

اثر محلول‌پاشی ترکیبات زیستی آمینوسورن و کیتوپلاس بر برخی ویژگی‌های هلو رقم آلبرتا

صابر تراب‌احمدی^۱، بهرام عابدی^{۲*} و جواد کامران‌فر^۳

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۶/۸ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۴/۲۱)

چکیده

کارایی پایین تغذیه خاکی و کاهش میزان عملکرد درختان هلو در استان خراسان رضوی نسبت به متوسط عملکرد کشور در سالیان اخیر، شناسایی روش‌های تغذیه مناسب جهت بهبود عملکرد هلو را از اهمیت زیادی برخوردار کرده است. به همین منظور ارزیابی اثر محلول‌پاشی سطوح مختلف ترکیبات آمینواسیدی، کیتوسان و اثرات متقابل آن‌ها، روی هلو رقم آلبرتا به صورت فاکتوریل و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سال ۱۳۹۸ اجرا شد. فاکتور اول، آمینواسید از منبع آمینوسورن در سه سطح ۰، ۱ و ۲ میلی‌گرم در لیتر و فاکتور دوم کیتوسان از منبع کیتوپلاس در سه سطح ۰، ۲ و ۴ میلی‌گرم در لیتر به صورت محلول‌پاشی مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد محلول‌پاشی سطوح کیتوپلاس میزان کلروفیل کل و سفتی بافت میوه را به میزان ۲۵ و ۲۳ درصد نسبت به عدم کاربرد کیتوسان افزایش داد که این اختلاف از لحاظ آماری معنی‌دار بود. همچنین مشخص شد کاربرد توأم آمینوسورن و کیتوپلاس در سطح ۲ و ۴ میلی‌گرم در لیتر بیشترین تأثیر را در بهبود صفات میزان کلروفیل کل (۴/۹۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر)، سطح برگ (۴۰/۶۱ سانتی‌مترمربع)، عملکرد درخت (۳/۹۷ کیلوگرم در درخت)، متوسط وزن میوه (۲۰۸/۵ گرم) ویتامین ث (۵/۶۹ میلی‌گرم بر صد گرم وزن تر) و سفتی بافت میوه (کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع) داشت. بر اساس یافته‌های این تحقیق مشخص شد کاربرد آمینوسورن اثرهای مثبت بیشتری را نسبت به کیتوپلاس، بر عملکرد داشت. در مجموع با توجه به نتایج این پژوهش ترکیب کودهای حاوی اسید آمینه و کیتوپلاس می‌تواند نقش بسزایی را در بهبود برخی ویژگی‌های کمی و کیفی هلو ایفا کند.

کلمات کلیدی: آمینواسید، سطح برگ، سفتی بافت، کیتوسان، هلو

۱- دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران.

۲- دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

۳- دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

* پست الکترونیک: abedyi@um.ac.ir

مقدمه

هلو (*Prunus persica*) از خانواده گلسرخیان (*Rosaceae*) یکی از مهم‌ترین میوه‌های مناطق معتدله می‌باشد که به خاطر ارزش غذایی زیاد و بازارپسندی مناسب از جمله محصولات مهم ایران نیز محسوب می‌شود. این محصول بعد از سیب بیشترین سازگاری را به مناطق آب و هوایی مختلف دارد و در بین میوه‌های هسته‌دار بیشترین سطح زیرکشت و تولید را دارد (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۹۸) و با توجه به نیاز بازار و قابلیت تولید آن می‌تواند به محصول بسیار سود آفرینی تبدیل شود که به عنوان یکی از منابع تأمین ارز انگیزه زیادی را برای رونق اقتصادی کشور ایجاد می‌نماید. میوه هلو حاوی تنوع بی‌نظیری از ترکیبات فعال بیولوژیکی مانند ویتامین ث، کربوهیدرات، مواد معدنی مغذی، اسیدهای آلی، کاروتنوئیدها، فلاونوئیدها و فنل‌ها می‌باشد که به عنوان آنتی‌اکسیدان عمل می‌کنند و از نظر تغذیه‌ای و سلامتی بسیار مورد توجه مصرف‌کنندگان می‌باشد (فائو^۱، ۲۰۱۶). میوه هلو یکی از فاسدشدنی‌ترین میوه‌ها به حساب می‌آید و مستعد ابتلا به انواع بیماری‌ها (آنتراکنوز، لکه غربالی، گال و ...) و آفات در مراحل مختلف رشدی می‌باشد که این مشکلات تأثیر زیادی در کیفیت و آلودگی قبل از برداشت هلو دارند از جمله تغییر رنگ و ... به دلیل فسادپذیری میوه کیفیت خود را پس از برداشت پس از مدت کوتاهی از دست می‌دهد. به منظور افزایش ماندگاری هلو و ثبات کیفیت آن برای تأمین تقاضای مصرف‌کننده از محلول پاشی مواد مغذی در طول مراحل مختلف رشدی استفاده می‌شود (هارتمن^۲، ۲۰۰۷).

بر اساس آخرین آمار سازمان خوار و بار جهانی (فائو) در سال ۲۰۱۹، تولید هلو و شلیل در جهان حدود ۲۵/۸ میلیون بوده که کشور چین با تولید ۱۵۸۲۵۷۵ در سال، بزرگترین کشور تولیدکننده این میوه در جهان است. ایران با تولید ۵۹۱۴۱۲ تن هلو و شلیل در رتبه هفتم دنیا و دوم منطقه خاورمیانه پس از ترکیه قرار دارد. یکی از استان‌های مهم تولیدکننده هلو در ایران خراسان رضوی می‌باشد با سطح زیرکشت ۲۸۲۳ هکتار و تولید ۱۶۰۲۴ تن و متوسط میزان عملکرد ۶۳۱۳ که نسبت به متوسط میزان عملکرد کشور (۱۵۳۱۹) تقریباً ۹ تن کمتر است (آمارنامه جهاد کشاورزی، ۱۳۹۸).

با استناد به آماری که بررسی شد میزان عملکرد هلو در استان خراسان رضوی دچار مشکلاتی شده است که شوری و تجمع املاح، جذب سدیم بالا و محدودیت جذب عناصر غذایی توسط ریشه در محیط‌های قلیایی و بازدهی کم، می‌تواند از مهم‌ترین دلایل این کاهش عملکرد باشد.

مصرف ناآگاهانه ترکیبات شیمیایی، قلیائیت و سطوح بالای بی‌کربنات محلول در خاک و آهکی بودن خاک منجر به عدم قابلیت جذب و تثبیت عناصر غذایی در خاک‌ها شده و سطح عملکرد کوددهی به روش خاکی را به شدت کاهش داده است. مصرف کودها به روش محلول پاشی ضمن حفظ جنبه‌های اقتصادی و اثربخشی سریع موجب حفظ محیط زیست، ممانعت از تخریب ساختمان فیزیکی-شیمیایی خاک و ممانعت از برهم خوردن تعادل مواد غذایی خاک شده که تمامی آن‌ها در راستای رسیدن به کشاورزی پایدار بسیار سودمند است (جیحونی، ۱۳۹۳). تغذیه از طریق برگ یکی از عملیات متداول برای رساندن مواد غذایی به تمام شاخ و برگ گیاه است. محلول پاشی برگ با تغذیه بهتر و سریعتر می‌تواند باعث افزایش محصول با کیفیت بالاتر، افزایش مقاومت به حمله بیماری و آفات و افزایش تحمل به تنش خشکی را موجب شود (تاج‌آبادی‌پور، ۱۳۹۷).

