو مس (۲۵-۵۵ نانومتر)، نیکل (۱۰-۲۰ نانومتر) و روی (۱۸ نانومتر) افزایش متابولیت‌های ثانویه آنتوسیانین، فلاونوئیدها و فنلیک‌ها را به همراه داشت. تأثیر نانوذره اکسید نیکل برجسته تر بود (Baskar et al., 2018). در مطالعه اثر نانوذرات اکسید آهن (۲۰ نانومتر)، هنگامی که با تابش گاما اعمال می‌شود، منجر به افزایش قابل توجهی در محتوای متابولیت‌های ثانویه مانند اسانس، فنلیک‌ها و فلاونوئیدها در *Lepidum sativum* L. (ترتیزک) کشت شده در خاک ماسه‌ای با مقدار کم آب شور شد (Ahamed and Ahamed, 2018). نانوذره اکسید کادمیوم (اندازه ۷-۶۰ نانومتر؛ غلظت $2/03 \pm 0/45$ ۱۰۵ ذره در سانتی متر مکعب) باعث افزایش اسید فرولیک و ایزوویتکسین در گیاهان *Hordeum vulgare* L. (جو) شد (Večeřová et



استفاده از برگ *Mentha arvensis* L. باعث افزایش محتوای فلاونوئید کل و SOD در *Brassica napus* L. (شلغم) شد (Sohail et al., 2019). کاربرد ترکیبی محلول پاشی نانو ذرات اکسید روی (~ 5 تا 15 نانومتر) سنتز شده با استفاده از *Leuconostoc mesenteroides* (باکتری های اسید لاکتیک) و نانوذرات اکسید آهن (2 تا 6 نانومتر) سنتز شده با استفاده از *Saccharomyces cerevisiae* (خمیر) همراه با کود مرغ گزارش شد که به طور قابل توجهی باعث افزایش غلظت آنتوسیانین، فنل، تانن، فلاونوئیدها و همچنین محتوای پروتئین و کربوهیدرات خام در ریشه گیاه *Raphanus sativus* cv. Champion (ترپچه قرمز) در مقایسه با تیمار کاربرد تکی نانو ذرات شد (Mahmoud et al., 2019). نانوذرات آلیاژ دو فلزی طلا، نقره و مس موجود در نسبت های مختلف، القا تولید متابولیت های ثانویه مانند فنلیک ها و فلاونوئیدها در جوانه زنی گیاهچه، گیاه دارویی *Eruca sativa* در غلظت های 30 میکروگرم در میلی لیتر، همراه با افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی را نشان داد. نانوذرات کوچکتر تنش سمی بیشتری ایجاد می کنند در حالی که تأثیر مس در نانوذرات بیشتر از طلا و نقره بود (Zaka and Abbasi, 2017). در گیاه دارویی آیورودا *Withania somnifera* L. Dunal (Ashwagandha)، نانوذرات آلیاژ نقره-روی (25 تا 40 نانومتر) در نسبت مولی $19:1$ و $3:1$ برای افزایش محتوای ویتانولوئید و نسبت نانوذرات نقره-روی ($9:1$ ، $1:1$) باشد یافت شد. نقاط کوانتومی کادمیوم-سریوم و نانوذرات نیکل تأثیر منفی بر بیوسنتز و محتوای ویتانولوئید چه در شرایط محیطی و چه در شرایط درون شیشه داشت. تأثیر بر سنتز ویتانولوئید با فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدان و همچنین میزان تعرق، فتوسنتز، چرخه کالوین و متابولیسم کربوهیدرات ارتباط خوبی دارد (Singh et al., 2019). محلول پاشی نانوذرات دی اکسید سیلیسیم (50 و 100 میلی گرم در لیتر)، نشان داد که به طور قابل توجهی محتوای اسانس در *Mentha piperita* L. (نعناع فلفلی) را افزایش می دهد. در حالی که محتوای منتول را غنی می کند اما باعث کاهش استات متیل و منتون در اسانس می شود (Ahmad et al., 2019). چاندرا و همکاران (2015) گزارش دادند که نانوذرات کیتوزان (قطر 5 ± 90 نانومتر) بر

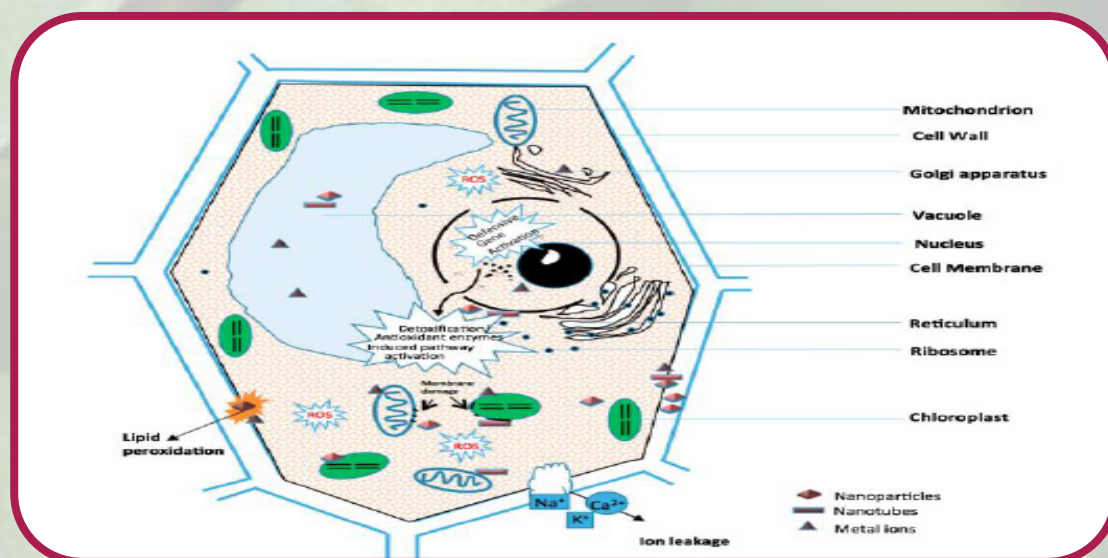
Oryza sativa L. (برنج) موثر است (Wu et al., 2017). در *Mentha piperita* L. (نعناع فلفلی) تیمار شده با نانوذرات دی اکسید تیتانیوم (> 21 نانومتر) در غلظت های 100 و 150 میلی گرم در لیتر گزارش شده که محتوای اسانس به ترتیب $39/4\%$ و $105/1\%$ بیش از شاهد افزایش یافته است. به طور همزمان محتوا و عملکرد منتول در اسانس $9/6\%$ و $124/1\%$ افزایش می یابد (Ahmad et al., 2018). در محلول پاشی با غلظت 90 میلی گرم در لیتر در *Vetiveria zizanioides* L. Nash (علف وتیور / خس خس)، نانوذرات دی اکسید تیتانیوم (اندازه ~ 14 نانومتر)، باعث افزایش محتوای و عملکرد اسانس به ترتیب $23/6\%$ و $55/1\%$ شد. محتوا و عملکرد کازیمول، ماده اصلی اسانس به ترتیب $24/5$ و $93/2$ درصد افزایش یافت. این همزمان با افزایش محتوای کلروفیل و کارایی فتوشیمیایی فتوسیستم دو بوده است (Shabbir et al., 2019). در *Nigella sativa* L. (زیره سیاه) مشخص شده که تیمار گیاهان در مراحل اولیه گلدهی با نانوذرات سلیکون و دی اکسید تیتانیوم برای تحریک بیان ژن *Geranyl diphosphate synthase* (GPPS) (ژن اصلی در سنتز متابولیت ثانویه تیموکوئینون) موثر است و اثر نانوذرات دی اکسید تیتانیوم بارزتر از نانوذرات سلیکون بود (Kahila et al., 2018). تیمار گیاهان *Tanacetum parthenium* L. (بابونه کبیر) به طور جداگانه با نانوذرات دی اکسید تیتانیوم (~ 25 نانومتر) و سلیکون (10 تا 15 نانومتر)، در غلظت های 25 میلی مولار سنتز پارتنولید تقویت شده و بیان ژن های مربوط به سنتز پارتنولید، COST، TpCarS و TpGAS همه توسط نانوذرات سلیکون تنظیم مجدد شدند و نانوذرات دی اکسید تیتانیوم تنظیم مجدد ژن های COST و TpGAS را سبب شد در حالی که تنظیم مجدد TpCarS انجام نشد (Khajavi et al., 2019). نانوذرات اکسیدروی ($12-24$ نانومتر)، هنگامی که به دانه های *Capsicum annum* L. با غلظت 100 میلی گرم بر لیتر و بالاتر قبل از جوانه زنی اعمال می شود، رشد و نمو ریشه چه گیاهچه را مهار می کند. در حالی که اعمال تیمار روی دان نهال ها، تجمع فنلیک ها، فلاونوئیدها، تانن ها و ظرفیت آنتی اکسیدانی را تقویت می کند (García-López et al., 2018). سنتز سبز نانو روی (با اندازه $30-70$ نانومتر) با

Camellia chinensis (چای) کشت شده در شرایط خارج از محیط باعث افزایش فنلیک‌ها، به ویژه فلاونوئیدها شد که همزمان با تنظیم مجدد ژن‌ها و افزایش فعالیت آنزیم‌های دفاعی پراکسیداز، پلی فنل اکسیداز، فنیل آلانین آمونیا لیاز، بتاگلوکاناز و همچنین آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان SOD و کاتالاز بود. تنظیم مجدد ژن‌های پلی‌فنل اکسیداز، بتاگلوکاناز، فنیل آلانین آمونیا لیاز، پروتئین توماتین، آنزیم‌های ضد اکسیدان SOD، کاتالاز و همچنین ژن‌های بیوسنتز فلاونوئید سینامات ۴ - هیدروکسیلاز، فلاونوئید ۳ - هیدروکسیلاز و آنتوسیانیدین ردوکتاز نیز مشاهده شد. احمدی و همکاران (۲۰۲۰) بیان کردند میزان پارتنولاید گیاه بابونه کبیر تحت تاثیر تیمار غلظت‌های فولرن (۰، ۱۲۵، ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر) افزایش معنی‌دار داشت.

مکانیسم‌های بالقوه‌ای که در تحریک به سنتز متابولیسم ثانویه گیاه توسط نانو مواد نقش دارند

فعل و انفعالات بیوفیزیکی و یا بیوشیمیایی مستقیم نانوذرات - بیولوژیک در رابط-ها و سیستم-ها هنوز به طور گسترده‌ای ناشناخته‌اند. با این حال، پیشنهاد شده است که نانومواد کربنی به طور عمده از طریق فعل و انفعالات پیوند هیدروفوبیک، الکترواستاتیک، گیرنده-لیگاند و هیدروژن جذب سطح سلول می‌شوند (Nel et al., 2009). نانومواد مبتنی بر کربن نیز در سطح سلول‌ها شکل گرفته و خوشه‌هایی با ساختار رشته‌ای ایجاد کرده و وارد دیواره سلول گیاه شده و منجر به تغییر در فرآیندهای متابولیک می‌شوند (Ponti et al., 2010). با در معرض قرار گرفتن کشت سلول‌های گیاهی توسط القا کننده‌ها، آبشارهای انتقال ایجاد شده که نتیجه آن بیان ژن‌های مختلفی است که آنزیم‌هایی را رمزگذاری می‌کنند که در فعال سازی بیوسنتز متابولیت‌های ثانویه نقش دارند (Ponti et al., 2010).

