نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد بیست و سوم، شماره سوم، ۱۳۹۵
http://jopp.gau.ac.ir

مطالعه تأثیر پرمنگنات پتاسیم بر صفات بیوشیمیایی پیاز خوراکی (*Allium cepa*)

***مریم دباغ[۱]، کامبیز مشایخی[۲]، جاوید قرخلو[۳] و فریال وارسته[۴]**

[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد، سبزیکاری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۲]دانشیار گروه باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۳]دانشیار گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۴]استادیار گروه باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۱۳۹٤/۵/۱۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹٤/۸/۱۳

چکیده

سابقه و هدف تحقیق: تنظیم کننده‌های رشد گیاهی نقش‌های مهمی در رشد و نمو گیاهان ایفا می‌کنند. اتیلن به‌عنوان تنها هورمون گازی گیاهی می‌باشد که اثرات آن در گیاهان از حدود یک قرن پیش شناخته شده است. امروزه از جاذب‌های اتیلن مثل پرمنگنات پتاسیم به‌صورت پودر در بسته‌های ضد آب برای افزایش عمر پس از برداشت محصولات باغبانی به‌طور گسترده‌ای استفاده می‌شود، اما تاکنون گزارشی مبنی بر کاربرد آن به‌صورت محلول‌پاشی و خیساندن و بررسی اثرات آن بر گیاهان وجود ندارد. این مطالعه با هدف بررسی اثر محلول‌پاشی و خیساندن پیازچه‌های پیاز خوراکی با محلول پرمنگنات پتاسیم صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها: به‌منظور بررسی اثر پرمنگنات پتاسیم بر صفات بیوشیمیایی گیاه پیاز خوراکی (*Allium cepa*)، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ٤ تکرار در مزرعه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در سال زراعی ۹۲-۹۳ اجرا شد. به‌این منظور سوخ‌های پیاز به روش خیساندن به‌مدت ٤٨ ساعت قبل از کشت و یا محلول‌پاشی مستقیم شاخ و برگ آن‌ها بدون خیساندن و پس از جوانه‌زنی، با غلظت‌های مختلف پرمنگنات پتاسیم (۰ (آب مقطر به‌عنوان شاهد)، ۵، ۱۰، ۲۰،٤۰، ٦۰، ۸۰ و ۱۰۰ پی‌پی‌ام) تیمار گردیدند.

*مسئول مکاتبه: maryam.dabbagh@yahoo.com

جهت اندازه‌گیری صفات نمونه‌ها به آزمایشگاه علوم باغبانی منتقل و صفاتی نظیر آنتوسیانین و کلروفیل برگ، پتاسیم، فنل و فلاونوئید پیاز، اتیلن بوته، وزن تر و وزن خشک پیاز اندازه‌گیری شدند.

یافته‌ها: نتایج این بررسی مشخص کرد که استفاده از پرمنگنات پتاسیم به‌صورت محلول‌پاشی سبب جذب اتیلن تولید شده توسط گیاه و در پی آن تغییر در صفات فیزیولوژیکی گیاه می‌گردد. بیشترین میزان وزن تر (۱٤٦/۹٤ گرم) و پتاسیم (٦٦/٤۹۷ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) مربوط به تیمار ۱۰۰ پی‌پی‌ام محلول‌پاشی بود. بیشترین میزان فنل (۰/٦۲۷ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) و فلاونوئید (۱/۰۱۷ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) به‌ترتیب مربوط به تیمارهای ۵ پی‌پی‌ام محلول‌پاشی و شاهد خیساندن بود. همچنین بیشترین میزان آنتوسیانین (۰/۰۰۰۲۲ میکرومول بر گرم) و اتیلن (۱/٦۰۷ نانومول بر ساعت) به‌ترتیب مربوط به تیمارهای ۲۰ پی‌پی‌ام خیساندن و ۵ پی‌پی‌ام محلول‌پاشی بود. نتایج مقایسه گروهی مشخص کرد که بین دو روش اعمال تیمار برای صفات فلاونوئید، کلروفیل a، وزن تر و خشک تفاوت معنی‌داری وجود داشت.