امروزه استفاده از ترکیب‌های سالم و زیستی که منجر به تولید محصولات غذایی سالم و عاری از مواد شیمیایی بشود از مسائل حائز اهمیت در تغذیه درختان میوه محسوب می‌شود. استفاده از ترکیبات طبیعی مانند کیتوپلاس یکی از سالم‌ترین روش‌های تغذیه است. کیتوسان به‌طور مؤثری خصوصیات فیزیولوژیکی گیاهان را بهبود می‌بخشد و ماندگاری محصولات پس از برداشت را افزایش می‌دهد (سوفی^۳ و همکاران، ۲۰۲۰). کود ارگانیک کیتوپلاس حاوی ماده مؤثره کیتوسان است که از پوسته کیتینی سخت پوستان آبی استخراج می‌شود و پس از طی کردن مراحل مختلف فرآوری به صورت مایع قابل حل در آب و قابل جذب برای گیاهان فرموله می‌شود. کیتوپلاس حاوی ترکیبات کیتینی می‌باشد که کیتین و کیتوسان ترکیب اصلی دیواره‌های سلولی برخی پاتوژن‌های گیاهی و میکرو ارگانیسم‌ها را تشکیل می‌دهد و کاربردهای متعدد صنعتی، دارویی و کشاورزی برای آن گزارش شده است (بابل و کورنیوران^۴، ۲۰۰۳). کود محرک زیستی کیتوسان کارآمد

3. Sofy

4. Babel and Kurniawan

1. FAO

2. Hartman

است کاربرد مواد حاوی اسیدهای آمینه باعث افزایش صفات رویشی، وزن میوه و میزان عملکرد در انار رقم نادری شد (حسن‌زاده و همکاران، ۱۳۹۱). گزارش شده است ترکیبات آمینواسیدی در رشد و نمو، تنفس و فتوسنتز دخالت دارند و پیش‌ساز هورمون‌های گیاهی و مواد رشدی هستند (هونسوم^{۱۰} و همکاران، ۲۰۰۸). اسیدهای آمینه تأثیر مثبتی بر رشد، عملکرد گیاه و کاهش آسیب‌های ناشی از تنش‌های غیر زنده دارد (کوالچیک^{۱۱} و همکاران، ۲۰۰۸).

با توجه به گزارش‌های فوق، ارائه راهکارهایی به منظور افزایش تولید و عملکرد، حفظ استحکام میوه، کاهش افت کیفیت میوه و افزایش و دوره عرضه محصول ضروری است که این پژوهش به منظور بررسی تأثیر ترکیبات آمینو اسیدی و کیتوپلاس بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی میوه هلو رقم آبرتا انجام شد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر به منظور بررسی اثرات محلول‌پاشی آمینوسورن، کیتوپلاس و اثرات متقابل این تیمارها بر برخی صفات کمی، کیفی و غلظت برخی عناصر در هلو رقم آبرتا در سال ۱۳۹۸ در باغ شخصی، در شهر ابدال آباد تربت‌جام واقع در ۱۵۰ کیلومتری مرکز استان خراسان رضوی (مشهد) به مرحله اجرا درآمد. محلول‌پاشی این ترکیبات در چهار نوبت و در مراحل مختلف رشدی درخت انجام گردید. محلول‌پاشی در زمان تورم جوانه، مرحله دوم در زمان پیش از ریزش گلبرگ درختان، مرحله سوم در زمان فندقی شدن میوه‌ها و مرحله چهارم با فاصله زمانی ۱۵ روز از مرحله سوم انجام شد. محل آزمایش دارای طول جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۲ دقیقه شرقی با ارتفاع ۱۴۰۴ متر از سطح دریا می‌باشد. این آزمایش در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با آرایش تیماری فاکتوریل با نه تیمار در سه تکرار بود. تیمارهای آزمایشی شامل کود آمینوسورن در سه سطح (۰، ۱ و ۲ میلی‌گرم در لیتر) و کود کیتوپلاس در سه سطح (۰، ۲ و ۴ میلی‌گرم در لیتر) بود. کود تجاری "آمینوسورن" حاوی انواع اسید آمینه‌های ضروری و کود تجاری "کیتوپلاس"

در افزایش تولید متابولیت‌های ثانویه در محصولات زیادی گزارش شده است (چنگ^۱ و همکاران، ۲۰۰۶). کیتوسان به دلیل فعالیت‌های زیستی و خصوصیات بیولوژیکی متعدد (فعالیت‌های ضدقارچی، ضدباکتریایی و ضدویروسی) در گیاهان باعث القا مقاومت در گیاهان در برابر طیف گسترده‌ای از بیماری‌ها از این طریق شده و از طرفی زمینه رشد بهتر گیاهان، افزایش میزان فتوسنتز، بهبودی حاصلخیزی خاک و افزایش دسترسی و جذب مواد مغذی در گیاه را فراهم می‌سازد (وانگ^۲ و همکاران، ۲۰۰۶؛ چاندرکرانچانگ^۳، ۲۰۰۲؛ دژانگ^۴ و همکاران، ۲۰۰۷).

یکی دیگر از ترکیبات محرک زیستی مؤثر در افزایش عملکرد کمی و کیفی محصولات کشاورزی، ترکیبات آمینواسیدی می‌باشد. محلول‌پاشی آمینواسیدها برای گیاهان در شرایط خاک آهکی (کشور ایران) بسیار ضروری است زیرا آمینواسیدها به‌عنوان پیش‌ساز و جزء اصلی پروتئین‌ها شناخته شده‌اند که برای تحریک رشد سلول‌های گیاهی بسیار اهمیت دارند و به علت دارا بودن هر دو گروه اسیدی و بازی به‌عنوان بافر عمل کرده که به حفظ pH مطلوب در سلول گیاهی کمک می‌کند (رای^۵، ۲۰۰۲؛ دیویس^۶، ۱۹۸۲). آمینواسیدها از طریق اثرگذاری روی فعالیت‌های فیزیولوژیکی گیاه می‌توانند بصورت مستقیم و غیرمستقیم روی رشد و نمو گیاه، افزایش عملکرد و بهبود صفات کیفی بیوشیمیایی اثرگذار باشند (خان^۷ و همکاران، ۲۰۱۲). تأثیر کاربرد اسیدهای آمینه به عنوان تنظیم کننده‌های رشد در گیاهان توسط پژوهشگران مختلفی مورد بررسی قرار گرفته است و تأثیر مثبت محلول‌پاشی اسیدهای آمینه بر مقدار عملکرد گزارش شده است (حسن‌پناه^۸ و همکاران، ۱۳۸۹). تأثیر مثبت ترکیب‌های حاوی اسیدهای آمینه و قابلیت جذب بالای آنها از راه برگ و ریشه در فرآیندهای مختلف رشد و نمو گیاهان و مقاومت در برابر تنش‌ها و شرایط نامناسب محیطی به اثبات رسیده است و این ترکیب‌ها طی سالیان اخیر در کشورهای پیشرفته جهان برای ارتقای اولید محصولات زراعی و باغی مورد استفاده قرار گرفته‌اند (توماس^۹ و همکاران، ۲۰۰۹). گزارش شده