قربانپور و هادیان (۲۰۱۵) خاطرنشان کردند که تغییر در بیوسنتز متابولیت‌های ثانویه با قرار گرفتن در معرض MWCNT می‌تواند مربوط به فعالیت‌های خاص آنزیم‌های مختلف از جمله فنیل آلانین آمونیا لیاز، پراکسیداز و پلی‌فنل اکسیداز باشد. آنها دریافتند که بیوسنتز و تجمع فنل کل در اثر قرار گرفتن در معرض MWCNT (با ۱۰۰ و ۲۵۰ میکروگرم در میلی لیتر) با فعالیت فنیل آلانین آمونیا لیاز ارتباط مثبت دارد. به طور مشابه، افزایش فعالیت فنیل آلانین آمونیا لیاز همراه با تولید فنل کل در کشت درون شیشه گزارش شده است (Jalalpour et al., 2014). کداکوسکایا و همکاران (۲۰۱۱) گزارش داد که نانومواد مبتنی بر کربن ممکن است چندین ژن درگیر در آبشارهای سیگنالینگ تنش را تنظیم کرده و یک الگوی مولکولی را ایجاد کند که شبیه به واکنش گیاه در برابر تنش‌های زیستی مانند حمله حشرات، گیاهخواران یا عوامل بیماری‌زا است. یک مدل شماتیک برای بیوسنتز متابولیت‌های ثانویه ناشی از قرار گرفتن در معرض نانومواد در شکل ۱ ارائه شده است.

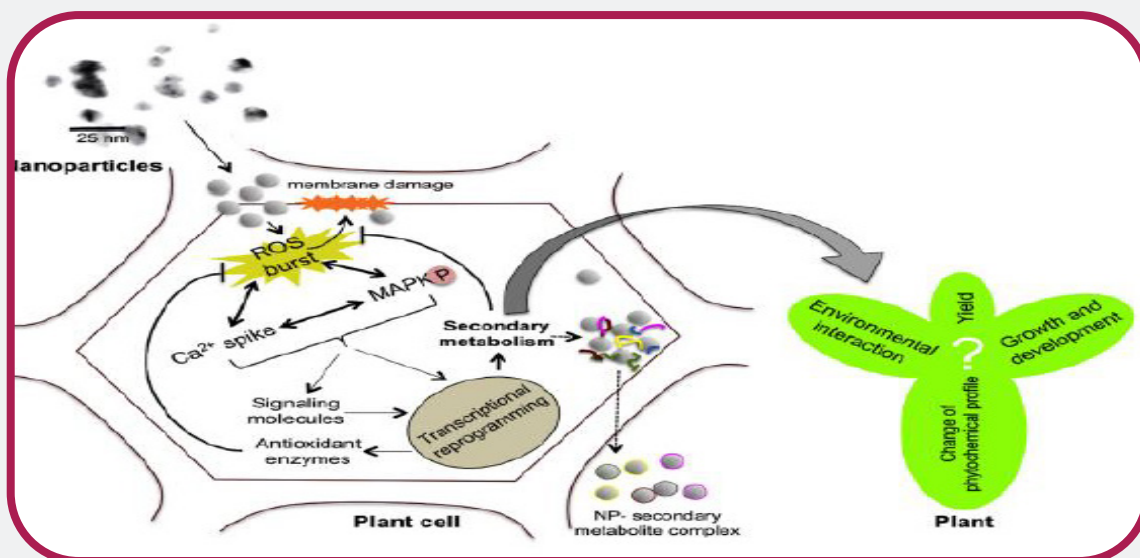


شکل ۱- مدل شماتیک آسیب‌های احتمالی سلولی و مکانیسم‌های بعدی سم‌زدایی تحت قرار گرفتن در معرض ذرات

نانو (Yang et al., 2017)

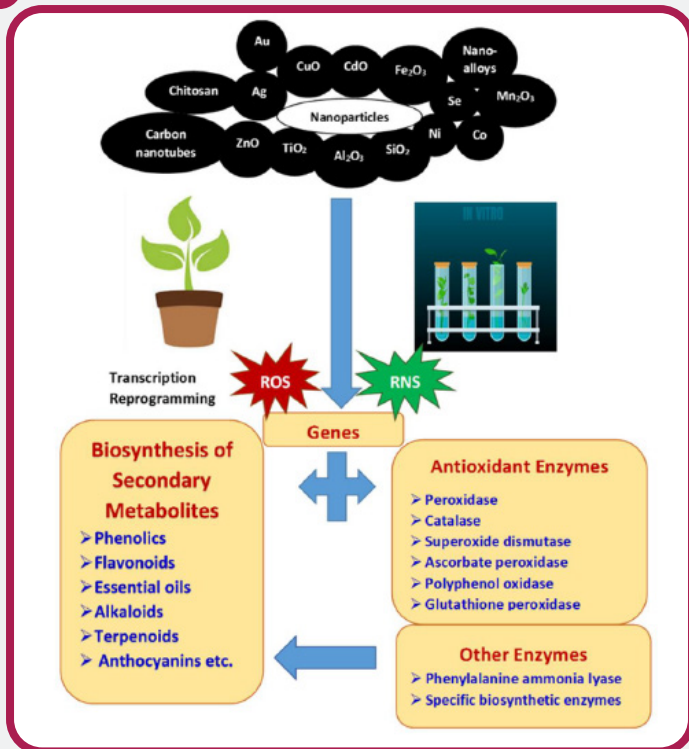
تولید بیش از حد ROS از جمله سوپراکسید، رادیکال هیدروکسیل و پراکسید هیدروژن در سلول‌های گیاهی پس از قرار گرفتن در معرض مواد نانو می‌تواند مکانیسم دیگری برای افزایش تولید متابولیت‌های ثانویه باشد. تولید سریع و اضافی پراکسید هیدروژن، که به عنوان انفجار اکسیداتیو شناخته می‌شود، سیستم‌های دفاعی آنتی اکسیدانی آنزیمی و غیر آنزیمی را در گیاهان در پاسخ به تنش‌های مختلف زیستی و غیر زیستی تنظیم می‌کند (Low and Merida, 1996). طبق گفته جابز و همکاران (۱۹۹۷)، تولید پراکسید هیدروژن ممکن است وضعیت اکسایش اکسیداسیون سلول‌های گیاه را تغییر دهد و به عنوان یک مولکول سیگنالینگ برای ایجاد مسیرهای بیوسنتز متابولیت‌های ثانویه عمل کند. نشان داده شد که محتوای چندین نوع متابولیت ثانویه مانند فنلیک‌ها، فلاونوئیدها، اسید رزمارینیک و اسید کافئیک به دنبال افزایش سطح پراکسید هیدروژن ناشی از استفاده از غلظت‌های بالای MWCNT ها افزایش می‌یابد (Ghorbanpour and Hadian, 2015). تنظیم بیوسنتز آنتراکینون با افزایش محتوای پراکسید هیدروژن در کشت سوسپانسیون سلول *Morinda elliptica* مشاهده شد (Chong et al., 2005). به همین ترتیب، ژانگ و همکاران (۲۰۱۳) افزایش بیوسنتز آرتیمیسین را از تیمار با نانوذرات نقره گزارش داد که ارتباط معنی‌داری با تولید بیش از حد رادیکال‌های آزاد داشت.

اگرچه گزارش‌های فوق‌الذکر نشان می‌دهد که نانوذرات با آبشارهای مختلف سیگنالینگ در تعامل بوده و قادر به تعدیل متابولیسم ثانویه گیاه هستند، اما مکانیسم دقیقی که این نوسان از طریق آن صورت می‌گیرد هنوز به خوبی شناخته نشده است. مشخص شده است که پاسخ‌های اولیه گیاهان در معرض نانوذرات ممکن است به دلایل زیر شامل افزایش سطح Ca^{2+} ، ROS، سیتوپلاسمی و فعال شدن آبشارهای پروتئین کیناز فعال شده با میتوژن (MAPK) همان تنش‌های زنده / غیر زنده باشد (شکل ۲).



شکل ۲- مکانیسم‌های احتمالی درگیر در استخراج متابولیت‌های ثانویه از سلول‌های گیاهی در معرض ذره نانو. نانوذرات ممکن است از طریق تعامل با سلول‌ها در سطح سلول و یا درون سلول‌ها، تولید گونه‌های اکسیژن واکنش پذیر (ROS) را القا کند. تشکیلات سیگنالینگ سلولی مانند خوشه‌های کلسیم، سیستم‌های آنتی اکسیدانی و آبشارهای پروتئین کیناز میتوژن فعال شده (MAPK) و غیره باعث برنامه ریزی گسترده رونویسی بیان ژن درگیر در متابولیسم ثانویه می‌شوند (Marslin et al., 2017).

گزارش شده است که شناسایی نانوذرات نقره توسط گیرنده‌های متصل به غشا پلازما در *A. thaliana* باعث ایجاد انفجار Ca^{2+} و القای ROS می‌شود (Sosan et al., 2016). در یک تجزیه و تحلیل پروتئومیک سطح Ca^{2+} و پروتئین‌های مربوط به مسیر سیگنالینگ در ریشه‌های *O. sativa* تحت تیمار با نانوذرات نقره تنظیم مجدد شدند (Mirzajani et al., 2014). این فرضیه مطرح شده است که نانوذرات نقره، یا یون‌های آزاد شده آن‌ها، مانع سوخت و ساز سلولی حاصل از اتصال به گیرنده‌های Ca^{2+} ، کانال‌های Ca^{2+} / NaC ATPases، غشای پلازما می‌شوند (Mirzajani et al., 2014).



