بسمه تعالی

مطالعه و بررسی اثرات کاربرد محرک‌های رشد بر کمیت، کیفیت و ماندگاری میوه کیوی‌فروت

کار فرما : شرکت شهرک های صنعتی استان گیلان

مجری طرح : شرکت بوستان کستر گیل

تیم تحقیق : دکتر ابراهیم عابدی قشلاقی (رئیس مرکز تحقیقات کیوی استان گیلان)

خانم حمیده پوروردی سیاه لرزی دانشجوی دکترای فیزیولوژی گیاهی

ابوالحسن وارسته عامل توسعه خوشه کیوی گیلان

میر سعید عرب نژاد مشاور خوشه کیوی گیلان

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

معرفی شرکت ۵
معرفی پروژه ۵
اهداف پروژه ۵

پیشگفتار ۵
خصوصیات و اهمیت پرورش کیوی‌فروت ۷
مقدمه ۸
نام علمی و زیستگاه کیوی‌فروت در دنیا ۸
مناطق تولید در ایران ۱۰
ارزش غذایی کیوی‌فروت ۱۰
اهمیت اقتصادی کیوی‌فروت ۱۱
کلیاتی در مورد هورمون و تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی ۱۳
مقدمه ۱۴
کاربردهای عملی تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی در کشاورزی و باغبانی ۱۴
مزایای استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد در کشاورزی ۱۵
معایب استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد در کشاورزی ۱۶
خصوصیات هورمون‌های طبیعی و اصلی گیاه ۱۶
اکسین ۱۶
جیبرلین‌ها ۱۷
سیتوکنین‌ها ۱۷
اسید آبسیزیک ۱۸
اتیلن ۱۸
براسینواستروئیدها ۱۹
اسید جاسمونیک ۱۹
اسید سالیسیلیک ۲۰
سایر تنظیم کننده‌های رشد ۲۰
حلال های مناسب برای انواع تنظیم کننده های رشد ۲۰
پرمصرف‌ترین تنظیم‌کننده‌های رشد در جهان ۲۰
استانداردهای جهان و ایران ۲۱
موانع و کاستی‌های خرید، تولید و توزیع تنظیم‌کننده‌های رشد در ایران ۲۲
کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد در ازدیاد کیوی‌فروت ۲۴
ازدیاد از طریق کشت بذر ۲۵

ازدیاد از طریق قلمه ۲۵
ریزازدیادی ۲۶
کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد در تنک میوه (تنک شیمیایی) ۳۰
مقدمه ۳۱
اثرات تنک شیمیایی بر صفات کمی و کیفی میوه ۳۲
باردهی سال بعد ۳۲
اندازه میوه ۳۲
وزن و حجم میوه ۳۳
ماده خشک میوه ۳۳
تعداد بذر میوه ۳۴
عملکرد و میوه‌های بازارپسند ۳۴
سفتی میوه ۳۵
مواد جامد محلول و اسید قابل تیتره شدن ۳۵
کربوهیدرات‌ها ۳۶
اسید آسکوربیک (ویتامین C) ۳۶
ترکیبات برآوردکننده تأمین نیاز سرمایی ۳۷
مقدمه ۳۸
سیانامید هیدروژن ۳۹
تیوره‌آ ۴۳
نیترات پتاسیم ۴۴
اسید جیبرلیک ۴۵
روغن ولک ۴۵
عصاره سیر ۴۶
استفاده از تنظیم کننده‌های رشد برای تسریع رشدکمی و کیفی میوه کیوی‌فروت ۴۷
مقدمه ۴۸
بنفیت‌کیوی ۴۸
تیدیازورون ۴۹
فورکلرفنورون ،کلرو پیریدیل فنیل اوره ۵۱
تاریخچه شناسایی فورکلرفنورون ۵۱
کاربرد فورکلرفنورون در کیوی‌فروت ۵۲
فورکلرفنورون و کیفیت میوه ۵۴
اثرات متقابل فورکلرفنورون و گرده‌افشانی ۵۶
تاثیر فورکلروفنرون بر روی کیفیت و بهبود سفتی میوه ۵۶
اثر فورکلرفنورون بر هورمن‌های درون زا ۵۷
اثرات متقابل فورکلرفنورون با تنظم‌کننده‌های رشد دیگر ۵۷
تاثیر فورکلرفنورون بر بلوغ و ماندگاری میوه ۵۹

اثر تنظیم کننده های رشد دیگر بر ماندگاری میوه ۵۹
اثرات منفی تنظیم‌کننده‌های رشد بر مصرف‌کننده و محیط زیست ۶۲
مقدمه ۶۳
ثبت موارد مصرف فورکلرفنورون در برخی کشورها ۶۴
آلودگی خاک و آب با فورکلرفنورون ۶۵
اثرات فورکلرفنورون روی پستانداران و موجودات زنده ۶۵
مصرف فورکلرفنورون در کیوی‌فروت و باقی‌مانده آن در میوه ۶۸
کاهش اثرات سمی فورکلرفنورون در کیوی‌فروت ۶۸
نتیجه گیری ۶۸

منابع ۷۲

معرفی شرکت :

شرکت بوستان گستر گیل (۱۷۲۶۷) در سال ۱۳۹۰ تاسیس و از سال ۱۳۹۵ به عنوان مشاور در شرکت شهرک های صنعتی استان گیلان فعالیت های آموزشی و پژوهشی خود را با این سازمان به منظور رشد و ارتقای دانش علمی و فنی ذینفعان شروع نمود و با کادری مجرب و متعهد و توانمند توانست همکاری خوبی را با این مجموعه داشته باشد همچنین این شرکت فعالیت های آموزشی زیادی را با ادارات و سازمان های دولتی و خصوصی داشته و همواره به عنوان بازوان اجرایی این سازمان ها در جهت توانمندسازی ، رشد و شکوفایی همه جانبه گام برداشته است.

معرفی پروژه :

موافقتنامه قرارداد مطالعه برسی اثرات کاربرد محرکهای رشد بر کیفیا و ماندگاری میوه وسلامت تاک های کیوی فروت به شماره قرارداد ۱۰۹۲۴ از طرف معاونت محترم صنایع کوچک شرکت شهرک های صنعتی استان گیلان به شرکت بوستان گستر گیل و عامل توسعه خوشه کسب وکار کیوی گیلان ابلاغ گردید. که براساس آن شرکت بوستان گستر گیل برنامه ریزی های لازم جهت اجرای مطلوب این مطالعه و گزینش تیم تحقیق در راستای برنامه عمل خوشه کسب و کار کیوی گیلان و با هماهنگی همه فعالان خوشه صورت گرفت.

اهداف پروژه:

هدف از برگزاری جشنواره کیوی :

- افزایش سطح آگاهی و بینش باغداران
- افزایش سلامت و کیفیت محصول کیوی
- بهبود روشهای تولید و نگهداری کیوی

پیشگفتار

کیوی‌فروت در بسیاری از کشورهای جهان محبوبیت زیادی به دست آورده است. در واقع، هیچ میوه دیگری در این مدت کوتاه در تاریخ تولید میوه های تجاری این همه توجه را به خود جلب نکرده است. کیوی‌فروت شاید بهترین میوه مغذی شناخته شده در میان انواع ریزمیوه‌ها باشد. میوه دارای طعمی با طراوت و لطیف، عطر مطبوع و ارزش غذایی و دارویی بالایی است. منبعی غنی از ویتأمین C، ویتأمین K و منبع خوبی از فیبر غذایی و مواد معدنی مانند پتاسیم، کلسیم، فسفر و کم‌کالری میوه می‌باشد. ترکیبات کیوی‌فروت، که احتمالاً حاوی ویتأمین E و اسیدهای چرب امگا۳ بوده ، از بذور خوراکی تولید می‌شوند که دارای خواص بالقوه رقیق‌کننده طبیعی خون هستند. اهمیت اقتصادی

کیوی‌فروت به دلیل پتانسیل های صادراتی آن اخیراً افزایش یافته است. علاوه بر سایر ویژگی‌ها، کیوی‌فروت دارای مزیت‌هایی است که آن را به میوه‌ای برجسته برای کشت تبدیل می‌کند (Rathore, 1984). کیوی فروت به علت ماندگاری بالا پس از برداشت نیاز به فروش فوری و پرخطر ندارد و به همین دلیل بهره وری آن بالا بوده و سود خوبی برای پرورش دهنده و تاجر دارد. با این وجود در سال های اول شروع به کشت این میوه که تقریبا عاری از هرگونه آفت و بیماری جدی می باشد اما امروزه بیماری های جدید مانعی برای صادرات این محصول شده که نیاز به مراقبت و سمپاشی های برنامه ریزی شده دارد.

استفاده از ترکیبات شیمیایی به خصوص تنظیم‌کننده‌های رشد برای تسریع جوانه‌زنی بذور، افزایش ریشه‌دهی قلمه‌ها، کنترل رشد رویشی، تنک گل و میوه، افزایش گلدهی و میوه‌بندی و به طور کلی افزایش عملکرد، کمیت و کیفیت میوه کیوی‌فروت در سال‌های اخیر افزایش یافته است. در شمال کشور نیز از برخی این ترکیبات برای اهداف مختلف، بخصوص تأمین نیاز سرمایی و افزایش اندازه میوه، در تاکستان‌ها استفاده می‌کنند که نیاز است اثرات مثبت و منفی آن‌ها مورد بحث و بررسی قرار گیرد.

.....

.....

خصوصیات و اهمیت پرورش کیوی‌فروت

مقدمه

در بین ارقام معرفی شده از قاره آسیا که از ارزش اقتصادی چشمگیری برخوردار است میوه کیوی‌فروت است که مبدا اصلی آن دره رودخانه یانگتسه[1] درجنوب چین و در عرض جغرافیایی ۳۱ درجه شمالی است [کیوی‌فروت در آنجا بنام یانگ تائو[2] معروف است]. کیوی‌فروت به‌طورتجاری در کشورهای نیوزلند، ایتالیا، یونان، ایران، ژاپن، فرانسه، استرالیا، یونان، شیلی و آمریکا پرورش داده می‌شود.

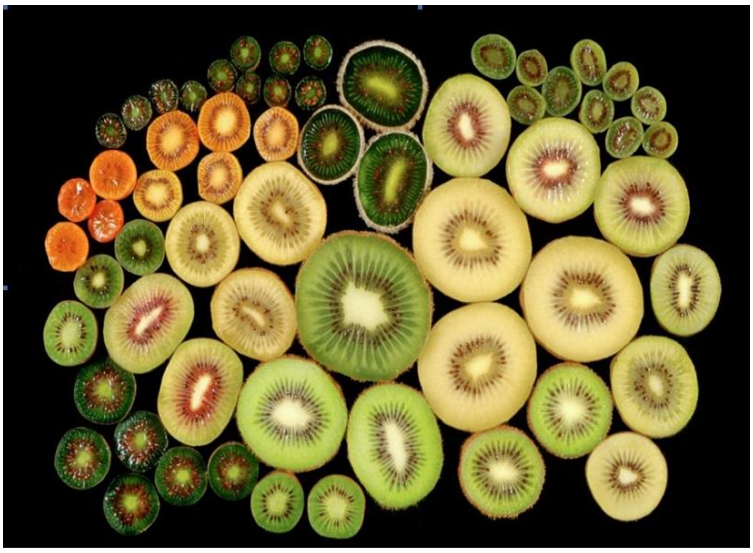
در ایران سواحل جنوبی دریای خزر دارای آب و هوا و شرایط اقلیمی بسیار مناسبی برای پرورش گیاه کیوی‌فروت است. میزان بارندگی و رطوبت نسبی بالا، عدم وجود یخبندان‌های طولانی در فصل زمستان، هوای معتدل بهار و پاییز و هوای گرم تابستان و عدم وزش بادهای شدید در این منطقه باعث شده است که گیاه کیوی‌فروت در این منطقه به خوبی سازگار شود و در صورتی که نیازهای تغذیه‌ای گیاه هم برآورده شود گیاه به خوبی رشد کرده و محصول در خور توجهی تولید می‌کند. براساس فائو (۲۰۲۱) ایران با تولید ۳۴۴۱۸۹ تن و سطح زیر کشت ۱۲۷۷۳ هکتار رتبه چهارم و با عملکرد ۲۶۹۴۶ کیلوگرم در هکتار رتبه سوم جهان را در سال ۲۰۱۹ در اختیار داشت.

نام علمی و زیستگاه کیوی‌فروت در دنیا

کیوی‌فروت از سلسله گیاهان، بخش SpermatopHyta (گیاهان گل‌دار)، کلاس Angiospermae (نهاندانگان)، زیر کلاس Dicotyledons (دولپه‌ای‌ها) رده Ericales و خانواده Actinidaceae است. جنس Actinidia از خانواده Actinidiaceae است و مرکب از ۷۶ گونه و بیش از ۱۲۶ تاگ زا[3] است که در چین و کشورهای مجاور پراکنده است (Huang *et al.*, 2000). شکل (۱) اختلاف بین میوه گونه‌های مختلف جنس Actinidia را ازنظر رنگ، شکل و اندازه نشان می‌دهد. بیش از ۱۵ نوع شکل مختلف در این جنس قابل‌تشخیص است. اختلاف موجود در بین ارقام و جنس‌های کیوی‌فروت به‌اندازه، رنگ گوشت میوه آن‌ها و پرزدار بودنشان بستگی دارد (Huang *et al.*, 2004). نام عمومی کیوی‌فروت که امروزه به آن اطلاق می‌شود با ورود کیوی‌فروت در سال ۱۹۵۹ این میوه به ایالت متحده آمریکا، به‌جای

[1]. Yangtze
[2]. Yangtao
[3]. Taxa

گوزبری چینی[1]، برگرفته از نام یک پرنده بومی نیوزلند به این میوه اطلاق شد. نام عمومی آن در ایتالیا اکتینیا (برگرفته از نام جنس آن) و در چین Mihouata است (Ferguson, 1986).



شکل ۱- اندازه و رنگ بافت ارقام و گونه‌های مختلف *Actinidia*

کیوی‌فروت یکی از میوه‌های معرفی‌شده از قاره آسیا است که از ارزش اقتصادی چشمگیری برخوردار است . کیوی‌فروت به‌طور تجاری در کشورهای چین، نیوزلند، ایتالیا، یونان، ایران، ژاپن، فرانسه، استرالیا، یونان، شیلی و آمریکا پرورش داده می‌شود. ازلحاظ طبیعی نواحی مرکزی حاشیه دریای خزر به دلیل وجود رشته‌کوه البرز در جنوب و دریای خزر در شمال آن، دارای شرایط اقلیمی بسیار مساعد برای کشت و پرورش این میوه است. رطوبت فراوان، بارش باران سالانه به میزان ۳۰۰ تا ۲۰۰۰ میلی‌متر با پراکنش مناسب، تعداد ساعات آفتابی فراوان، عدم وجود یخبندان طولانی و زمستان‌های بسیار سرد، عدم وزش بادهای شدید و بارش تگرگ و غیره ازجمله خصوصیات طبیعی است که باعث شده کیفیت (طعم و درشتی) کیوی‌فروت ایران بهتر از سایر تولیدکنندگان کیوی‌فروت در جهان باشد. در ایران با مشاهده وضعیت نامطلوب بخشی از باغات مرکبات در شمال کشور که در بعضی سال‌ها در اثر سرمای زمستانه از بین می‌روند و دارای عملکرد پایینی هستند، اقدام به انجام مطالعاتی برای یافتن جایگزینی مناسب برای این باغات شد که درنهایت

[1]. Chinese Gooseberry

درخت کیوی فروت برای این منظور انتخاب گردید. این میوه نسبت به مرکبات مقاومت بیشتری به سرما داشته و عملکرد آن بالاتر بوده و شرایط اکولوژیکی شمال کشور بسیار مناسب کشت این محصول است. با همکاری فائو در سال ۱۳۵۷ چهار رقم ماده به نام هایوارد[1]، برونو[2]، مونتی[3] و آبوت[4] و دو رقم نر به نام توموری[5] و ماتوا[6] از کشورهای فرانسه و ایتالیا وارد و بعد از انجام تحقیقات لازم در سال ۱۳۶۷ اقدام به تکثیر و توزیع بین باغداران گردید. رقم هایوارد به دلیل ویژگی‌هایی نظیر درشتی و یکنواختی میوه، بازارپسندی و خاصیت خوب انبارداری، نسبت به سایر ارقام موردتوجه بیشتری قرارگرفته و حدود ۹۰ درصد باغات شمال کشور را شامل می‌شود (احمدی جلالی مقدم،۱۳۹۲).

مناطق تولید در ایران

میوه کیوی یکی از مهمترین محصولات باغی صادراتی ایران است که تنها در استان‌های گیلان، مازندران و بخش کوچکی از استان گلستان کشت و کار می‌شود. بر طبق آمارنامه مرکز فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات وزارت جهاد کشاورزی در سال ۱۴۰۰ سطح زیر کشت میوه کیوی ایران ۱۵۲۱۱ هکتار (مجموع سطح بارور و غیر بارور) و مقدار تولید ۴۴۲۰۴۰ تن می‌باشد. استان مازندران با سطح زیر کشت ۷۷۸۸ هکتار و تولید ۲۲۹۱۶۲ تن مقام نخست، استان گیلان با سطح زیر کشت ۷۲۸۹ هکتار و تولید ۲۱۰۳۶۸ تن در جایگاه دوم و استان گلستان با سطح زیر کشت ۱۳۳ هکتار و تولید ۲۵۱۰ تن، در مقام سوم قرار دارد (آمارنامه جهاد کشاورزی، ۱۴۰۰).

ارزش غذایی کیوی‌فروت

آنچه باعث افزایش و مصرف میوه کیوی‌فروت در جهان شده است، به غیر از مزه و طعم این میوه ارزش غذایی و دارویی آن می‌باشد. ۹۵ درصد میوه کیوی‌فروت خوراکی و ۱۰۰ گرم از این میوه ۵۵ کیلوکالری انرژی تولید می‌کند میوه کیوی‌فروت دارای انواع ویتامین‌ها، کربوهیدرات، پروتئین، و عناصر معدنی می‌باشد. میوه کیوی‌فروت هایوارد دارای ۱/۱۴ و کیوی‌فروت طلایی ۱/۲۳ درصد پروتئین است. به‌طور متوسط ۸ تا ۱۵ درصد وزن میوه را کربوهیدرات

[1] - Hayward
[2] - Bruno
[3] - Monthy
[4] - Abbott
[5] - Tomuri
[6] - Matua

تشکیل می‌دهد، قند اصلی این میوه گلوکز و فروکتوز است که به‌ترتیب ۲ تا ۶ درصد و ۱/۵ تا ۸ درصد وزن میوه راتشکیل می‌دهد و مقدار کمی (حدود ۲ درصد) نیز ساکارز دارد که این قندها عموماً در طول رسیدن میوه تشکیل می‌شود. کیوی‌فروت سرشار از ویتامین و مواد مغذی برای بدن می‌باشد

کیوی‌فروت منبعی غنی و سرشار از ویتامین C است و مقدار ویتامین C آن از پرتقال نیز بیشتر است. کیوی‌فروت هم‌چنین دارای ویتامین آ ویتامین‌های ب۱، ب۲، ب۳ و سایر ویتامین‌های گروه ب می‌باشد. مقدار پتاسیم آن از موز بیشتر است. کیوی‌فروت از میوه‌های بسیار کم کالری است. در ۱۰۰ گرم کیوی‌فروت ۶۱-۶۰ کیلوکالری وجود دارد و از جهت میزان کالری همردیف زردآلو و نارنگی است.

اهمیت اقتصادی کیوی‌فروت

همین‌طور بر طبق آمار سازمان غذا و کشاورزی ملل متحد، ایران ششمین کشور صادرکننده کیوی¬فروت در دنیا است (FAO, 2021). بر اساس آمارنامه مرکز فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات وزارت جهاد کشاورزی از وضعیت صادرات و واردات کالاهای کشاورزی و غذا، در سال ۱۴۰۰ از صدور ۱۹۶ هزار تن میوه کیوی، درآمدی بالغ بر ۱۰۰ میلیون دلار عاید کشور شده است (آمارنامه جهاد کشاورزی، ۱۴۰۰). به این‌ترتیب کیوی، ظرفیت بالایی در ارزآوری، بهبود وضعیت معیشتی مردم و اشتغال‌زایی به‌ویژه برای استان‌های شمالی ایران دارد. اما علی‌الرغم حجم بالای تولید و صادرات این محصول، قیمت فروش هر کیلوگرم میوه کیوی تولیدی ایران در بازارهای جهانی (۰/۴۶ دلار) نسبت به کشورهای صاحب‌نام در تولید این محصول (۴ دلار) بسیار پایین است.

امروزه کیوی محصولی کاملاً اقتصادی تلقی می‌شود و در مقایسه با سایر محصولات کشاورزی مانند برنج و مرکبات که در شرایط آب وهوایی مشابه کیوی‌فروت در کشور کشت می‌شوند بازدهی اقتصادی بالایی دارد. این میوه در ایران نسبت به سایر کشورها از طعم خوبی برخوردار بوده و به لحاظ استفاده کم از سموم شیمیایی (کشت ارگانیک) و هم‌چنین از نظر زمان برداشت محصول درصورت رعایت استانداردهای بسته‌بندی وافزایش توان حمل و نقل کشور می‌تواند جایگاه خود را در بازارهای جهانی مستحکم نماید.

از امتیازات کیوی ایران از یک‌سو واقع‌شدن در نیمکره شمالی و تفاوت فصل برداشت با دو کشور عمده تولیدکننده یعنی نیوزلند و شیلی در نیمکره جنوبی است. از سوی دیگر، فصل برداشت کیوی در ایران برخلاف تولیدکنندگان عمده نیمکره جنوبی (نیوزلند و شیلی)، در اوایل زمستان و مصادف با سال نو مسیحی و جشن‌های مربوط به آن است که تقاضا برای میوه تازه در اروپا افزایش می‌یابد (ثاقب، ۱۳۸۴).

کلیاتی در مورد هورمون و تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی

مقدمه

هورمون‌های گیاهی که اغلب فیتوهورمون خوانده می‌شوند مواد آلی غیرغذایی بوده که در بافت‌های مریستمی و یا جوان در غلظت‌های کم ساخته شده و پس از انتقال به بافت هدف فعالیت‌های فیزیولوژیکی مهمی را در گیاه تنظیم می‌کنند (Ljung, 2013). اگرچه برخی مواد که به صورت مصنوعی تولید شده‌اند ممکن است بتواند اثرات مشابه و یا حتی عیناً نظیر یکی از هورمون‌های طبیعی گیاهی از خود بروز دهند، ولی هورمون گیاهی نامیده نمی‌شوند. واژه صحیح‌تر برای چنین ترکیباتی که اثراتی شبه هورمون روی گیاه دارند، تنظیم‌کننده رشد میباشد (Benková, 2016). تنظیم‌کننده‌های رشد، ترکیبات تولیدشده‌ای هستند که فرآیندهای فیزیولوژیکی را تغییر می‌دهند. این مواد الف) با تقلید اثرات هورمون‌ها، ب) کاهش ساخت هورمون‌ها و از بین بردن و یا، ج) انتقال و یا تغییر محل تأثیر یک هورمون رشد و نمو را در گیاه تنظیم می‌کنند. در واقع می‌توان گفت تمام هورمون‌ها، تنظیم کننده رشد هستند، درحالی که تمامی تنظیم‌کننده‌های رشد الزاماً هورمون نمی‌باشند. بعضی از این ترکیبات ده‌ها سال است که شناخته شده و نوع و میزان واکنش گیاهان به آنها نیز مشخص میباشد، درحالی که بسیاری از آنها تنها در سال‌های اخیر شناسایی شده‌اند. برخی از تنظیم کننده‌های رشد بخاطر تأثیرات مستقیمی که بر رشد، نمو و حتی کیفیت محصولات زراعی و باغی دارند در بعضی از کشورها کاربردهای تجاری بسیاری یافته و سالانه بر تعداد مصرف‌کنندگان آنها افزوده می‌شود، با اینحال بسیاری از آنها همچنان مراحل تحقیقاتی خود را سپری می‌کنند.