7. Khan

8. Hassan panah

9. Thomas

10. Hounsom

11. Kowalczyk

1. Cheng

2. Wang

3. Chandkrachang

4. Dzung

5. Rai

6. Davies

جدول ۱- برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل انجام آزمایش

بافت خاک	ماده ی آلی (%)	کلسیم کربنات (%)	هدایت الکتریکی (ds.m ⁻¹)	pH	پتاسیم قابل جذب (mg/kg)	فسفر قابل جذب (mg/kg)	نیتروژن کل (%)	آهن (mg/kg)	روی (mg/kg)	منگنز (mg/kg)
لوم شنی	۱/۹۷	۱۴	۲	۷/۴۲	۲۹۱	۱۷/۸	۰/۱۲۹	۴/۸۱	۰/۷۳	۷/۷۱

جدول ۲- مشخصات کود آمینوسورن

نام اسید	gr/100 gr protein	نام اسید	gr/100 gr protein
آلانین	8.9	لیسین	3.6
آرژنین	7	لیزین	4.4
آسپارتیک اسید	6.3	متیونین	1.5
سیستئین	0.3	فنیل آلانین	2.5
گلوتامیک اسید	12.5	پرولین	11
گلیسین	20	سرین	3.4
هیستیدین	1.7	تروئونین	2.1
هیدروکسی پرولین	8.8	تیروزین	1.3
ایزولوسین	1.5	والین	3.2

میانگین وزن میوه

پس از رسیدن میوه‌ها، میوه‌های هر درخت به صورت جداگانه برداشت شد و عملکرد هر درخت با وزن کردن میوه‌های هر درخت تعیین شد. برای محاسبه میانگین وزن میوه از هر تکرار تعداد ده عدد میوه به صورت تصادفی انتخاب شد و توسط یک ترازوی دیجیتالی مدل (Market T-607) با دقت ۰/۰۲ گرم میانگین وزن آنها تعیین گردید.

مواد جامد محلول

میزان مواد جامد محلول توسط به‌وسیله قندسنج (رفرکتومتر) مدل PAL-1 انجام پذیرفت. ابتدا دستگاه با آب مقطر کالیبره شد و سپس چند قطره از عصاره میوه در عدسی دستگاه قرار داده شد و میزان آن بر حسب درجه بریکس (Brix) تعیین گردید.

اسیدیته قابل تیتراسیون

برای اندازه‌گیری اسیدیته قابل تیتراسیون، عصاره سه عدد میوه با دستگاه آب‌میوه‌گیری استخراج و ۱۰ میلی‌لیتر از عصاره میوه صاف شده با آب مقطر به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد و تیتراسیون با استفاده از سود ۰/۱ نرمال تا pH=۸/۱ تیتراسیون گردید و به‌صورت درصد اسید غالب هلو (اسید مالیک) محاسبه شد (آکبوداک و اریس، ۲۰۰۴).

سفتی بافت میوه

سفتی بافت میوه هلو با استفاده از دستگاه پنترومتر (سفتی‌سنج) مدل GY2 با قطر نوک دو میلی‌متر اندازه‌گیری شد و نتایج بر

که حاوی ماده مؤثره کیتوسان و مواد بهبوددهنده چسبندگی است برای محلول پاشی در غلظت‌های ذکر شده روی درختان هلو استفاده گردید. آمینوسورن محصول کمپانی GPPW سوییس که تولید شده در کمپانی اگریکس آلمان و کیتوسان ساخت شرکت اگری‌زاک ایران بود.

در پژوهش حاضر تعداد ۲۷ اصله درخت ۷ ساله سالم و هرس شده به فرم جامی که از نظر اندازه تقریباً یک‌نواخت بودند از رقم "آلبرتا" انتخاب شد. درختان از نظر شرایط نگهداری یکسان بودند و تمامی عملیات داشت و مبارزه با آفات و بیماری‌ها به صورت یکسان برای همه درختان انجام گرفت. درختان به‌صورت غرقابی و با دور ثابت آبیاری می‌شدند. در طول آزمایش اقلیم منطقه سرد و خشک بیابانی، متوسط بارندگی سالیانه ۲۶۸ میلی‌متر و متوسط دمای شهرستان ۱۲/۴ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. رقم هلو مورد آزمایش "آلبرتا" با پایه جی‌اف بود. بافت خاک لومی-شنی بود و فاصله کاشت درختان ۳×۴ بود. میوه‌ها در مرحله بلوغ تجاری (تقریباً ۸۰ درصد رنگ طبیعی خود را گرفتند) در صبح زود برداشت و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شدند.

در پایان فصل رشد و پس از برداشت محصول صفات متوسط وزن میوه، سفتی بافت میوه، مواد جامد محلول، میزان اسیدیته، سطح برگ، میزان کلروفیل برگ و عملکرد هر درخت مورد ارزیابی قرار گرفت.

کلروفیل و سفتی بافت داشت. محلول‌پاشی آمینوسورن و کاربرد توأم آن با کیتوپلاس از لحاظ آماری باعث افزایش معنی‌دار صفات میزان سطح برگ و کلروفیل کل، سفتی بافت میوه، متوسط وزن میوه و عملکرد درخت شد (جدول ۱).

میانگین وزن میوه

با توجه به اهمیت وزن میوه در افزایش عملکرد کمی میوه هلو، نتایج نشان داد که تیمار آمینوسورن و اثر متقابل آن با کیتوپلاس به طور معنی‌داری وزن خوشه‌ها را افزایش داد ولی اثر تیمار کیتوپلاس روی این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان‌دهنده این است که بیشترین وزن میوه ۲۰۸/۵ گرم در اثر تیمار آمینوسورن ۲ و کیتوپلاس ۴ میلی‌گرم در لیتر به دست آمد که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارهای اعمال شده بجز تیمار آمینوسورن ۲ میلی‌گرم و کیتوپلاس ۲ میلی‌گرم در لیتر نشان می‌دهد و کمترین وزن میوه ۹۹/۱۶ گرم در تیمار شاهد آمینوسورن و کیتوپلاس مشاهده شد که با تمام تیمارهای دیگر این اختلاف معنی‌دار بود (جدول ۴). در پژوهشی گزارش شد محلول‌پاشی اسیدهای آمینه به طور قابل توجهی میانگین وزن میوه را در دو رقم سیب گرانی اسمیت و گلندل‌لشز افزایش داد (عربلو و همکاران، ۱۳۹۳). کاربرد اسیدهای آمینه روی حبه‌های انگور رقم پرلت و پسته رقم فندق بافت افزایش وزن شده است (راهداری و همکاران، ۱۳۹۱؛ خان و همکاران، ۲۰۱۲). در تحقیقی گزارش گردید کاربرد آمینواسیدها روی وزن و عملکرد میوه هلو به عنوان شاخص‌های تولیدی اثرگذار بود و با افزایش وزن میوه سایر ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی نیز افزایش یافت (عبدالعال^۲ و همکاران، ۲۰۱۰).

حسب کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع بیان گردید. اندازه‌گیری روی چهار عدد میوه در هر تکرار پس از برداشتن پوست میوه انجام پذیرفت. سفتی بافت بر اساس نیروی لازم بیشینه برای نفوذ میله (تا محل تعیین شده) در میوه محاسبه شد (آکبوداک و اریس، ۲۰۰۴).