شکل ۳: نمایش شماتیک تحریک به سنتز متابولیت های ثانویه توسط نانوذرات شناخته شده در گیاهان (Lala, 2021)

منابع

1. Abdel-Lateif K., Bogusz D. and Hoher V. The role of flavonoids in the establishment of plant roots endosymbioses with arbuscular mycorrhiza fungi, rhizobia and Frankia bacteria. *Plant Signal. Behav.* 2012; 7: 636 -641.
2. Aghajani, Z., Permeidani, A., Ekhtiyari, R. (2013). Effect of nano-silver on stages of plant growth and yield and composition of essential of *Thymus kotchyanus* Boiss. & Hohen. *Afr. J. Agric. Res.* 8, 707-710
3. Ahamed, T.E.S., Ahamed, E.S.S.: Synergy prospect low gamma irradiation doses incorporating elicitation with iron nanoparticles to hyper production biomass yield and bioactive secondary metabolites for cress, medicinal plant. *J. Plant Sci.* 6(5), 157-163 (2018). <https://doi.org/10.11648/j.jps.20180605.11>
4. Ahmad, B., et al.: Efficacy of titanium dioxide nanoparticles in modulating photosynthesis, peltate glandular trichomes and essential oil production and quality in *Mentha piperita* L. *Curr. Plant Biol.* 13, 6-15 (2018). <https://doi.org/10.1016/j.cpb.2018.04.002>
5. Ahmad, B., et al.: Silicon nanoparticles mediated increase in glandular trichomes and regulation of photosynthetic and quality attributes in *Mentha piperita* L. *J. Plant Growth Regul.* 39:346-357 (2019). <https://doi.org/10.1007/s00344-019-09986-x>
6. Ahmadi, S.Z., Ghorbanpour, M., Aghae, A., Hadian, J. Deciphering morpho-physiological and phytochemical attributes of *Tanacetum parthenium* L. plants exposed to C60 fullerene and salicylic acid. *Chemosphere* 259 (2020) 127406. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.127406>
7. Baskar, V., Nayeem, S., Kuppuraj, S.P., Muthu, T. & Ramalingam, S.: Assess-

(et al., 2014). همانطور که توسط پروتئین های اتصال دهنده Ca^{2+} یا سایر پروتئین های خاص نانوذرات احساس می شود که نانوذرات یا $Ca^{2+}C$ را تقلید می کنند و یا به عنوان مولکول های سیگنالینگ در سیتوزول عمل می کنند (Khan et al., 2017). رویدادهای فسفوریلاسیون MAPK و فعال شدن عوامل رونویسی پایین دست عمدتاً منجر به برنامه ریزی مجدد رونویسی متابولیسم ثانویه در سلول های گیاهی می شود (Vasconsuelo and Boland, 2007; Phukan et al., 2016). تا کنون، هیچ مدرک مستقیمی در رابطه با درگیری مسیرهای MAPK در فعل و انفعالات نانوذرات گیاه در دسترس نیست. با این حال، تحقیقات مربوط به رده سلول های حیوانی و انسانی نشان داد که مسیرهای مشابهی در سیگنالینگ ناشی از نانوذرات نقره درگیر هستند (Eom and Choi, 2012; Lim et al., 2010). بنابراین، فرض بر این است که گیاهان همچنین ممکن است به دنبال قرار گرفتن در معرض نانوذرات نقره از آبشار MAPK استفاده کنند (Kohan-Baghkheirati and Geisler-Lee, 2015).

نتیجه گیری کلی

گیاهان منبع غنی از انواع مختلف متابولیت های ثانویه زیست فعال هستند که به عنوان فیتوآلکسین / و یا فیتوآنستین برای زنده ماندن در برابر تنش های زیستی و غیرزیستی استفاده می کنند (Abdel-Lateif et al., 2012). محتوای متابولیت های ثانویه در سلول های گیاهی با بهینه سازی ترکیب محیط کشت، ترکیب پیش سازها و محرک ها و فراهم آوردن شرایط مناسب کشت به طرز چشمگیری بهبود خواهد یافت. نانوذرات اضافه شده به محیط کشت گیاه ممکن است به عنوان یک منبع غذایی و تحریک کننده عمل کنند. علاوه بر این، نانومواد به عنوان موانع فیزیکی و شیمیایی در برابر عوامل تنش زای غیرزیستی و به عنوان آنتی اکسیدان های بالقوه برای از بین بردن ROS عمل می کنند (Franklin et al., 2011; Ramakrishna and Ravishankar, 2009). به طور کلی افزایش میزان متابولیت ثانویه با فعالیت آنزیم های مربوط به دفاع اکسیداتیو و متابولیسم ثانویه و غالباً با رونویسی ژن های مربوط به آنها ارتباط مثبت دارد.

- ment of the effects of metal oxide nanoparticles on the growth, physiology and metabolic responses in in vitro grown eggplant (*Solanum melongena*). 3 Biotech. 8(8), 362 (2018). <https://doi.org/10.1007/s13205-018-1386-9>
- 8.Baskar, V., Venkatesh, J., Park, S.W.E. (2015). Impact of biologically synthesized silver nanoparticles on the growth and physiological responses in *Brassica rapa* ssp. *pekinensis*. Environ. Sci. Pollut. Res. Int. 22(22), 17672–17682. <https://doi.org/10.1007/s11356-015-4864-1>
- 9.Chandra, S., et al.: Chitosan nanoparticles: a positive modulator of innate immune responses in plants. Sci. Rep. 5, 15195 (2015). <https://doi.org/10.1038/srep15195>
- 10.Chong T.M., Abdullah, M.A., Lai Q.M., NorAini F.M. and Lajis N.H. Effective Elicitation Factors in *Morinda elliptica* Cell Suspension Culture. Process Biochem. 2005; 40: 3397 - 3405.
- 11.Eom H.-J. and Choi J. p38 MAPK activation, DNA damage, cell cycle arrest and apoptosis as mechanisms of toxicity of silver nanoparticles in Jurkat T cells. Environ. Sci. Technol. 2010; 44: 8337 - 8342.
- 12.Franklin G., Conceição L.F.R., Kombrink E. and Dias A.C.P. Xanthone biosynthesis in *Hypericum perforatum* cells provides antioxidant and antimicrobial protection upon biotic stress. Phytochemistry 2009; 70: 60 - 68.
- 13.García-López, J.I., et al.: Zinc oxide nanoparticles boosts phenolic compounds and antioxidant activity of *Capsicum annuum* L. during germination. Agronomy. 8, 215 (2018). <https://doi.org/10.3390/agronomy8100215>
- 14.Ghanati, F., Bakhtiarian, S. (2014). Effect of methyl jasmonate and silver nanoparticles on production of secondary metabolites by *Calendula officinalis* L. (Asteraceae). Trop. J. Pharm. Res. 13(11), 1783–1789. <https://doi.org/10.4314/tjpr.v13i11.2>
- 15.Ghanati, F., Bakhtiarian, S., Mohammad Parast, B. and Keyhani Behrooz, M.. (2014). Production of new active phytochemicals by *Achillea millefolium* L. after elicitation with silver nanoparticles and methyl jasmonate. Biosci. Biotechnol. Res. Asia. 11(1), 391–399. <https://doi.org/10.13005/bbra/1287>
- 16.Ghorbanpour M and Hadian J. Multiwalled carbon nanotubes stimulate callus induction, secondary metabolites biosynthesis and antioxidant capacity in medicinal plant *Satureja khuzestanica* grown in vitro. Carbon 2015; 94: 749 – 759
- 17.Ghorbanpour, M.: Major essential oil constituents, total phenolics and flavonoids content and antioxidant activity of *Salvia officinalis* plant in response to nano-titanium dioxide*. Ind. J. Plant Physiol. 20, 249 (2019). <https://doi.org/10.1007/s40502-015-0170-7>
- 18.Hadi Soltanabad, M., Bagherieh-Najjar, M.B., Mianabadi, M.: Carnosic acid content increased by silver nanoparticle treatment in rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.). Appl. Biochem. Biotechnol. 191, 482–495 (2019). <https://doi.org/10.1007/s12010-019-03193-w>
- 19.Hatami M, Kariman Kh and Ghorbanpour M (2016). Engineered nanomaterial-mediated changes in the metabolism of terrestrial plants. Science of the Total Environment 571: 275–291.
- 20.Hatami, M., Ghaffarzadegan, R., Ghorbanpour, M.: Essential oil compositions and photosynthetic pigments content of *Pelargonium graveolens* in response to nanosilver application. J. Med Plants. 13(49), 5–14 (2014)
- 21.Huang, J., Gu, M., Lai, Z., Fan, B., Shi, K., Zhou, Y-H., Yu, J-Q. and Chen, Z.: Functional analysis of the Arabidopsis PAL gene family in plant growth, development, and response to environmental stress. Plant Physiol. 153, 1526–1538 (2010). <https://doi.org/10.1104/pp.110.157370>
- 22.Hussain, M., Iqbal Raja, N., Mashwani, Z-U-R. Naz, N., Iqbal, M., Aslam, S.: Green synthesis and characterisation of silver nanoparticles and their effects on antimicrobial efficacy and biochemical profiling in *Citrus reticulata*. IET Nanobiotechnol. 12(4), 514–519 (2018). <https://doi.org/10.1049/iet-nbt.2017.0153>
- 23.Hussain, M., Raja, N.I., Mashwani, Z-U-R, Iqbal, M., Ejaz, M., Yasmeen, F., Sohail: In vitro germination and biochemical profiling of *Citrus reticulata* in response to green synthesised zinc and copper nanoparticles. IET Nanobiotechnol. 11(7), 790–796 (2017). <https://doi.org/10.1049/iet-nbt.2016.0256>
- 24.Hussain, M., Raja, N.I., Mashwani, Z-U-R. Iqbal, M., Sabir, S. & Yasmeen, F.: In vitro seed germination and biochemical profiling of *Artemisia absinthium* exposed to various metallic nanoparticles. 3 Biotech. 7(2), 101 (2017). <https://doi.org/10.1007/s13205-017-0741-6>
- 25.Jabs T., Tschope M., Colling C., Hahlbrock K. and Scheel D. Elicitorstimulated Ion Fluxes and O₂- from the Oxidative Burst are Essential Components in Triggering Defense Gene Activation and Phytoalexin Synthesis in Parsley. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 1997; 94: 4800 - 4805.
- 26.Jalalpour Z., Shabani L., Afghani L., Sharifi-Tehrani M. and Amini S.A. Stimulatory Effect of Methyl Jasmonate and Squalastatin on Phenolic Metabolism through Induction of LOX Activity in Cell Suspension Culture of Yew. Turk. J. Biol. 2014; 38: 76 -82.
- 27.Jasim, B, Roshmi T., Jyothis M. and Radhakrishnan EK. (2017). Plant growth and diosgenin enhancement effect of silver nanoparticles in Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). Saudi Pharm. J. 25(3), 443–447. <https://doi.org/10.1016/j.jsps.2016.09.012>