کاربردهای عملی تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی در کشاورزی و باغبانی

سابقه مصرف هورمون‌های گیاهی در جهان و ایران از دهه ۱۹۴۰ میلادی، تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی طبیعی و مصنوعی بطور روز افزونی برای تغییر الگوی رشد، سرعت رشد یا هر دو مورد استفاده قرار گرفته‌اند. این تغییرات از مرحله جوانه‌زنی شروع شده، و به مراحل رشد رویشی، زایشی، رسیدگی، بلوغ، پیری و حتی پس از برداشت تسری یافته است. تاکنون بیش از ۱۱۵ گروه ماده تنظیم کننده رشد شناسایی شده‌اند که بر اساس کارکرد خود در گروه‌های مختلف قرار می‌گیرند. گروه هورمون‌های طبیعی گیاهی اصلی شامل اکسین‌ها، سیتوکینین‌ها، جیبرلین‌ها، آبسیزیک اسید، اتیلن، جاسمونات‌ها، براسینواستروئیدها و سالیسیلیک اسید هستند. با اینحال گروه‌های دیگری مانند آنتی‌اکسین‌ها، برگ‌ریزها، بازدارنده‌های اتیلین، آزاد کننده‌های اتیلن،

گامت‌کش‌هـــــا، بازدارنـــــده‌های رشـــــد، کندکننـده‌های رشـد، تسـریع‌کننده‌های رشـد و تنظیم‌کننده‌های رشد نیز وجود دارد (مرادی ۱۳۹۵؛ Benková, 2016).

مزایـــای اســـتفاده از تنظیم‌کننده‌های رشـــد در کشاورزی

- تولید پایدار محصولات زراعـی و بـاغی در شرایط وجود و عدم تنش‌ها،
- افزایش تولید محصولات کشاورزی،
- تولید محصول سالم،
- افزایش بازارپسندی محصولات،
- بهبود انبارداری و انبارمانی محصولات،
- کاهش هزینه‌های کارگری (مانند تنک کردن گل و میوه)،
- تعیـین جنسـیت گـل بـه دلخـواه تولیـد کننده و یا اصلاح کننده نباتات،
- افزایش تحمل به آفات و بیماری‌ها،
- سازگاری بسیار زیـاد بـا محـیط زیسـت بدون پسماند یا با پسمان بسیار کم،
- افـــــزایش اســـــتقرار گیاهـــــان و یکنواخت سازی نهال‌ها و گیاهان در نهالستان‌ها،
- بهبود مدیریت برداشت و افزایش زمـان بهرهبرداری از ماشین آلات (مانند نیشکر)،
- کمک به ریزش برگ،
- افـــزایش دوره برداشـــت و رســـیدن محصول (گوجه، موز، پرتقال و...)،
- تأخیر پیری در گیاهان،
- تولید محصولات بدون بذر،
- افزایش تولید و شکل‌گیری بذر و میوه،
- جلوگیری از خواب بذر،
- جلوگیری از جوانه زنی بذر،

- کنترل گلدهی،
- استفاده در کشت بافت،
- افزایش عمر گل‌های بریده،
- بعضی از انواع آنها مانند سالیسیلات‌ها، جاسمونات و براسینواستروئیدها جزء داروها نیز طبقه‌بندی می‌شوند.

معایب استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد در کشاورزی

- ورود ناخواسته هورمون‌ها به محصولات، خاک و آب‌های زیرزمینی،
- سمیت بالقوه هورمون‌ها برای انسان و جانوران از جمله سرطان‌زایی، اختلال در رشد و تولید مثل، سمیت عصبی و سمیت حاد، مشخصاً در تنظیم‌کننده‌های رشد فنوکسی که در گروه علفکش‌ها قرار دارند.

خصوصیات هورمون‌های طبیعی و اصلی گیاه

اکسین

اولین گروه هورمون گیاهی هستند که کشف شدند و مورد استفاده قرار گرفته اند .ماهیت هورمونی آن‌ها به‌طور روشن در آزمایشی که برای اولین بار توسط وانت در سال ۱۹۲۸ انجام گرفت در کولئوپتیل یولاف از گیاهان تیره غلات نشان داده شده و در کشت بافت با غلظت 1_10 میلی‌گرم در لیتر می‌توان به کاربرد طبیعی‌ترین ترکیبی که در گیاهان شناخته شده‌است اسید ایندول -۳- استیک (IAA) می‌باشد که احتمالاً در گیاهان از اسید آمینه تریپتوفان ساخته می‌شود. مراکز عمده ساخته شدن اکسین بافت‌های مریستمی انتهایی از قبیل جوانه‌های در حال بازشدن، برگ‌های جوان، نوک ریشه، گل‌ها یا گل آذین روی ساقه گلدار می‌باشد و نحوه انتقال اکسین در اندام‌های جوان از بالا به پایین و در اندام‌های پارانشیمی در داخل آوندهای آبکشی انجام می‌گیرد و در ریشه هم از نوک ریشه به سمت بالای ریشه صورت می‌گیرد (مرادی، ۱۳۹۵).

از اکسین‌های مصنوعی می‌توان به نفتالین- استیک – اسید (NAA) ، ایندول -۳- بوتیریک اسید (IBA) ، اسید ۲– ۴-دی کلرو فنواکسی استیک (2–4–D) اشاره نمود. اکسین‌ها طویل شدن و رشد سلولی ، تقسیم سلولی، تشکیل کالوس و تشکیل ریشه های نابجا را تحریک می کنند. اکسین ها همچنین از نمو جوانه های جانبی و تشکیل جنین‌های سوماتیکی

بر روی کالوس جلوگیری می کنند و در غلظت های بالا ممکن است موجب ناهنجاری‌های رشدی شدید یا بازداشتن کامل رشد شوند.

جیبرلین‌ها

جیبرلین‌ها گروه بزرگی از ترکیبات ۱۹ و ۲۰ کربنی با ساختار ملکولی مشابه هستند. تاکنون ۱۳۶ نوع آن شناسایی شده و بر خلاف اکسین‌ها بیشتر بر اساس ساختمان ملکولی شناسایی می‌شوند تا فعالیت بیولوژیکی. از آنجایی که مولکول جیبرلین بسیار فعال است بر خلاف اکسین‌ها در مراحل مختلف رشد گیاه، زیست ساخت آن شدیداً کنترل میشود. در میان خانواده جیبرلین‌ها، جیبرلیک اسید (GA3) ترکیب غالب است. معمولا نیازی به افزودن آن به محیط کشت نیست، گرچه برخی گونه های گیاهی ممکن است به آن نیاز داشته باشند. به‌طور کلی، افزودن GA3 به محیط کشت برای ترغیب رشد در کشت‌های سلولی کم تراکم، افزایش رشد کالوس و طویل کردن گیاهچه‌های کوتاه مانده است.

سیتوکنین‌ها

این گروه شامل سیتوکینین‌های طبیعی ip۲ و زآتین و سیتوکینین مصنوعی BAP و کینتین و تیدیازورن TDZ هستند. سیتوکنین به ماده‌ای گفته می‌شود که از نظر بیولوژیکی رفتارهای شبیه zeatin-trans داشته باشند. این رفتارها عبارتند از- :۱ تشدید تقسیم سلولی در سلول‌های کالوز در حضور اکسین -۲ تقویت شکل‌گیری جوانه یا ریشه در حضور نسبت‌های مولی مشخص با اکسین -۳ تغییر در پیری برگ‌ها -۴ تقویت توسعه و گسترش لپه در دولپه‌ای‌ها.

برای اینکه ترکیبی به عنوان یک سیتوکنین شناخته شود، باید هر چهار تأثیر را به طور همزمان داشته باشد و تنها یک یا چند تأثیر مشابه، ماده شیمیایی را در این گروه قرار نمی‌دهد. بنابراین معمولاً سیتوکنین‌ها بر خلاف جیبرلین‌ها از نظر ساختار مولکولی شکل یکسانی ندارند و بر اساس رفتار در این گروه قرار می‌گیرند و نه شکل مولکولیشان (Benková, 2016). به عبارت دیگر هر چه که در این گروه قرار گیرد. حتماً در گیاه فعال است در حالی که جیبرلین‌ها اصلاً اینگونه نیستند و انواع غیر فعال یا حدواسط در آنها بسیار زیاد است (Taiz and Zeiger, 2014).

سیتوکنین های مصنوعی، فعالیت بیولوژیکی بسیار بالایی دارند ، لذا کاربرد وسیعی در کشت بافت دارند. در کشت بافت گیاهی، نقش سیتوکینین ها در تحریک نمو جوانه جانبی از طریق کاهش غالبیت انتهایی بسیار با اهمیت است. سیتوکنین ها در حضور گرما پایدار هستند و ممکن است که قبل از اتو کلاو کردن به محیط کشت اضافه شوند و همراه با اکسین ها رشد و نمو گیاه را تنظیم می‌کنند. سیتوکینین ها بیشترین اثر را در آغازش جوانه و شاخه از قلمه های برگی و در سیستم‌های کشت بافت دارند.

نکته قابل توجه در مورد کاربرد هورمون‌های اکسین و سیتوکینین در محیط کشت بافت جگونگی نسبت این دو می‌باشد. اگر هدف تحریک جنین زایی، شروع کالوس زایی و همچنین آغاز ریشه زایی باشد بایستی نسبت اکسین به سیتوکینین را زیاد در نظر گرفت و اگر هدف غیر از این موارد باشد یعنی ساقه زایی زیادتر باشد، ریشه تشکیل نشود یا دیرتر تشکیل شود، این نسبت را بایستی کم در نظر گرفت. اما اگر این نسبت برابر باشد یعنی در حدود ۱، آنوقت هیچگونه تمایزی صورت نمیگیرد و یک توده سلولی کالوس انبوه ایجاد می شود که از این خصوصیت می‌توان در تولید حجم زیادی کالوس و بعداً تهیه زیرکشت‌های متعدد استفاده نمود.

اسید آبسیزیک

اسید آبسیزیک از سایر بازدارنده‌های طبیعی گیاهان حدود یکصد مرتبه قوی‌تر است و فرآیندهایی مانند رکود بذرها، رکود جوانه‌ها و نیز ریزش اندام‌ها را کنترل می‌کند. این اعمال مشخصاً با همراهی سایر هورمون‌ها انجام می‌پذیرد. بدین معنا که عوامل محیطی مانند کمبود مواد معدنی، خشکی خاک، روزهای کوتاه و سردی هوا که باعث ایجاد رکود می‌شوند، باعث افزایش اسید آبسیزیک و کم شدن سطح جیبرلین‌ها نیز می‌شوند و عواملی مانند روزهای بلند و سرمای زمستانه که رکود را از بین می‌برند عکس این عمل را انجام می‌دهند (Sakthivel *et al.*, 2016).

اتیلن

این هورمون، هورمون پیری نیز نام گرفته است. گاز اتیلن در بافتهای گیاهی مانع از رشد ریشه و ساقه شده، پیری و ریزش برگها را تسریع میکند و نمو جوانه‌های جانبی را به تأخیر میاندازد. اتیلن در دمای معمول

به صورت گاز است. این ترکیب همچنین ممکن است از گیاه خارج شده و رشد و فعل و انفعال‌های فیزیولوژیکی گیاهان را مجاور تحت تأثیر خود قرار دهد و برخلاف سایر هورمونهای گیاهی که در نقاط خاصی تولید میشود، این هورمون به صورت موضعی در هر نقطه‌ای از گیاه ممکن است تولید شده و در درون بافتها بصورت انتشار گاز یابد. این ماده تحت تنشهای فیزیکی در قسمتهای زیادی از گیاه ساخته میشود (Benková, 2016).

براسینواستروئیدها

براسینواستروئیدها گروهی از پلی‌هیدروکسی استروئیدها هستند که بعد از شناسایی در دانه گرده آرابیدوپسیس به عنوان گروه ششم هورمون‌ها معروف شدند (Benková, 2016). تاکنون بیشتر از ۷۰ نوع براسینواستروئید شناسایی شده است که بسیاری از آنها مولکولهای حدواسط بوده و تأثیری بر واکنش گیاه ندارند. این هورمون وظایف متعدد در گیاه مانند توسعه فیبر پنبه، تکثیر گیاهان چوبی، بهبود رشد ریزنمونه‌ها درکشت بافت، تحریک رشد طولی همراه با اکسین، تحریک گلدهی و زمین‌گرایی ریشه، تحریک تقسیم سلولی، تمایز سلول‌های آوندی داشته و برای رشد گرده و تولید لوله گرده ضرورت دارند.

اسید جاسمونیک

اسید جاسمونیک عضوی از رده جاسمونات‌ها و هورمون‌های گیاهی است. این اسید به روش زیستی از اسید لینولئیک توسط octadecanoid ابتدا در کلروپلاست و سپس در ادامه در پراکسیزوم‌ها ساخته میشود (Smékalová et al, 2014). جاسمونت‌ها ترکیباتی لیپیدی هستند که اولین بار در روغن گیاه یاس شناسایی شدند. این ترکیبات، در واکنش گیاه در برابر هجوم پاتوژن‌ها، قارچ‌ها یا گیاه‌خواران، نقش دارند. این هورمون در افزایش مواد مؤثر در گیاهان دارویی، کمک به توسعه ریشه، افزایش میزان ذخیره پروتئینها در بذر، تولید غده در سیبزمینی، یام و پیازها، بیوسنتز کارتنوئیدها، افزایش مقاومت در برابر حشرات پس از ایجاد زخم درگیاه و کنترل جوانه‌زنی دانه‌ها و پاسخ به تنش‌های محیطی نقش مؤثری دارد (Taiz and Zeiger, 2014).

اسید سالیسیلیک

اسید سالیسیلیک (SA) یک هورمون ویژه با ساختار فنلی است و در گیاهان یافت میشود .این هورمون در فعال کردن ژنهای دفاعی گیاه، رشد و نمو ، فتوسنتز، تعرق، جذب یون و انتقال مواد در گیاه نقش اساسی دارد و در پاسخ گیاه به عوامل بیماریزا (پاتوژنها) از طریق تحریک تولید پروتئینهای خاص برای مقاومت در برابر عوامل بیماریزا کمک میکند (Benková, 2016).

سایر تنظیم کننده‌های رشد

گروه‌های دیگری از ترکیبات شیمیایی مانند آنتی‌اکسین ها، برگریزها، بازدارنده های اتیلن، آزاد کننده‌های اتیلن، گامت‌کش‌ها، بازدارندههای رشد، کندکننده‌های رشد، تسریع کننده‌های رشد نیز در طبقه‌بندی تنظیم‌کننده‌های رشد قرار می‌گیرند. در حال حاضر تعداد بسیاری از این ترکیبات در هر گروه به صورت تجاری مصرف میشوند. با این حال ترکیباتی هم هستند که اخیراً کشف یا ساخته شده‌اند و هنوز کاربرد تجاری نیافته‌اند، و یا اینکه تقاضای بازار برای آنها به حدی پایین است که تولید تجاری آنها فعلاً مقرون به صرفه نیست. بیشترین کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد مربوط به گروه‌هایی از ترکیبات طبیعی، مصنوعی، بازدارنده، یا تأخیردهنده رشدی است که ده‌ها سال از کشف آنها گذشته یا میزان تقاضا برای تولید آنها چنان افزایش یافته که آنها را در اولویت تولید تجاری قرار داده است (Benková, 2016).

حلال های مناسب برای انواع تنظیم کننده های رشد

اکسین‌ها معمولا در اتانول و یا محلول رقیق NaOH حل می‌شوند. سیتوکینین‌ها معمولا در محلول رقیق HCL و یا NaOH حل می‌شوند البته برای TDZ بیشتر از دی متیل سولفوکساید DMSO به عنوان حلال استفاده می‌شود. جیبرلین‌ها به راحتی در آب سرد تا غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر حل می‌شوند ولی از اتانول به عنوان حلال استفاده می‌شود.

پرمصرف‌ترین تنظیم‌کننده‌های رشد در جهان

اطلاعات موجود نشان می‌دهد پرمصرف‌ترین تنظیم کننده رشد در درجه اول جیبرلین و ممانعت کننده یا تأخیردهنده‌های تولید آن، و در رتبه بعدی تولیدکننده، ممانعت‌کننده و یا تأخیردهنده تولید

اتـیلن در گیاه هستند که بیشـترین بـازار مصـرف را دارنـد .اکسین‌ها و سایر تنظیم‌کننده‌های رشد در مراتـب بعدی مصـرف قـرار دارنـد. برخـی از هورمون‌هـا ماننـد آبسـیزیک اسـید هنـوز کـاربرد تجـاری چندانی نیافته است. در حال حاضر برای تعـدادی از این ترکیبـات اسـتاندارد تعریـف شـده وجـود دارد که خود گواهی برای پرمصرف بـودن آنهـا است.

اســتانداردهای جهــان و ایــران

در خصــوص تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی اسـتاندارد در لغـت بـه معنـی نظـم و قاعـده، قانون و مفاهیمی از این قبیل اسـت. امـا معنـی آن در مؤسسـه اسـتاندارد و تحقیقـات صـنعتی ایـران که مسئولیت قانونی تهیه و تـدوین اسـتانداردهای ملی را بر عهده دارد، عبـارت اسـت از "تعیـین و تدوین ویژگی‌های لازم در تولید یـک فـرآورده یا انجام یک خدمت"، بـه عبـارت دیگـر اسـتاندارد تنهـا بـر اسـاس ضرورت، و فقـط بـرای یـک مـورد ویـژه نوشـته می‌شـود و تـا زمـانی کـه لازم نباشـد چیـزی در مورد آن در دنیا و مؤسسه استاندارد ایـران نوشـته و تـدوین نخواهـد شـد. بنـابراین تـاکنون بخـاطر عـدم اعـلام نیـاز نهادهـای ذیربـط، هیچگونـه استانداردی بـرای تنظیم‌کننده‌های رشـد گیـاهی در کشور تعریف و تدوین نشـده اسـت، ولـی در صـورت لـزوم، عمـدتاً بـر اسـاس همـان اسـتانداردهای تعریـف شـده بین‌المللـی کـه در مراکـزی ماننـد فـائو، سـازمان غـذا و دارویـی آمریکـا و یـا اتحادیـه اروپـا موجـود اسـت تهیـه خواهند شد. اطلاعـات موجـود نشـان می‌دهـد کـه از بـین صدها ترکیب تنظیم‌کننده رشد موجـود در دنیـا، تنهـا شـش نـوع مصـنوعی آن دارای اسـتاندارد تعریف شده می‌باشند کـه در آمـار فـائو بـه آنهـا اشاره شده است. تمامی این ترکیبات عبارتنـد از :، Chlorpropham، Chromequat، Maleic Hydrazaide، Dimethipin ethyl-Trinexapacو.Ethephon ایـن مـواد استفاده تجـاری زیـادی داشـته و در سـطح بسـیار وسیع مورد استفاده قرار می‌گیرند. تمامی هومون‌های طبیعی به خاطر مـوارد زیـر یا دارای اسـتاندارد نیسـتند و یـا اساسـاً نیـازی بـه استاندارد ندارند:

۱- سازگاری بسیار زیـاد بـا محـیط زیسـت دارند (به‌طور طبیعی در طبیعت یافت می‌شوند).

۲ - مصرف بسیار کم است (تنها چنـد گـرم در هکتار)،

۳- سرعت تجزیـه بسـیار بـالا در انـدامهای گیاه دارند،

۴- سرعت تجزیه بسیار بالا در خاک و آب دارند،

۵ - اختصاصی بودن واکنش برای گیاهان و عدم واکنش سایر موجودات به آنها،

۶- نبود یا عدم مشابهت چرخه تولید آنها با سایر جانداران غیرفتوسنتزکننده.

موانع و کاستی‌های خرید، تولید و توزیع تنظیم‌کننده‌های رشد در ایران

۱- عدم تعریف هورمون و تنظیم‌کننده رشد در "آیینnامه اجرایی ورود، ساخت، فرمولاسیون و مصرف کودهای شیمیایی، زیستی، آلی و سموم دفع آفات نباتی" مورخه ۷/۱۲/۱۳۸۹ کشور.

۲- مشخص نبودن متولی خاص برای هورمونها و تنظیم‌کننده‌های رشد در کشور بطور عام.

۳- تنوع هورمون‌ها (گیاهی و جانوری) و چند منظوره بودن استفاده از آنها، به طوری که مثلا از یک هورمون هم میتوان در زراعت استفاده کرد و هم باغبانی نمود. این امر نشان میدهد متولی هورمونها میبایست عملکردی عام و چند منظوره داشته باشد.

۴- اشکال در قوانین و مقررات گمرکی.

۵- عدم تعیین مصادیق دقیق استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد و هورمونها و اهمیت آنها برای کشاورزان.

۶- تنوع بسیار زیاد هورمونها و بازندارندهها به همراه کم بودن مصرف آنها که باعث شده ایجاد خطوط تولید این تنظیم‌کننده‌های رشد در کشور مقرون به صرفه نباشد .

۷- فرمولاسیون تجاری این ترکیبات مرتب در حال تغییر و بهبود است و خرید هر فرمولاسیون نیاز به پرداخت هزینه برای پتنت و بعضاً ماشینآلات و مواد جدید دارد.

۸- آمار دقیقی از میزان مصرف آن در کشور وجود ندارد.

۹- بازیگرهای بزرگی در دنیا وجود دارد که هزینه تولید کم و حجم فروش بسیاری زیاد دارند و همواره امکان دامپینگ از طرف آنها وجود دارد (مرادی ۱۳۹۵).

کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد در ازدیاد کیوی‌فروت

ازدیاد از طریق کشت بذر

بذور رسیده کیوی‌فروت دارای مواد بازدارنده هستند که حتی در شرایط مطلوب از نظر دما، رطوبت، هوا و سایر شرایط، جوانه نزده و یا جوانه‌زنی خیلی ضعیفی بوده و اغلب دانهال‌های حاصل رشد مناسبی نخواهند داشت. بنابراین، بذور کیوی‌فروت برای شکستن رکود، بهبود سرعت جوانه‌زنی و تسریع کیفیت دانهال‌ها نیاز به تیمار دارند. روش‌های معمول برای شکستن رکود شامل چینه‌سرمایی در ماسه، دماهای متناوب و تیمار هورمون می‌باشد.

تیمار پوشش بذر یا تیمار اسید جیبرلیک[1] (خیساندن بذور به مدت یک شبانه‌روز در غلظت ۵-۲/۵ میلی‌گرم در لیتر) می‌تواند جوانه‌زنی را افزایش دهد، اما نمی‌تواند مدت زمان لازم برای جوانه‌زنی را کوتاه کند (Lawes and Erson, 1980). سرعت جوانه‌زنی کمتر به بازدارنده‌های پوشش بذر نسبت داده می‌شود.