اندازه‌گیری میزان کلروفیل

مقدار کلروفیل برگ طبق روش لیچنتالر^۱ (۱۹۸۷) در پایان آزمایش اندازه‌گیری شد. کلروفیل از ۰/۲۵ گرم نمونه‌های تازه برگ با استفاده از استون ۸۰٪ استخراج شد. جذب نور محلول پس از سانتریفیوژ شدن با سرعت ۴۸۰۰ دور در دقیقه به مدت ۲۰ دقیقه، در سه طول موج ۴۷۰، ۶۴۵، ۶۶۳ با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل photonix Ar 2017 Teifsanje P. P. Co. Ltd.) خوانده شد و سپس مقدار کلروفیل a، b، کل و کاروتنوئیدها از روابط زیر محاسبه شدند.

$$Chl_a \text{ (mg. g}^{-1} \text{ tissue)} = 12.25 A_{663} - 2.79 A_{645} \times \left(\frac{V}{W \times 1000} \right)$$

$$Chl_b \text{ (mg. g}^{-1} \text{ tissue)} = 21.50 A_{645} - 5.10 A_{663} \times \left(\frac{V}{W \times 1000} \right)$$

$$Chl_{a+b} \text{ (mg. g}^{-1} \text{ tissue)} = 7.15 A_{663} + 18.71 A_{645} \times \left(\frac{V}{W \times 1000} \right)$$

که در این معادله‌ها مقدار کلروفیل a، Chl_a مقدار کلروفیل b، Chl_b مقدار کلروفیل کل، Chl_{a+b}، v حجم نهایی عصاره در استون ۸۰٪ و w وزن تازه بافت برای عصاره‌گیری بر حسب گرم است.

نتایج و بحث

نتایج به دست آمده از جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد محلول‌پاشی کیتوپلاس تأثیر مثبتی بر صفات میزان

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر محرک‌های زیستی بر صفات مورد مطالعه

میانگین مربعات								
منبع تغییرات	درجه آزادی	مواد جامد محلول	میزان سطح برگ	متوسط وزن میوه	کلروفیل کل	سفتی بافت میوه	ویتامین ث	میزان اسیدیته
بلوک	۲	۱/۰۷ ^{ns}	۳۹۳/۱ ^{**}	۹۳/۱۷ ^{ns}	۰/۰۳ ^{ns}	۰/۱۲ ^{ns}	۰/۰۳۲ ^{ns}	۰/۰۵۳ ^{ns}
آمینواسید	۲	۰/۸۴ ^{ns}	۴۳۱/۱ [*]	۸۲۷۸ ^{**}	۱/۹۱ [*]	۹/۵۳ [*]	۲/۳۷ [*]	۰/۱۶۸ ^{ns}
کیتوپلاس	۲	۰/۸۱ ^{ns}	۲۰۳/۲ ^{ns}	۲۸۳۰ ^{ns}	۲/۲۳ [*]	۱۶/۷۵ ^{**}	۳/۲۵ [*]	۰/۰۰۶ ^{ns}
آمینواسید×کیتوپلاس	۴	۱/۰۷ ^{ns}	۳۰/۸۱ [*]	۴۴۹/۸ ^{**}	۰/۲۵ [*]	۰/۴۶ [*]	۰/۲۱ ^{**}	۰/۲۶۷ ^{ns}
خطا	۱۶	۰/۱۴	۷/۶۱	۵۱/۷	۰/۰۸	۰/۱۳	۰/۶۴	۰/۱۴
ضریب تغییرات (درصد)	-	۹/۸	۱۹/۵	۱۹/۳	۱۶/۱	۱۴/۷	۱۵/۴	۸/۷

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد می‌باشد.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر آمینوسورن و کیتوپلاس بر صفات مورد مطالعه

متوسط وزن میوه (g)	عملکرد درخت (kg/tree)	کلروفیل کل برگ (mg/kg FW)	میزان سطح برگ (cm ²)	ویتامین ث (mg/100g FW)	سفتی بافت میوه (kg/cm ²)	تیمار	
						کیتوپلاس (mg/l)	آمینوسورن (mg/l)
۹۹/۱۶ ^f	۱/۷۷ ^f	۲/۷۹ ^d	۳۲/۲۴ ^b	۳/۶۳ ^f	۷/۹۱ ^g	صفر	
۱۳۷/۱ ^e	۲/۴۹ ^e	۳/۵۳ ^{cd}	۳۸/۵۳ ^{de}	۴/۰۶ ^{ef}	۸/۹۷ ^{efg}	۲	صفر
۱۵۰ ^{de}	۲/۷۲ ^{de}	۴/۰۷ ^{bc}	۳۶/۳۸ ^{ab}	۴/۲۸ ^{de}	۹/۸ ^{de}	۴	
۱۶۵/۳ ^{cd}	۳/۰۶ ^{cd}	۳/۵۱ ^{cd}	۳۷/۳۲ ^{ab}	۳/۸۱ ^{ef}	۸/۴۲ ^{fg}	صفر	
۱۵۹/۵ ^{cde}	۲/۹ ^{cde}	۴/۴۴ ^{ab}	۳۳/۱ ^{ab}	۴/۷۶ ^{cd}	۱۰/۵۳ ^{cd}	۲	۱
۱۷۸/۶ ^{bc}	۳/۳۴ ^{bc}	۴/۲۹ ^{abc}	۳۵/۶ ^{ab}	۵/۴۷ ^{ab}	۱۱/۸۵ ^{ab}	۴	
۱۶۶/۳ ^{bcd}	۳/۰۹ ^{cd}	۴/۰۲ ^{bc}	۳۶/۳۳ ^{ab}	۴/۳۹ ^{cd}	۹/۴۲ ^{ef}	صفر	
۱۹۰/۶ ^{ab}	۳/۶۹ ^{ab}	۴/۱۲ ^{abc}	۳۸/۱۶ ^{ab}	۴/۸۹ ^{bc}	۱۱/۰۸ ^{bc}	۲	۲
۲۰۸/۵ ^a	۳/۹۷ ^a	۴/۹۴ ^a	۴۰/۶۱ ^a	۵/۶۹ ^a	۱۲/۲۴ ^a	۴	

تیمارهای با حروف مشترک تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند.

تحقیق نشان داد که اثر محلول‌پاشی آمینواسید بر میزان کلروفیل برگ در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (عربلو و همکاران ۱۳۹۳). در تحقیقی گزارش شد محلول‌پاشی آمینواسید روی میوه‌ی هلو رقم فلوریدا با افزایش کلروفیل a و کلروفیل b باعث افزایش محتوای کلروفیل برگ شد (عبدالرازق و صالح^۵، ۲۰۱۲). گارسیا^۶ و همکاران (۲۰۱۱) در تحقیقی گزارش کردند محلول‌پاشی اسیدهای آمینه اثر مطلوبی بر افزایش غلظت کلروفیل برگ گوجه فرنگی دارند. اسید آمینه‌های گلیسین و اسید گلوتامیک بسترهای اصلی برای تشکیل بافت و سنتز کلروفیل هستند. وجود آنها به تولید کلروفیل کمک می‌کند، بنابراین میزان قندهای تشکیل شده در طول فتوسنتز را افزایش می‌دهد (تاکایوچی^۷ و همکاران، ۲۰۰۸).