- 28.Kahila, M.M.H., et al.: Effect of nanoparticle treatment on expression of a key gene involved in thymoquinone biosynthetic pathway in *Nigella sativa* L.Nat. Prod. Res. 32(15), 1858–1862 (2018). <https://doi.org/10.1080/14786419.2017.1405398>
- 29.Khajavi, M., Rahaie, M., Ebrahimi, A.: The effect of TiO₂ and SiO₂ nanoparticles and salinity stress on expression of genes involved in parthenolide biosynthesis in Feverfew (*Tanacetum parthenium* L.). *Caryologia*. 72(1), 3–14 (2019). <https://doi.org/10.13128/cayologia-246>
- 30.Khan M.N., Mobin M., Abbas Z.K., Almutairi K.A. and Siddiqui Z.H. Role of nanomaterials in plants under challenging environments. *Plant Physiol. Biochem.* 2017;110: 194 - 209.
- 31.Khodakovskaya M.V., De-Silva K., Nedosekin D.A., Dervishi E., Biris A.S., Shashkov E.V., Galanzha E.I. and Zharov V.P. Complex Genetic, Photothermal, and Photoacoustic Analysis of Nanoparticle-plant Interactions, *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 2011; 108: 1028–1033. 94.
- 32.Kohan-Baghkheirati E. and Geisler-Lee J. Gene expression, protein function and pathways of *Arabidopsis thaliana* responding to silver nanoparticles in comparison to silver ions, cold, salt, drought, and heat. *Nanomaterials* 2015; 5: 436 - 467.
- 33.Krishnaraj, C., Jagan, E.G., Ramachandran, R., Abirami, S.M., Mohan, N., Kalaichelvan, P.T. (2012). Effect of biologically synthesized silver nanoparticles on *Bacopa monnieri* (Linn.) Wettst plant growth metabolism. *Process Biochem.* 47, 651–658. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2012.01.006>
- 34.Lafmejani, Z.N., Jafari, A.A., Moradi, P., Ladan Moghadam, A.: Impact of foliar application of copper sulphate and copper nanoparticles on some morpho-physiological traits and essential oil composition of peppermint (*Mentha piperita* L.). *Herba Pol.* 64(2), 13–24 (2018). <https://doi.org/10.2478/hepo-2018-0006>
- 35.Laishram, L., Chandra Pant, N., Singh, O.S., Dhoundiyal, R., Joshi, K. and Pandey, SC.: CuO nanoparticle mediated elicitation of polyphenols and antioxidant activity in chicory (*Cichorium intybus* L.). *Int. J. Chem. Stud.* 6(2), 3270–3276 (2018)
- 36.Lala, S. Nanoparticles as elicitors and harvesters of economically important secondary metabolites in higher plants: A review. *IET Nanobiotechnol.* 2021; 15:28–57.
- 37.Lala, S.: Enhancement of secondary metabolites in *Bacopa monnieri* (L) Pennell plants treated with copper-based nanoparticles in vivo. *IET Nanobiotechnol.* 14(1), 78–85 (2020). <https://doi.org/10.1049/ietnbt.2019.0124>
- 38.Lim D., Roh J.Y., Eom H.J., Choi J.Y., Hyun J. and Choi J. Oxidative stress-related PMK-1 P38 MAPK activation as a mechanism for toxicity of silver nanoparticles to reproduction in the nematode *Caenorhabditis elegans*. *Environ. Toxicol. Chem.* 2012; 31: 585 - 592.
- 39.López-Vargas, E.R., Ortega-Ortiz, H., Cadenas-Pliego, G., De Alba Romenus, K., de la Fuente, M.C., Benavides-Mendoza, A. and Juárez-Maldonado, A.: Foliar application of copper nanoparticles increases the fruit quality and the content of bioactive compounds in tomatoes. *Appl. Sci.* 8, 1020 (2018). <https://doi.org/10.3390/app8071020>
- 40.Low P.S. and Merida J.R. The Oxidative Burst in Plant Defense: Function and Signal Transduction. *Physiol. Plant* 1996; 96: 533 -542.
- 41.Mahmoud, A.W.M., et al.: Effect of foliar ZnO and FeO nanoparticles application on growth and nutritional quality of red radish and assessment of their accumulation on human health. *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*. 65(1), 16–29 (2019). <https://doi.org/10.2478/agri-2019-0002>
- 42.Majlesi, Z., Ramezani, M., Gerami, M.: Investigation on some main glycosides content of *Stevia rebaudiana* B. under different concentrations of commercial and synthesized silver nanoparticles. *Pharm. Biomed. Res.* 4(1), 8–14 (2018). <https://doi.org/10.18502/pbr.v4i1.140>
- 43.Marslin G, Caroline J, Sheeba C.J and Franklin G. Nanoparticles Alter Secondary Metabolism in Plants via ROS Burst. *Frontiers in Plant Sci.* 2017; 8: Article 832.
- 44.Mirzajani F., Askari H., Hamzelou S., Schober Y., Rompp A., Ghassempour A. and et al. Proteomics study of silver nanoparticles toxicity on *Oryza sativa* L. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 2014; 108: 335 - 339.
- 45.Mohammadi, H., Esmailpour, M., Gheranpaye, A.: Effects of TiO₂ nanoparticles and water-deficit stress on morpho-physiological characteristics of dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.) plants. *Acta Agric. Slov.* 107(2), 385–396 (2017). <https://doi.org/10.14720/aas.2016.107.2.11>
- 46.Nel A.E, Madler L, Velegol D, Xia T, Hoek E.M.V., Somasundaran P, Klaessig F, Castranova V and Thompson M. Understanding Biophysicochemical Interactions at the Nano-bio Interface. *Nat. Mater.* 2009; 8 (7): 543–557.
- 47.Oloui, H., Soltaninejad, R., Baghizadeh, A. : The comparative effects of nano and bulk size particles of CuO and ZnO on glycyrrhizin and phenolic compounds contents in *Glycyrrhiza glabra* L. seedlings. *Ind. J. Plant Physiol.* 20:157–161 (2015). <https://doi.org/10.1007/s40502-015-0143-x>
- 48.Pérez-Labrada, F., López-Vargas, E.R., Ortega-Ortiz, H., Cadenas-Pliego, G., Benavides-Mendoza, A. and Juárez-Maldonado, A.: Responses of tomato plants under saline stress to foliar application of copper nanoparticles. *Plants.* 8(6), 151 (2019). <https://doi.org/10.3390/plants8060151>

49. Phukan U.J., Jeena G.S. and Shukla R.K. WRKY transcription factors: molecular regulation and stress responses in plants. *Front. Plant Sci.* 2016; 7: 760.
50. Ponti J, Colognato R., Rauscher H., Gioria S., Broggi F., Franchini F., Pascual C., Giudetti G. and Rossi F. Colony Forming Efficiency and Microscopy Analysis of Multiwall Carbon Nanotubes Cell Interaction. *Toxicol. Lett.* 2010; 197: 29-37.
51. Quiterio-Gutiérrez, T., Ortega-Ortiz, H., Cadenas-Pliego, G., Hernández-Fuentes, A.D., Sandoval-Rangel, A., Benavides-Mendoza, A., Cabrera-de la Fuente, M. and Juárez-Maldonado, A.: The application of selenium and copper nanoparticles modifies the biochemical responses of tomato plants under stress by *Alternaria solani*. *Int. J. Mol. Sci.* 20, 1950 (2019). <https://doi.org/10.3390/ijms20081950>
52. Ramakrishna A. and Ravishanker G.A. Influence of abiotic stress signals on secondary metabolites in plants. *Plant Signal. Behav.* 2011; 6: 1720 - 1731.
53. Seif-Sahand, M., Sorooshzadeh, A. (2013). Comparison between the influences of silver nanoparticles and silver nitrate on the growth and phytochemical properties of Borage (*Borago officinalis* L.). *Curr. Nanosci.* 9(2), 241–247
54. Shabbir, A., et al.: Efficacy of TiO₂ nanoparticles in enhancing the photosynthesis, essential oil and khusimol biosynthesis in *Vetiveria zizanioides* L. *Nash. Photosynthetica.* 57(2), 599–606 (2019). <https://doi.org/10.32615/ps.2019.071>
55. Singh, B. and Sharma, R.A. *Secondary Metabolites of Medicinal Plants (Ethnopharmacological Properties, Biological Activity and Production Strategies)*. 2020 Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Boschstr. 12, 69469 Weinheim, Germany, pp. 1419.
56. Singh, O.S., Chandra Pant, N., Laishram, L., Tewari, M., Dhoundiyal, R., Joshi, K. and Pandey, C.S.: Effect of CuO nanoparticles on polyphenols content and antioxidant activity in *Ashwagandha* (*Withania somnifera* L. Dunal). *J. Pharmacog. Phytochem.* 7(2), 3433–3439 (2018)
57. Singh, R., et al.: Nanoparticles alter the withanolide biosynthesis and carbohydrate metabolism in *Withania somnifera* (Dunal). *Ind. Crops Prod.* 127, 94–109 (2019). <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.10.049>
58. Sohail, U., et al.: In vitro germination and biochemical profiling of *Brassica napus* in response to biosynthesised zinc nanoparticles. *IET Nanobiotechnol.* 13(1), 46–51 (2019). <https://doi.org/10.1049/ietnbt.2018.5012>
59. Sosan A., Svistunenko D., Straltsova D., Tsiurkina K., Smolich I., Lawson T. and et al. Engineered silver nanoparticles are sensed at the plasma membrane and dramatically modify the physiology of *Arabidopsis thaliana* plants. *Plant J.* 2016; 85: 245 - 257.
60. Thiruvengadam, M., Gurunathan, S., Chung, I-M. (2015) Physiological, metabolic, and transcriptional effects of biologically-synthesized silver nanoparticles in turnip (*Brassica rapa* ssp. *rapa* L.)' *Protoplasma.* 252(4), 1031–1046. <https://doi.org/10.1007/s00709-014-0738-5>
61. Vasconsuelo A. and Boland R. Molecular aspects of the early stages of elicitation of secondary metabolites in plants. *Plant Sci.* 2007; 172: 861 - 875.
62. Večeřová, K., Večeřab, Z., Dočekal, B., Oravec, M., Pompeiano, A., Tříska, J., Urban, O.: Changes of primary and secondary metabolites in barley plants exposed to CdO nanoparticles. *Environ. Pollut.* 218, 207–218 (2016). <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.05.013>
63. Wink M. *Functions and Biotechnology of Plant Secondary Metabolites*. Second edition. Inc. New Delhi, India. 2010: 20-30.
64. Wu, B., Zhu, L., Le, X. C.: Metabolomics analysis of TiO₂ nanoparticles induced toxicological effects on rice (*Oryza sativa* L.). *Environ. Pollut.* 230, 302–310 (2017). <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.06.062>
65. Yang J, Cao W and Rui Y. Interactions between nanoparticles and plants: phytotoxicity and defense mechanisms. *Journal of Plant Interactions* 2017; 12: 158 - 169.
66. Zaka, M., Abbasi, B.H.: Effects of bimetallic nanoparticles on seed germination frequency and biochemical characterisation of *Eruca sativa*. *IET Nanobiotechnol.* 11(3), 255–260 (2017). <https://doi.org/10.1049/iet-nbt.2016.0004www.ietdl.org>
67. Zhang B, Zheng L.P, Yi Li W and Wen Wang J. Stimulation of artemisinin production in *Artemisia annua* hairy roots by Ag-SiO₂ core-shell nanoparticles. *Curr. Nanosci.* 2013; 9: 363–370.
68. Zhang, H., Du, W., Peralta-Videa, J- R., Gardea-Torresdey, J-L., White, J-C., Keller, A., Guo, H., Ji, R. and Zhao, L.: Metabolomics reveals how cucumber (*Cucumis sativus*) reprograms metabolites to cope with silver ions and silver nanoparticle- induced oxidative stress. *Environ. Sci. Technol.* 52(14), 8016–8026 (2018). <https://doi.org/10.1021/acs.est.8b02440>
69. Zhao, L., Huang, Y., Hu, J., Zhou, H., Adeleye, A.S. and Keller, A.A.: '1H-NMR and GC-MS based metabolomics reveal defense and detoxification mechanism of cucumber plant under nano-Cu stress', *Environ. Sci. Technol.* 2016, 50, pp. 2000- 2010. <https://doi.org/10.1021/acs.est.5b05011>