بیشواس و همکاران (۲۰۱۸) پاسخ جوانه زنی سه رقم کیوی‌فروت آبوت، آلیسون و برونو را با ۲۰۰۰، ۴۰۰۰، ۶۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر GA3 پیش تیمار شدند و مشاهده کردند که بیشترین درصد جوانه زنی (۶۸.۶۷٪) در برونو و سپس در آلیسون (۴۷.۳۳٪) در پیش تیمار با ۶۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر GA3 مشاهده شد. آلیسون با ۶۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر GA3 سریع‌ترین میانگین سرعت جوانه زنی (۰/۰۵۹ در روز) و زمان (۱۷ روز) را داشت. شاخص بنیه گیاهچه (۲۹۵.۱۸) و نسبت ریشه: ساقه (۰/۲۳۱۰) برای کیوی آلیسون تیمار شده با ۶۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر بیشترین بود.

ازدیاد از طریق قلمه

تکثیر قلمه‌ای آسانترین و عملی‌ترین روش تولید کلون‌های کیوی‌فروت است (Hartman *et al.*, 2002). چندین مطالعه در تکثیر کیوی‌فروت با قلمه، با موفقیت‌های مختلف و با استفاده از غلظت‌های مختلف هورمون وجود دارد (Testolin and Vitaglian, 1987).

ریشه‌زایی قلمه‌های چوب سخت و نیمه‌سخت رقم مانتی نشان داد که قلمه‌های تیمار شده با هورمون ریشه‌زا ۶۱/۵ درصد و قلمه‌های تیمار نشده ۵۴ ریشه‌زایی نشان دادند (Abdi *et al.*, 1991). در یک مطالعه دیگر قلمه‌های تیمار شده *Actinidia deliciosa* با هورمون ایندول۳-بوتیریک اسید[2] ریشه‌زایی ضعیف (۳۰ درصد) نشان دادند، اما در تیمار ترکیب

[1]. GA3
[2]. IBA

IBA و نفتالین استیک اسید[1] درصد ریشه‌زایی تا ۷۰ درصد شد (Connor, 1982). قلمه های خشبی کیوی‌فروت هایوارد (طول ۱۵ تا ۲۰ سانتی متر با قطر ۲۰ میلی متر در پایه) با IBA (۱۰۰۰ و ۵۰۰ پی پی ام)، AIA (۱۰۰۰ و ۵۰۰ پی پی ام) و ژل IBA ۴۰۰۰ تیمار شده و در ظروف ۵۰۰ سی سی با پیت به عنوان بستر کشت با دمای بستر ۲۵ درجه سانتی گراد و دمای هوا ۲۰ درجه سلسیوس کاشته شدند. غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم IBA حداکثر ریشه دهی (۷۲.۸) درصد، تعداد ریشه (۱۱.۳) و طول ریشه (۸.۵۰ سانتی متر) را به دست آورد (Cakalli *et al.*, 2017).

علی و همکاران (۲۰۱۷) اثر ***IBA*** (۱۵۰۰، ۲۵۰۰ و ۳۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر) + پاکلوبوترازول (۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر) را بر پاسخ ریشه زایی قلمه های نیمه سخت کیوی تحت پلی هاوس انرژی صفر بررسی کرد و نتایج نشان می دهد که تیمار IBA در ۳۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر + پاکلوبوترازول ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بهترین نتایج را از نظر درصد ریشه زایی (۶۳/۳۳ درصد)، تعداد ریشه های اولیه (۷/۵۹)، تعداد ریشه های فرعی (۴۹/۵۹)، متوسط طول ریشه (۱۰/۵۰ سانتی متر)، طول بلندترین ریشه (۱۳/۵۳ سانتی متر)، قطر طولانی‌ترین ریشه (۱/۲۵ میلی‌متر) و درصد بقای قلمه ریشه (۹۳/۳۳ درصد) را ارائه کرد.

قلمه‌های علفی *Actinidia deliciosa* درصد ریشه‌زایی بیشتری از قلمه‌های چوب سخت نشان داد (Bartolini and Ianni, 1990). در مورد زمان‌های مختلف قلمه‌گیری در طول فصل رشد، قلمه‌های گرفته شده در شهریور–مهر و تیمار با IBA ۴۰۰۰ – ۶۰۰۰ppm بهترین درصد ریشه‌زایی را داشت (Biasi *et al.*, 1990). در بررسی اثر غلظت‌های مختلف هورمون IBA بر ریشه‌زایی قلمه‌های چوب نرم دو رقم کیوی‌فروت طلایی (*Actinidia chinensis*) به نام‌های AU Golden Sunshine و AU Golden Dragon، غلظت ۵۰۰۰ و۱۰۰۰۰ ppm نسبت به تیمارهای ۱۰۰۰ و ۲۵۰۰ و شاهد باعث ریشه‌زایی بیشتری در رقم AU Golden Sunshine شد (Sims, 2011).

ریزازدیادی

تکثیر انبوه کلون یا گیاهان شبیه به اصل در اغلب درختان میوه کاربرد دارد. در روش کشت بافت گیاه تولید شده دقیقاً مشابه گیاه مادر است، لذا با این روش می توان واریته‌های مرغوب و ماده را تکثیر کرد (مشابه تکثیر از طریق قلمه)

[1]. NAA

درصورتی‌که در روش تکثیر بذر تنها درصد کمی از گیاهان تولید شده ماده بوده و چون از لحاظ ژنتیکی با والد خود متفاوت است، لذا مشخص نیست که گیاه تولید شده از نوع مرغوب است یا خیر.

برای اولین بار تکثیر کیوی‌فروت از طریق کشت بافت در سال ۱۹۷۵ توسط هارادا انجام شد. وی تشکیل شاخساره، ریشه و جنین را در شرایط درون‌شیشه‌ای از قطعات ساقه و ریشه گزارش داد. وی با چند دوره کشت، دریافت که زآتین که نوعی سیتوکنین است، بیشترین تأثیر را در تشکیل شاخساره دارد (Harada,1975).

توسعه روش‌های ریزافزایی کیوی‌فروت بخش مهمی از برنامه‌های پژوهشی برای اصلاح درون‌شیشه‌ای این گیاه است. ازدیاد انبوه نژادگان‌های حاصل از به‌نژادی از طریق ریزافزایی، حائز اهمیت است (Ferguson, 1999). افزون بر این، با کشت درون‌شیشه‌ای، تولید گیاهان عاری از بیماری نیز میسر است (Wang and *et al.*, 2006). حدود ۵۰ درصد تولید این گیاه در کشور ایتالیا که اولین کشور تولیدکننده کیوی‌فروت در جهان است از طریق کشت بافت صورت می‌گیرد (Belrose Inc. 2004). با وجود این، گزارش‌های مربوط به ازدیاد درون شیشه‌ای کیوی‌فروت، در مواردی از کارآیی لازم برخوردار نیستند. در گزارش‌های مربوط به شاخه‌زایی کیوی‌فروت به‌طور معمول در سطوح محدود از غلظت‌های GA3و BAاستفاده شده است. در پژوهش‌های انجام گرفته توسط مارینو (۱۹۹۰) و برتازا (۱۹۸۶) تنها از دو سطح غلظت BA استفاده شده است. از بذور بالغ کیوی‌فروت برای تکثیر اندام‌های هوایی استفاده شد و اثر BAP (۴/۵-۰ میلی‌گرم در لیتر) و کینتین (۰/۵-۴ میلی‌گرم در لیتر) بررسی شد و نتایج سیتوکینین از نظر تکثیر و افزایش طول شاخه جدید مؤثرترین بود. (اکباس و همکاران، ۲۰۰۷). بهترین نتیجه در ۰.۵ میلی گرم در لیتر BAP با تعداد شاخساره ۱/۰۸ ± ۴/۷ در هر ریزنمونه در روز ۲۸ کشت مشاهده شد.

در ارتباط با ریشه‌زایی کیوی‌فروت نیز بررسی‌ها نشان می‌دهد که در بیشتر موارد تنها از یک سطح تنظیم‌کننده رشد ریشه‌زایی استفاده شده است (Kumar and *et al.*, 1998; Standardi and Catalano, 1985؛Monette, 1986). وو و همکاران (۲۰۱۱) گیاهچه‌های بازسازی‌شده از ریزنمونه‌های برگ .*Actinidia eriantha* Benth رقم وایت با استفاده از محیط کشت MS همراه با ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر NAA و ۲ میلی گرم در لیتر BA، حداکثر باززایی شاخساره (۲/۶۱ ± ۷/۳۰ شاخه / ریزنمونه) از ریزنمونه‌های گرفته شده از ۰-۳ سانتی‌متر پایه تیغه برگ به دست آمد. حداکثر باززایی شاخساره

تصادفی (۷۹/۱۷ درصد) با ۲/۳۱ ± ۶/۵۴ شاخه در هر ریزنمونه با استفاده از ۰/۱ میلی گرم در لیتر NAA و ۲/۰ میلی گرم در لیتر ZT در محیط کشت MS به دست آمد. بیشترین میزان ریشه زایی (۹۶/۶۷ درصد) با استفاده از محیط کشت ½ MS حاوی ۰/۶ میلی گرم در لیتر IBA و ۹۳/۷۵ درصد در استفاده از خزه مرطوب بدون IBA به دست آمد.

دستورالعمل ازدیاد تجاری کیوی‌فروت با گیاهان دارای کیفیت بالا با استفاده کشت بافت شامل: باززآیی سریع تعداد زیادی از گیاهچه‌ها از طریق کشت بافت، انتقال گیاهچه‌ها به گلدان‌ها در گلخانه، تغییر بستر آنها از گلدان به خزانه جهت آماده‌سازی آن‌ها برای کشت در زمین اصلی است. گیاهان گلدانی نیز که دارای دو شاخه اصلی و قطر تنه دو سانتی‌متری باشند، می‌توانند به‌طور مستقیم به زمین اصلی منتقل شوند. این گیاهان خیلی پررشد بوده و معمولاً در سال دوم بعد از کشت در زمین اصلی چند میوه تشکیل می‌دهند (شکل ۲ و ۳).

شکل ۲- رشد سریع گیاهان جوان در گلخانه بعد از انتقال از کشت بافت.

شکل ۳- عملیات داشت در خزانه گیاهان حاصل از ریزازدیادی.

برای بررسی اثر تنظیم کننده‌های رشد GA3 و BAروی پرآوری شاخساره و همچنین ریشه‌زایی شاخساره‌های تولید شده در سطوح مختلف IBA کیوی‌فروت پژوهشی در شمال کشور انجام گرفت (جعفری نجف‌آبادی و همکاران، ۱۳۸۷). بالاترین تعداد شاخساره و بالاترین تعداد برگ در محیط کشت دارای ۲ میلی‌گرم در لیتر BA و ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر GA3 بدست آمد. بهترین نتیجه در تعداد و طول ریشه در محیط کشت پایه نصف غلظت MS شامل ۱ میلی‌گرم در لیتر IBA حاصل شد. در این پژوهش حدود ۸۰ درصد گیاهچه‌های تولید شده، به خوبی سازگار شدند.

مونتی در سال ۱۹۸۶ نوک شاخه کیوی‌فروت را بر روی ماده غذایی MS در دو حالت جامد و مایع کشت داد و مشاهده کرد که افزایش وزن اولیه مواد کشت شده و تعداد شاخه‌های تولید شده در ماده غذایی محلول بیشتر از محیط کشت جامد می‌باشد (پیری و ناظریان، ۱۳۸۵). شبیه‌این نتایج برای ریشه‌زایی سیب نیز گزارش شده است (صمدایی و همکاران، ۱۳۸۷). براساس پژوهش حسینی و همکاران (۱۳۸۹)، در مورد کیوی‌فروت بهترین روش ضدعفونی ریزنمونه‌ها، عبارت بود از ۳۰ ثانیه در الکل ۷۰ درصد، سپس محلول هیپوکلریت سدیم ۶ درصد به مدت ۲۰ دقیقه می‌باشد. ریزنمونه‌ها در محیط کشت MS کامل مایع بهتر رشد کردند. برای پرآوری محلول ۲ میلی‌گرم در لیتر BAP بهتر بود. برای ریشه زایی نیز می‌توان از محلول ۱ میلی گرم در لیتر NAA در محیط ۱/۲MS استفاده نمود (جدول ۱).

امروزه در کشورهایی مثل ایالات متحده، چین، ایتالیا، زلاندنو و اسپانیا آزمایشگاه‌های ویژه کشت بافت کیوی‌فروت وجود دارند که میلیون‌ها نهال نورسته را تولید و به بازار عرضه می‌نمایند.

جدول۱ – برخی از محیط‌های کشت بافت کیوی‌فروت (حسینی و همکاران، ۱۳۸۹).

گونه و واریته‌ها	ریزنمونه	محیط کشت	مواد تنظیم کننده رشد (mg/l)	ماخذ
A.chinensis planch	Root,stems	MS	Zeatin 1,2,4-D or NAA 0.1-1	Harada(1975)
	ms	MS	Zeatin 1, BA 1, GA 1	Gui et al (1979)
	Stems,Leaves	MS	Zeatin 3 , 2,4-D 0.5-1	Gui et al(1982)
		MS	BA 1, 2,4-D 0.02, GA1	Standardi(1981,1982)
	Endosperm	Nisch	BA 2, IBA0.06 -	Monette(1986)
Var.haywar d	Shoot tips	–		Zucchereli and Zucchereli(1981)
	Shoot tips			Yu(1983)
	Meristem			Huang et al(1980, 1984)
				Huang et al(1982)
				Lui and Shu (1982)
A.chinensis . planch Var.chinensis	Cotyledon	MS	Zeatin 1	
	Stems	MS	Zeatin 1-3	
	Endosperm	MS	Zeatin 1-3, 2,4-D 1-2 or NAA o.5	
	Stems	MS	Zeatin 1, BA 0.5, NAA 0.01 or Zeatin 1 BA2,NAA 0.5	

کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد در تنک میوه

(تنک شیمیایی)

مقدمه

تنک میوه یکی از روش‌های مهم کشاورزی برای محصولات باغی مانند سیب، هلو، گلابی، آلو و کیوی‌فروت که تمایل به تولید محصول سنگین دارند، برای بهبود اندازه و کیفیت میوه‌ها، مورد نیاز است. در درختان میوه معتدله، تنک گل و میوه به‌صورت دستی و یا با استفاده از تنک‌کننده‌های شیمیایی برای افزایش اندازه و کیفیت میوه‌های باقیمانده انجام می‌شود. کاهش عملکرد تاک وزن تر و خشک را تا ۱۰ برابر افزایش می‌دهد، با این وجود، مقدار افزایش بستگی به‌شدت تنک و برهمکنش گیاه، محیط و مدیریت محصول دارد ((Tombesi *et al.*, 1994; Richardson *et al.*, 1997). کنترل عملکرد تاک می‌تواند به‌صورت انتخابی با تنک گل‌ها و میوه‌های بدشکل و آسیب دیده، گل‌ها و میوه‌های فرعی و یا به‌صورت غیرانتخابی با حذف هر نوع گل و میوه‌ای برای کاهش تعداد میوه و عملکرد تاک انجام شود.

تنک شیمیایی یکی از مهمترین اقدامات مدیریتی در میوه‌های معتدله است (Looney, 1986). در بسیاری از درختان میوه از جمله کیوی‌فروت، عملکرد زیاد تاک و میوه‌هایی با اندازه کوچک یک مشکل عمده است. در میان روش‌های مختلف برای کاهش عملکرد زیاد تاک، تنظیم‌کننده‌های شیمیایی یک روش آسان، کارآمد و مقرون به صرفه برای بهینه سازی تشکیل میوه و افزایش اندازه، عملکرد و کیفیت میوه‌ها در نظر گرفته می‌شوند.

در مورد اثر تنک‌کننده‌های شیمیایی در کیوی‌فروت گزارش‌های خیلی کمی وجود دارد و تنها از سه ماده تنک‌کننده شیمیایی تیدیازورون[1]، اترئل[2] و کاربارید در موارد محدود برای برای کنترل عملکرد تاک و تنک کیوی‌فروت استفاده شده است.

تیدیازورون یکی از مشتقات فنیل اوره و با فعالیت بالای سیتوکنین است. گزارش شده است که تیدیازورون دارای پتانسیل تنک کنندگی در سیب است (Green, 1993) و باعث تسریع رشد میوه در انگور، کیوی فروت و سیب شده است. تیدیازورون می‌تواند باعث بیوسنتز سیتوکینین نوع آدنین شود یا متابولیسم سیتوکنین‌های داخلی را تغییر دهد و در نتیجه افزایش سطح سیتوکینین‌های طبیعی و افزایش تقسیم سلولی، منجر به افزایش اندازه میوه شود (مک و همکاران ۱۹۸۷).

[1] . Thidiazuron (N-Phcnyl-N-1،2،3-thidiazol-S-ylurea)
[2] . Ethrel

اترئل (اسید ۲-کلروفوسفون) که نام تجاری شرکت بایر برای اتفون است یک ماده شیمیایی کارآمد برای القا ریزش میوه در درختان است. اتفون باعث آزاد شدن اتیلن می‌شود و از طریق بازداری مستقیم انتقال اکسین باعث ریزش میوه می‌شود. ۲۴ ساعت پس از کاربرد این ماده مقدار اتیلن داخلی گیاه شش تا ۱۳ برابر افزایش می‌یابد.

کاربباریل (۱-نافیل N-متیل کربامات) به‌عنوان یک عامل تنک کننده در سیب توسط بتیر و ووستوود (۱۹۶۰) کشف شد، از طریق جلوگیری از حرکت مواد تنظیم‌کننده رشد، عمدتا باعث ریزش میوه می‌شود. ویلیامز و باتجر (۱۹۶۴) پیشنهاد کردند که کاربباریل در حرکت عوامل حیاتی رشد در بافت‌های آوندی میوه دخالت دارد، این دخالت مانع رشد میوه‌های ضعیف می‌شود و با سقط بذر و یا بدون سقط بذر ریزش آن‌ها را سبب می‌شود.

اثرات تنک شیمیایی بر صفات کمی و کیفی میوه

باردهی سال بعد

کیوی‌فروت الگوی تناوب باردهی دارد (Davison and Sutton 1984) و عملکرد تاک زیاد در یک سال، محصول سال بعد را از از طریق کاهش تعداد گل‌های تشکیل شده روی شاخساره‌ها کاهش می‌دهد (Burge *et al.*, 1987). با عملیات تنک گل و میوه و کاهش تعداد میوه‌های باقیمانده در سال‌های پرمحصول، باردهی سال بعد نیز تحت تأثیر قرار می‌گیرد.

اندازه میوه

تعداد میوه در هر تاک بیشترین تأثیر را بر وزن و اندازه میوه کیوی‌فروت دارد (Burge *et al.*, 1987; Lahav *et al.*, 1989; Childer *et al.*, 1995). غلظت‌های مختلف مواد شیمیایی تنک کننده اثرات متفاوتی بر اندازه میوه دارند. تیدیازورون در غلظت ۲۵ میلی‌گرم در لیتر، باعث افزایش حداکثر طول و ۵۰ میلی‌گرم در لیتر، باعث افزایش حداکثر قطر میوه کیوی‌فروت رقم آلیسون شد اما اتفون و کاربباریل همانند تنک دستی طول میوه را افزایش دادند و افزایش قطر میوه با تیمار شاهد اختلاف آماری معنی‌داری نداشتند. تیدیازورون باعث کاهش نسبت طول به قطر میوه کیوی‌فروت شده و اتفون و کاربباریل در این نسبت بی‌تأثیر است (Kannan, 2001). فامیانی و همکاران (۱۹۹۹) در کیوی‌فروت هایوارد

گزارش کردند که تیدیازورون درغلظت‌های ۵، ۱۰، ۲۰ میلی‌گرم در لیتر، طول و قطر میوه را به‌طور قابل‌توجهی افزایش داد اما نسبت طول به قطر میوه را کمی کاهش داد.

وزن و حجم میوه

لاهو و همکاران (۱۹۸۹) یک رابطه منفی بین تعداد میوه و وزن میوه را در کیوی‌فروت گزارش کردند. کاهش وزن میوه با افزایش بار میوه در کیوی‌فروت نیز گزارش شده است (Richardson. McAneney, 1990). تیدیازورون باعث افزایش زود هنگام (۱۵ روز پس از تیمار) وزن و حجم میوه کیوی‌فروت می‌شود. با این وجود، این ماده وزن و تعداد بذور میوه را تحت تأثیر قرار نداد. افزایش رشد میوه در نتیجه مشتقات فنیل اوره مانند تیدیازورون، ممکن است نتیجه هم افزایش تقسیم سلولی و هم بزرگ شدن سلول‌ها باشد.

در کیوی‌فروت اتفون و کاربارِیل علی‌الرغم تنک ۵ تا ۸ درصدی میوه، اندازه میوه کیوی فروت را کاهش می‌دهند. شاید یکی از دلایل کاهش رشد میوه در محلول‌پاشی اتفون آزاد شدن تدریجی اتیلن در بافت میوه باشد.

ماده خشک میوه

اخیراً در صنعت نیوزلند برای افزایش مقدار ماده خشک میوه از تنک استفاده می‌شود. تنک کردن می‌تواند باعث افزایش تخصیص کربوهیدرات به میوه شود، به همین دلیل تنک کردن پتانسیل افزایش ماده خشک میوه را دارد، به این شرط که اگر حرکت آب به میوه نیز افزایش نیابد و باعث تقلیل کربوهیدرات‌های میوه نشود. وزن تر میوه با کاهش عملکرد تاک تمایل به افزایش دارد. . با این وجود، کاهش شدید محصول قبل از تنک که بتواند ماده خشک میوه تحت تأثیر قرار دهد نیاز به توجه دارد. برای مثال، کاهش ۶۰ درصدی میوه، از ۵۰ به ۲۰ عدد در هر متر مربع، ماده خشک را فقط ۰/۴–۰/۵ درصد واحد افزایش داد.

به‌طور متناوب، تنک ۳–۴ هفته پس از گل‌دهی تأثیر بیشتری بر روی ماده خشک میوه کیوی‌فروت دارد، از آنجایی که تنک در این زمان باعث تولید میوه‌های کوچکتر می‌شود اما هنوز به‌خاطر قابلیت دسترسی بیشتر به کربوهیدرات در نتیجه نسبت وزن خشک به وزن تر افزایش می‌یابد..

تعداد بذر میوه

نتایج آزمایش‌ها نشان داده است که در کیوی‌فروت تنک دستی و تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی تأثیری در تعداد بذر درون میوه ندارند. با این وجود، گزارش‌های ضد و نقیضی از اثر تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی در تعداد بذر درختان میوه دارد. در کیوی‌فروت اترئل به تنهایی با غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر و یا در ترکیب با ۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسید آبسیزیک تعداد بذور کیوی‌فروت رقم هایوارد کاهش داد (کاستیلو، ۱۹۹۹). محلول‌پاشی تیدیازورون، اترئل و کاربااریل تعداد و وزن بذور میوه‌های کیوی فروت را تحت‌تأثیر قرار نداد.