در تحقیقی گزارش شد محلول‌پاشی با کیتوپلاس به‌طور قابل توجهی شاخص کلروفیل را در برگ‌های گیاه نعنای فلفلی افزایش داد (ترابی‌گیگلو و همکاران، ۱۳۹۹). در نتایج تحقیقی بیان شد که کاربرد محرک‌های زیستی منجر به افزایش محتوای کلروفیل در برگ‌های سیب رقم فوجی شده و باعث افزایش فتوسنتز و تنفس می‌شود (اسپینلی^۸ و همکاران، ۲۰۰۹). افزایش میزان کلروفیل با کاربرد کیتوپلاس می‌تواند از طریق تأثیر مواد حاوی کیتوپلاس (کیتوسان) بر رنگدانه‌های فتوسنتزی و افزایش محتوای کلروفیل توسط افزایش سطح درونی از سیتوکینین‌ها شود

در پژوهشی روی درختان آلو مشخص شد مصرف ترکیبات آمینواسیدی سبب افزایش معنی‌دار وزن میوه و ضخامت گوشت میوه می‌شود (حسن^۱ و همکاران، ۲۰۱۰). اثرات مثبت اسیدهای آمینه می‌تواند مرتبط با نقش آن در افزایش رشد لوله‌گرده و تأخیر در پیری تخمک باشد که منجر به افزایش عملکرد می‌شود. نتایج تحقیق المینیایوی^۲ و همکاران (۲۰۱۳) و عبدالموعود^۳ و همکاران (۲۰۱۰) مبنی بر افزایش میانگین وزن میوه توت‌فرنگی تحت تأثیر محلول‌پاشی با غلظت‌های مختلف کیتوسان بود همچنین در پژوهشی دیگر گزارش شد محلول‌پاشی کیتوسان روی انبه باعث افزایش وزن و اندازه میوه می‌شود (زاگزاق^۴ و همکاران، ۲۰۱۷) که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی ندارد.

میزان کلروفیل برگ

با توجه به نتایج حاصل از تجزیه واریانس اثرات اصلی آمینوسورن، کیتوپلاس و اثرات متقابل این ترکیبات بر صفت میزان کلروفیل در سطح احتمال ۵٪ از لحاظ آماری معنی‌داری بود (جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که میزان کلروفیل برگ در اثر تیمار آمینوسورن در سطح ۲ و کیتوپلاس در سطح ۴ میلی‌گرم در لیتر با میانگین ۴/۹۴ بیشترین اختلاف را نسبت به تیمار شاهد با میانگین ۲/۹۷ از خود نشان داد (جدول ۴).

در تحقیقی اثر محلول‌پاشی برگ‌ی آمینواسید بر دو رقم سیب گلدن‌دلشیز و گرانی‌اسمیت بررسی شد که نتایج

5. Abd El-Razek and Saleh
6. Garcia
7. Takeuchi
8. Spineli

1. Hassan
2. El-Miniawy
3. Abdel-Mawgoud
4. Zagzog

جنبه‌های مختلف رشد و نمو از زمان اعمال تا عملکرد نهایی، توانست از طریق هم‌افزایی (سینرژیستی) برای عوامل تقویت‌کننده رشد و اثر ضدیت (آنتاگونیسمی) بر عوامل کاهنده، موجب افزایش رشد و عملکرد بهتر محصول شده و میزان عملکرد گیاه نعنای فلفلی را افزایش داد.

با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان اظهار داشت که کاربرد کود زیستی کیتوپلاس با افزایش وزن میوه و سایر صفات رشدی با تأثیر بر صفات مؤثر در افزایش عملکرد موجب افزایش عملکرد شده است. محلول‌پاشی آمینواسید باعث افزایش رشد، عملکرد و کیفیت میوه ارقام مختلف انگور شد (خان و همکاران، ۲۰۱۲). تیمار آمینواسید به تنهایی یا با ترکیب با سایر کودهای محرک رشدی باعث افزایش وزن میوه و عملکرد بیشتر نسبت به شاهد می‌شود (استینو^۵ و همکاران، ۲۰۱۰). در تحقیقی گزارش شد کاربرد آمینواسید باعث افزایش عملکرد گلابی ویلیامز شد (الهامی کوکسال^۶ و همکاران، ۱۹۹۹) آمینواسید باعث افزایش رشد رویشی نهال‌های زیتون شد (امل^۷ و همکاران، ۲۰۱۱). در پژوهشی تأثیر تیمارهای آمینواسید به صورت محلول‌پاشی و کاربرد خاکی بر وزن میوه و عملکرد درخت به عنوان مهم‌ترین پارامترهای تولید در دو فصل روی رقم هلوی فلوریدا بررسی شد. نتایج نشان داد همه تیمارها وزن میوه را در مقایسه با شاهد افزایش دادند و عملکرد نیز از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری را نشان داد (عبدالرازق و صالح، ۲۰۱۲). در پژوهش دیگری گزارش شد محلول‌پاشی آمینواسید باعث افزایش وزن، طول و قطر میوه کیوی شد و در نتیجه عملکرد افزایش یافت (محمودی^۸ و همکاران، ۲۰۱۳).

کود آمینوسورن با درصد قابل ملاحظه‌ای نیتروژن، ماده آلی و غلظت بالای اسیدهای آمینه مهم نظیر آلانین، پرولین، گلیسین، سرین، متیونین و ... نقش مهمی در تأمین گیاهان از نظر اسیدهای آمینه دارد. تأثیر مثبت کود بیولوژیک کیتوسان احتمالاً به علت داشتن مواد معدنی و مغذی و کربن بالا از طریق کمک به افزایش سطح برگ و نقشی که این صفت در تولید کلروفیل و تأمین آنزیم‌های مورد نیاز گیاه دارد، باعث افزایش میزان بافت‌های

که این هورمون باعث تحریک سنتز کلروفیل می‌شود (فاروک و امانی^۱، ۲۰۱۲)

اثر تحریک‌کننده کیتوسان بر میزان کلروفیل شاید ناشی از افزایش دسترسی و جذب آب و مواد مغذی از طریق تنظیم فشار اسمزی سلول و کاهش آن باشد و یا از طریق افزایش آنتی‌اکسیدان‌ها و فعالیت‌های آنزیمی باعث کاهش تجمع رادیکال‌های آزاد مضر و جلوگیری از تخریب کلروفیل شوند (گوان^۲ و همکاران، ۲۰۰۹) یا ممکن است منجر به افزایش فعالیت‌های آنزیمی کلیدی متابولیسم نیتروژن (نیترات ردوکتاز، گلوتامین سنتتاز و پروتئاز) شده و تحرک نیتروژن را در برگ‌ها بهبود بخشد و موجب افزایش فتوسنتز و رشد و نمو گیاه شود (موندال^۳ و همکاران، ۲۰۱۲).

عملکرد درخت

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تیمار سطوح مختلف آمینوسورن و اثر متقابل آن با کیتوپلاس به‌طور معنی‌داری عملکرد درخت را افزایش داد در حالی‌که تأثیر غلظت‌های کیتوپلاس بر میزان عملکرد از لحاظ آماری معنی‌دار نشد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان‌دهنده این است که تیمار محلول‌پاشی آمینوسورن در سطح ۲ و کیتوپلاس در سطح ۴ میلی‌گرم در لیتر میزان محصول را بیش از ۴۴ درصد نسبت به شاهد افزایش داد به گونه‌ای که عملکرد از ۱/۷۷ به ۳/۹۷ کیلوگرم رسید (جدول ۴).