عملیات پیوندزنی مرکبات

سیده زهرا احمدی

دانشجوی مقطع دکتری رشته علوم باغبانی دانشگاه لرستان

اقدام کرد. پیوند جوانه در مرکبات معمولاً به روش (T ساده یا معکوس) انجام می شود. در هر زمانی که پایه آمادگی لازم را برای جدا شدن پوست از چوب داشته و پیوند مناسب نیز از رقم مورد نظر در اختیار باشد، عملیات پیوندزنی قابل اجرا خواهد بود. معمولاً پایه های مرکبات در شرایط شمال ایران در حدود اردیبهشت و شهریور جریان خوبی از شیرۀ نباتی داشته و به همین دلیل به خوبی پوست داده و می توان نسبت به استقرار جوانه پیوندک در زیر پوست آنها اقدام کرد. چنین شرایطی در جنوب و نواحی مرکزی کشور حدوداً در اوایل فروردین تا اواخر اردیبهشت و نیز اوایل مهر تا اواسط آبان محقق می شود. برای افزایش اطمینان از گیرایی پیوند بهتر است پایه هایی استفاده شوند که قطر تنه

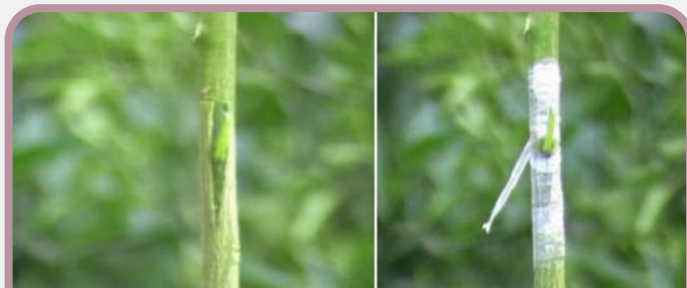
برای آنکه بتوان پیوند را با موفقیت انجام داد علاوه بر تجربه کافی باید ابزار مناسب پیوندزنی را نیز فراهم کرد. برای اطمینان از ایجاد برش های مناسب روی تنه نهال پایه و موفقیت در جداکردن جوانه پیوندک از شاخه درخت مادری تیز بودن چاقوی پیوندزنی و نازک بودن تیغه آن اهمیت بسیار زیادی دارد. علاوه براین لازم است که نوار نایلونی از قابلیت کشسانی خوبی برخوردار باشد و بتواند پیوندک را به صورتی محکم روی پایه نگه دارد. بدیهی است که دقت در ایجاد برش روی پوست پایه، جداکردن جوانه از پیوندک و جایگذاری آن در زیر پوست پایه نقش مهمی در گیرایی پیوند خواهد داشت. معمولاً پس از گذشت ۶ تا ۱۰ ماه از کشت نهالها در خزانه دوم می توان برای اجرای عمل پیوند

آنها به اندازه یک مداد (قطر حدود یک سانت) رسیده باشد لازم است قبل از اجرای پیوند تنه نهال پایه تا ارتفاع محل پیوند به طور کامل از تیغ یا شاخه های جانبی پاک شده باشد.

ارتفاع توصیه شده برای انجام پیوند و اسقرار پیوندک بر روی پایه، ۲۰ تا ۳۰ سانتیمتری از سطح زمین است. محل استقرار پیوندک روی پایه باید سطحی صاف و یا اندکی محدب داشته باشد تا پیوندک به خوبی بر روی سطح پایه چسبیده و ارتباط ارگانیکی را با آن برقرار کند. موفقیت در اجرای پیوند انتخاب جوانه های سالم و قوی از مرکبات مورد نظر است که همراه با بخشی از دمبرگ بوده و در زمان مناسب از درخت مادری پیوندک جدا شده و در شرایط مناسب نگهداری شده باشد. هرچند که بهتر است جوانه پیوندک بلافاصله بعد از جدا شدن از درخت مادری مورد استفاده قرار گیرد. اما می توان شاخه های حامل جوانه پیوندک را به مدت ۲ تا ۳ ماه درون کیسه های نایلونی دربسته و در دمای یخچال بدون کاهش قابل ملاحظه کیفیت نگهداری کرد. بدیهی است که وجود رطوبت بیش از حد در این شرایط احتمال بروز پوسیدگی های قارچی جوانه را در پی خواهد داشت و لذا توصیه می شود که هر ۱۰ تا ۱۵ روز یکبار نسبت به بازدید شاخه های مذکور و کسب اطمینان از سلامتی آنها اقدام شود تا از گسترش هرگونه آلودگی جلوگیری شود. با شستشوی شاخه هایی که در مراحل ابتدایی آلودگی به عوامل قارچی هستند در محلول رقیق آب صابون می توان آلودگی های ایجاد شده را نیز کنترل کرد.

برای اجرای پیوند ابتدا با استفاده از چاقوی تیز برشی به شکل حرف T در قسمتهای جنوبی و مرکزی کشور یا به شکل معکوس آن برای منطق شمالی کشور روی پوست تنه نهال پایه در محل مورد نظر برای اسقرار پیوندک ایجاد می شود که تا زیر پوست ادامه داشته و موجب جدایی پوست از چوب خواهد شد. تقریباً طول برش عمودی و افقی به ترتیب ۲/۵ تا ۳/۵ و ۱ سانتیمتر است. پیوندک عبارت است از جوانه ای همراه با پوست و لایه ای نازک از چوب زیر جوانه (یا بدون چوب) که برای تهیه آن برشی نسبتاً مایل و در امتداد شاخه حامل پیوندک توسط چاقو از یک سانتیمتری بالای جوانه

پیوندک شروع و در فاصله کوتاهتری در زیر جوانه به پایین زده می شود. پس از تهیه پیوندک لازم است که آنرا در محلی که برش T ایجاد شده است به طور کامل در زیر پوست جای داده و بخشی از پیوندک را که بیرون از شکاف پایه قرار خواهد گرفت قطع نماییم. بستن پیوندک توسط نوار نایلونی روی پایه به گونه ای که جوانه پیوندک از جای خود حرکت نکرده و رطوبت بافت پیوندک نیز از آن خارج نشود ضروری خواهد بود. بستن نوار پیوند از پایین پیوندک شروع شده و پس از آنکه این نوار سه تا چهار دور به اطراف ساقه پیچیده شده چند دور نیز در بالای پیوندک به دور ساقه پیچیده شده و در نهایت گره زده می شود. در مواردی که پوست پایه به راحتی از آن جدا نشود و یا قطر پایه برای اجرای پیوند سپری بیش از حد ضخیم شده باشد می توان از پیوند قاشی (chip) استفاده کرد. در این روش برای جدا کردن جوانه پیوندک باید شاخه حامل جوانه پیوندک را بگونه ای در دست گرفت که نوک شاخه به طرف خود فرد باشد. در این حالت ورقه ای نازک از چوب همراه با یک جوانه با بارشی مایل به طول تقریبی ۲/۵ سانتی متر برداشته شده و برش دوم عمود بر برش اول و از بالای جوانه زده می شود. به این ترتیب لازم نیست که شاخه پیوندک و یا چوب پایه به راحتی پوست بدهد زیرا نیازی به جداکردن پوست پایه از چوب آن نبوده و پیوندک نیز با قسمت بیشتری از چوب زیر جوانه برداشته می شود. در هر دو شیوه پیوندزنی لازم است تا نوار پیوندی پس از گذشت حدود ۲۰ روز از اجرای پیوند باز شود. در این مرحله می توان با یکی از سه روش خم کردن، زخم زنی و یا نیم شکن کردن پایه اقدام به تحریک جوانه پیوندک به رشد بیشتر و تولید سریعتر شاخه پیوند کرد. البته اعمال این روش های تحریکی فقط برای پیوندهای بهاره امکانپذیر بوده و در پیوندهای خواب (پاییزه) نباید اجرا شوند. زیرا شاخه های نورسته پیوندک با سرمای پاییزه مواجه و دچار خشکیدگی خواهند شد. برای پیوندهای پاییزه عمل سر برداری پایه از بالای پیوندک را باید در بهار سال بعد و پس از رفع خطر سرمازدگی انجام داد.





گلدهی و ریزش میوه مرکبات

سیده زهرا احمدی

دانشجوی مقطع دکتری رشته علوم باغبانی دانشگاه لرستان

مینا قاسمی

دانشجوی مقطع کارشناسی ارشد رشته علوم باغبانی دانشگاه لرستان

طبیعی و راه کارهای لازم برای کاهش خسارتهای حاصل از آن در اختیار تولید کنندگان محترم مرکبات قرار گیرد.

تعریف ریزش درختان مرکبات

جدا شدن خودبه خودی اندامهای مختلفی مانند برگ، گل و میوه از درخت را ریزش می گویند. اهمیت این پدیده در مورد گل و میوه بسیار بیشتر از برگ است. درختان بالغ مرکبات هر ساله قادر به تولید بیش از ۲۰۰ هزار گل هستند. بدیهی است که بنیه درخت جوابگوی تبدیل تمام این گلها به میوه قابل برداشت نیست. به همین دلیل هر ساله بخش اعظم این گلها ریزش کرده و فقط حدود کمتر از یک تا دو درصد گلهای میوه تبدیل می شوند. شدت ریزش گل و میوه بر حسب عوامل مختلف از جمله رقم کشت شده، شرایط آب و هوایی و وضعیت تغذیه ای درخت می تواند متفاوت باشد. به همین دلیل ریزش یک رقم مرکبات بر حسب سال و شرایط مدیریت باغ متفاوت باشد.

ریزش گل و میوه در مرکبات را می توان به سه دوره مستقل (ریزش گل، میوه چه و قبل از برداشت) تقسیم کرد که هر کدام در قسمت بعد توضیح داده می شوند.

درختان مرکبات به طور طبیعی گلدهی سنگینی داشته و در اغلب سالها تعداد بسیار زیادی گل تولید می کنند. بدیهی است که چون درخت توانایی تامین مواد غذایی کافی برای تبدیل تمام این گلها به میوه قابل عرضه به بازار را ندارد، هر ساله حجم زیادی از گلها و همچنین میوههای تازه تشکیل شده از درخت جدا شده و می ریزند. به عنوان مثال در پرتقال تامسون ناول، به طور متوسط از هر دو هزار گل فقط یکی به میوه قابل برداشت تبدیل می شود. اگر این ریزشها به موقع و در حد طبیعی باشد، باردهی درخت مطلوب بوده، سلامت درختان تضمین می شود و درآمد اقتصادی خوبی نیز عاید باغدار خواهد شد. اما گاهی شدت ریزش بیش از حد معمول شده و موجبات نگرانی باغداران را فراهم می آورد. به هر حال امروزه ریزش بیش از حد گل و میوه به صورت یک مشکل جدی در باغداری مرکبات کشور مطرح است. چنین وضعیتی می تواند ضمن کاهش قابل توجه عملکرد درختان و بازدهی اقتصادی باغ، سبب شروع پدیده سال آوری نیز بشود. در اینجا سعی شده است تا اطلاعات اولیه ای در زمینه انواع ریزشهای طبیعی و غیر

البته این دوره‌ها کاملاً جدا از هم نیستند زیرا ممکن است در طول دوره‌ای که درخت هنوز گل دارد، ریزش میوه شروع شده و با ریزش گل همراه باشد. به هر حال ریزش‌های گل و میوه چه پدیده‌هایی طبیعی بوده و برای داشتن میوه‌های درشت و بازار پسند لازم بوده ولیکن از ریزش‌های غیر طبیعی و یا دیر هنگام که به ریزش قبل از برداشت معروف است باید جلوگیری کرد. بدیهی است که چنین ریزش‌هایی اغلب حاصل بروز تنش‌های مختلف محیطی از جمله کم آبی، ماندابی شدن خاک، وزش بادهای گرم و خشک در دوره گل دهی یا تشکیل میوه، کمبود عناصری مانند ازت، پتاسیم، بُر، مس و یا بروز آفات و امراض هستند.