عملکرد و میوه‌های بازارپسند

عملکرد کل میوه رقم هایوارد با افزایش تعداد میوه در هر تاک افزایش می‌یابد اما تعداد میوه‌های بازار پسند کاهش می‌یابد. با افزایش تعداد میوه از یک به چهار در هر شاخساره، عملکرد ۱۷۰ درصد افزایش نشان داد (سامانچی، ۱۹۹۵). با افزایش شدت تنک، تعداد میوه و عملکرد کل در کیوی‌فروت کاهش یافت اما عملکرد میوه‌های بازارپسند افزایش یافت. از طرفی دیگر، تنک ملایم ممکن است عملکرد کل تاک را نیز افزایش دهد. تنک دستی (چهار میوه در هر شاخساره) در رقم آلیسون، عملکرد هر تاک نسبت به تاک‌های تنک نشده به‌طور معنی‌دار در حدود ۸/۳۳ کیلوگرم افزایش یافت و به ۴۸/۳۳ کیلوگرم رسید (Kannan, 2001). سامانچی (۱۹۹۵) چهار میوه را در هر شاخساره نگه داشت و ۶۷ کیلوگرم عملکرد برای هر تاک با میانگین وزن میوه ۱۰۰ گرم ثبت کرد.

محلول‌پاشی ۵۰ میلی‌گرم در لیتر تیدیازورون و تیمار تنک دستی (چهار میوه در هر شاخساره) در مدت ۱۰ روز بعد از ریزش گلبرک‌ها در رقم آلیسون، درصد میوه‌های درجه یک (وزن بیشتر از ۸۰ گرم) را افزایش داد. افزایش درصد میوه‌های درجه یک با استفاده از تیدیازورون در رقم هایوارد (Famiani *et al.*, 1999)، رقم آلیسون (Jindal *et al.*, 2003)، سیب (Grenne, 1995)، انگور (Reynolds *el al.* 1992) و خرمالو (Itai *el al.* 1995) نیز گزارش شده است. از آنجایی که تیدیازورون یک ماده شبه سیتوکنین است، افزایش نسبت میوه درجه "یک" با تیدیازورون ممکن است به اثرات آن در ترغیب رشد میوه بزرگتر با افزایش تقسیم سلولی باشد. افزایش نسبت میوه‌های بازارپسند پس از تنک دستی، می‌تواند به افزایش اندازه و وزن میوه مربوط باشد که ممکن است به‌دلیل افزایش نسبت برگ به میوه باشد.

بیشترین نسبت میوه‌های درجه سه در تیمار محلول‌پاشی اترئل دیده شد. افزایش نسبت میوه درجه سه ممکن است به‌علت اثر بازدارندگی اتفون در رشد میوه باشد.

سفتی میوه

گزارش‌هایی ضد و نقیض از تنک دستی بر سفتی میوه‌های باقیمانده وجود دارد. سامانچی (۱۹۹۵) با نگه‌داری ۱، ۲، ۳ و ۴ میوه در هر شاخساره و در تنک دستی، هیچ تغییر معنی‌داری در سفتی میوه‌های باقیمانده مشاهده نکرد. در حالیکه گزارش‌های خیلی زیادی مبنی بر افزایش سفتی میوه‌های کیوی‌فروت (Rotundo and Pilone, 1996; Park and Park, 1997) و سیب (Basak and Michalczuk 1999) با تنک دستی دارد. در رقم آلیسون تنک دستی و کاربارِیل سفتی میوه را افزایش داد درحالیکه تیدیازورون و اترئل باعث کاهش سفتی میوه‌های تیمار شده نسبت به تیمار شاهد در قبل از برداشت شد (Kannan, 2001). کاهش سفتی میوه‌های تیمار شده با اترئل ممکن است به دلیل تأثیر آن در نرم شدن میوه‌ها و القاء پیری سلول با افزایش نفوذپذیری غشاء به آنزیم‌های تخریب کننده دیواره سلولی باشد. (Leopold and Kriedemann, 1997).

مواد جامد محلول و اسید قابل تیتره شدن

در کیوی‌فروت هایوارد همبستگی مثبتی بین مواد جامد محلول و اندازه میوه وجود دارد (Richardson *et al.*, 1997). در بیشتر نتایج آزمایش‌های انجام شده تنک گل و میوه میزان مواد جامد محلول میوه‌های باقی‌مانده را به‌طور معنی‌دار در رقم هایوارد افزایش داده است. در کیوی‌فروت A. arguta نیز رابطه خطی مثبت بین حجم شاه‌میوه و مواد جامد محلول از کل گل‌آذین مشاهده شد (Pescie M. A.2004). در پژوهش دیگر تنک میوه به ۲ تا ۶ میوه در هر شاخساره هیچ تأثیر معنی‌داری در مواد جامد محلول و اسید قابل تیتره شدن ارقام هایوارد و آلیسون نشان نداد (Kumar and Thakur, 2013).

همانند تنک دستی، محلول‌پاشی قبل از برداشت میوه‌های ارقام هایوارد و مانتی با تیدیازورون و اترئل نسبت به میوه‌های تیمار نشده میزان مواد جامد محلول را افزایش و اسید قابل تیتر شدن را کاهش داد. در حالیکه میوه‌های تیمار شده با کاربارِیل میزان مواد جامد محلول کمتر و اسید قابل تیتر شدن بیشتری نسبت به میوه‌های تیمار نشده در زمان برداشت

داشتند. از آنجایی‌که سیتوکینین‌ها برانتقال متابولیت‌ها و مواد مغذی به قسمت‌های گیاهی تیمار شده با سیتوکنین اثرگذار هستند، بنابراین، مقدار بالاتر مواد جامد محلول ممکن است به میزان بالاتری از جذب مواد فتوسنتزی نسبت داده شود.

کربوهیدرات‌ها

تنک‌کننده‌های شیمیایی اثرات متفاوتی روی کربوهیدرات‌ها دارند. در محلول‌پاشی کیوی‌فروت رقم آلیسون، تیدیازورون قند کل را به‌طور قابل توجهی افزایش داد، در حالی‌که تیمارهای کاربااریل و اترئل اثر کمتری در افزایش آن نشان دادند. در این آزمایش کمترین مقدار قندها در تیمار شاهد مشاهده شد. کاربرد پیش از برداشت میوه‌ها با اتفون، سطح نشاسته میوه‌ها را در زمان برداشت نسبت به میوه‌های قبل از تیمار کاهش داد. نشاسته در بافت کورتکس داخلی و بیرونی، گل‌گاه و منطقه میانی میوه پایین‌تر بود. در حالی‌که میوه‌های تیمارشده با تیدیازورون و تیمار تنک دستی (چهار میوه در هر شاخساره) در زمان برداشت نسبت به تیمار شاهد نشاسته بیشتری نشان دادند.

اسید آسکوربیک (ویتامین C)

تیمارهای شدید تنک دستی کیوی‌فروت رقم هایوارد باعث افزایش در مقدار قند میوه‌ها و ویتامین C شد. تنک میوه به دو تا چهار عدد در هر شاخساره باعث افزایش بیشترین مقدار ویتامین C در میوه‌های رقم آلیسون شد. در محلول‌پاشی تاک‌های کیوی فروت رقم آلیسون، تیدیازورون مقدار ویتامین C را به‌طور قابل توجهی افزایش داد، در حالی‌که تیمارهای کاربااریل و اترئل اثر کمتری در افزایش آن نشان دادند.

ترکیبات برآوردکننده تأمین نیاز سرمایی

مقدمه

کیوی‌فروت به عنوان یک تاک چند ساله و دارای رکود زمستانی برای شکستن خواب جوانه و گلدهی در بهار بعد نیاز به سرمای زمستانه دارد. در مناطق با زمستان‌های گرم و سرمای تجمعی کم که نیاز سرمایی جوانه‌ها تأمین نمی‌شود، نمو بعدی جوانه‌ها در زمستان/ بهار به تعویق می‌افتد و تمایزیابی قسمت‌های گل انجام نمی‌شود. سرآغازه‌های گل نمی‌توانند تمایزیابی کنند یا پس از مدت کوتاهی سقط می‌کنند. بنابراین برای تأمین سرما از ترکیب‌های رکودشکن استفاده می‌شود که این مواد باعث افزایش و یکنواختی شکفتن جوانه با اثرات مثبت بر نمو شاخه‌ها، و گل‌دهی همزمان تاک‌های نر و ماده و افزایش باروری می‌شود. ترکیب این دو اثر باعث افزایش کارایی گیاه از نظر عملکرد در زمان برداشت می‌شود (Montefiori *et al.*, 2003).

در مناطق با تأمین سرمای کافی، ترکیب‌های رکودشکن درصد شکفتن جوانه‌ها را افزایش نمی‌دهند اما باعث شکفتن همزمان جوانه‌ها و رشد شاخه می‌شوند. اثر قابل توجه این مواد در این مناطق، کاهش تولید گل‌های فرعی گل‌آذین‌های کیوی‌فروت شده و در نتیجه هزینه مالی و زمانی تنک کردن این عملیات کشاورزی را کاهش می‌دهد. ترکیبی از شکفتن یکنواخت جوانه‌ها و اثر تنک کنندگی ایجاد شده باعث افزایش عملکرد و اندازه میوه می‌شود که می‌تواند نتیجه کاهش رقابت بین میوه‌ها برای مواد غذایی در دوره نمو باشد (Montefiori *et al.*, 2003).

به نظر می‌رسد استفاده از ترکیب‌های رکودشکن، در مناطق و سال‌های مختلف با تجمع نیازسرمایی متفاوت، مفید باشد. به طوری‌که در صورت عدم تأمین نیاز سرمایی در منطقه، استفاده از آن از طریق افزایش درصد شکفتن جوانه‌ها و افزایش باروری گل‌ها عملکرد را افزایش خواهد داد و در صورت تأمین شدن نیاز سرمایی، از طریق همزمانی باز شدن گل‌های نر و ماده و حذف گل‌های فرعی باعث کاهش هزینه تنک و یکنواختی بلوغ میوه‌ها در برداشت می‌شود (عابدی قشلاقی، ۱۴۰۲).

تغییرات شرایط آب و هوایی و گرم شدن کره زمین و زمستان‌های معتدل باعث شده که نیاز سرمایی ارقام با نیاز سرمایی بالا مانند هایوارد تأمین نشده، گل‌دهی آن با تأخیر شروع شود و ریزش گل و میوه اتفاق بیافتد.

عدم استفاده از کودهای ازته در آخر تابستان، هرس و سرزنی جهت غلبه بر چیرگی انتهایی، استفاده از سیستم آبیاری بارانی (میست بروی شاخه‌ها) در زمان خواب درختان، و همچنین استفاده از ارقامی که نیاز سرمایی کمتری دارند از

روش‌های غیرشیمیایی است که می‌تواند در جهت تامین نیاز سرمایی درختان موثر باشد. علاوه براین، در چنین شرایطی می‌توان از روش‌های شیمیایی نیز استفاده کرد. ترکیبات زیادی جهت رفع نیاز سرمایی درختان معرفی و استفاده شده‌اند اما اثرات آنها بسته به نوع گیاه، زمان مصرف، غلظت مورداستفاده و ... متفاوت گزارش شده است. علاوه براین، دمای بعد از تیمار، وضعیت تغذیه‌ای درخت ،مرحله نمو جوانه و مقدارسرمای دریافت شده براثربخشی این مواد تأثیر می‌گذارند.

برای جبران تأمین نیاز سرمایی از ترکیبات رکودشکن مانند سینامید هیدروژن (دورمکس)، تیوره‌آ، نیترات پتاسیم، روغن ولک، عصاره سیر، روغن‌های گیاهی امولوسیون مانند روغن سویا، آفتاب گردان و کلزا و ترکیبات جایگزین دیگر می‌تواند استفاده شود. به دلیل نگرانی های زیست محیطی و سمیت برخی از ترکیبات شیمیایی، برای شکستن خواب جوانه‌ها از ترکیبات آلی مانند عصاره دارچین، قهوه، زنجبیل، میخک، کلوسنت، زیتون، سیر، فلفل قرمز، سیاهدانه و زردچوبه نیز استفاده شده است. نمونه هایی در جدول ۲ آورده شده است. این عوامل آلی سرشار از ترکیبات فرار، رنگدانه ها، تانن‌ها، فنل‌ها، آنتی اکسیدان‌ها، ویتامین‌ها و مواد مغذی هستند (Ahmed *et al*., 2014). البته با توجه به هزینه این مواد و اثر متفاوت آن روی ارقام مختلف کیوی‌فروت، بهتر است قبل از توصیه کلی برای همه کیوی‌فروت‌کاران، ترکیب‌های مختلف در منطقه آزمایش شود (عابدی قشلاقی، ۱۴۰۲).

سیانامید هیدروژن

سیانامید هیدروژن با فرمول شیمیایی CH_2N_2 با شکل ظاهری بلورهای جامد است که محلول آبی آن، تحت نام تجاری ثبت شده دورمکس Dormex، تنظیم‌کننده رشد معمول برای شکستن خواب درختان میوه خزان‌دار، در بسته‌بندی‌های مختلف عرضه می‌شود (شکل ۴). سیانامید در محیط طی چند روز از طریق هیدرولیز به اوره و سپس به آمونیوم تبدیل می‌شود. گزارشات نشان داده است که این‌ماده دارای‌اثرات سمی‌بوده و برهکمنشی منفی بین سرما و تیمار دورمکس وجود دارد (پورابراهیمی و عشقی، ۱۳۹۸).

جدول ۲- فهرست برخی از ترکیبات شکستن خواب، غلظت‌های کاربردی و موثر آنها و محصولات استفاده شده (Ahmad et al., 2014)

Compound	Application Time	Applied Concentrations (Effective Concentrations)	Crop (Scientific Name)
Potassium nitrate (KNO_3)	During germination	0.2, 1, and 3% (0.2%)	Agrimony (*Agrimonia eupatoria* L.)
Gibberellic acid (GA_3)	During germination	100, 200, and 300 mg L^{-1} (100 mg L^{-1})	Agrimony (*Agrimonia eupatoria* L.)
Hydrogen cyanamide (HC)	During bud cutting	5% for 4-year-old cuttings	Grapes (*Vitis vinifera* L. × *Vitis labruscana* Bailey)
GA_3 or KNO_3	During pre-germination	Seeds soaking in GA_3 (400 ppm) for 24 h or KNO_3 (1 M) for 30 min	Highland papaya (*Vasconcelle aquercifolia* L.)
GA_3	During seed priming	Seeds primed in GA_3 (750 ppm) for 48h	Common poppy (*Papaver rhoeas* L.) and (*P. dubium* L.)
KNO_3	During seed priming	Seed treatment with KNO_3 (0.5 g L^{-1}) for 24 h	
GA_3 or KNO_3	During germination	Dormant seeds treated with GA_3 (150 ppm) or KNO_3 (1000 ppm) for 24 h.	Wall rocket (*Diplot axiserucoides* L.)
Garlic extract (GE) or HC	Before winter dormancy	Cuttings immersed in GE (10%) or HC (4%) (*v*/*v*) for 10 s	Grape (*Vitis vinifera* L.)
HC (Dormex)	During bud cutting	6-year-old cuttings treated with HC (5%)	Grape (*Vitis vinifera* L. × *Vitis labruscana* Bailey)
GA_3	During germination	Seed soaking in GA_3 (10, 100, or 1000 mg L^{-1}) and scoring at 30 d	Ashitaba *Angelica keiskei*
Zinc sulphate ($ZnSO_4$)	Before winter dormancy	Foliar application (1000, 1500, and 2000 mg L^{-1}) (2000 mg/L)	Kiwifruit (*Actinidia deliciosa* L.)
HC	45 days before natural bud break	2, 4 and 6% (4%) + mineral oil (2%)	Kiwifruit (*Actinidia deliciosa* L.), cv. Hayward
Erger Biostimulant	At week no. 5, 9, and 13 from bud break	Foliar application (6%) once at three different times in fall	Kiwifruit (*Actinidia deliciosa* L.)
KNO_3 or GA_3	At stratification of seeds	Seed soaking in KNO_3 (0.2%) or GA_3 (5 mM)	Apple (*Malus domestica* L.), cv. Ligol
HC	In late August	Foliar application (12.5 mM)	Grapevines (*V. vinifera* L. x *V. labruscana* Bailey), cv. Kyoho
HC, KNO_3, mineral oil, thiourea, or $Ca(NO_3)_2$	In December	Foliar application of HC (4%), KNO_3 (8%), mineral oil (6%), thiourea (2%), or $Ca(NO_3)_2$ (6%)	Apple (*Malus sylvestris* Mill), cv. Anna

سیانامید هیدروژن در کیوی‌فروت برای اولین بار در ۱۹۸۳ در نیوزلند استفاده شد. گزارش‌های زیادی در مورد استفاده از سیانامید هیدروژن و اثرات مفید و سودمند آن در شکفتن جوانه‌ها و گلدهی کیوی‌فروت وجود دارد. کاستا و همکاران (۱۹۹۱) ۴۵ و ۳۰ روز قبل از شکفتن مورد انتظار جوانه، سیانامید هیدروژن را به میزان ۴/۵درصد و ۶ درصد روی تاک‌های کیوی‌فروت اسپری کردند. آنها مشاهده کردند که استفاده از ۴/۵ درصد هیدروژن سیانامید باعث افزایش عملکرد و درصد میوه‌های قابل فروش شد. چنگ (۱۹۹۱) نشان داد که سیانامید هیدروژن در افزایش عملکرد میوه کیوی‌فروت برونو مؤثر است. افزایش عملکرد به دلیل افزایش ۱۰ درصدی شکفتگی جوانه و همزمانی گلدهی بود. ولوسو و همکاران (۲۰۰۳)

مشاهده کردند که هیدروژن سیانامید (۴ درصد) به دلیل افزایش تشکیل جوانه گل و سطح میوه‌بندی بیشتر در کیوی‌فروت، بیشترین تأثیر را در افزایش عملکرد قابل فروش داشت.

اثر سیانامید هیدروژن در ارقام مختلف کیوی‌فروت یکسان نیست (Hernandez and Craig, 2015). ارقام با نیاز سرمایی بالا واکنش بهتری نسبت به ارقام با نیاز سرمای پایین به سیانامید هیدروژن نشان می‌دهند. همچنین اثر آن بر درصد شکفتن جوانه‌ها در طی سال‌های مختلف ثابت نیست. اثر سیانامید هیدرون در شکفتن جوانه‌های کیوی‌فروت طی سه سال آزمایش نشان داد که زمان محلول‌پاشی بر درصد شکفتن جوانه مؤثر بود اما اثر آن طی سال‌های آزمایش ثابت نبود که می‌تواند نتیجه تأمین نیاز سرمایی در سال‌های آزمایش باشد (Fabbroni, 2009). در بررسی اثر محلول‌پاشی سیانامید هیدروژن بر رفتار جوانه قلمه‌های ارقام هایوارد و توموری در تیمارهای مختلف تأمین نیاز سرمایی و بررسی زمان مناسب کاربرد آن، محلول‌پاشی سیانامید هیدروژن مدت زمان لازم برای شکفتن ۵۰ درصد جوانه‌ها و شاخص نیاز سرمایی را در رقم هایوارد و مدت زمان لازم برای شکفتن ۵۰ درصد جوانه‌ها و تعداد گل در جوانه‌های شکفته را در رقم توموری به‌طور معنی‌دار تحت تأثیر قرار داد، ولی درصد جوانه‌های شکفته و بارور را در این دو رقم تحت تأثیر قرار نداد. تاریخ نمونه‌برداری تمام صفات اندازه‌گیری شده را به‌طور معنی‌دار تحت تأثیر قرار داد اما برهمکنش اثر محلول‌پاشی و تاریخ نمونه‌برداری فقط مدت زمان لازم برای شکفتن ۵۰ درصد جوانه‌ها را در رقم هایوارد به‌طور معنی‌دار تحت تأثیر قرار داد. بنابراین سیانامید هیدروژن باعث تسریع پایان رکود جوانه‌ها شد، با این وجود اثر آن در ارقام یکسان نبود (عابدی قشلاقی، ۱۳۹۶ و ۱۴۰۲). استفاده از دورمکس (۴ درصد) در ۱۰ فوریه یعنی ۴۰ روز قبل از تاریخ پیش‌بینی شده شکفتن جوانه در کیوی‌فروت هایوارد، شکفتن جوانه‌ها و ظهور جوانه‌های گل را به مدت هفت روز، تشکیل میوه را به مدت پنج روز تسریع کرد و همچنین دوره گلدهی را به مدت پنج روز افزاش داد (Babita, 2012).

شکل ۴- دورمکس با بسته‌بندی‌های مختلف در بازار

در پژوهش تأثیر غلظت‌های مختلف هیدروژن‌سیانامید (صفر، ۳، ۴، ۵ و ۶ درصد) طی ۵ هفته پیش از شکوفایی طبیعی جوانه‌ها بر گلدهی و کیفیت میوه‌های کیوی‌فروت رقم هایوارد در شمال کشور، نتیجه‌ها نشان داد که کاربرد هیدروژن‌سیانامید به‌ویژه، غلظت ۳ درصد، ضمن یکنواختی در باز شدن جوانه‌ها، باعث افزایش عملکرد میوه از راه افزایش تعداد شاه گل در جوانه زمستانه شد، بدون آنکه تأثیر منفی بر کیفیت درونی میوه‌ها داشته باشد (هویدا و همکاران، ۱۳۹۹).

در رابطه با مکانیسم عمل دورمکس (هیدروژن سیانامید) پژوهشگران معتقدند که دورمکس از فعالیت آنزیم کاتالاز جلوگیری می‌کند. این آنزیم نقش مهمی در سوخت و ساز گیاهی بر عهده دارد و وظیفه آن تجزیه ماده سمی پراکسید هیدروژن حاصله از فعالیتهای یاخته ای گیاه است هنگامی که فعالیت کاتالاز متوقف میشود تجمع پراکسید هیدروژن چرخه گلیکولیز را متوقف کرده و باعث میشود چرخه از طریق مسیر پنتوز فسفات تنفس کند در همین راستا در پژوهشی که به بررسی تغییرات در انواع چرخه‌های مختلف متابولیسم کربوهیدرات گلیکولیز، تری کربوکسیلیک اسید و پنتوز فسفات و ژنهای بارز درگیر در این چرخه ها در گیاه گل صد تومانی پرداخته شد مشخص گردید که بیشترین افزایش و تغییر در آنزیم‌ها و ژن‌های درگیر در چرخه پنتوز فسفات مانند گلوکز ۶ فسفات دهیدروژناز بود (Zhang) که پس از فعال شدن این مسیر، طیفی از مواد لازم برای از سرگیری رشد مجدد جوانه ساخته میشود و شرایط لازم برای شکستن رکود فراهم می شود. همچنین یون سیانامید سبب هیدرولیز شدن نشاسته شده و قندهای حاصل از این عمل وارد چرخه پنتوز فسفات می‌شود و یا به طرف محور لپه رفته و در چرخه گلیکولیز مصرف نمی‌شود و بدین ترتیب انرژی لازم برای شکستن رکود بدست می‌اید از طرف دیگر برای شکستن رکود فعالیت آنزیم‌های تنفسی بسیار ضروری است اما رادیکال‌های آزاد دو یاخته یکی از موانع مهم فعالیت آنزیم ها می‌باشند گزارشات مختلف نشان داده که دورمکس سبب افزایش گلوتاتیون احیا که ماده‌ای آنتی اکسیدان است در جوانه‌های گل درختان میوه معتدله مانند هلو و سیب شده و از این طریق سبب حذف رادیکال‌های ازاد و تحریک شکست رکود می‌شود. سیانامید هیدروژن بر فعالیت آنزیم‌های متابولیسمی هم دخالت دارد، در عرض ۵ روز از کاربرد سیانامید هیدروژن اسپری شده روی انگور، افزایش چشمگیری در هیدرولیز نشاسته و

محتوای قند محلول در جوانه ها و میانگره ها مشاهده شد. کاهش محتوای نشاسته با القای فعالیت آلفا آمیلاز همراه بود و زمان گلدهی به سرعت تجمع قند در جوانه ها بستگی داشت (Ben Mohamed *et al*., 2012).