در پژوهشی مشخص شد که اثر تیمار محلول‌پاشی اسید آمینه دارای تأثیر مثبتی بر رشد و عملکرد میوه پسته رقم فندق در مقایسه با شاهد شده است (راهداری و همکاران، ۱۳۹۱). گزارش نتایج تحقیق دیگری، محلول‌پاشی اسیدهای آمینه باعث افزایش جذب نیتروژن، فسفر، پتاسیم و همچنین افزایش عملکرد کدو شد (عبدالعال و همکاران، ۲۰۱۰). آمینواسیدها روی وزن و عملکرد میوه هلو به عنوان شاخص‌های تولیدی اثرگذار بود. فایک^۴ و همکاران (۲۰۱۱) در تحقیقی گزارش کردند کاربرد آمینواسید روی گلابی رقم لوکاته به‌طور قابل توجهی باردهی را بهبود بخشیده و منجر به افزایش عملکرد شده است.

در پژوهشی که توسط ترابی‌گیگلو و همکاران (۱۳۹۹) انجام شد کاربرد کیتوپلاس در شرایط تنش خشکی با تأثیر بر

5. Stino
6. İlhami Köksal
7. Aml
8. Mahmoudi

1. Farouk and Amany
2. Guan
3. Mondal
4. Fayek

تیمار محلول پاشی آمینواسید دو میلی گرم و کیتوپلاس چهار میلی گرم در لیتر میزان ویتامین ث را بیش از ۵۶ درصد نسبت به شاهد افزایش داد به گونه ای که میزان ویتامین ث از ۳/۶۳ به ۵/۶۹ کیلوگرم رسید (جدول ۴). در پژوهشی تأثیر کودهای بیولوژیک حاوی اسید آمینه بر صفات کمی و کیفی میوه خیار بررسی شد که نتایج نشان داد محلول پاشی اسید آمینه باعث افزایش میزان ویتامین ث میوه خیار شد (رئیزی و همکاران، ۱۳۹۱).

سطح برگ

تیمارهای محلول پاشی آمینوسورن و اثرمتقابل آن با کیتوپلاس با تیمار شاهد اختلاف معنی داری را نشان داد (جدول ۳). اثر ساده استفاده از آمینوسورن باعث افزایش میزان سطح برگ در درخت هلو در مقایسه با عدم کاربرد آن در سطح احتمال ۵٪ گردید. اثر متقابل آمینوسورن و کیتوپلاس نیز باعث افزایش میزان سطح برگ در سطح احتمال ۵٪ معنی دار شد (جدول ۴).

پارامتر سطح برگ یک عامل مهم در جذب مواد تیمار شده از طریق اسپری محلول های غذایی می باشد. جذب مواد غذایی از طریق کوتیکول یا روزنه های هوایی می تواند روزنه های هوایی در این میان نقش مهمی دارند و می توانند محلول های آبی را جذب کنند. هر چه سطح برگ نیز بیشتر باشد، روزنه ها هم به طور معمول بیشتر شده و در نتیجه جذب بهتر صورت خواهد گرفت (حسین و رایو، ۲۰۰۹).

عربلو و همکاران (۱۳۹۳) در پژوهشی گزارش کردند اعمال مقادیر مختلف آمینواسید تأثیر مثبت بر سطح تک برگ سیب داشته است. در پژوهشی روی پسته رقم فندق گزارش شد اثر محلول پاشی اسیدهای آمینه باعث افزایش معنی دار سطح برگ گردید (راهداری و همکاران، ۱۳۸۹). مشخص شده است که گیاهان قادرند از اسیدهای آمینه به عنوان منبع نیتروژن استفاده کنند. در آزمایشی روی گیاه شیپوری مشاهده شد که اسیدهای آمینه به طور معنی داری روی سطح برگ تأثیر می گذارند (ابودهاب و عبدالعزيز، ۲۰۰۶).

پارامتر سطح برگ یک عامل مهم در جذب مواد تیمار شده از طریق محلول پاشی مواد غذایی می باشد. باید توجه داشت که تعداد روزنه های هوایی در سطح زیرین برگ بیشتر بوده و عمل جذب بیشتر در این قسمت از برگ صورت می گیرد.

فتوسنتزی در بخش برگ شده و سپس مواد آلی تولید شده به میوه و قسمت ذخیره ای آن منتقل شده و از طرفی با توجه به زیست تجزیه پذیر بودن این ترکیب نقش مهمی در رفع تنش های مختلف داشته و از این طریق در بهبود صفات عملکردی اثر گذار بوده است.

سفتی بافت میوه

از نظر صفت سفتی بافت میوه بین تیمارهای محلول پاشی شده از لحاظ آماری اختلاف معنی داری مشاهده شد (جدول ۳). نتایج جدول نشان داد کاربرد سطوح مختلف آمینوسورن و کیتوپلاس و کاربرد توأم آن ها سفتی بافت میوه را نسبت به میوه های شاهد بهتر حفظ می کند. مقایسه میانگین داده ها نشان داد که تیمار آمینوسورن ۲ و کیتوپلاس ۴ میلی گرم در لیتر با ۱۲/۲۴ بیشترین اختلاف را نسبت به تیمار شاهد ۷/۹۱ از نظر صفت سفتی بافت میوه داشت (جدول ۴).

سفتی بافت میوه یک فاکتور مهم پس از برداشت محسوب می شود که نقش مهمی در افزایش عمر انبارمانی میوه و مقاومت به آسیب مکانیکی حین حمل و نقل دارد و امکان عرضه محصول را به بازارهای دور دست فراهم می کند. همچنین این صفت میوه نقش مهمی را در بازاری پسندی محصول دارد و به نوعی معیار قابل قبول بودن محصول توسط مصرف کننده است (اصغرزاده^۱ و همکاران، ۲۰۱۲). در پژوهشی روی میوه هلو رقم فلوریدا گزارش شد اثر محلول پاشی کیتوسان باعث افزایش سفتی بافت میوه شد (البدای^۲، ۲۰۱۲). ال مینیای و همکاران (۲۰۱۳) در تحقیقی روی توت فرنگی گزارش کردند محلول پاشی کیتوسان تأثیری روی استحکام و سفتی بافت میوه ندارد که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی ندارد. حسن و همکاران (۲۰۱۰) در پژوهشی روی میوه آلو رقم هالیود گزارش کردند محلول پاشی آمینواسید باعث افزایش سفتی بافت میوه می شود.