از آنجایی که اغلب تفاوت قابل ملاحظه‌ای در شدت ریزش گل و میوه بین دو نوع گل آذین برگ‌دار و بی برگ دیده می شود لازم است توضیح مختصری در این مورد داده شود. واقعیت این است که در گل آذین‌های برگ‌دار به دلیل تاثیر مواد غذایی تولیدی توسط برگ‌های همراه گل آذین، شدت رقابت بین گل‌ها و میوه‌ها برای جذب این مواد کمتر از گل آذین‌های بی برگ بوده، لذا ریزش گل و میوه چه کمتر دیده می شود. از طرف دیگر میوه‌های حاصل از گل آذین‌های برگ‌دار اغلب درشت تر نیز هستند. لازم به ذکر است که برگ‌دار بودن یا نبودن گل آذین تا حدود زیادی وابسته به شرایط دمایی زمستان قبل از شکوفایی گل‌ها است. به عبارت دیگر، در سال‌هایی که زمستان طولانی و سرد باشد، گل‌های بیشتری به صورت گل آذین‌های بی برگ و اگر زمستان نسبتاً گرم باشد، گل آذین‌های برگ‌دار بیشتری تولید می شود. نکته پایانی در این قسمت این است که هر چه تاریخ شکوفایی گل‌ها زودتر باشد، شدت ریزش گل‌ها بیشتر خواهد شد. این تاریخ تا حدود زیادی تابع دمای زمستان قبل از گل دهی است. در حقیقت اگر در طول زمستان قبل از شکوفایی گل‌ها، سرمای کافی به درخت نرسیده باشد، گل‌ها دیرتر شکفته خواهند شد. درصد تشکیل میوه برای گل‌هایی که زودتر از سایرین شکوفا می شوند خیلی کمتر از آن‌هایی است که دیرتر شکوفا شوند.

دوره‌های ریزش در مرکبات

اولین ریزش گل‌ها در مرکبات مربوط به پیش از شکوفایی

جوانه گل است ولی شدت این ریزش مربوط به سه الی چهار هفته بعد از آغاز ظهور گل‌ها است. در این دوره، معمولاً گل‌های ناقص، ضعیف یا گرده افشانی نشده از درخت جدا می شوند. به هر حال، ریزش گل، معمولاً بخش قابل توجهی از گل‌های درخت مرکبات را شامل می شود. نباید از فراوانی گل‌های ریخته شده در پای درختان نگران بود.

پس از گل‌ها نوبت به ریزش میوه چه‌ها است که بخشی از آن با دوران ریزش گل تداخل دارد و میوه چه‌هایی را شامل می شود که تلقیح آن‌ها به خوبی انجام نشده است. اندازه این‌ها تقریباً در حد نخود یا کوچکتر از آن است. از آنجایی که چنین این میوه‌ها ناقص و مقدار هورمون‌های داخلی آن‌ها کمتر از حد لازم است، درخت توانایی نگهداری این میوه‌ها را نداشته و از درخت جدا می شوند. لازم به ذکر است که دوره‌های شکوفایی گل و میوه‌ها ممکن است در بسیاری از موارد با یکدیگر هم پوشانی داشته باشد و لذا این تشکیل دو دوره ریزش می توانند با یکدیگر همراه باشند. در مناطق نیمه گرمسیری، طی ماه‌های اردیبهشت و خرداد می توان موج دیگری از ریزش میوه در مرکبات را مشاهده کرد که به ریزش جودرو معروف است. در این زمان میوه‌ها بدون دم میوه از درخت جدا می شوند. دلیل این ریزش، رقابت میوه‌های جوان با یکدیگر برای جذب ترکیبات مختلف غذایی، آب و هورمون‌ها است. این موج شامل میوه چه‌هایی می شود که قطر آن‌ها حدود ۵/۰ تا ۲ سانتی متر است. البته این ریزش در اثر بروز تنش‌های مختلف محیطی و به ویژه گرمای هوا و یا کمبود آب تشدید خواهد شد. به همین دلیل در مناطقی که دمای برگ به ۳۵ تا ۴۰ درجه سانتی گراد می رسد و یا درخت دچار کم آبی شده باشد، بیشترین شدت ریزش جودرو را می توان در درختان مرکبات شاهد بود. به هر حال، دوره ریزش میوه‌ها در حقیقت نوعی تُنک است که توسط خود درخت انجام می شود. دلیل، در سال‌هایی که باردهی درخت خیلی زیاد باشد، این ریزش از شدت بالاتری برخوردار خواهد بود. این ریزش به درخت امکان می دهد تا با حذف میوه چه‌های اضافی، تعداد میوه‌های خود را در حدی تنظیم کند که هر میوه در موقع برداشت، از کمیت و کیفیت خوب و

۳- غرقاب شدن درخت

در صورتی که ریشه‌های درخت برای مدت زیادی در شرایط غرقاب قرار بگیرند، به دلیل مختل شدن تنفس ریشه‌ها، تعداد قابل توهی از گل یا میوه‌های درخت دچار ریزش خواهد شد. بدیهی است که ادامه این وضع می‌تواند باعث مرگ درخت شود.

۴- نوع رقم و پایه کشت شده

ارقام نافدار به دلیل بی بذر بودن، از ریزش شدید تری نسبت به رقم‌های بذردار برخوردارند. از طرف دیگر تمام گل‌های تولید شده از نظر باروری مفید و کارآمد نیستند. در حقیقت همواره برخی از گل‌ها، نر یا نارس بوده و یا به سبب بروز آفات و امراض معیوب هستند. تجربه نشان داده است که فراوانی گل‌های نر در یک درخت تا حدود زیادی بستگی به نوع رقم داشته و البته شرایط محیطی نیز در آن تاثیر دارد. به عنوان مثال بیشتر از ۳۵ درصد گل‌های پرتقال شموطی ممکن است فاقد توانایی تشکیل میوه باشند. این عدد برای انواع لیموها و بالنگ بیشتر است و گاهی تا بیش از ۸۰ درصد گل‌های لیمو اثری در تولید میوه نداشته و لذا دچار ریزش خواهند شد. پس درصد ریزش گل و میوه تا حدود زیادی تابع نوع رقم کاشته شده است. در مورد تاثیر پایه نیز باید گفت که پایه‌های سه برگچه‌ای (پونسایروس، سیترونج و سیتروملو) توانایی بالایی در جذب آب از زمین‌های با رطوبت پایین را دارند و به همین دلیل اگر مقاومت آب موجود در خاک کم باشد، درختانی که روی پایه‌های سه برگچه‌ای پیوند شده اند از وضعیت آبی بهتری برخوردار بوده و لذا ریزش گل و میوه در آن‌ها کمتر است.

۵- شرایط تغذیه‌ای درخت

کمبود عناصر بُر و روی می‌تواند ریزش را تحریک کند. یکی از عناصر مهم تعیین مقدار گل و میوه مرکبات، عنصر ازت است. اگر ازت زیاد از حد باشد، رشد رویشی و تولید شاخ و برگ افزایش و در نتیجه گل دهی ضعیف خواهد شد. اگر درخت دچار کمبود ازت بوده ولی این کمبود شدید نباشد، رشد رویشی کم شده و تا حدودی گل دهی تشویق می‌شود، اما تشکیل میوه اندک بوده و به عبارت دیگر، ریزش شدید گل و میوه اتفاق می‌افتد. بدیهی است که کمبود شدید ازت موجب ضعف رویشی و همچنین کاهش شدید تعداد گل‌های درخت

بازار پسندی برخوردار باشد. موج سوم ریزش میوه‌ها که غیر طبیعی و معروف به ریزش قبل از برداشت است، با فاصله نسبتاً کمی از زمان برداشت انجام شده که وقوع آن خسارت اقتصادی زیادی را متوجه باغدار خواهد کرد.

عوامل موثر در ریزش گل و میوه

۱- درجه حرارت هوا

گرمای زیاد در اوایل تابستان به دلیل آنکه موجب خروج آب فراوانی از درخت شده و آن را دچار تنش رطوبتی می‌کند، باعث تشدید ریزش گل و میوه خواهد شد. گرمای زیاد هوا همچنین می‌تواند از طریق اثری که در جلوگیری از گرده افشانی و تشکیل میوه دارد موجب تحریک ریزش گل‌های گرده افشانی نشده یا میوه‌هایی که گرده افشانی ناقص داشته اند شود. علاوه بر گرما، سردی هوا در دوره قبل از تشکیل میوه نیز می‌تواند نقش مهمی در تحریک ریزش گل و میوه چه داشته باشد. بروز سرما در اوایل فصل رشد می‌تواند از طریق کاهش فعالیت زنبورهای عسل و کم کردن تعداد گل‌های تلقیح شده موجب کاهش درصد تشکیل میوه شده و از این طریق سبب تشدید ریزش گل‌ها شود. از طرف دیگر، گرمای خیلی زیاد (بالا تر از ۴۰ درجه سانتی گراد) منجر به ریزش بیش از حد میوه‌ها به ویژه در پرتقال‌های نافدار که حساس تر از سایر ارقام هستند خواهد شد.

۲- کمبود آب

کم آبی در درختان مرکبات می‌تواند از یک طرف باعث افزایش درصد گل‌های عقیم شود که به دلیل تبدیل نشدن به میوه، می‌ریزند. از طرف دیگر در اثر خشکی، آب از میوه‌ها به طرف برگ‌ها به حرکت درآمده و همین موجب تحریک ریزش میوه‌ها می‌شود. یکی دیگر از مضرات خشک بودن خاک، جلوگیری از تنفس ریشه است که خود در افزایش ریزش برگ، گل و میوه اثر زیادی دارد. در بسیاری از ارقام مرکبات، در صورتی که در اوایل دوران تشکیل میوه، درخت با کمبود آب مواجه باشد، با آغاز بارندگی‌های پاییزی شمال کشور، بخش قابل توجهی از درخت‌ها دچار ترکیدگی پوست شده و در نهایت ریزش می‌کنند. بنابراین لازم است زمانی که میوه‌ها به تازگی تشکیل شده اند، دقت لازم را در آبیاری به موقع درختان مرکبات به خرج داد تا درصد کمتری از میوه‌ها دچار ترکیدگی شوند.

از مهمترین امراضی هستند که می توانند سبب ریزش شدید گل و میوه شده و خسارت قابل توجهی را متوجه باغداران نمایند. یکی از دلایل اصلی ریزش‌های قبل از برداشت می تواند ابتلای درخت به بیماری‌های مختلف، به ویژه امراض قارچی باشد.