دورمکس می‌تواند سیانید (CN) را آزاد کند، که به دلیل نقش آنزیم های دیگر (مانند گلوکوزیداز، لیاز)، مرتبط با افزایش سطوح رادیکال‌های آزاد در سیتوزول که در نهایت بیان ژن مرتبط با شکستن خواب را تحت تاثیر قرار می دهد، افزایش می یابد (Beauvieux et al., 2018). هنگامی که نیاز سرمایش برآورده شود، سطوح رونوشت مرتبط با خواب نیز تحت تأثیر قرار می‌گیرد، بنابراین جوانه های گل خفته شروع به جمع آوری ساعات گرمایش می کنند و سپس گلدهی رخ می‌دهد.

با توجه به تبدیل سیانامید هیدروژن به اسید ضعیف درگیاه و خاصیت سمی بودن آن، استفاده از ترکیبات غیرسمی و یا با سیمت کمتر مانند نیترات پتاسیم، روغن ولک ، تیوره‌آ، عصاره سیر و پیاز و روغن‌های گیاهی مانند روغن سویا و زیتون در شکستن رکود و جبران نیاز سرمایی می‌تواند مفید باشد (Seif El- Yazal and Rady, 2013).

تیوره‌آ

تیوره‌آ با فرمول شیمیایی CH4N2S دارای شکل ظاهری جامد سفید است. در زمینه کشاورزی، تیواوره به عنوان تنظیم کننده رشد حشرات، عوامل ضد قارچی و علف کش استفاده می‌شود. تیوره‌آ به‌طور مؤثر برای تأمین سرما، دستیابی به شکفتن رضایت بخش جوانه و افزایش محصول مورد استفاده قرار گرفته‌است، اما این ماده اثر قوی‌تری در شکستن رکود جوانه‌های رویشی دارد. تیوره‌آ می‌تواند روی گیاه محلول‌پاشی شود (Engin *et al*., 2010).

واکنش‌های مختلف اکسیداتیو و احیا برای شکستن خواب مهم هستند. استفاده از تیوره‌آ سطوح پرولین، پوترسین و آمین های بیوژنیک (مانند تریپتامین، تیرامین، هیستامین، متیل بوتیلامین و سروتونین)، کلسیم، اتیلن درونی را افزایش داد اما سطوح ABA را کاهش داد که باعث شکستن جوانه در درختان سیب شد (Seif El-Yazal and Rady, 2013).

کارایی شکفتن جوانه درختان سیب عین شمر[1] با دورمکس و تیوره‌آ به درجات متفاوتی مشاهده شد. شکفتن خواب جوانه با تاریخ اولیه شکفتن جوانه، مدت کوتاه گلدهی، درصد بالای شکفتن جوانه و تشکیل میوه، و محتوای بالای پرولین

[1]. Ain Shemer" apple (*Malus sylvestris*, Mill.)

و بنزیل آدنین در ارتباط بود. این یافته به طور مثبت در عملکرد درخت منعکس شد. دورمکس موثرتر از تیوره‌آ بود. بنابراین برای زودشکفتگی جوانه‌ها، دوره کوتاه گلدهی و درصد بالای شکفتن جوانه و تشکیل میوه با تنظیم محتوای پرولین و بنزیل آدنین در جوانه‌ها دورمکس پیشنهاد شد (Seif El-Yazal and Rady, 2013). در محلول‌پاشی قلمه‌های کیوی‌فروت با سیانامید هیدروژن ۳ درصد و تیوره‌آ ۲ درصد، تیمارهای محلول‌پاشی سیانامید هیدروژن و تیوره‌آ مدت زمان لازم برای شکفتن جوانه‌ها و شاخص نیاز سرمایی را در رقم هایوارد به‌طور معنی‌دار تحت تأثیر قرار داد، ولی درصد جوانه‌های شکفته، بارور و تعداد گل را در این رقم تحت تأثیر قرار نداد. تیمارهای سرمایی تمام صفات اندازه‌گیری شده را به‌طور معنی‌دار تحت تأثیر قرار داد اما اثر برهمکنش محلول‌پاشی‌ها و سرمای دریافتی فقط در مدت زمان لازم برای شکفتن ۵۰ درصد جوانه‌ها مؤثر بود. محلول‌پاشی سیانامید هیدروژن و تیوره‌آ اثرات مشابهی در صفات فنولوژی جوانه رقم هایوارد نشان دادند و می‌توانند باعث تسریع پایان رکود جوانه‌ها شوند (عابدی قشلاقی و قاسمی، ۱۳۹۷). برای بررسی اثر تیوره‌آ و دورمکس بر درصد جوانه‌های شکفته، بارور و تعداد گل در کیوی‌فروت نیاز است این ترکیبات روی کل تاک‌ها در تاکستان بررسی شود.

نیترات پتاسیم

نیترات پتاسیم با فرمول شیمیایی K(No3)2 حتی با غلظت ۱۰٪، به‌خصوص روی جوانه‌های گل، اثرات ملایم‌تری دارد (George and Nissen, 1993). برای تسریع اثرات آن، نیترات پتاسیم در ترکیب با مواد شیمیایی دیگر استفاده شده است. استفاده از نیترات پتاسیم به میزان ۵ درصد در ترکیب با عصاره پیاز یا عصاره سیر به میزان ۱۰ درصد برای بهبود شکستن جوانه ها، رشد، عملکرد و ترکیبات شیمیایی درختان یا میوه های سیب توصیه شده است (Seif El Yazal *et al.*, 2019).

نقش فیزیولوژی نیترات پتاسیم در گیاهان و شکفتن جوانه به‌طور احتمال مربوط به نقش تسریع کننده پتاسیم در رشد گیاهان باشد (Esghi *et al.*, 2012). در کل عنصر ضروری پتاسیم نقش تنظیمی بزرگی در سلول‌ها و اندام‌های گیاهی مانند: فعال کردن بیش از ۵۰ آنزیم، تنظیم اسمزی و فتوسنتزی، بارگذاری و تخلیه قند در آوند آبکش دارد. فقدان نیاز سرمایی موردنیاز ممکن است نتیجه کاهش رشد باشد (Crane and Takeda, 1979). تیمار گیاهان با مواد شیمیایی که بتواند تا اندازه‌ای جایگزین نیاز سرمایی گیاهان شود ممکن است این مشکل را حل کند. از آنجایی که ریشه‌ها برای

فتوسنتز کلروفیل ندارند، رشد ریشه به اندام‌های بالای خاک گیاه وابسته است، اگر شرایط به سمت رشد بهینه پیش رود، آسیمیلات‌های زیادی برای ریشه فراهم خواهد شد. تعداد گل‌ها و گل‌آذین‌ها در گیاهان تیمار شده با نیترات پتاسیم افزایش یافت (Jacobs *et al.*, 2002; Khayyat *et al.*, 2010).

اسید جیبرلیک

گزارش شده است که GA4 می تواند باعث شکستن جوانه در صنوبر شود. قرار گرفتن در معرض سرمای طولانی مدت با بیوسنتز GA مرتبط است و با توانایی رشد مجدد گیاه در ارتباط است [۹۵]. مشاهده شد که کاربرد GA4 می‌تواند نیازهای سرمایش را جبران کند و از طریق بیان القایی متابولیت‌های مهم (مانند گالاکتوز، گلیوکسیلات، دی کربوکسیلات، نشاسته، ساکارز) که با متابولیسم انرژی و واکنش‌های کاهش اکسیداسیون (ردوکس) درگیر هستند، جوانه‌زنی را در زردآلو ژاپنی تسریع کند (Zhuang *et al.*, 2015).

روغن ولک

پارافین‌های امولسیرن شونده که در بازار به نام روغن وُلک معرف است که جهت مبارزه با آفات به همراه سموم فسفره مصرف می‌شود. در رابطه با مصرف این ترکیب به دو نکته مهم را باید توجه قرار داد: یکی این که مصرف زیاد و دُز بالاتر از توصیه این ماده در مناطق مرتفع و سرد باعث شیوع و طغیان بیماری های قارچی می شود دوم اینکه متاسفانه برخی از شرکت ها به جای استفاده از پارافین در تولید این محصول، از روغن سوخته یا گازوئیل استفاده می‌کنند که خسارات زیادی را به رشد و نمو گیاه وارد می کند و باعث زوال تدریجی درختان می‌شوند. بر اساس نتایج پورابراهیم و عشقی (۱۳۹۸)، روغن ولک باعث شکستن زودتر دوره رکود نسبت به شاهد در پسته اکبری می‌شود اما دورمکس ۴ درصد بسیار موثرتر از روغن ولک ۴ درصد بود. بنابراین دورمکس در شکستن رکود از روغن ولک موثرتر است. روغن‌های معدنی به طور موفقیت آمیز بر روی درختان سیب مانند گرانی اسمیت برای تأمین نیاز سرمایی آزمایش شده است اما برای سیب‌های مانند گلدن دلشیز که نیاز سرمایی بالایی دارند رضایت بخش نبوده است (Costa, 2004). بنابراین با توجه به نیاز سرمایی بالاتر رقم هایوارد، ممکن است روغن ولک و روغن‌های معدنی برای شکست رکود جوانه‌ها خیلی رضایت بخش نباشند، که البته نیاز به آزمایش در سال‌هایی با تأمین نیاز سرمایی مختلف دارد.

عصاره سیر

عصاره سیر (*Allium sativum* L) به عنوان یکی از موثرترین ترکیبات آلی برای شکستن خواب آلودگی در نظر گرفته می شود. استفاده از عصاره سیر به تنهایی (۵-۱۰٪) یا همراه با روغن معدنی (۲-۴٪) در شکستن خواب انگور، سیب، و کیوی بسیار موثر بود (Dos Santos *et al*., 2020). محلول پاشی عصاره سیر (۱٪) باعث القای ۵ روز شکستگی زودرس جوانه در هلو شد. اثر ترویجی عصاره سیر عمدتاً مربوط به ترکیبات گوگردی آن است: دی آلیل سولفیدها (مونو، دی و تری-) و دی متیل دی سولفید (Orrantia-Araujo *et al*., 2019). استفاده از عصاره سیر تازه، روغن سیر، یا دی آلیل سولفید بدون ایجاد سمیت گیاهی در نهال ها باعث ایجاد خواب در انگور شد. عصاره سیر سرشار از مولکول های گوگرد است که در نتیجه کاهش گوگرد سیستئین تولید می کند. متابولیسم سیستئین منجر به توگلوتاتیون می‌شود که ROS و رادیکال های آزاد را سم زدایی می‌کند. گلوتاتیون احیا شده می‌تواند باعث افزایش تنظیم رونویسی ۱،۳-β-d-گلوکاناز شود، که به عنوان یک آنزیم اساسی در مکانیسم شکستن خواب در نظر گرفته می شود (Orrantia-Araujo *et al*., 2019).

استفاده از تنظیم کننده‌های رشد برای تسریع رشدکمی و کیفی میوه کیوی‌فروت

مقدمه

تقسیم و گسترش سلول‌های میوه و بنابراین رشد آن توسط هورمون‌های درون‌زا کنترل می‌شود. رشد اولیه میوه معمولاً توسط اکسین‌ها، جیبرلین‌ها و سیتوکینین‌ها انجام می‌شود. مطالعاتی برای بهبود اندازه میوه کیوی‌فروت با استفاده از محرک‌های رشد انجام شده است.

اثر ترکیبات مختلف تنظیم‌کننده‌های رشد بر کیفیت میوه کیوی‌فروت هایوارد نیز بررسی شده است. کاربرد خارجی GA3 (۲۵ و ۵۰ میلی‌گرم در لیتر)، BA (۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم در لیتر)، 2,4-D (۱۰ و ۲۵ میلی‌گرم در لیتر)، TRIA (۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم در لیتر) و یک عصاره طبیعی (۴ گرم در لیتر) روی تاک‌های یازده ساله کیوی‌فروت هایوارد روی یک سیستم T-bar کیفیت میوه را بهبود داد (Nazir *et al.*, 2017). محلول‌پاشی چهار هفته پس از گلدهی کامل انجام شد. بیشترین درصد آب میوه (۸۳/۴۶ درصد)، مواد جامد محلول ۱۳/۱۲ درصد ، نسبت مواد جامد محلول به اسیدیته (۱۶/۲۴)، قند کل (۱۲/۳۹درصد) ویتأمین C (۹۲/۷۶ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم)، فنل کل (۱۸/۰۲ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) و کل کاروتنوئیدها (۰/۲۹ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) با GA3 (25ppm) به دست آمد.

استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی در ترکیب با تنک میوه می‌تواند در بهبود اندازه و کیفیت میوه‌ها مفید باشد. این کار تداوم حصول محصول با کیفیت بهتر را برای سال‌های متوالی تضمین می‌کند. در کنار تنک گل و میوه‌های کیوی‌فروت، استفاده از از تسریع‌کننده‌های رشد گیاهی نتایج خوبی در افزایش اندازه میوه و بهبود عملکرد نشان داده است (عابدی قشلاقی، ۱۴۰۲).

بنفیت کیوی

محرک زیستی میوه، بنفیت‌کیوی[1]، یک کود نیتروژن آلی است که توسط شرکت والگارو[2] ایتالیا تولید شده است. این شرکت ایتالیا، اظهار می‌کند که بنفیت‌کیوی یک عصاره گیاهی طبیعی است که با افزایش تقسیم سلولی در طول مراحل اولیه رشد کیوی‌فروت اندازه میوه را افزایش می‌دهد (Valagro, 2011). تا سال ۲۰۱۰ بنفیت‌کیوی تنها محصولی

[1] . Benefit®Kiwi (Benefit®Gold, or Benefit® PZ)
[2] . Valagro®

است که برای افزایش اندازه میوه در نیوزیلند از آن استفاده می‌شود (Brown and Woolley, 2010) و به‌طور گسترده در تاکستان‌های Hort16A مورد استفاده قرار می‌گیرد (Patterson *et al.*, 2003).

پاسخ‌های متفاوتی به بنفیت‌کیوی بر اساس رقم گزارش شده است. Brown and Woolley (2010) دریافتند که وزن متوسط میوه Hort16A تیمار شده با بنفیت‌کیوی در مقایسه باکیوی‌های تیمار نشده ۲۶/۴ گرم افزایش یافت. به‌طور مشابه، در یک مطالعه قبلی، استفاده از بنفیت‌کیوی، گزارش شد که اندازه میوه گوشت زرد (*A. chinensis*) به میزان ۱۶/۹گرم در هر میوه افزایش نشان داد (Woolley and Cruz-Castillo, 2006). گزارش‌های متناقضی هم وجود دارد که تیمار میوه گوشت سبز (*A. deliciosa*) با بنفیت‌کیوی افزایش معنی‌داری در اندازه میوه نشان نداد (Brown and Woolley, 2010؛ Woolley and Cruz-Castillo, 2006). با توجه به کشت و پرورش ژنوتیپ‌های خونی در شمال کشور، به‌نظر می‌رسد که استفاده از این ترکیب می‌تواند اثرات سودمندی در افزایش وزن میوه این ژنوتیپ‌ها داشته باشد که نیاز به بررسی دارد.

تیدیازورون (TDZ)

یکی از ترکیب‌های جایگزین شده فنیل اوره، تیدیازورون است که اثر آن در افزایش رشد میوه خیار، سیب، انگور و خرمالو بسیار مؤثر است. ترکیب تیدیازورون در تحریک رشد کیوی‌فروت بسیار مؤثر است. تیدیازورون افزایش قابل توجهی را در وزن میوه در غلظت‌های کمتر از ۵ ppm ایجاد کرد و در ۱۰ppm به حداکثر اثربخشی رسید (Famiani *et al.*, 1999). افزایش اندازه و وزن میوه‌ها به دلیل افزایش طول و قطر میوه‌ها بود، اما افزایش قطر بیشتر بود و باعث تغییر شکل شد به طوری که نسبت طول میوه به قطر متوسط کاهش یافت. با این حال، این اثر، که می‌تواند با توجه به استانداردهای پذیرفته شده میوه، اثر منفی تلقی شود، تنها در بالاترین غلظت آزمایش شده (۲۰ppm) قابل توجه بود. TDZ همچنین تعداد میوه‌هایی را که گل‌گاه بیرون زده داشتند، به ویژه در غلظت های بالاتر، افزایش داد. بنابراین وجود بیشتر چنین میوه‌هایی در بازار، ممکن است مشکلات تجاری ایجاد کند.

افزایش اندازه و وزن میوه‌های تیمار شده با TDZ بدون تغییرات قابل توجهی در نسبت بافت‌های مختلف به دست آمد، که نشان می‌دهد تمام قسمت‌های میوه به طور مشابه تحت تأثیر تیمار قرار گرفتند. مهم است که افزایش اندازه و وزن میوه افزایش قابل توجهی در تجمع ماده خشک در هر میوه داشته باشد و تنها نتیجه جذب آب بیشتر نباشد. تیدیازورون اثر قابل

توجهی بر تعداد و وزن بذر نداشت. بنابراین به نظر نمی‌رسد عمل آن با تغییر در مقدار بذر مرتبط باشد. درحالی‌که در سیب، TDZ تقریباً باعث حذف نمو بذر شد (Elfving and Cline, 1993).

در آزمایش‌های انجام شده، رسیدن میوه کیوی‌فروت تحت تأثیر تیمارهای TDZ قرار گرفت. مقادیر بالاتر و پایین‌تر مواد جامد محلول و سفتی گوشت میوه‌های تیمار شده به ترتیب در آخرین ماه قبل از برداشت، نشان‌دهنده رسیدن پیشرفته و/یا سریع‌تر است. زمان لازم برای بلوغ میوه‌های تیمار شده حدود یک هفته کوتاه‌تر از میوه‌های شاهد بود. رسیدن پیشرفته و/یا سریع‌تر میوه نیز با نسبت بیشتر کربوهیدرات‌های محلول در میوه‌های تیمار شده در هنگام برداشت نسبت به میوه‌های تیمار نشده و اسیدیته کل قابل تیتراسیون کمتر پشتیبانی می‌شود. مشخص است که در کیوی‌فروت نشاسته انباشته شده در تابستان در طی رسیدن به طور کامل به هگزوز تبدیل می‌شود. شروع تجمع هگزوز را می‌توان به عنوان نشانه‌ای از شروع رسیدن در نظر گرفت (Antognozzi *et al.*, 1996;MacRae *et al* ., 1992). آنتوگنوزی و همکاران (۱۹۹۶) افزایش زودهنگام هگزوزها را در میوه های تیمار شده با CPPU نسبت به شاهد مشاهده کردند و پیشنهاد کردند که CPPU می‌تواند باعث رسیدن زودتر و/یا سریع‌تر شود. در این گزارش اثر CPPU بر بلوغ میوه کاملاً تأیید شده است، و علاوه بر این، شباهت قابل توجهی بین اثر TDZ و CPPU با توجه به القای تغییر اولیه از تجمع نشاسته به هگزوز در میوه‌های تیمار شده ایجاد شد. به نظر نمی‌رسد اثر TDZ و CPPU بر فرآیند رسیدن میوه، بر توانایی میوه در انباشت قند تأثیر منفی بگذارد زیرا هیچ تفاوت قابل توجهی در محتوای قند کل پریکارپ خارجی میوه‌های تیمار شده ثبت نشد. این نشان می‌دهد که تفاوت در درصد ماده خشک میوه‌های تیمار شده، که از نظر آماری معنی‌دار است، باید عمدتاً توسط اجزای تشکیل‌دهنده‌ای غیر از کربوهیدرات‌های محلول و نشاسته، به احتمال زیاد توسط مواد ساختاری در نظر گرفته شود. تفاوت در محتوای جامدات محلول و سفتی گوشت به سرعت پس از برداشت میوه ناپدید شد، که نشان می‌دهد در لحظه مصرف، مواد جامد محلول و سفتی گوشت مشابه میوه‌های تیمار نشده است. تسریع در رسیدن میوه یک ویژگی مطلوب است زیرا امکان پیش بینی برداشت و در نتیجه کاهش خطر آسیب سرمازدگی و بازاریابی زودتر میوه‌ها را فراهم می‌کند. اثر TDZ بر زمان رسیدن کیوی‌فروت نشان دهنده یک تفاوت مرتبط با کارایی این ترکیب در سایر میوه‌ها مانند انگور و خرمالو است، جایی که TDZ رسیدن میوه را در آنها به تاخیر می‌اندازد (Reynolds *et al* ., 1992; Itai *et al.*, 1995).

به‌طور کلی، نتایج نشان می‌دهد که TDZ می‌تواند تا حد زیادی رشد میوه را در *Actinidia deliciosa* تحریک کند، که نشان می‌دهد می‌تواند ابزار قدرتمندی برای بهبود کشت کیوی‌فروت باشد، و در صورت استفاده از غلظت‌های نسبتا کم، اثرات منفی قابل‌توجهی بر سایر ویژگی‌های میوه ندارد. علاوه بر این، نتایج به وضوح نشان می دهند که اثرات TDZ روی میوه‌ها مشابه اثرات CPPU است. در نهایت، آنها نقش مهمی از سیتوکینین‌ها را در تحریک رشد میوه با اثراتی نشان می‌دهند که می تواند بسیار بیشتر از آنچه انتظار می‌رود دوام داشته باشد و همچنین شامل فرآیند رسیدن می‌شود.

فورکلرفنورون ،کلرو پیریدیل فنیل اوره (CPPU)

تاریخچه شناسایی فورکلرفنورون

فورکلرفنورون یا کلرو پیریدیل فنیل اوره (CPPU) با فرمول شیمیایی C12H10ClN3O، به فرم‌های تجاری پرستیژ (توسط شرکت والت)، سایتوفکس (توسط شرکت بی ای اس اف) و اخیرا مسترداونچی (توسط شرکت اگروتار ترکیه) تولید و به بازار عرضه می‌گردد برای اولین بار در سال ۱۹۷۸ در ژاپن از میان دیگر ترکیباتی که با وارد ساختن گروه استخلافی الکترون کشنده (CT) به درون حلقه پیریدیل PPU به دست آمد، سنتز شد و مشتق فنیل اوره‌ای را با فعالیت بسیار قوی سیتوکنینی در زیست‌سنجی کالوس تنباکو ایجاد کرد (تاکاهاشی و همکاران، ۱۹۷۸). پس از آن فورکلرفنورون به عنوان ترکیب فیتوهورمونی مصنوعی شناخته شد که نسبت به ترکیبات فیتوهورمونی مربوط به دیگر سیتوکنین‌های طبیعی و با اجزای آدنین مانند ترانس –زآتین، دارای فعالیت فیزیولوژیکی بیشتری در بسیاری از گیاهان بود. سازوکار فعالیت مشتقات فنیل اوره نامعلوم است اما مشاهده شده که فعالیت سیتوکنینی فورکلرفنورون ۱۰۰۰۰ بار بیشتر از فعالیت سیتوکنینی دی فنیل اوره (CPU) و ۱۰ برابر بیشتر از فعالیت سیتوکنینی کینتین است (رایسی و همکاران، ۲۰۰۶ و تایز و زایگر، ۲۰۰۲) تا اواخر دهه ۱۹۸۰ مقالات بسیاری منتشر شد و نشانگر تأثیر زیاد فورکلرفنورون بر افزایش محصولات گیاهی مختلف به ویژه کیوی و انگورهای رومیزی بودند ماک و همکاران ۱۹۸۷؛ ایواهوری و همکاران، ۱۹۸۸؛ گوتو و همکاران، ۱۹۸۹ و نیکل (۱۹۸۶) افزون بر آن بررسی‌های اخیر نشان داده است که سیتوکنین ها، به ویژه فورکلرفنورون ا به طور مؤثری تشکیل میوه و بزرگی آن را در بسیاری از گیاهان مانند انگور، کیوی کدو، هندوانه، گورد، آووکادو، سیب

و گلابی بهبود می بخشد (یو و همکاران، ۲۰۰۱ و کیم و همکاران، ۲۰۰۶). در حال حاضر ، استفاده از فورکلرفنورون به صورت تجاری برای تولید میوه در ایتالیا ، ژاپن ، شیلی و ایالات متحده قانونی است (Cruz-Castillo *et al.*, 2014).