ویتامین ث

با توجه به اهمیت میزان ویتامین در هلو نتایج نشان داد که تیمار آمینواسید و کیتوپلاس و اثر متقابل این تیمارها به طور معنی داری عملکرد هر درخت را افزایش داد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین داده ها نشان دهنده این است که

3. Hossein and Ryu

4. Abou Dahab and Abdel-Aziz

1. Asgharzade

2. El-Badawy

هر چه سطح برگ نیز بیشتر باشد تعداد روزنه‌ها هم به طور معمول بیشتر بوده و در نتیجه جذب بهتر صورت خواهد گرفت (حسین و ریو، ۲۰۰۹). افزایش سطح برگ به تورژسانس برگ، دما و عوامل تغذیه‌ای مؤثر در رشد بستگی دارد. به نظر می‌رسد تغذیه مناسب تورژسانس بافت‌های برگ را تحت تأثیر قرار داده و با افزایش تقسیم سلولی و عوامل رشدی، سطح برگ را افزایش می‌دهد. تیمارهای تغذیه ارگانیک با افزایش جذب عناصر غذایی سبب افزایش سطح برگ، افزایش مواد فتوسنتزی و بهبود رشد عمومی گیاه شده است (یاداو^۱ و همکاران، ۲۰۰۲).

به نظر می‌رسد افزایش سطح برگ در تیمار آمینوسورن و کیتوپلاس به علت افزایش جذب عناصر غذایی باشد که باعث انتقال شیره خام به برگ‌ها شده و موجب تقسیم سلولی و رشد بهتر برگ‌های گیاه شده و باعث می‌شود سطح برگ تحت اثر تیمارهای مذکور گسترش پیدا کند. همچنین احتمال می‌رود نیتروژن موجود در اسیدهای آمینه موجب افزایش تغذیه نیتروژنی گیاه شده و باعث افزایش رشد سطح برگ شود.

فاکتورهای میزان کلروفیل و سفتی بافت میوه شد و علیرغم افزایش سایر صفات مورد بررسی، این افزایش عملکرد در مقایسه با تیمار شاهد از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. در بین تیمارهای مورد بررسی کاربرد آمینوسورن اثرهای مثبت بیشتری را نسبت به کیتوسان بر عملکرد صفات هلو رقم آلبرتا داشت. در این پژوهش مشخص شد از بین همه تیمارها، تیمار کاربرد توأم آمینواسید و کیتوپلاس در غلظت ۲ و ۴ میلی‌گرم در لیتر نسبت به بقیه تیمارها بهترین عملکرد را از نظر میزان سطح برگ (۴۰/۶۱ سانتی‌مترمربع)، سفتی بافت میوه (۱۲/۲۴ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع)، میزان کلروفیل (۴/۹۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر برگ)، متوسط وزن میوه (۲۰۸/۵ گرم) و عملکرد (۳/۹۷ کیلوگرم در درخت)، داشت. به طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد کودهای زیستی اسیدهای آمینه و کیتوپلاس می‌تواند جایگزین مناسبی جهت اجتناب از کاربرد کودهای شیمیایی باشد و در تأمین امنیت غذایی اهمیت ویژه‌ای دارد.

سپاسگزاری

با تشکر و سپاس فراوان از جناب آقای موسوی مسئول باغ هلو ابدال‌آباد، جناب مهندس عبدالرحیم تراب‌احمدی کارشناس زراعت اداره جهاد کشاورزی تربت‌جام که بنده را در تدوین و تکمیل این پژوهش یاری نمودند.

نتیجه‌گیری کلی

به طور کلی نتایج نشان داد، محلول‌پاشی با آمینوسورن، کاربرد توأم آمینوسورن و کیتوپلاس نقش مهمی را در افزایش عملکرد صفات کمی و کیفی هلو ایفا نمود و محلول‌پاشی سطوح مختلف کیتوپلاس سبب بهبود

منابع

- آمارنامه کشاورزی. ۱۳۹۸. انتشارات وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصاد، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.
- تاج‌آبادی‌پور، ع. ۱۳۹۷. صفحه اصلی مقاله آموزشی کشاورزی مبنای تغذیه برگ، محاسن و معایب محلول‌پاشی، ۸ ص.
- ترابی‌گیگلو، م.، حیدرئزادگیگلو، ر.، اسماعیل‌پور، ب. و آذرمی، ر. ۱۳۹۹. اثر غلظت‌های مختلف محرک رشدی کیتوپلاس بر خصوصیات مورفولوژیکی اسانس در گیاه نعنای فلفلی تحت تنش کم آبیاری. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۳۰(۳): ۱۶۹-۱۸۴.
- جیحونی، م. ۱۳۹۳. تغذیه برگ (محلول‌پاشی). انتشارات شرکت آریام نهاده، ۸ ص.
- حسن‌پناه، د.، گوربانوف، ا.، گادیموف، ا. و شهریار، ر. ۱۳۸۹. کوتاه کردن دوره نشاء سیب‌زمینی با استفاده از پتاسیم‌هیومات، کادوستیم و تأثیر آن بر تولید غده. مجله علوم زیستی پاکستان، ۱۱(۱۰): ۱۳۷۰-۱۳۷۴.
- حسن‌زاده، س. ۱۳۹۱. تأثیر محلول‌پاشی کود آلی حاوی اسیدهای آمینه بر خصوصیات کمی و کیفی انار رقم نادری تحت شرایط کم‌آبی. پایان‌نامه دوره کارشناسی‌ارشد، دانشگاه زنجان.

- راهداری، پ.، مظفری، ا. و پناهی، ب. ۱۳۹۱. بررسی اثر محلول‌پاشی اسید آمینه‌های آزاد بر برخی ویژگی‌های کیفی و کمی پسته رقم فندق. *مجله زیست‌شناسی ایران*، ۲۵(۴): ۶۰۶-۶۱۷.
- رئیزی، م.، پلاشی، م. و ضرغامی، م.ع. ۱۳۹۱. اثر کودهای بیولوژیک حاوی اسید آمینه بر صفات کمی و کیفی خیار. *سومین همایش ملی علوم کشاورزی و صنایع غذایی*. ۱۶ آذر، فسا.
- عربلو، م.، ایمانی، ع.، رسولی، م. و شاهمرادی، م. ۱۳۹۳. اثر محلول‌پاشی برگ با کلات کلسیم و اسیدهای آمینه بر وضعیت تغذیه‌ای، کلروفیل و سطح برگ سیب رقم گلدن‌دلیشز و گرانی‌اسمیت. *مجله دانش نوین کشاورزی پایدار*، ۱۰(۲): ۴۳-۵۲.
- Abd El-Aal, F.S., Shaheen, A.M., Ahmed, A.A. and Mahmoud, A.R. 2010. Effect of foliar application of urea and amino acids mixtures as antioxidants on growth, yield and characteristics of squash. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 6(5): 583-588.
- Abd El-Razek, E. and Saleh, M.M.S. 2012. Improve productivity and fruit quality of Florida prince peach trees using foliar and soil applications of amino acids. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 12(8): 1165-1172.
- Abdel-Mawgoud, A.M.R., Tantawy, A.S., El-Nemr, M.A. and Sassine, Y.N. 2010. Growth and yield responses of strawberry plants to chitosan application. *European Journal of Scientific Research*, 39(1): 170-177.
- Abou Dahab, T.A.M. and Abd El-Aziz, N.G. 2006. Physiological effect of diphenylamin and tryptophan on the growth and chemical constituents of *Philodendron erubescens* plants. *World Journal of Agricultural Sciences*, 2(1): 75-81.
- Akbudak, B. and Eris, A. 2004. Physical and chemical changes in peaches and nectarines during the modified atmosphere storage. *Food control*, 15(4): 307-313.
- Aml, R.M.Y., Mostafa, E.A.M. and Saleh, M.M.S. 2011. Response of olive seedlings to foliar sprays with amino acids and some micro elements. *Agriculture and Biology Journal of North America*, 2(7): 1108-1112.
- Asgharzade, A., Valizade, G.A. and Babaeian, M. 2012. Effect of Calcium Chloride (CaCl_2) on some quality characteristic of apple fruits in Shirvan region. *African Journal of Microbiology Research*, 6(9): 2000-2003.
- Babel, S. and Kurniawan, T.A. 2003. Low-cost adsorbents for heavy metals uptake from contaminated water: a review. *Journal of hazardous materials*, 97(1-3): 219-243.
- Chandrkrachang, S. 2002. The application of chitin and chitosan in agriculture in Thailand. *Advances in Chitin Science*, 5(1): 458-462.
- Cheng, X.Y., Zhou, H.Y., Cui, X., Ni, W. and Liu, C.Z. 2006. Improvement of phenylethanoid glycosides biosynthesis in *Cistanche deserticola* cell suspension cultures by chitosan elicitor. *Journal of Biotechnology*, 121(2): 253-260.
- Davies, D.D. 1982. Physiological aspects of protein turnover. In *Nucleic Acids and Proteins in Plants I: Structure, Biochemistry and Physiology of Proteins* (pp. 189-228). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Dzung, N.A. 2007. Chitosan and their derivatives as prospective biosubstances for developing sustainable eco-agriculture. *Advances in chitin science X*: 453-459.
- El-Badawy, H.E.M. 2012. Effect of chitosan and calcium chloride spraying on fruits quality of Florida Prince peach under cold storage. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 8(2): 272-281.
- El-Miniawy, S.M., Ragab, M.E., Youssef, S.M. and Metwally, A.A. 2013. Response of strawberry plants to foliar spraying of chitosan. *Res. J. Agric. Biol. Sci*, 9(6): 366-372.
- FAOSTAT. 2016. Statistical database. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>.
- Farouk, S. and Amany, A.R. 2012. Improving growth and yield of cowpea by foliar application of chitosan under water stress. *Egyptian Journal of Biology*, 14:14-16.
- Fayek, M.A., Yehia, T.A., El-Fakhrany, E.M.M. and Farag, A.M. 2011. Effect of ringing and amino acids application on improving fruiting of Le Conte Pear trees. *Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants*, 3(1): 1-10.