روش‌های کاهش ریزش گل و میوه

بدیهی است که با دانستن دلایل تحریک ریزش گل و میوه، می توان به راحتی اقدام به مهار این پدیده کرده و تا حد زیادی از ریزش غیر طبیعی گل و میوه کاست. برای این منظور لازم است در مدیریت باغ مرکبات نکات زیر را مد نظر داشت:

۱-هرس صحیح و به موقع درخت

بدیهی است که اگر نسبت به حذف شاخه‌های اضافی و خشک شده یا بیمار اقدام و از رشد شاخه‌های نرک و بی بار جلوگیری شود، مواد غذایی بیشتری به بخش‌های زایشی (گل و میوه) خواهد رسید. به این ترتیب با کاهش رقابت شاخ و برگ با گل‌ها و میوه‌ها، توزیع صحیح عناصر غذایی در درخت انجام شده و از ریزش‌های حاصل از فقر غذایی جلوگیری می شود. به طور کلی برای کاهش ریزش باید هرس را سبک و در فصل رشد غیر فعال انجام داد تا بدین ترتیب با حذف رقبای جوانه‌های زایشی، موجب پخش یک نواخت مواد غذایی در تاج درخت شویم. تجربه نشان داده است که حلقه زنی در هنگام گل دهی یا کمی قبل از آن موجب کاهش قابل توجه ریزش گل و میوه می شود. دلیل این امر آن است که حلقه زنی موجب اختلالی موقتی در خروج مواد غذایی از شاخه شده و همین امر سبب تقویت بنیه شاخه‌های گل‌دار می شود. به این ترتیب با تقویت شاخه می توان مانع از ریزش‌های ناشی از ضعف غذایی شد.

۲-توجه به برنامه تغذیه‌ای با تاکید بر مدیریت عرضه ازت

لازمه حفظ گل و میوه بر روی شاخه‌ها، حضور نسبت متعادلی از عناصر غذایی در این اندام‌ها است. بنابراین لازم است در برنامه کوددهی درختان به کلیه عناصر پر مصرف و کم مصرف توجه شده و با توجه به نتایج آزمون خاک و برگ، نسبت به عرضه یک برنامه کودی متعادل اقدام شود. البته در این میان، ازت عنصری است که

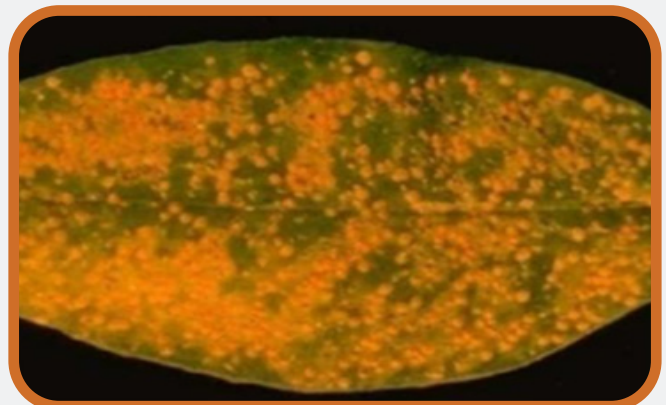
خواهد شد. به این ترتیب، می‌توان مقدار بهینه ازت را در درخت مرکبات بین ۵/۲ تا ۷/۲ درصد وزن خشک برگ‌ها اعلام کرد. با این مقدار ازت، درختان مرکبات از گل دهی و تشکیل میوه مناسبی برخوردار خواهند بود. شرایط کمبود ازت، تعداد گل آذین‌های بدون برگ بیشتر خواهد شد و چون شدت ریزش گل در آنها بیشتر از گل آذین‌های برگ‌دار است، به همین دلیل کمی ازت منجر به افزایش ریزش گل خواهد شد.

۶-آفات و بیماریها

واقعیت این است که تغذیه برخی حشرات آفت از درخت و یا آلودگی به برخی بیماریها سبب ریزش گل و میوه مرکبات می شود. شته سبز مرکبات (در تراکم زیاد)، سپردار قهوه‌ای و سپردار الفی، شپشک‌های آردآلود و استرالیایی، کنه شرقی مرکبات، مگس میوه مدیترانه‌ای همگی از جمله آفاتی هستند که موجب ریزش گل و میوه‌ها می شوند.



شپشک استرالیایی



سپردار قهوه ای مرکبات

در بین بیماری‌های مرکبات نیز انواع پوسیدگی‌ها از جمله پوسیدگی قهوه‌ای میوه و همچنین بیماری قارچی از جمله لکه قهوه‌ای، همچنین شانکر و نماتد مرکبات

از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. کمبود یا زیادی این عنصر موجب تقلیل گل دهی و تحریک ریزش گل و میوه خواهد بود. به همین دلیل لازم است همواره مقدار متعادلی از ازت در درخت وجود داشته باشد. به این ترتیب ضمن جلوگیری از رشد بی رویه شاخ و برگ، از تشدید گل دهی نیز ممانعت خواهد شد. به عنوان یک توصیه کلی می توان گفت که عرضه کود ازته به درختان مرکبات در زمان سه تا چهار هفته قبل از شکوفایی گل ها می تواند به کاهش ریزش گل و میوه کمک شایانی نماید. بررسی ها نشان داده است که بیش از ۸۰ درصد ازت مصرفی درختان مرکبات در دوره رشد بهاره و تشکیل میوه از ازت ذخیره شده در بافت شاخه ها و تنه درخت است. به همین دلیل اگر زمانی که نیمی از جوانه های درخت قبل از شروع فصل بهار متورم شده و قطر آن ها حدود سه میلی متر رسیده باشد باید اقدام به عرضه کود ازت نمود. برای نواحی شمال کشور بهتر است محلول یک درصد اوره به همراه سولفات روی یک در هزار برای این منظور استفاده شود. در مناطق جنوبی باید ضمن کاهش غلظت فوق از انواع کود ازته با درصد بیورت کمتر استفاده کرد. یکی دیگر از اثرات مثبت عرضه کود ازتی در درختان مرکبات این است که تعداد گل آذین های برگ دار، که ریزش کمتری دارند بیشتر شده و به این ترتیب از شدت ریزش ها کاسته خواهد شد.



[illegible]



کراپ وان بزرگترین مزرعه عمودی جهان را در دبئی افتتاح کرد:

هولدرینگ کراپ وان و کترینگ پرواز امارات کراپ وان امارات را افتتاح کردند. به گفته آنها این مرکز بزرگترین مزرعه عمودی جهان است. این مرکز بیش از ۳۰,۰۰۰ متر مربعی در دبئی در نزدیکی فرودگاه بین المللی آل مکتوم واقع شده است. ظرفیت تولید بیش از ۹۰۰ تن سبزیجات در سال را دارد و در حال حاضر بزرگترین مزرعه عمودی جهان است. این مزرعه که ECO نامیده می شود، ۹۵ درصد آب کمتری نسبت به محصولات کشت شده در مزارع سنتی مصرف می کند. طبق ادعای شرکت های مالک آن، خروجی آن سه تن در روز تضمین شده است. مسافران امارات و سایر خطوط هوایی می توانند در پروازهای خود از این ماه از سبزی های برگ دار که شامل کاهو، آرگولا، سبزیجات مخلوط سالاد و اسفناج است، استفاده کنند.

افراد محلی در امارات متحده عربی می توانند این محصول را از فروشگاه های تحت برند بوستانیکا خریداری کنند. سبزی

ها نیازی به شستشوی اولیه ندارند و بدون آفت کش ها، علف کش ها یا مواد شیمیایی رشد می کنند. کریگ راتاجیک، مدیر عامل شرکت کراپ وان، در بیانیه ای کتبی گفت: «ما مفتخریم که بهترین فناوری کراپ وان را در کنار شریک سرمایه گذاری مشترک خود به این مرکز تولید مواد غذایی نوآورانه می آوریم.» CO₂ به چالش های رو به رشد زنجیره تامین و مسائل امنیت غذایی می پردازد، در حالی که میلیون ها مصرف کننده جدید را با مزایای محصولات کشاورزی عمودی آشنا می کند. این مأموریت ما پرورش آینده ای پایدار برای پاسخگویی به تقاضای جهانی برای غذای تازه و محلی است و این مزرعه جدید تجلی این تعهد است. این تأسیسات جدید به عنوان الگویی برای آنچه در سراسر جهان ممکن است عمل می کند.»





بازیافت گل: استارت‌آپ‌هایی که در هندوستان به پسماند گل جان تازه‌ای می‌بخشند

همه روزه انبوهی از گل‌های همیشه‌بهار، رز، یاسمن، میخک، ارکیده و... در زباله‌دان‌های خارج از معابد و تالارهای مذهبی هند دور ریخته می‌شوند. گل‌های زینت‌بخش خدایان و راهروهای عبادتگاه‌ها پس از مدتی کوتاه به تپه‌ای از گیاهان پلاستیده تبدیل می‌شوند. در کشوری که گل ابزار تکریم اماکن مذهبی آن هستند و به زیبایی مراسم‌ها می‌افزاید، حجم عظیم ضایعات آن غیرقابل انکار است. طبق گزارش الزویر حداقل ۳۰۰ تن گل تنها پس از یک بار مصرف هدر می‌رود. تحقیقات دیگری توسط مجله بین‌المللی پژوهش‌های علوم کاربردی و فناوری مهندسی بیان می‌کند که سالانه حدود هشت میلیون تن زباله گل در رودخانه‌ها و معابر آب هند ریخته می‌شود که به مسدود شدن راه‌های آبی، آلودگی و تخریب محیط زیست منجر می‌شود.

یکی از کارآفرینان جوان، آنکیت آگاروال، بنیانگذار و مدیرعامل استارت‌آپ هلپ‌آس‌گرین مستقر در کانپور است، شرکتی که مانع از آلودگی رودخانه گنگ با پسماند عبادتگاه‌ها می‌شود. این استارت‌آپ روزانه بیش از ۲/۴ تن ضایعات گل را جمع‌آوری کرده و به محصولات ارگانیک مانند: بخور بدون زغال چوب، استایروفوم ارگانیک تجزیه‌پذیر و چرم غیرحیوانی بازیافت می‌کند و از این طریق مایه امرار معاش زنان حاشیه‌نشین می‌شود. این استارت‌آپ که توسط مجلات فوربز، فورچون و استنفورد به رسمیت شناخته شده است، اولین ارائه‌دهنده راه‌حل برای مشکل زباله‌های عظیم‌الجثه معابد در جهان است. آنکیت طی ویدئویی در برنامه محیط‌زیست سازمان ملل (یو‌ان‌ای‌پی) می‌گوید: «زمانی که زیر سوال بردن آداب مذهبی چند صد ساله خودمان را شروع کردم، مردم فکر می‌کردند که دیوانه شده‌ام، اما من از این موقعیت به‌عنوان چالش استفاده کردم و امروز ما در هر دقیقه یک بسته عود می‌فروشیم. ما گل را به قدرت تبدیل می‌کنیم». وی در ادامه می‌گوید: «هر سال بیش از نیم میلیارد هندو با بردن گل به معابد به عبادت می‌پردازند. در نهایت، این گل‌های مقدس در معابر آب از جمله رود گنگ ریخته می‌شوند. آفت‌کش‌هایی که برای رشد این گل‌ها استفاده می‌شوند با آب رودخانه مخلوط شده و آن را بسیار سمی می‌کنند. این معضل نیازمند راه‌حلی ساده و در عین حال موثر بوده است. به عقیده آنکیت، امروزه همه چیز به اقتصاد بر می‌گردد و مقاصد جدیدی برای ما می‌سازد».