کاربرد فورکلرفنورون در کیوی‌فروت

فورکلرفنورون یک سیتوکنین مصنوعی است که در تحریک رشد میوه انگور، سیب، کرن‌بری و کیوی‌فروت بسیار مؤثر است. در کیوی‌فروت، بیش‌ترین آزمایش روی فورکلرفنورون شده است و نتایج حاصل نشان داده شده است که به طور قابل توجهی اندازه میوه، وزن و عملکرد میوه را افزایش می‌دهد (Patterson *et al.*, 1993). تیمار با سیتوکینین، به غیر از تأثیر بر رشد میوه، می‌تواند بر شکل، رسیدن و کیفیت میوه نیز تأثیر بگذارد. در کیوی‌فروت، فورکلرفنورون باعث تسریع رسیدن، سبزتر شدن رنگ گوشت شده و ممکن است اثر منفی بر شکل میوه ایجاد کند (Iwahori *et al* ., 1988; Antognozzi *et al.*, 1996). فورکلرفنورون در انگور و خرمالو، شکل و رنگ میوه را تغییر می‌دهند، اما برخلاف کیوی‌فروت، رسیدن را به تاخیر می اندازند (Reynolds *et al.*, 1992; Itai *et al.*, 1995). این نتایج نشان می‌دهد که تأثیر تیمارهای سیتوکینین بر ویژگی‌های میوه باید با در نظر گرفتن تأثیر آن‌ها بر تمام ویژگی‌های میوه به دقت ارزیابی شود زیرا به برخی از ویژگی‌های کیفی می‌توانند تأثیر منفی بگذارند.

مطالعات انجام شده با سیتوکینین مصنوعی فورکلرفنورون نشان داده است که سطح سیتوکنین درونی یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده رشد و اندازه میوه است. استفاده از این ماده باعث کاهش مقدار اسید آبسیزیک طبیعی در کیوی‌فروت می‌شود. تیمارهای زودتر فورکلرفنورون قادر به افزایش اندازه میوه کیوی‌فروت از طریق افزایش تعداد و اندازه سلول می‌باشند که نشان می‌دهد فورکلرفنورون قادر است فازهای تقسیم سلولی و طویل شدن سلول‌ها را تحت تأثیر قرار دهد و می‌تواند اثربخشی این ماده را در افزایش اندازه میوه در تمام زمان‌های مورد استفاده توضیح دهد (Woolley and Cruz-Castillo, 2006). بنابراین هرچه تیمار با این ماده زودتر انجام شود اثرات آن در افزایش اندازه میوه بیش‌تر خواهد بود. اوهارا و همکاران (۱۹۹۷) نشان دادند که فورکلرفنورون سطح IAA و GA درون‌زا را در کیوی‌فروت افزایش می‌دهد و از این طریق باعث افزایش اندازه میوه می‌شود.

گزارش‌های ضد و نقضی از اثر فورکلرفنورون بر تعداد و اندازه سلول‌های کیوی‌فروت گزارش شده است. هنگامی که میوه‌های کیوی‌فروت رقم هایوارد به مدت ۵ ثانیه در ۲۳ روز بعد از باز شدن گل‌ها در محلول ۱۵ میکرولیتر در لیتر فورکلرفنورون تیمار شدند، به طور قابل توجهی تعداد سلول پریکارپ بیرونی میوه افزایش یافت (Cruz-Castillo *et al.*, 2002). اندازه سلول در پریکارپ بیرونی و هسته به طور قابل توجهی تحت تأثیر فورکلرفنورون قرار نگرفت، اما اندازه سلول پریکارپ داخلی به طور قابل توجهی کاهش یافت. با این حال، Antognozzi و همکاران. (۱۹۹۷) نشان داد که فورکلرفنورون اندازه سلول را در پریکارپ داخلی افزایش داد. کوروساکی و موچیسوکی (۱۹۹۰) به این نتیجه رسیدند که در کیوی‌فروت "مونتی" تیمار شده با فورکلرفنورون هیچ تغییری در اندازه سلول وجود نداشت و افزایش اندازه میوه به دلیل افزایش تعداد سلول بود. در مقابل، پترسون و همکاران (۱۹۹۳)، دریافتند که فورکلرفنورون فقط گسترش سلولی را در کیوی‌فروت تحریک کرد. وولی و همکاران (۱۹۹۱) با مطالعه پریکارپ بیرونی میوه تیمار شده با فورکلرفنورون گزارش کردند که هم تعداد سلول و هم گسترش سلولی افزایش می‌یابد. اگر تعداد سلول یا اثرات اندازه سلول اساس پاسخ رشد کیوی‌فروت به فورکلرفنورون باشد، نتایج با مشکل مواجه خواهد شد. به عنوان مثال، پس از تیمار با فورکلرفنورون، گل‌های زودرس و دیررس دارای تعداد سلول و اندازه سلول مشابه هستند. شاید تجمع تفاوت‌های کوچک و غیرقابل‌توجه در تعداد سلول‌ها در هر سه بافت کیوی‌فروت باعث تفاوت در اندازه میوه در برداشت تجاری شود (Cruz-Castillo *et al.*, 2002).

روش استفاده، نوع رقم و زمان کاربرد این تسریع کننده رشد گیاهی اثر متفاوتی در میوه کیوی‌فروت دارد. میانگین وزن میوه‌های رقم هایوارد با روش‌های محلول‌پاشی و غوطه‌وری در ۲۱ روز بعد از گل‌دهی با ۵ میلی‌گرم در لیتر فورکلرفنورون، به‌ترتیب ۳۳ درصد و ۴۴ درصد افزایش یافت (Patterson *et al.* 1993). افزایش ۴۳ و ۴۷ گرم (Woolley and Cruz-Castillo, 2006) و ۴۶ و ۳۱ گرم (Brown and Woolley, 2010) به‌ترتیب در وزن میوه کیوی‌فروت گوشت زرد و کیوی‌فروت گوشت سبز در پاسخ به استفاده از فورکلرفنورون گزارش شده است. کومار و تاکور (۲۰۱۳) غلظت‌های مختلف فورکلرفنورون (۲/۵ ppm، ۵، ۷/۵، ۱۰، ۱۲/۵ و ۱۵) را در دو هفته پس از شکوفه‌دهی کامل روی کیوی‌فروت ده ساله آلیسون و هایوارد محلول‌پاشی کردند و گزارش کردند که حداکثر مواد جامد محلول کل (۱۵/۱

درصد)، قندهای احیاکننده (۷/۷٪)، قند کل (۸/۸٪) و کمترین اسیدیته (۱٪) در تیمار ppm ۱۰ مشاهده شد. در حالیکه در پژوهش دیگر، تیمار با فورکلرفنورون هم مقدار مواد جامد محلول و هم مقدار اسید قابل تیتراسون کیوی‌فروت رقم میتسوکو[1] را نسبت به میوه‌های تیمار نشده کاهش داد (Kim *et al.*, 2006). افزایش مقدار مواد جامد محلول و اسید قابل تیتراسون میوه‌های تیمار شده با فورکلرفنورون نسبت به شاهد نیز در گزارش دیگر ذکر شده است (Ainalidou *et al.*, 2015). افزایش مقدار مواد جامد محلول و مقدار قند میوه با استفاده از فورکلرفنورون ممکن است به القا رسیدن زودتر میوه در نتیجه تشکیل بیش‌تر اتیلن حاصل از اثر فورکلرفنورون نسبت داده شود (Brown and Woolley, 2010).

فورکلرفنورون و کیفیت میوه

تحقیقات اخیر نشان داده است که فورکلرفنورون وزن تازه میوه را افزایش داد اما باعث کاهش چشمگیر ماده خشک میوه شد، اما این کاهش به علت محدودیت کربوهیدرات نبود. غلظت‌های افزایش یافته گلوکز و فروکتوز، در ۴۹ روز پس از گل‌دهی (در حدود سه هفته بعد از زمان تیمار)، به افزایش فشار اسمزی محلول در کربوهیدرات کمک می‌کنند و با افزایش تجمع آب در میوه‌های تحت تیمار با فورکلرفنورون و تنظیم ژن آکوآپورین PIP2.4 کانال آب ارتباط دارند. بنابراین، فورکلرفنورون با افزایش جذب آب ناشی از اسموتیک بر رشد میوه تأثیر می‌گذارد و اثر آن محدود به میزان کربوهیدرات نیست بلکه مربوط به محدودیت نشاسته می‌باشد (Nardozz *et al.*, 2017). کاهش درصد ماده خشک و نسبت مواد جامد محلول به اسید میوه نسبت به شاهد توسط قاسم‌نژاد و امینی‌فر (۱۴۰۰) در کاربرد فورکلرفنورون روی هایوارد نیز گزارش شده است، با این وجود، کاربرد فورکلرفنورون به تنهایی باعث افزایش وزن، طول و قطر میوه‌ها شد. در حالیکه، کاربرد توام حلقه برداری تابستانه با فورکلرفنورون نه تنها اندازه میوه و عملکرد کیوی‌فروت را افزایش داد، بلکه کیفیت میوه را از طریق افزایش درصد ماده خشک و مواد جامد محلول افزایش داد. چنین میوه هایی از عمر پس از برداشت بالاتری نیز برخوردار بودند. در تحقیقات انجام شده از این ترکیب، اثر این تنظیم کننده بر کیفیت انبارداری میوه‌های تیمار شده کم‌تر بررسی شده، و هم‌چنین اثر آن بر گل‌دهی سال‌های بعد تاک‌ها گزارش نشده است که نیاز است از این نظر هم مورد بررسی قرار گیرند.

---

[1]. *A. arguta* (Sieb. et Zucc.) Planch. ex Miq. ‘Mitsuko’

در پژوهشی اثر تنظیم‌کننده‌های مختلف رشد گیاهی فورکلرفنورون و بیوزیم (Biozyme) بر روی رشد کیوی‌فروت هایوارد به صورت غوطه‌وری و محلول‌پاشی در مرحله ریزش گلبرگ و ۱۵ روز پس از مرحله ریزش گلبرگ مورد بررسی قرار گرفت. تیمارها شامل ۱- شاهد؛۲ - غوطه‌وری در ۵ میلی‌گرم در لیتر فورکلرفنورون در زمان ریزش گلبرگ، ۳- محلول‌پاشی برگی ۵ میلی‌گرم در لیتر فورکلرفنورون در مرحله ریزش گلبرگ‌ها، ۴- غوطه‌وری در ۵ میلی‌گرم در لیتر فورکلرفنورون در زمان ۱۵ روز بعد از ریزش گلبرگ، ۵-محلول‌پاشی برگی با ۵ میلی‌گرم در لیتر فورکلرفنورون در ۱۵ روز بعد از ریزش گلبرگ، و ۶- محلول‌پاشی برگی ۲ میلی‌لیتر در لیتر بیوزیم در هنگام ریزش گلبرگ استفاده شد. استفاده از فورکلرفنورون در هنگام ریزش گلبرگ به صورت کاربرد غوطه وری، میانگین عملکرد میوه به طور قابل توجهی بالاتر از ۵۴/۲۰ کیلوگرم در هر تاک را به دست آورد. به طور مشابه، حداکثر متوسط اندازه میوه (۷۷/۷۵ میلی‌متر طول و ۵۳/۷۴ میلی متر قطر) و وزن میوه (۱۲۱/۹۹ گرم) با استفاده از فورکلرفنورون در هنگام ریزش گلبرگ ثبت شد. با این حال، میانگین حداقل وزن میوه (۴۷/۵۲ گرم) در شاهد بود. میوه‌های تیمار شده با فورکلرفنورون بالاترین بریکس (^{o}۲۵ /۱۷) و کمترین سفتی میوه ($kg/cm^2$۱۰/۰۶) را به دست آوردند. دلیل احتمالی وزن و عملکرد بیشتر میوه با کاربرد خارجی فورکلرفنورون ممکن است که سیتوکینین مصنوعی در تقسیم سلولی سریع‌تر و افزایش طول سلولی نقش دارد (Kumar Banyal and Kumar Banyal, 2020). گزارش‌هایی از سراسر جهان در مورد سیتوکینین مصنوعی فورکلرفنورون وجود دارد که اندازه میوه، وزن میوه و عملکرد را به طور قابل توجهی افزایش می دهد (Biasi *et al.*, 1991; Lowerz *et al.*, 1997).

کیوی‌فروت گوشت قرمز هانگ‌یانگ[1] به دلیل وجود پریکارپ داخلی قرمز و خاصیت میوه برتر، از جمله طعم بهتر و غلظت ویتامین C بالاتر در بین مصرف کنندگان بسیار محبوب است (He *et al.*, 2018). در حال حاضر کشت این رقم در شمال کشور در حال افزایش است. این میوه میانگین وزن کوچکتری (۷۰ گرم) نسبت به هایوارد دارد و برای افزایش اندازه آن باید عملیات به‌باغی مانند تنک گل و میوه انجام شود. تیمار ۱۰ ثانیه‌ای میوه‌های هانگ‌یانگ با ۵ میلی‌گرم در

[1] . Hongyang '(*A. Chinensis* planch. var. Chinensis)

لیتر فورکلرفنورون باعث افزایش ۱۴ درصدی وزن میوه‌ها در زمان برداشت شدند. طول میوه و عرض میوه هم در میوه‌های تیمار شده به ترتیب ۸/۲ درصد و ۷ درصد افزایش یافت (Qiu *et al.*, 2020).

با توجه به اثر غیرمعنی‌دار مصرف فورکلرفنورون روی صفات کیفی و ارگانولوتیکی میوه نسبت شاهد (Qiu *et al.*, 2020)، می‌توان از این ترکیب برای افزایش اندازه و وزن میوه‌های رقم هانگ‌یانگ در شمال کشور استفاده کرد که البته نیاز به بررسی اولیه در منطقه دارد.

اثرات متقابل فورکلرفنورون و گرده‌افشانی

تیمار فورکلرفنورون وزن و اندازه میوه‌های گرده‌افشانی شده رقم هایوارد را در مقایسه با میوه‌های بدون گرده‌افشان در زمان برداشت افزایش داد. عدم استفاده از گرده‌افشان منجر به نرم شدن میوه‌ها با تعداد بذر و مقدار کلسیم کمتر شد، در حالی که استفاده از فورکلرفنورون منجر به بدشکل شدن این میوه‌ها شد. هیچ تفاوتی در کل مواد جامد محلول میوه، اسیدیته قابل تیتراسیون و اسید اسکوربیک مشاهده نشد. در مقابل، فنل‌ها در میوه کیوی‌فروت‌های بدون گرده‌افشان، بدون توجه به تیمار فورکلرفنورون بیشتر بود و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی فقط در میوه های تیمار نشده با فورکلرفنورون تحت زنبورهای گرده‌افشان تکمیلی کمتر بود. این نتایج نشان داد که تحت شرایط گرده افشانی خوب، فورکلرفنورون در واقع به کیفیت محصول برتر کیوی‌فروت کمک می‌کند، و تأثیر قوی از تعداد بذر بر تجمع کلسیم و محتوای فنلی احتمالاً وجود دارد همانطور که در مورد میوه‌های رشد یافته در شرایط محدود گرده افشانی مشخص شد (Ainalidou *et al.*, 2015).

تاثیر فورکلروفنرون بر روی کیفیت و بهبود سفتی میوه

مشخص گردیده است که فورکلرفنورون زمانی میزان مواد جامد محلول به ۶/۲ درصد می رسد، موجب تسریع در رسیدگی میوه حدود یک هفته در گونه گوشت سبز می‌گردد و د.ر موقع برداشت میوه های تیمار شده با فورکلرفنورون از میوه های شاهد نرم تر بودند. هر چند که این ماده هیچ تأثیر معنی داری بر میزان نرم شدن میوه در طول دوره انبارداری نشان نداد. در آزمایش کروز- کاستیلو (۱۹۹۹) در انتهای برداشت کاهشی در سفتی گوشت در میوه‌های تیمار شده با فورکلرفنورون مشاهده شد (Cruz-Castillo, 2010). در میوه‌های تیمار شده گونه گوشت سبز با فورکلرفنورون تسریع

در رسیدگی را گزارش شده است، ولی این تغییر معنی داری را در قابلیت انبارداری میوه نداشت (Childerhouse, 2009). بنابراین می‌توان چنین نتیجه گیری گردد که این ماده تأثیری بر روی میوه این دو گونه مهم کیوی دارد اگرچه میزان این تاثیر بسته به غلظت ، زمان و روش کاربرد فورکلرفنورون متفاوت می‌باشد.

اثر فورکلرفنورون بر هورمن‌های درون زا

در بررسی ها و مطالعات انجام یافته در نیوزیلند برای تعیین نقش فورکلرفنورون بر میزان هورمون های درون زای دائمی احتمال داده شده که این ماده غلظت همیشگی یک یا چند هورمون درون زا را تغییر داده و یا شاید موجب تغییر نسبت بین آنها می‌گردد ولی چنانچه که قبل دیده شده فورکلرفنورون در گیاه همانند یک سیتوکینین طبیعی عمل می‌کند. علاوه بر این، یک نقش حفاظتی آن هم برای سیتوکینین های طبیعی پیشنهاد گردیده است. از طرف دیگر گفته می‌شود که فورکلرفنورون احتمالاً غلظت و نسبت اکسین‌های طبیعی را در میوه کیوی را تغییر می‌دهد. کاهش میزان اسید ایندول استیک در انتهای برداشت در میوه های تیمار شده با فورکلرفنورون علت رسیدگی زودهنگام میوه‌های تیمار شده را در مقایسه با شاهد بیان می‌کند (Childerhouse, 2009).

اثرات متقابل فورکلرفنورون با تنظم‌کننده‌های رشد دیگر

در ابتدا هاپینگ (۱۹۷۶) دریافت که برخی از ترکیبات اکسین‌ها، جیبرلین‌ها و سیتوکینین‌ها، ۶-بنزیلامینپورین (BA)، قادر به تقویت رشد میوه هستند، اما همان ترکیبات زمانی که به تنهایی استفاده می‌شوند مؤثر نیستند.

در بررسی ها و مطالعات انجام یافته در نیوزیلند در رابطه با اثرات متقابل تنظیم کننده های رشد در کیوی، مشخص گردیده که اثر متقابل مثبتی بین فورکلرفنورون و بنفیت (تنظیم کننده گیاهی طبیعی، ساخت شرکت والگرو ، ایتالیا) وجود داشته و کاربرد توام این دو موجب افزایش وزن در میوه های تیمار شده در مقایسه با شاهد می‌شود (Childerhouse, 2009) گرچه عکس العمل دو گونه دلیشیوزا و چایننسیس که نسبت به فورکلرفنورون، نشان میدهد آنها دارای عوامل محدود کننده ای برای رشد میوه بوده که واکنش متفاوت گونه دلیشیوزا در مقابل کاربرد بنفیت دلالت بر عدم تشابه این عوامل محدود کننده در آن در مقایسه با گونه دیگر دارد که موجب افزایش وزن میوه آن می.گردد در بررسی اثر متقابل فورکلرفنورون با دیگر اکسین های مصنوعی مثل اسید نفتالین استیک مشخص شده که یک اثر متقابل هم افزائی در

افزایش وزن میوه در کاربرد اولیه فورکلرفنورون همراه با افزایش ناشی از کاربرد دیرهنگام اسید نفتالین استیک وجود دارد که موجب افزایش در میزان ماده خشک در موقع برداشت می گردد (Cooper *et al.*, 2008; Childerhouse, 2009).

کروز کاستیلو و همکاران (۱۹۹۳) دریافتند فورکلرفنورون ، زمانی در ترکیب با GA3 و ۲,۴–D به کار می‌رود، رشد میوه افزایش می‌یابد. این نتایج نشان می‌دهد که پاسخ به سیتوکینین به نوع ترکیب مورد استفاده بستگی دارد و همچنین ممکن است تحت تأثیر ارتباط آن با سایر تنظیم کننده‌های رشد قرار گیرد.

در کاربرد ترکیبی از سه تنظیم کننده رشد اکسین (2,4-D)، سایتوکنین (فورکلرفنورون) و جیبرلین (GA_3) در ۴۳ روز پس از گلدهی کامل کیوی‌فروت رقم هایوارد (به ترتیب در غلظت ۲۵، ۵۰ و ۱۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم)، عملکرد و اندازه میوه افزایش یافت اما شکل میوه تغییر نکرد. در تیمارهای غیرترکیبی، استفاده از 2,4-D به تنهایی مؤثرترین تیمار در افزایش اندازه، وزن و تولید میوه بود، در حالی که استفاده از فورکلرفنورون به تنهایی باعث افزایش کمتری شد و میوه‌های تیمار شده با GA3 به تنهایی با گروه شاهد تفاوتی نداشت. هنگامی که تنظیم کننده‌های رشد در ترکیب دو یا هر سه مورد استفاده قرار گرفتند، یک اثر هم‌افزایی مثبت وجود داشت که باعث افزایش اندازه میوه شد. همه ترکیبات رشد کیوی‌فروت را در همه موارد افزایش دادند و آن را به سمت وزن استاندارد تجاری بزرگ‌تر تغییر دادند. افزایش طول میوه در تیمارهای دارای اکسین می‌تواند ناشی از اثر این ماده در تقسیم سلولی، رشد، تمایز و طول سلول‌ها شود که در نتیجه باعث تولید میوه‌های طویل‌تر در کیوی‌فروت بشود. تیمارهایی که بیشترین وزن تازه را تولید کردند، بیشترین وزن خشک را نیز تولید کردند. اگرچه مشخص شده است که فورکلرفنورون اثرات مشابهی داشت، اما در میوه‌های تیمار شده با فورکلرفنورون، طول میوه تنها در مراحل اولیه رشد (تا ۱۱۵ روز پس از شکوفایی کامل) با میوه شاهد تفاوت داشت (Lorenzo *et al.*, 2007). لما و همکاران (۲۰۰۳) پس از استفاده از فورکلرفنورون نتایج مشابهی به دست آوردند. در پژوهش دیگر، ترکیب فورکلرفنورون با جیبرلین و توفوردی باعث افزایش ۲۰ گرمی وزن میوه کیوی‌فروت نسبت به میانگین وزن میوه‌های شاهد شد (Cruz Castillo *et al.*, 1993).

اخیراً، برخی از باغداران کیوی‌فروت شمال کشور از سیتوکنین با نام تجاری میستر‌داونچی به صورت محلول‌پاشی استفاده می‌کنند و اثرات آن را به صورت افزایش اندازه میوه حتی در میوه‌های فرعی گل‌آذین نیز گزارش کرده‌اند. اما در مورد

اثر آن در انبارمانی گزارش‌های ضد و نقیضی وجود دارد که نیاز به بررسی دارد. همچنین اثر این تنظیم‌کننده رشد در گلدهی و عملکرد تاک‌ها در سال بعد از استفاده و استفاده مکرر از آن نیاز به ارزیابی دارد.