- Garcia, A.L., Madrid, R., Gimeno, V., Rodriguez-Ortega, W.M., Nicolas, N. and Garcia-Sanchez, F. 2011. The effects of amino acids fertilization incorporated to the nutrient solution on mineral composition and growth in tomato seedlings. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 9(3): 852-861.
- Guan, Y.J., Hu, J., Wang, X.J. and Shao, C.X. 2009. Seed priming with chitosan improves maize germination and seedling growth in relation to physiological changes under low temperature stress. *Journal of Zhejiang University Science B*, 10: 427-433.
- Hartman, J.R. 2007. Peach fruit diseases. plant pathology fact sheet. UK Cooperative Extension Service, Uni. of Kentucky, College of Agri PPFS-FR.
- Hassan, H.S.A., Sarrwy, S.M.A. and Mostafa, E.A.M. 2010. Effect of foliar spraying with liquid organic fertilizer, some micronutrients, and gibberellins on leaf mineral content, fruit set, yield, and fruit quality of "Hollywood" plum trees. *Agriculture and Biology Journal of North America*, 1(4): 638-643.
- Hossain, M.B. and Ryu, K.S., 2009. Effect of foliar applied phosphatic fertilizer on absorption pathways, yield and quality of sweet persimmon. *Scientia Horticulturae*, 122(4): 626-632.
- Hounsomes, N., Hounsomes, B., Tomos, D. and Edwards-Jones, G., 2008. Plant metabolites and nutritional quality of vegetables. *Journal of Food Science*, 73(4): R48-R65.
- Ilhami Köksal, A., Dumanoglu, H., Tuna Gunes, N. and Aktaş, M. 1999. The effects of different amino acid chelate foliar fertilizers on yield, fruit quality, shoot growth and Fe, Zn, Cu, Mn content of leaves in williams pear cultivar (*Pyrus communis* L.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23(6).
- Khan, A.S., Ahmad, B., Jaskani, M.J., Ahmad, R. and Malik, A.U. 2012. Foliar application of mixture of amino acids and seaweed (*Ascophyllum nodosum*) extract improve growth and physicochemical properties of grapes. *International Journal Agric Biol*, 14(3): 383-388.
- Kowalczyk, K., Zielony, T. and Gajewski, M. 2008. Effect of Aminoplant and Asahi on yield and quality of lettuce grown on rockwool. In *Conf. of Biostimulators in Modern Agriculture* (pp. 7-8).
- Mahmoudi, M., Samavat, S., Mostafavi, M., Khalighi, A. and Cherati, A. 2013. The effects of proline and humic acid on quantitative properties of kiwifruit. *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, 6(8):1117-1119.
- Mondal, M.M., Malek, M.A., Puteh, A.B., Ismail, M.R., Ashrafuzzaman, M. and Naher, L. 2012. Effect of foliar application of chitosan on growth and yield in okra. *Australian Journal of Crop Science*, 6(5): 918-921.
- Rai, V.K., 2002. Role of amino acids in plant responses to stresses. *Biologia plantarum*, 45(4), pp.481-487.
- Sofy, A.R., Dawoud, R.A., Sofy, M.R., Mohamed, H.I., Hmed, A.A. and El-DougDoug, N.K. 2020. Improving regulation of enzymatic and non-enzymatic antioxidants and stress-related gene stimulation in Cucumber mosaic cucumovirus-infected cucumber plants treated with glycine betaine, chitosan and combination. *Molecules*, 25(10): 2341.
- Spinelli, F., Fiori, G., Noferini, M., Sprocatti, M. and Costa, G. 2009. Perspectives on the use of a seaweed extract to moderate the negative effects of alternate bearing in apple trees. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 84(6):131-137.
- Stino, R.G., Fayed, T.A., Ali, M.M. and Alaa, S.A. 2010. Enhancing fruit quality of Florida prince peaches by some foliar treatments. *Journal of Horticultural Science and Ornamental Plants*, 2(1): 38-45.
- Takeuchi, M., Arakawa, C., Kuwahara, Y. and Gemma, H. 2007. Effects of L-proline foliar application on the quality of 'Kosui' Japanese pear. In *X International Pear Symposium 800* (pp. 549-554).
- Thomas, J., Mandal, A.K.A., Raj Kumar, R. and Chordia, A. 2009. Role of biologically active amino acid formulations on quality and crop productivity of Tea (*Camellia* sp.). *International Journal of Agricultural Research*, 4(7): 228-236.
- Wang, Y., He, H. and Zhou, Y. 2006. Effect of different molecular weight chitosan on several physiological and biochemical characteristics related with plant defense reaction. *Plant Physiology Communications*, 42(6): 1109.
- Yadav, R.L., Keshwa, G.L. and Yadav, S.S. 2003. Effect of integrated use of FYM, urea and sulphur on growth and yield of isabgol (*Plantago ovata*). *Journal of Medicinal and Aromatic Plant Science*, 25: 668-671.

Zagzog, O.A., Gad, M.M. and Hafez, N.K., 2017. Effect of nano-chitosan on vegetative growth, fruiting and resistance of malformation of mango. Trends in Horticultural Research, 6: 673-681.