تلاش‌های او جوایز و مقاماتی را برایش به ارمغان آورده است، از جمله: مقام رهبر جوان سازمان ملل برای اهداف توسعه پایدار، جایزه شتاب تحول سازمان ملل در لهستان، تقدیر در جشنواره ایده‌های تحول‌دهنده جهان، قرارگیری در لیست کارآفرینان زیر ۳۰ سال مجله فوربز در سال ۲۰۱۸ و همچنین جایزه کارآفرین جوان از یونیلور، جایزه هم‌شهری سرآمد در جشنواره ایده‌های شهر در مکزیک و مقام قهرمان جوان کره‌زمین در سال ۲۰۱۷ را می‌توان نام برد.

دست‌آورد جدید آبیاری کشاورزی در دست مخترعان ایرانی:

مهدی محرم پور، مخترع جوان قزوینی اظهار کرد: ساخت قطره چکان آبیاری برای کشاورزی و باغات به عنوان یک محصول دانش محور که در مسابقات اخیر ژنو سوییس ۲۰۲۳ نیز موفق به دریافت مدال طلا شد، به عنوان چهارمین محصول فناورانه آبیاری زیر سطحی (واترسوآب) اختراع PCT به ثبت جهانی نیز رسیده است، وی ادامه داد: این محصول که یک قطره چکان آبیاری است، از ویژگی‌های این محصول که چند ماه قبل نیز به صورت پی سی تی (ثبت اختراع بین المللی) ثبت شد مقاومت در برابر گرفتگی و یکنواختی در توزیع آب است که می‌تواند بدون نیاز به پمپ خروجی، دبی مناسبی داشته باشد.

محرم پور، ایده اولیه این اختراع را به علت تنش آبی در کشور عنوان کرد و یادآور شد: با توجه به وضعیت کم آبی در کشور و اهمیت تولید محصولات غذایی، این قطره چکان می‌تواند به عنوان یک ابزار مفید و پرکاربرد در اختیار کشاورزان و باغداران قرار گیرد. به گفته این مخترع جوان، هم اکنون از چند کشور از جمله آمریکا، آلمان، سوییس و اتریش برای دریافت نمایندگی این محصول درخواست‌هایی اعلام شده است.

محرم پور خاطرنشان کرد: قالب صنعتی این محصول در حال ساخت بوده تا پس از تولید انبوه برای مصارف کشاورزی و باغداری روانه بازار شود، وی یادآور شد: این محصول همچنین جزو پنج محصول فینالیست کانادا بود که رتبه بندی نهایی در ۹ نوامبر سال میلادی جاری صورت می‌گیرد.





کشاورزی بدون دخالت دست، جدیدترین اختراع دانشمندان:

این پروژه مزرعه بدون دخالت دست نام دارد که توسط محققان دانشگاه چارلز استورت در جزیره واگا واگای استرالیا و با همکاری مرکز تحقیقات Food Agility در دست طراحی و توسعه است. پس از تکمیل این مزرعه ۱۹۰۰ هکتاری به عنوان نمایشگاهی از توانایی رباتیک و هوش مصنوعی در کشاورزی به خدمت گرفته خواهد شد. از جمله فناوری‌های به نمایش درآمده در این مزرعه نمایشگاهی، استفاده از پهپادها، تراکتورهای رباتیک، ربات‌های برداشت کننده محصول و سنسورهای اندازه گیری میزان انتشار کربن و سایر معیارها خواهد بود. همچنین در این مزرعه از هوش مصنوعی برای اخذ تصمیمات مدیریتی خودکار استفاده خواهد شد.

ریچارد نورتون، مدیرعامل مرکز تحقیقات Food Agility در یک بیانیه مطبوعاتی توضیح داد که کشاورزی بدون دخالت دست، امروزه خیلی به واقعیت نزدیک شده، چیزی بیش از آنچه که مردم در گذشته تصور می‌کردند. او توضیح داد: "اتوماسیون کامل یک مفهوم دور نیست، در حال حاضر معادنی در دنیا وجود دارد که کاملاً توسط ربات‌ها و خودکار اداره می‌شوند. سال‌های زیادی نمی‌گذرد که این فناوری، کشاورزان را از مزرعه‌ها خارج و آن‌ها را در دنیای رباتیک، اتوماسیون و هوش مصنوعی غرق می‌کند. اکنون مزرعه‌ای در استرالیا به کشاورزی به صورت خودکار است و نتایج آزمایش‌ها نشان می‌دهند که این مزرعه در طول شب و وقتی انسان‌ها خواب هستند هم فعالیت دارند. در کنار اتوماسیون، سایر نوآوری‌ها انقلابی هم می‌توانند در فرآیند تولید مواد غذایی مصرفی توسط مردم تغییر ایجاد کنند.

در این مجموعه معماها، هر سوال مربوط به یک گیاه دارویی یا ترکیب ثانویه خاص است. پاسخ‌های صحیح به این سوالات حاوی حروف مختلفی هستند که در نهایت با استفاده از حرف مشخصی از هر پاسخ، باید بتوانید نام درخت با خاصیت دارویی را که برگ‌های آن باعث بیهوش شدن ماهی‌ها می‌شود و علت این خاصیت را مشخص کنید. برای حل این معما، لطفاً به هر پاسخ توجه کنید و حروف مورد نظر را جمع‌آوری کنید تا به سوال اصلی پاسخ دهید.

۱. نام گیاه دارویی که حاوی "سالیسیلیک اسید" است و برای درمان التهاب‌ها مفید است، چیست؟
۲. کدام گیاه دارویی حاوی "کافئین" است و برای تقویت سیستم عصبی مفید است؟
۳. نام گیاه دارویی که حاوی "فلاونوئید" و "گلیکوزید" است و برای کاهش فشار خون و بهبود سلامت قلب استفاده می‌شود، چیست؟
۴. ترکیب "مونوتروپین" در کدام گیاه دارویی یافت می‌شود که اثرات ضد التهاب و تسکین‌دهنده، و در درمان مشکلات گوارشی کاربرد دارد؟
۵. نام گیاه دارویی که دارای "ترپنوئید" است و به بهبود هضم و کاهش مشکلات گوارشی کمک می‌کند، چیست؟
۶. نام یک نوع جلبک سبز آبی که به عنوان یک مکمل غذایی با خواص ضد التهابی و تقویت‌کننده سیستم ایمنی شناخته می‌شود چیست؟
۷. نام گیاه دارویی با نام علمی آن *Vinca minor* که در طب سنتی برای درمان بیماری‌های مختلف از جمله فشار خون بالا و دیابت استفاده می‌شود و حاوی ترکیباتی با خواص دارویی مهم است، چیست؟
۸. ترکیب "اسید گاما لینولنیک" در کدام گیاه دارویی یافت می‌شود که می‌تواند به بهبود سلامت قلب و عروق و کاهش خطر بیماری‌های قلبی کمک کند. و به خاطر خواص ضد التهابی و آرام‌بخش خود شناخته شده است؟
۹. نام ترکیبی که دارویی که در گیاه کریس چانتوس (*Crispatus*) یافت می‌شود و به خاطر خواص دارویی و کاربردهای مختلف شناخته شده است. این ترکیب به عنوان یک جزء فعال با خواص ضد میکروبی و ضد التهابی، چیست؟
۱۰. کدام گیاه دارویی دارای "والپروئیک اسید و والرین" و اثرات آرام‌بخش است و نام آن با حرف اول گیاه دارویی که برای بهبود خواب مفید است، شروع می‌شود؟
۱۱. این ترکیب ثانویه که به عنوان نوعی پکتین در گیاهان یافت می‌شود و در بهبود عملکرد گوارشی و به عنوان افزودنی‌های غذایی استفاده می‌شود، نامش چیست؟ حرف دوم این ترکیب "گ" است.
۱۲. نام گیاه دارویی که به عنوان شیرین‌کننده طبیعی استفاده می‌شود و به دلیل خواص ضد التهابی، ضد میکروبی و ملین بودنش در طب سنتی شناخته شده است، و دارای ترکیباتی مانند سالیسیلیک اسید و فلاونوئیدها است، و همچنین در تهیه شربت به همین نام مورد استفاده قرار می‌گیرد، چیست؟
۱۳. این ترکیب ثانویه مهم در گیاهان، که و نقش کلیدی در فرآیندهای بیولوژیکی بدن مانند تقویت سیستم ایمنی و تولید کلاژن دارد. نام این ترکیب که به طور گسترده در میوه‌ها و سبزیجات یافت می‌شود، چیست؟
۱۴. نام گیاه دارویی که با ویژگی‌های زیر شناخته می‌شود چیست؟
این گیاه به خاطر خواص ضد التهابی و آرام‌بخش خود معروف است.
گل‌های این گیاه معمولاً سفید و زرد هستند و در طب سنتی برای کاهش مشکلات گوارشی و بهبود کیفیت خواب استفاده می‌شود.
نام این گیاه از واژه‌ای گرفته شده است که به آرامش و تسکین اشاره دارد.
مهم ترین ترکیب آن کامازولن است.

معرفی اسپانسر



شرکت زرگیاه زاگرس
بروجرد

شرکت زرگیاه زاگرس توسط جوانان پرتلاش و خلاق خانواده شجاعی به مدیر عاملی آقای میثم شجاعی در سال ۱۳۹۵ تاسیس شده است. این شرکت کشت و فرآوری گیاهان دارویی را در شهرستان بروجرد انجام می‌دهد هدف از تاسیس این شرکت کارآفرینی و تولید محصول با کیفیت و تقریباً ارگانیک در سطح کشور است. این شرکت ابتدا با ۴ نفر عضو از یک ایده خیلی ساده و با فرآوری و بسته بندی گیاهان دارویی شروع به کار کرد، و در حال حاضر تعداد نیروی متخصص مشغول به کار در این شرکت بیش از ۲۰ نفر افزایش یافته است و خارج از شرکت به صورت غیر مستقیم بیش از ۴۰۰ نفر از طریق محصولات این شرکت کسب درآمد می‌کنند. آزمایشگاه این شرکت یک آزمایشگاه تخصصی در حوزه فرآوری گیاهان دارویی است چند خط تولید مجزا در شرکت راه اندازی و در حال تولید محصولات گیاهی هستند، حوزه‌های مختلف گیاهان دارویی مثل کشت، داشت و فرآوری به طور کامل در این شرکت انجام می‌شود شرکت زرگیاه زاگرس چندین نمایندگی در سطح کشور دارد که از این راه افراد زیادی کسب درآمد کرده و محصولات تقریباً ارگانیک این شرکت را به فروش می‌رسانند. این شرکت در نظر دارد کسب و کار خود را رونق دهد و نیروی کار بیشتری را در این حوزه مشغول به کار نماید.



ظرفیت سالانه به تن	حوزه فعالیت شرکت زرگیاه زاگرس
۱۰۰	بسته بندی گیاهان دارویی
۳۰۰	انواع میوه، صیفی‌جات و سبزیجات خشک شده
۱۰۰۰	انواع عرقیات گیاهی



zargiyahzagros@gmail.com



www.zargiyahzagros.ir



بروجرد - کیلومتر ۳ جاده خرم آباد



۰۹۱۹۳۲۷۱۷۵۶-۰۶۶۴۲۶۶۲۲۴۸





راه های ارتباطی با
نشریه پالیزبان:



پالیزبان

آدرس : کیلومتر ۱۲ جاده خرم آباد - اندیمشک ، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی



@unilu_baghbani