تاثیر فورکلرفنورون بر بلوغ و ماندگاری میوه

بنا به اظهار پاترسون و همکاران (۱۹۹۳) مشخص شده است زمانی که میزان مواد جامد محلول به ۲/۶ درصد می رسد، فورکلرفنورون حدود یک هفته بلوغ و رسیدگی میوه را در گونه دلیشیوزا تسریع می کند و موقع برداشت میوه های تیمار شده با آن از میوه های شاهد نرم تر بودند. با این وجود ، این ماده هیچ تاثیر معنی داری را روی میزان نرمی میوه در طول دوره انبارداری نداشت این نتایج با آنچه ایواهوری و همکاران (۱۹۸۸) دریافته بودند ، که فورکلرفنورون میزان نرمی میوه پس از برداشت را افزایش می داد، تفاوت داشت (Iwahor *et al.*, 1988). گرچه غلظت به کار رفته توسط ایواهوری و همکاران در یک آزمایش بالاتر بوده (۴۰ میلی گرم بر لیتر در مقابل ۵ میلی گرم بر لیتر و شرایط انبارداری هم احتمالاً متفاوت بوده است (Iwahor *et al.*, 1988). آزمایش دیگری برای مشاهده اثرات فورکلرفنورون روی رسیدگی و عمر انباری، میزان مواد جامد محلول و نرمی گوشت میوه گونه دلیشیوزا در زمان برداشت و موقع ۰ و ۳ و ۵ ماه پس از انبارداری در سال ۱۹۹۵ توسط کاستا و همکاران اجرا گردید (Childerhouse, 2009) در ایتالیا میوه ها با محلول ۲۰ میلی گرم بر لیتر فورکلرفنورون حدود ۱۵ روز پس از تمام گل محلول پاشی گردیده و تحت شرایط غیرقابل تغییر در منفی ۰/۵ درجه سانتی گراد انبار گردیدند. مشاهده گردید که میوه های تیمار شده با فورکلرفنورون در زمان برداشت در مقایسه با میوه‌های شاهد میزان نرمی گوشت میوه کمتر از شاهد کمتر از ۳/۶ کیلوگرم بر متر مربع) را داشتند. همچنین دیده شد که در میوه های تیمار شده رسیدن به نقطه اوج کلیماکتریک دو روز زودتر از شاهد صورت می گیرد. گرچه میوه‌های تیمار شده با فورکلرفنورون در مقایسه با شاهد سریع تر به اوج کلیما کتریک میرسند ولی میوه‌ها تقریبا در هر دو حالت میزان اتیلن یکسانی را تولید می‌کنند (Childerhouse, 2009; Cooper *et al.*, 2008; Chadha, 1995).

اثر تنظیم کننده های رشد دیگر بر ماندگاری میوه

مانریکز و همکاران (۱۹۹۹) دو آزمایش با AVG انجام دادند. در آزمایش اول، Retain (a.i.15% AVG) به عنوان محلول‌پاشی در غلظت های ۲۰، ۱۰۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بر روی گیاهان کیوی‌فروت هایوارد چهار هفته قبل از

برداشت استفاده شد. در آزمایش دوم میوه‌های کیوی بلافاصله پس از برداشت در محلول‌های ۲۰، ۱۰۰ یا ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر AVG غوطه‌ور شدند و میوه‌های هر دو آزمایش به مدت ۱۲۰ روز در دمای صفر درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. محلول‌پاشی منجر به سفتی بالاتر در طول پس از برداشت شد، اما میوه غوطه ور در AVG نیز اندکی افزایش سفتی را در طول ذخیره سازی سرد نشان دادند.

کاربرد پس از برداشت ۱-متیل سیکلوپروپن (۱-MCP) بر روی نرم شدن کیوی "هایوارد" در شرایط مختلف نگهداری سرد (اتمسفر بدون اتیلن و دارای به اتیلن (۱.۰ میکرولیتر در لیتر)) مورد بررسی قرار گرفت و میوه تیمار شده با ۱-MCP (۰، ۰/۵ و ۱ میکرولیتر در لیتر) تا ۶ ماه قبل از رسیدن در سردخانه (۱ درجه سانتیگ‌راد) نگهداری شدند (کانتین و همکاران، ۲۰۱۱). تیمار ۱-MCP به طور قابل توجهی سرعت نرم شدن میوه را در طول انبار سرد به تأخیر انداخت و سفتی (۱۲/۲۳ میکرولیتر در لیتر) میوه‌های سرد نگهداری شده (بدون اتیلن) با تیمارهای ۱-MCP (۰/۵ میکرولیتر در لیتر) به طور قابل توجهی افزایش یافت. تعداد روزهای ماندگاری در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد (پس از ۴ و ۶ ماه نگهداری در سرما در دمای ۱ درجه سانتی‌گراد) مورد نیاز کیوی "هایوارد" برای رسیدن به سفتی گوشت (≥ ۱۰ نیوتن) به میزان قابل توجهی با تیمار پس از برداشت ۱-MCP (۰/۵میکرولیتر در لیتر) افزایش یافت.

جمیل و همکاران (۲۰۱۱) کیوی‌فروت آلیسون را با غلظت‌های مختلف ۱-MCP (۰/۵، ۱ و ۲ µl/l) به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد تیمار کردند و سپس به انبار معمولی انتقال دادند. تمام غلظت‌های ۱-MCP بر کاهش فیزیولوژیکی وزن و سفتی میوه در کیوی تأثیر گذاشت و غلظت ۲ میکرولیتر در لیتر موثرترین بود. میوه‌های تیمار شده با ۱-MCP کاهش وزن فیزیولوژیکی کمتری را پس از ۱۸ روز نگهداری نشان دادند و بسیار سفت تر (۳۱/۷ نیوتن) از میوه‌های تیمار نشده (۸/۴ نیوتن) بودند. مواد جامد محلول کل در میوه‌های تیمار شده با ۱-MCP (۲ میکرولیتر در لیتر) تنها از روز ۱۲ افزایش یافت و اسید اسکوربیک میوه را بهتر از سایر تیمارها حفظ کرد.

وانگ و همکاران (۲۰۱۵) میوه‌های *Actinidia arguta* را با غلظت‌های مختلف ($CaCl_2$، ClO_2، 1-MCP) تیمار کردند و گزارش کردند که ۱-MCP (1 µL/L) دوره نگهداری میوه *A. argute* را طولانی‌تر می‌کند و تلفات را کاهش می‌دهد. ۱-MCP (۱ میکرولیتر در لیتر) می تواند میزان پوسیدگی میوه را کاهش دهد، از کاهش سفتی گوشت جلوگیری

کند و مقدار حداکثر تنفس را کاهش دهد، همچنین می تواند از افزایش محتوای قند و مواد جامد محلول و کاهش محتوای ویتامین C جلوگیری کند.

اثرات منفی تنظیم‌کننده‌های رشد بر

مصرف‌کننده و محیط زیست

مقدمه

طی چند دهه اخیر، آلودگی محیط زیست به یک مشکل جهانی تبدیل شده است. مواد شیمیایی کشاورزی یکی از گروه‌های آلاینده عمده هستند (Wang and Yang, 2016; Rodrigues *et al.*, 2018)، از جمله علف‌کش‌ها، حشره‌کش‌ها، قارچ‌کش‌ها و غیره، که بخش مهمی از کشاورزی مدرن برای محافظت محصولات و دام‌ها جهت افزایش عملکرد می‌باشند. در میان مواد شیمیایی کشاورزی، تنظیم‌کننده‌های رشد گیاه (PGRs) دسته‌ای از آفت‌کش‌های مصنوعی هستند که به عنوان هورمون‌های محیطی نیز شناخته می‌شوند که باعث تقسیم سلولی، بزرگ شدن سلول، تشکیل اندام و سایر فرآیندهای رشدی گیاهان می‌شوند (Wang *et al.*, 2011). امروزه، برای برآورده ساختن برخی از مشخصات تولید کشاورزی، تنظیم‌کننده‌های رشد گیاه به طور گسترده در سراسر جهان به کار می‌روند. با این حال، مانند سایر آفت‌کش‌ها، تنظیم‌کننده‌های رشد گیاه علیرغم مزیت‌های فراوانشان باید دارای درجه خاصی از سمیت باشند. بنابراین، استفاده شدید از این مواد شیمیایی کشاورزی ممکن است محیط خاک را آلوده کرده و اکوسیستم های آبی را از طریق رسیدن به آب‌های مجاور به عنوان رواناب به خطر بیندازد (Wang *et al.*, 2011; Aderholt *et al.*, 2017; Li *et al.*, 2017).

علاوه بر این، استفاده بیش از حد مکرر از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی در میوه‌ها و سبزیجات منجر به وجود باقیمانده در مواد غذایی در هنگام رسیدن کالاها به بازار می‌شود که ممکن است به طور مزمن بر سلامت انسان تأثیر بگذارد. بنابراین، این موضوع هم برای مقامات دولتی و هم برای عموم مردم نگران کننده است (Celik and Tuluce, 2007، ؛ Abd Eldaim *et al.*, 2019؛ Wang *et al.*, 2017). در سال‌های اخیر، با سوء استفاده از برخی آفت‌کش‌ها (اعم از مواد شیمیایی قانونی و غیرقانونی)، حوادث ایمنی مواد غذایی و آلودگی محیط‌زیست به‌طور مکرر در چین رخ داده است (مثلاً انفجار هندوانه‌ها، شیوه‌های کشاورزی چین را مورد توجه قرار داده است https://www.theguardian.com/world/2011/may/17/ explodingwatermelons-chinese-farming). شایان ذکر است، حادثه انفجار هندوانه در سال ۲۰۱۱ تأثیر بسیار نامطلوبی بر صنعت هندوانه گذاشت. جامعه به طور گسترده از این حادثه آشفته شدند و آن را، حتی اگر هم مشخص نشد، به استفاده از فورکلرفنورون (CPPU) نسبت دادند.

تنظیم کننده های رشد گیاه عموماً ایمن در نظر گرفته می شوند. فورکلروفنورن (FCF) یک تنظیم کننده رشد گیاهی شبیه سیتوکنین است که به طور گسترده در کشاورزی برای افزایش اندازه و وزن میوه استفاده می‌شود. همچنین این ماده

به عنوان یک تنظیم کننده رشد گیاه یا علف کش/ آفت کش، به طور گسترده در کشاورزی در سراسر جهان استفاده می شود. به دلیل کارایی بالای آن برای افزایش اندازه و بهبود کیفیت میوه توسط اکثر کشاورزان استفاده می‌شود. با این حال، فورکلرفنورون به دلیل یک حادثه انفجار هندوانه که در سال ۲۰۱۱ رخ داد، مورد توجه قرار گرفت و به شهرت رسید. متعاقباً، جامعه گسترده تر از خطرات بالقوه آن برای موجودات زنده و اکوسیستم آگاه شد (Gong *et al.*, 2019).

اخیراً، برخی از باغداران کیوی‌فروت شمال کشور از سیتوکنین با نام تجاری میستردااونچی در بسته‌بندی‌های مختلف به صورت محلول‌پاشی استفاده می کنند (شکل ۵) و اثرات آن را به صورت افزایش قابل‌توجه اندازه میوه حتی در میوه‌های فرعی گل‌آذین نیز گزارش کرده‌اند. اما در مورد اثر آن در انبارداری گزارش‌های ضد و نقیضی وجود دارد که نیاز به بررسی دارد. هم‌چنین اثر این تنظیم‌کننده رشد در گل‌دهی و عملکرد تاک‌ها در سال‌های بعد از استفاده و استفاده مکرر از آن نیاز به ارزیابی دارد. علاوه براین، با توجه به عدم اطلاع از ماده مؤثره آن و باقیمانده آن در بافت میوه بهتر است که این مواد و هم میوه‌های تیمار شده از لحاظ ترکیبات مورد استفاده مورد تجزیه قرار گیرند.

شکل ۵- هورمون رشد سایتوکنین با اسامی تجاری و بسته‌بندی مختلف در بازار کشور

ثبت موارد مصرف فورکلرفنورون در برخی کشورها

خطرات سلامتی فورکلرفنورون در منابع مستند شده است، این رویداد به این واقعیت اشاره دارد که فورکلرفنورون ممکن است یک نگرانی بهداشتی باشد. فورکلرفنورون توسط آژانس حفاظت از محیط زیست ایالات متحده (EPA) در سال ۲۰۰۴ ثبت شد(https://www.epa.gov/sites/production/files 2015-04/documents/exhibit_b.pdf) و در حال حاضر در اتحادیه اروپا، آفریقای جنوبی، نیوزیلند، شیلی، مصر، فلسطین اشغالی، مکزیک و ترکیه برای استفاده در

کیوی‌فروت، انگور رومیزی یا سایر میوه ها برای افزایش اندازه میوه تصویب شده است (Pesticides and Authority, 2005). در همین حال، چین استفاده از فورکلرفنورون را برای بهبود کیفیت میوه‌های کیوی، هندوانه، خیار و انگور مجاز دانست (Valverde *et al.*, 2007; Qian *et al.*, 2018). علاوه بر این، مانند اسید ۲،۴ دی کلروفنوکسی استیک (2,4-D)، فورکلرفنورون می‌تواند زمانی که غلظت آن به اندازه کافی بالا باشد به عنوان یک علف‌کش استفاده شود (Tomlin, 2009).

آلودگی خاک و آب با فورکلرفنورون

با محلول‌پاشی مستقیم روی میوه یا شکوفه‌های جوان یا با محلول‌پاشی کل تاک از طریق سیستم‌های مه‌پاش (Arena *et al.*, 2017)، فورکلرفنورون احتمالاً می‌تواند از طریق رواناب پس از باران به خاک و آب برسد (Sharma and Awasthi, 2003). یک مطالعه خاک بی هوازی نشان داد که می توان انتظار داشت که فورکلرفنورون در سیستم های بی هوازی خاک/آب باقی بماند (Arena *et al.*, 2017)، که عمدتاً با فازهای رسوب مرتبط است، اما همچنین ممکن است با مقداری دفع احتمالی از خاک و حرکت به سمت ستون آب مرتبط باشد (Banerjee *et al.*, 2008). چندین تحقیق نشان داد که بقایای فورکلرفنورون را می‌توان در نمونه‌های میوه، رسوب و آب در غلظت های بین ۰/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم تا ۲۳/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم شناسایی کرد (Shi *et al.*, 2012; Campillo *et al.*, 2013; Ugare *et al.*, 2013; Shuiying *et al.*, 2015; Wang *et al.*, 2015).

اثرات فورکلرفنورون روی پستانداران و موجودات زنده

اگرچه فورکلرفنورون به طور گسترده در کشاورزی استفاده می شود، اطلاعات کمی در مورد سمیت بالقوه یا عواقب آن پس از قرار گرفتن در معرض آن وجود دارد. تنها چند مطالعه اثرات سمی احتمالی را در پستانداران و موجودات آبزی بررسی کرده اند. بر اساس برگه اطلاعات آفت کش EPA، فورکلرفنورون لزوما برای محیط زیست، حیوانات و به طور بالقوه انسان بی ضرر نیست (Arena *et al.*, 2017). عوارض جانبی در مطالعات حیوانی شامل افزایش بروز آلوپسی (ریزش مو) و مرگ و میر نوزادان، همراه با کاهش وزن هنگام تولد و اندازه بستر بود. فورکلرفنورون همچنین به عنوان "به طور حاد برای ماهیان آب شیرین نسبتا سمی شناخته شده است (Arena *et al.*, 2017). به همین ترتیب، مطالعات سمیت حاد

روی آفتاب‌ماهی (Lepomis macrochirus) و قزل‌آلای رنگین‌کمان (Oncorhynchus mykiss) ثابت کرد که فورکلرفنورون به‌ترتیب با LC50s ۸/۸ و ۹/۲ میلی‌گرم در میلی‌لیتر برای ماهی نسبتاً سمی است (Arena *et al.*, 2017). علاوه بر این، پس از قرار گرفتن در معرض مزمن با ۵ میلی‌گرم در میلی لیتر فورکلرفنورون طی ۲۸ روز، میزان بقای قزل آلای جوان در مقایسه با شاهد به ۳۳ درصد کاهش یافت. یک مطالعه آزمایشگاهی نشان داد که فورکلرفنورون برای سلول‌های طبیعی تخمدان همستر چینی (CHO)، با مقدار IC50 ۲/۱ ± ۱۲/۱ میلی‌مولار سمی بود (Zhang *et al.*, 2015). اگرچه سمیت فورکلرفنورون اغلب در موجودات مختلف آبزی و سلول های پستانداران نشان داده شده است، مکانیسم آن هنوز نامشخص است. با توجه به استفاده گسترده و در دسترس بودن آن برای انسان، سمیت بالقوه فورکلرفنورون شایسته مطالعه است.

اطلاعات منتشر شده در مورد مشخصات ایمنی فورکلرفنورون ناکافی است، به خصوص که در عملکرد تخمدان نقش دارد. با این حال، سوء استفاده از فورکلرفنورون به طور فزاینده‌ای باعث نگرانی، به ویژه در چین شده است. بنابراین، ایمنی فورکلرفنورون باید به طور تجربی به دقت تایید شود، به خصوص که ممکن است سطوح باقیمانده بالایی در غذاها باقی بگذارد (Qia *et al.*, ۲۰۱۹).

برخی از مطالعات برای ارزیابی سمیت بالقوه فورکلرفنورون انجام شده است. مطالعات منتشر شده قبلی سمیت کم حاد و تحت مزمن دهان، سمیت پوستی و تحریک خفیف چشم را نشان داده است. ارزیابی فورکلرفنورون فعال جدید در محصول sitofex EC10 تنظیم کننده رشد گیاه توسط اداره آفت کش‌ها و داروهای دامپزشکی استرالیا (۲۰۰۵) گزارش شده است. فورکلرفنورون سمیت خوراکی کمی دارد و دوز کشنده خوراکی حاد (LD50) در موش‌های نر ۴۹۴۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم و در موش‌های ماده ۴۸۹۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم اندازه‌گیری شد (Arena *et al.*, 2017; Zhang *et al.*, 2015).

سطح بدون عوارض جانبی مشاهده نشده فورکلرفنورون بر اساس اثرات کبد و کلیه در یک مطالعه ۹۰ روزه موش ۱۶.۲ میلی گرم بر کیلوگرم بود. درمان ۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم فورکلرفنورون به طور کلی به کاهش وزن بدن، افزایش وزن کلیه و تغییرات در پارامترهای خونی در یک مطالعه ۱۲ ماهه سگ محدود شد. سازمان ایمنی غذای اروپا، یک انتشار

قبلی گزارش داد که سطوح بالای فورکلرفنورون (۱۱۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم برای مردان و ۲۰۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم برای زنان) علائم بالینی را القا می‌کند، همچنین مصرف غذا و وزن بدن را در نسل‌های F1 و F2 از موش ها اندکی کاهش می‌دهد (Arena *et al.*, 2017).

در مطالعه سمیت مزمن فورکلرفنورون با تغذیه با دوزهای ۰، ۰.۶ و ۶۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن در موش‌های صحرایی Sprague-Dawley به مدت ۱۸۰ روز انجام و طراحی شد. در طول تجویز ۱۸۰ روزه فورکلرفنورون، هیچ تغییر بیولوژیکی مرتبطی در وزن بدن، علائم بالینی، مصرف غذا، وزن اندام، هماتولوژی و بیوشیمی بالینی حیوانات مورد آزمایش مشاهده نشد. با این حال، ارزیابی های ماکروسکوپی و میکروسکوپی وجود هیدرومتر شدید در رحم و تغییرات پاتولوژیک در تخمدان ها را نشان داد. علاوه بر این، مشخص شد که فورکلرفنورون از تکثیر سلول‌های گرانولوزا (GCs) و سلول‌های H295R جلوگیری می‌کند، و همچنین بیان CYP17A1 و CYP19A1 در تولید استرادیول و پروژسترون را کاهش می‌دهد، که منجر به کاهش استروئیدزایی در سلول‌های GCs و H295R می‌شود. در مجموع، یافته‌های ما نشان می‌دهد که FCF دارای اثرات نامطلوب بالقوه در تخمدان‌ها و استروئیدوژنز است (Qia *et al.*, ۲۰۱۹).

در مطالعه ارزیابی اثرات فورکلرفنورون بر بقا، مورفولوژی و عملکرد قلب و همچنین سیستم خون‌سازی گورخرماهی (*Danio rerio*)، مقدار قابل توجه، فورکلرفنورون (2.5-12.5 mg/ml–) باعث تغییر شکل مورفولوژی قلب، اختلال عملکرد انقباضی قلب و کاهش گلبول های قرمز در ماهی گورخری شد. به طور مداوم، سطوح بیان mRNA چندین نشانگر ژن قلبی و خونساز (myl7، gata4، mef2c، amhc، vmhc و gata1) با تیمار فورکلرفنورون تغییر یافت. علاوه بر این، فورکلرفنورون باعث سمیت سلولی، تخریب اسکلت سلولی و کاهش بیان پروتئین‌های مربوطه (Myl7، Gata4 و Mef2c) در کاردیومیوسیت‌های H9c2 در شرایط آزمایشگاهی شد. روی هم رفته، این مطالعه سمیت قلبی فورکلرفنورون را در مدل‌های تجربی مختلف شناسایی کرده و درک پژوهش‌گران را در مورد مکانیسم زیربنایی سمیت فورکلرفنورون برای موجودات زنده افزایش داده است (Gong *et al.*, 2019).

مصرف فورکلرفنورون در کیوی‌فروت و باقی‌مانده آن در میوه

همان طور که ذکر شد نکته بسیار مهم در استفاده از تنظیم‌کننده‌های شیمیایی، بخصوص ترکیبات مورد استفاده روی میوه کیوی‌فروت، ارزیابی میزان باقیمانده مواد در میوه است. بررسی باقیمانده فورکلرفنورون در میوه حاکی از کاهش سریع و مداوم باقیمانده‌های فورکلرفنورون در بافت‌های کیوی‌فروت بود (Ainalidou *et al.*, 2015). در همه موارد، کاهش در ده روز اول بالا بود و پس از آن زمان به تدریج انجام شد. با توجه به کاربرد فورکلرفنورون در مراحل اولیه باردهی، انتظار می‌رود سطوح باقیمانده در میوه‌ها بسیار کم باشد که سرعت رشد میوه عامل اصلی کاهش باقیمانده‌ها است. این یافته با نتایج مربوط به کاهش باقیمانده فورکلرفنورون در انگور و مرکبات مطابقت داشت (Ugare *et al.*, 2013; Chen *et al.*, 2013). اگرچه مقادیر نیمه‌عمر در بین محصولات مختلف متفاوت است (Chen *et al.*, 2013). این تنوع در بین محصولات مختلف ممکن است به تفاوت در خواص فیزیکی و / یا شیمیایی بافت‌ها، مانند فاکتور رقت رشد، محتوای آب و نسبت اسید به باز نسبت داده شود (Chen *et al.*, 2013). فاکتور رقت رشد برای سرعت اتلاف فورکلرفنورون شناسایی شده در مطالعه آینالیدو و همکاران (2015) نیز مشهود بود. در غیاب گرده‌افشان‌ها، جایی که میوه‌های کوچک (کاهش اندازه سه برابری) رشد می‌کردند، رسوب اولیه فورکلرفنورون بیشتر بود و در نتیجه نیمه‌عمر در مقایسه با میوه‌های سایر تیمارها (فورکلرفنورون باضافه گرده‌افشان تکمیلی و فورکلرفنورون باضافه زنبورهای گرده‌افشان) بیشتر بود (Ainalidou *et al.*, 2015). با این وجود، نیمه عمر باقیمانده‌های فورکلرفنورون کمتر از ۶ روز بود و ۲۸ روز پس از استفاده، باقی‌مانده‌های فورکلرفنورون در تمام تیمارها حذف شدند. Negre و همکاران (۲۰۱۴)، رفتار اتلاف مشابه فورکلرفنورون در کیوی‌فروت و نیمه عمر ۱۰ روز را گزارش کرد. در نتیجه بقایای فورکلرفنورون ناچیزی در کیوی‌فروت در هنگام برداشت (۵ ماه پس از کاربرد فورکلرفنورون) انتظار می‌رفت، همانطور که پترسون و همکاران (۱۹۹۳)، کوبایاشی و همکاران (۲۰۰۷) و نگر و همکاران (۲۰۱۴) نیز گزارش دادند. همه این گزارش‌ها از تصمیم اخیر اتحادیه اروپا برای اصلاح MRLS (حداکثر سطح باقیمانده مواد) موجود برای فورکلرفنورون حمایت می‌کنند.

کاهش اثرات سمی فورکلرفنورون در کیوی‌فروت

تنظیم‌کننده رشد فورکلرفنورون به طور گسترده برای کیوی‌های با گوشت قرمز "Donghong" استفاده می‌شود، اما دارای خواص سم شناسی است (Wang *et al.*, 2022). برای کاهش اثرات منفی غلظت‌های بالای تنظیم‌کننده‌های رشد

فورکلرفنورون برسلامت مصرف کننده و در عین حال حفظ اثرات اصلی آنها بر میزان رشد میوه، می‌توان همراه آنها از ترکیبات دیگر استفاده کرد. در پژوهش انجام شده با مصرف فورکلرفنورون با براسینواستروئید هیدروکسیل شده (hydroxylated brassinosteroid (14-OH BR)، نتایج نشان داد که فورکلرفنورون در غلظت ۵ میلی‌گرم در لیتر فورکلرفنورون به اضافه ۰/۱۵ میلی‌گرم در لیتر براسینواستروئید هیدروکسیل شده تقریباً اثری برابر با ۱۰ میلی‌گرم در لیتر فورکلرفنورون داشت که عملکرد و کیفیت کیوی‌فروت را حفظ می‌کند و همچنین زمان پس از برداشت را افزایش می‌دهد. داده‌های توالی‌یابی رونوشت نشان داد که تنظیم 14-OH BR روی رشد کیوی‌فروت عمدتاً با فعال کردن سیگنال‌های براسینواستروئیدی (BR) عمل می‌کند تا سیگنال‌دهی سایر تنظیم‌کننده‌های رشد درون‌زا از جمله اکسین را به‌طور هم‌افزایی و آنتاگونیستی تحریک کند (Wang *et al.*, 2022).

نتیجه گیری

در مطالعه انجام شده سعی شده به مکانیزم عمل هورمونها و محرکهای رشد توجه گردد . اکرچه سرنخ هایی در خصوص عملکرد آنها بدست آمده ولی اطلاعات قطعی در باره مکانیزم عمل این مواد بسیار پراکنده است و تفسیر های آن از جنبه متابولیسم گیاهی ، به علت عکس العمل های متقابل ، پیچیده می باشد. قاعده کلی این است که هورمون ها باید اثرات خود را طی فعل و انفعالات پیچیده در یک یا چند نقطعه در سیستم متابولیسمی ایجاد کنند که اثراتی روی ساخته شدن یا عمل آنزیم ها خواهد داشت .

شواهدی هست که برخی از این مواد ممکن است در مراحلی از توالی جریانات متابولیسمی که از ساخته شدن DNA آغاز و منتهی به ساخته شدن آنزیم می شود عمل نماید. یک تفسیر احتمالی این است که هورمونها در برخی از این فعل و انفعالات بزرگ شرکت می کنند که منجر به واکنشهای نهایی مختلف می شود . تفسیر دیگر آنکه هورمونها از نظر بیوشیمی از چنان تنوعی برخوردار هستند که می توانند در تعدادی از واکنشها درسیستم متابولیستی شرکت نمایند . تنوع

محصولات و مواد محرک های رشد در حال حاضر با برندهای متفاوت و کاربردهای مختلف بسیار زیاد می باشد که با توجه به مطالب بالا می توانند مفید و یا مضر باشند که نیازمند مطالعات بیشتر در این خصوص می باشد.

باتوجه به ارزش بالای غذایی محصول کیوی و افزایش سرانه مصرف در سطح جامعه و همچنین بهره وری بالای آن در واحد سطح و درآمد ناشی از آن و صادراتی بودن و ارزآوری این محصول با توجه به رتبه بالای آن در تولید و صادرات دربین کشورهای جهان توجه همه جانبه به شرایط تولید و استفاده از مواد مغذی (کودها) و سموم برای دفع آفات و بیماری ها همچنین استفاده از محرک های رشد در جهت کاهش تنش های گیاهی و بازار پسندی و مرغوبیت محصول و افزایش گلدهی و جلوگیری از بسیاری موارد که موجب کاهش محصول می گردد لزوم مطالعه بیشتر در این خصوص و اطلاع رسانی جامع برای کشاورزان در جهت مصرف این مواد و آگاهی در خصوص مزایا و معایب آن ضروری بوده و در دستور کار مراکز علمی و پژوهشی و همچنین دستگاه های اجرایی نظیر سازمان جهاد کشاورزی قرار گرفته است.

با توجه به شناخت بیش از ۱۱۵ گروه ماده تنظیم کننده رشد که انواع گیاهی آن اکسین ها، سیتوکنین ها ، جیبریلین ها و غیره می باشد و مزایای فراوان آن شامل ، افزایش تولید، افزایش بازار پسندی، بهبود انبارداری و انبارمانی محصولات،کاهش هزینه های کارگری، تعیین جنسیت گل به دلخواه تولید کننده، سازگاری با محیط زیست وغیره و همچنین معایب استفاده از آن نظیر ورود ناخواسته هورمونها به محصولات، خاک وآبهای زیر زمینی، سمیت بلقوه این مواد بر انسان و جانوران، اختلال در رشد وتولید مثل و غیره انواع مختلفی از این مواد با برندهای متفاوت در بازار در اختیار باغداران قرار می گیرد که پر مصرف ترین آنها جیبریلین ها و اکسین ها می باشد. اما تا کنون هیچگونه استانداردی برای تنظیم کننده های رشد گیاهی در کشور ایران تعریف نشده و تنها منبع علمی آن همان استانداردهای جهانی که در مراکزی مثل فاقو ویا غیره ثبت شده می باشد.

با توجه به حساسیت سازمان حفظ نباتات در خصوص مانده مواد مصرفی درگیاه و تاثیر آن بر انسان و همچنین تاثیر ماندگاری این مواد در میوه و پدیدآمدن مشکلات صادراتی در بازارهای بین المللی حساسیت امر دوچندان گردیده است.

با این وجود علی رغم استفاده همه گیر محرک های رشد دربین تولیدکنندگان و مصرف بالای آن ، دستورالعمل اجرایی در خصوص میزان مصرف و نوع مواد مصرفی از طرف سازمان های مرتبط وجود نداشته که امید است با مشارکت همه

سازمان های دولتی و غیر دولتی راهکار مناسبی در جهت شفاف سازی نحوه بهینه مصرف این مواد دربین کشاورزان ارایه گردد.

منابع

احمدی جلالی مقدم، م. ۱۳۹۲. بررسی زنجیره ارزش و تحلیل توان رقابتی محصول کیوی در استان گیلان. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه کردستان.

پورابراهیمی، م. و سعید عشقی، س. ۱۳۹۸. اثر زمان کاربرد و غلظت دورمکس (هیدروژن سیانامید) و روغن ولک بر شکفتن جوانه، رشد و ویژگی‌های خشک‌میوه پسته اکبری. ۴(۷): ۷۶-۹۴.

عابدی قشلاقی.، ا. ۱۴۰۲. کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی در پرورش کیوی‌فروت. نشریه فنی، پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری. ۲۰ ص.

عابدی قشلاقی.، ا. ۱۳۹۶. اثر سیانامید هیدروژن روی برخی صفات فنولوژی کیوی‌فروت. اولین همایش ملی فرصت ها و محدودیت های سرمایه گذاری در آستارا. ۲۶-۲۷ بهمن ۱۳۹۶، آستارا.

عابدی قشلاقی، ا.، قاسمی، م.۱۳۹۷. بررسی سیانامید هیدروژن و تیوره‌آ بر رکود و فنولوژی کیوی‌فروت رقم هایوارد. دومین سمپوزیوم ملی میوه‌های ریز. ۱۴-۱۵ شهریور ۱۳۹۷. ساری.

قاسم نژاد، م..، امینی فر، ر. ۱۴۰۰. 'اثر تیمار حلقه‌برداری و کاربرد فورکلروفنورون بر کیفیت و عمر انبارمانی میوه کیوی رقم' هایوارد ' (*Actinidia deliciosa* cv. 'Hayward')', مجله پژوهش‌های تولید گیاهی۲۸ (۳): ۸۹-۱۰۲.

مرادی، فواد. ۱۳۹۵. تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی در گذشته، حال و آینده. *یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی*95-71 ,(2)5.

هویدا، م.، قاسم نژاد، م. و خلقی اشکلک، ع. ۱۳۹۹. اثر هیدروژن سیانامید بر گلدهی، عملکرد و کیفیت میوه کیوی رقم هایوارد در شرق استان گیلان. مجله علوم و فنون باغبانی ایران. ۲۱ (۴) : ۴۶۰-۴۴۹.

Abd Eldaim, M.A., Tousson, E., El Sayed, I.E.T., Awd, W.M., 2019. Ameliorative effects of Saussurea lappa root aqueous extract against Ethephon-induced reproductive toxicity in male rats. Environ. Toxicol. 34, 150e159.

Ahmed, F.F.; Ibrahim, H.I.M.; Abada, M.A.M.; Osman, M.M.M. 2014. Using plant extracts and chemical rest breakages for breaking bud dormancy and improving productivity of superior grapevines growing under hot climates. World Rural Obs., 6, 8–18.

Ainalidou A, Karamanoli K, Menkissoglu-Spiroudi U, Diamantidis G, Matsi T. 2015. CPPU treatment and pollination: their combined effect on kiwifruit growth and quality. Scientia Horticulturae 193:147–154.

Ajay Kumar Banyal and Sanjeev Kumar Banyal. 2020. Forchlorfenuron (CPPU): A Promising Plant Growth Regulator Augments Fruit Size, Fruit Weight, Quality and Yield of Kiwifruit (Actinidia deliciosa) cv. Hayward. Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci 9(5): 2091-2101.

Ali, M.T., Iqbal, U., Mushtaq, R., Parray, E.A., Ibrahim, A., Jan, S.M., Kundoo, A.A., Shah, I.S. and Wani, M.A. 2017. Effect of plant growth regulators on rooting of Kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) cuttings. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 6(6): 514-516.

Antognozzi E, Battistelli A, Famiani F, Moscatello S, Stanica F, Tombesi A. 1996. Influence of CPPU on carbohydrate accumulation and metabolism in fruits of *Actinidia deliciosa* (A. Chev.). Scientia Horticulturae 65(1):37–47

Arena, M.; Auteri, D.; Barmaz, S.; Bellisai, G.; Brancato, A.; Brocca, D.; Bura, L.; Byers, H.; Chiusolo, A.; Court Marques, D. 2017. Peer review of the pesticide risk assessment of the active substance forchlorfenuron. Efsa J. 15 (6), 4874.

Babita, A. 2012. Effect of Dormex, CPPU and manual fruit thinning on fruit yield and quality of kiwifruit (*Actinidia deliciosa* Chev.). M.Sc. Thesis submitted to Dr YSP UHF, Nauni, Solan (HP).

Beauvieux, R.; Wenden, B.; Dirlewanger, E. 2018. Bud dormancy in perennial fruit tree species: A pivotal role for oxidative cues. Front. Plant Sci. 9, 657.

Ben Mohamed, H., Vadel, M.A., Geuns, J.M.C. and Khemira, H. 2012. Carbohydrate changes during dormancy release in Superior Seedless grapevine cuttings following hydrogen cyanamide treatment. Scientia Horticulturae, 140: 19-25.

Benková E. 2016. Plant hormones in interactions with the environment. Plant Mol. Biol. 1, 91 (6): 597.

Cakalli, A., Ismaili, H., Kullaj, E., Shishmani, E. and Bode, D. 2017. Evaluating the multiplication of kiwifruit (*A. deliciosa*) with the cuttings treated by some rooting hormones. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 6(3): 2128-2133.

Celik, I., Tuluce, Y., 2007. Determination of toxicity of subacute treatment of some plant growth regulators on rats. Environ. Toxicol. 22, 613e619.

Chadha, K.L. 1995. Status of post harvest technology of fruits. Pro.of PhalaSamskarana. pp:1-5

Childerhouse, E. 2009.The effect of a natural plant extract and synthetic plant growth regulators on growth, quality and endogenous hormones of Actinidia chinensis and Actinidia deliciosa fruit. Massey Un. New Zealand.1-161.

Cooper, T. L. González, J. Retamales.,2008, Effects of CPPU on quality and postharvest life of kiwifruit., Acta Hort. 796, ISHS,167-172.

Costa. C., Stassen, P.J.C. and Mudzunga, J. 2004. Chemical rest breaking agents for theSouth African pome and stone fruit industry. Acta Hortic. 636: 295–302.

Cruz, J. G., Castillo, 2010, Organogenesis potential for kiwifruit (Actinidia deliciosa) cuttings and pedicel treated with Agromil-Plus®.193-196

Cruz-Castilloa, J.G., Woolley, D.J. and Lawes, G.S. 2002. Kiwifruit size and CPPU response are influenced by the time of anthesis. Scientia Horticulturae, 95: 25-30.

Dos Santos, R.F.; Marques, L.O.D.; Mello-Farias, P.; Martins, C.R.; Konzen, L.H.; Carvalho, I.R.; Malgarim, M.B. 2020. Bud break induction in kiwifruit vines cultivated in an organic system by the biological method of single node cutting. Bragantia-Campinas. 79:260-267.

Engin, H., Gökbayrak Z. and Dardeniz A. 2010. Effects of Hydrogen Cyanamide on the Floral Morphogenesis of Kiwifruit Buds. Chilean Journal of Agricultural Research, 70(3):503-509.

Erez, A. 1995. Means to compensate for insufficient chilling to improve bloom and leafing, Acta. Horticulturae, 81-95.

Gong, Guiyi; Kam, Hiotong; Tse, Yuchung; Lee, Simon Mingyuen. 2019. Cardiotoxicity of forchlorfenuron (CPPU) in zebrafish (Danio rerio) and H9c2 cardiomyocytes. Chemosphere 235: 153-162.

Guerriero, P., Scalabrelli, G. and Grazzini. G. 1990. Chilling effect on inhibition removal in kiwifruit dormant lateral buds. Acta Horticulturae, 282:79-8.

He J, Wu D, Zhang Q, Chen H, Li H, Han Q, Dong H. 2018. Efficacy and mechanism of cinnamon essential oil on inhibition of colletotrichum acutatum isolated from 'Hongyang'. Frontiers in Microbiology 9:1288 DOI 10.3389/fmicb.2018.01288.

Hernandez, G. and Craig, R. 2015. Exploring alternative bud break enhancing product in 'Zesy003' (Gold 9) by painting application. pp 279-288. In: Advances in Plant Dormancy, J.V. Anderson, Eds. Springer International Publishing Switzerland.

IPCC. 2013. Working Group I contribution to the IPCC Fifth Assessment Report. Climate Change: the physical science basis, Cambridge, United Kingdom, Cambridge University Press.

Iwahori,S.,Tominaga,S., and Yamasaki, T.1988. Stimulation of fruit growth of kiwifruit, Actinidia chinensis plant, by N–(2- choloro-4– pyridyl)- N'-phenylurea, a diphenylurea – derivative cytokinin. Scientia Hort. 35:109-115.

Jameel, J.M.D., Sharma, R.R. and Pal, R.K. 2011. 1-MCP delays ripening and enhances shelf life and quality of Kiwifruit. Acta Horticulturae, 913: 373-377.

Lema, N., González, S. and Salinero, C. 2003. Influencia de la aplicación de fitorreguladores en el patrón de desarrollo y acumulación estacional de carbohidratos en el fruto de kiwi, en Pontevedra. X Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas ,SECH. Actas de Horticultura 39:295–296.

Ljung K. 2013. Auxin metabolism and homeostasis during plant development. Development. Mar 1, 140 (5): 943-50.

Lorenzo, E.R., Lastra, B., Otero, V. and Gallego, P.P. 2007. Effects of Three Plant Growth Regulators on Kiwifruit Development. Acta Horticulturae, 753:549-554.

Or, E., Vilozny, I., Fennell, A., Eyal, Y. and Ogrodovitch, A. 2002. Dormancy in grape buds: isolation and characterization of catalase cDNA and analysis of its expression following chemical induction of bud dormancy release. Plant Science, 162: 121–130.

Orrantia-Araujo, M.A.; Martínez-Téllez, M.A.; Corrales-Maldonado, C.; Rivera-Domínguez, M.; Vargas-Arispuro, I. Changes in glutathione and glutathione disulfide content in dormant grapevine buds treated with garli compound mix to break dormancy. Sci. Hortic. 2019, 246, 407–410.

Pramanick, K.K., Kashyap, P., Kishore, D.K. and Sharma, Y.P. 2015. Effect of summer pruning and CPPU on yield and quality of kiwifruit (Actinidia deliciosa). Journal of Environmental Biology, 36: 351-356.

Qian Bu, Xiaoyan Wang, Hongcheng Xie, Kai Zhong, Yanping Wu, Jiaqi zhang, Zhengshu Wang, Hong Gao , Yina Huang. 2019. A 180-Day Repeat--dose Toxicity Study of Forchlorfenuron in Sprague-Dawley Rats 4 and Its Effects on the Production of Steroid Hormones. Journal of Agricultural and Food Chemistry.1-31.

Qiu G-l, Zhuang Q-g, Li Y-f, Li S-y, Chen C, Li Z-h, Zhao Y-y, Yang Y, Liu Z-b. 2020. Correlation between fruit weight and nutritional metabolism during development in CPPU-treated Actinidia chinensis 'Hongyang'. PeerJ 8:e9724 DOI 10.7717/peerj.9724

Sakthivel P, Sharma N, Klahn P, Gereke M, Bruder D. 2016. Abscisic acid: a phytohormone and mammalian cytokine as novel pharmacon with potential for future development into clinical applications. Cur. Medic. Chem. 1, 23 (15): 154970.

Salama, Abdel-Moety & Ezzat, Ahmed & El-Ramady, Hassan & Alam-Eldein, Shamel & Okba, Sameh & Elmenofy, Hayam & Hassan, Islam & Illés, Attila & Imre, Holb. 2021. Temperate Fruit Trees under Climate Change: Challenges for Dormancy and Chilling Requirements in Warm Winter Regions. Horticulturae. 7. 1-18. 10.3390/horticulturae7040086.

Saure, M. 1985. Dormancy release in deciduous fruit trees. Horticultural Review, (7): 239–299.

Seif El-Yazal, M., Seif El-Yazal, S.A., Morsi. M. and Rady, M.M. 2019. Onion Extract Application Effects on Flowering Behavior and Yield, and a few Chemical Constituents of Shoots throughout Dormancy Break in "Anna" Apple Trees. Journal of Horticulture and Plant Research. 7. 1-15.

Seif El-Yazal, M.A. and Rady, M.M. 2013. Foliar-applied DormexTM or thiourea-enhanced proline and biogenic amine contents and hastened breaking bud dormancy in "Ain Shemer" apple trees. Trees, 27(1):161-169.

Smékalová V, Doskočilová A, Komis G, Šamaj J. 2014. Crosstalk between secondary messengers, hormones and MAPK modules during abiotic stress signalling in plants. Biotech. Adv. 28, 32 (1): 2-11.

Subhadrabandhu, S. 1995 Problems in growing deciduous fruits in warm tropics. Acta Horticulturae, 69-80.

Taiz L and Zeiger E. 2014. Plant Physiology, Sixth Edition. Sinauer Associates. Sunderland, MA. 782 p.

Walton, E.F., Clark, C.J. and Boldingh, H. L. 1991. Effect of hydrogen cyanamid on amino acid profiles in kiwifruit buds during budbreak. Plant Physiology, 1256 1259.

Wang, K.S., Lu, C.Y., Chang, S.H., 2011. Evaluation of acute toxicity and teratogenic effects of plant growth regulators by Daphnia magna embryo assay. J. Hazard Mater. 190, 520e528.

Wang, Q., Yang, Z., 2016. Industrial water pollution, water environment treatment, and health risks in China. Environ. Pollut. 218, 358e365.

Wang, R.C., Zeng, Z.L., Pang, L.P., Yang, X.X. and Shi, H. 2015. Effects of postharvest treatments on storability of Actinidia arguta kiwifruit. Acta Horticulturae, 1096: 461-466.

Wang, S., Jin, H., Tang, Q., Fu, J., Ren, Z., Peng, C., Shang, L., Hao, W., Wei, X., 2017. The effect of ethephon on immune system in male offspring of mice. Environ. Toxicol. Pharmacol. 49, 119e123.

Wang, Y.; Ma, B.; Li, Y.; Wu, D.; Du, B.; Wang, H.; Yang, P.; Ren, D;. Wang, X.; Huang, J. 2022. The Plant Growth Regulator 14-OH BR Can Minimize the Application Content of CPPU in Kiwifruit (Actinidia chinensis) 'Donghong' and Increase Postharvest Time without Sacrificing the Yield. Processes, 10, 2345. https://doi.org/10.3390/pr10112345.

Zhang, Z. W.; Guo, K. Q.; Bai, Y. B.; Dong, J.; Gao, Z. H.; Yuan, Y. H.; Wang, Y.; Liu, L. P.; Yue, T. L. 2015. Identification, synthesis, and safety assessment of forchlorfenuron (1-(2-chloro-4-pyridyl)-3-phenylurea) and its metabolites in kiwifruits. J. Agric. Food Chem. 63 (11), 3059-3066.

Zhang, Y., Dan, Y., Chunying, L. and Shupeng, G. 2018. Dynamic of carbohydrate metabolism and the related genes highlights PPP pathway activation during chilling induced bud dormancy release in tree peony (Paeonia suffruticosa). Scientia Horticulturae 242:36-43.

Zhuang, W.; Gao, Z.; Wen, L.; Huo, X.; Cai, B.; Zhang, Z. 2015. Metabolic changes upon flower bud break in Japanese apricot are enhanced by exogenous GA4. Hortic. Res. 2, 15046.

Ziosi, V., Di Nardo, A., Fontana, A., Vitali, F. and Costa, G. 2015. Effect of BLUPRINS® application on bud release from dormancy in kiwifruit, Cherry, and Table Grape. pp 301-308. In: Advances in Plant Dormancy, J.V. Anderson, Eds. Springer International Publishing Switzerland.