نتیجه‌گیری: علی‌رغم این‌که تاکنون گزارشی مبنی‌بر استفاده از پرمنگنات پتاسیم به‌صورت محلول‌پاشی و خیساندن وجود ندارد، با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از پرمنگنات پتاسیم به‌صورت خیساندن یا محلول‌پاشی مستقیم بر شاخ و برگ گیاهان می‌تواند اثرات فیزیولوژیک و بیوشیمایی مختلفی در گیاهان داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: اتیلن، پیاز، خیساندن، صفات بیوشیمایی، محلول‌پاشی

مقدمه

پیاز با نام علمی *Allium cepa* L. گیاهی تک لپه‌ای متعلق به خانواده *Alliaceae* می‌باشد. روش کشت این گیاه به دو صورت کشت بذر و کشت پیازچه، می‌باشد. علت اصلی تکثیر پیاز از طریق کشت پیازچه، گران بودن بذر، زودرس کردن و افزایش محصول می‌باشد. مشکل و ایراد کشت از طریق پیازچه، سخت بودن نگهداری پیازها در زمستان، تولید ساقه گل‌دهنده ناشی از بهارش و تولید بذر به جای پیاز می‌باشد (۲۰).

در یک بررسی مشاهده شد که مصرف پاکلوبوترازول و اتفون باعث کاهش درصد گلدهی و سایکوسل سبب افزایش درصد گلدهی در پیاز خوراکی رقم تگزاس ارلی گرانو شده است. طبق نتایج تحقیق فوق، اتیلن سبب کاهش گلدهی در پیاز می‌شود که به‌نظر منطقی نمی‌رسد زیرا اتفن عامل گلدهی و پیری در پیاز گزارش شده است (۱). از طرفی تحقیق کیانی دهکردی (۲۰۱٤) مشخص کرد که مصرف پرمنگنات پتاسیم باعث افزایش سطح برگ در کاهو می‌شود که باعث تأخیر در گلدهی خواهد شد (١٦). استفاده از موادی که جاذب اتیلن و اکسیدکننده قوی می‌باشند، نظیر پرمنگنات پتاسیم و ازن در انبار از تأثیر اتیلن جلوگیری می‌کنند (١٤). پرمنگنات پتاسیم یک ماده اکسیدکننده قوی است (۸) که می‌تواند با اکسید کردن اتیلن آن را به گاز کربونیک و آب تبدیل کند (۱۲). از پرمنگنات پتاسیم به‌طور تجاری برای جذب اتیلن موجود در هوا استفاده می‌شود (۱۷). متوقف کردن اثر اتیلن در میوه‌های فرازگرا با استفاده از اتمسفر کنترل شده، مواد جاذب اتیلن مانند پرمنگنات پتاسیم، ذغال فعال و یا مخلوط وانادیوم انجام می‌گیرد (۱۸). در سال‌های اخیر کاربرد مواد شیمیایی مختلف از جمله پرمنگنات پتاسیم برای کنترل اتیلن موفقیت‌آمیز بوده است و به‌این ترتیب سطح اتیلن در سردخانه‌های تجاری پایین نگه داشته می‌شود (۲۵، ٢٦). در تمام گزارش‌های موجود استفاده از پرمنگنات پتاسیم جهت جذب گاز اتیلن در انبار و با قرار دادن آن به‌طور مجزا می‌باشد، در مطالعه‌ای محلول‌پاشی کاهو با پرمنگنات پتاسیم سبب کاهش وزن تر، کلروفیل b، کارتنوئید و افزایش تعداد برگ شد (١٦). اطلاعات در دسترس محدود به تحقیق کیانی دهکردی (۲۰۱٤) و مشاهدات عینی ثبت نشده ناشی از تحقیقات غیرسیستماتیک محققین این بررسی می‌باشد (١٦). هدف از این آزمایش بررسی اثر محلول‌پاشی و خیساندن پیازچه‌های پیاز خوراکی با محلول پرمنگنات پتاسیم بر صفات بیوشیمیایی پیاز خوراکی بود.

مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر در قالب دو آزمایش جداگانه در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شد. آزمایش نخست بدون خیساندن پیازچه‌ها و پس از کشت از زمان ظهور اولین برگ و در طی فصل رویش تا زمان زرد شدن برگ‌ها به فاصله هر ۷ روز یک‌بار عمل محلول‌پاشی با پرمنگنات پتاسیم با غلظت‌های صفر (آب مقطر به‌عنوان شاهد)، ۵، ۱۰، ۲۰، ٤٠، ٦٠، ۸۰ و ۱۰۰ پی‌پی‌ام (هشت تیمار) انجام شد و آزمایش دوم شامل خیساندن پیازچه‌های پیاز سفید محلی گرگان به مدت ٤۸ ساعت در محلول‌های با غلظت‌های ذکر شده بود. پس از طی شدن مدت زمان گفته شده پیازچه‌ها بلافاصله کاشته شدند. به‌علت مومی بودن برگ‌های پیاز خوراکی و برای کم کردن کشش سطحی از ماده توئین[1] به‌صورت مخلوط با محلول پرمنگنات پتاسیم استفاده شد. طرح آزمایشی به‌صورت بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد؛ ابعاد هر کرت ۱/۵×۲ متر در نظر گرفته شده که شامل ٤ ردیف کشت بود. کشت در اسفند ماه سال ۱۳۹۲ و به‌صورت جوی و پشته با فواصل ردیف ۳۰ سانتی‌متر و فواصل روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر انجام شد.

در طی این طرح حذف علف‌های هرز به‌صورت دستی و آبیاری به‌صورت نشتی، هفته‌ای یک‌بار انجام شد و هیچ‌گونه کوددهی انجام نگرفت. در تیر ماه سال بعد (۱۳۹۳) کلیه گیاهان برداشت و شاخص‌های بیوشیمیایی آن‌ها اندازه‌گیری گردید. پارامترهایی همچون، میزان آنتوسیانین برگ، کلروفیل a، b و کل برگ، پتاسیم، وزن تر و خشک، اتیلن، فنل و فلاونوئیدها در پیاز اندازه‌گیری شدند.

آنتوسیانین: تعیین مقدار آنتوسیانین در برگ به روش واگنر (۱۹۷۹) صورت گرفت (۲۸). یک گرم از نمونه را با ۱۰ میلی‌لیتر متانول اسیدی (۹۹ میلی‌لیتر متانول خالص و ۱ میلی‌لیتر هیدروکلریک‌اسید) ساییده و نمونه‌ها برای مدت ٢٤ ساعت در تاریکی در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. سپس نمونه‌ها را برای مدت ۱۰ دقیقه در دور ٤۰۰۰ rpm سانتریفیوژ کرده و جذب محلول رویی با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۲۰ نانومتر قرائت شد.

کلروفیل برگ: برای محاسبه غلظت کلروفیل a، b و کل در برگ از روش بارنس و همکاران (۱۹۹۲) استفاده شد (۲). ابتدا ۰/۵ گرم از نمونه برگی به دقت توزین و پس از خرد شدن درون لوله آزمایش ریخته شد. سپس ۱۰ میلی‌لیتر حلال دی‌متیل‌سولفوکساید[2] به آن افزوده و نمونه‌ها را برای مدت ۳

1- Tween
2- Dimethyl Sulphoxide (DMSO)

ساعت در آون با دمای ۷۵ تا ۸۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. مقدار ۱ میلی‌لیتر از محلول فوق را به لوله جدیدی منتقل کرده و با DMSO به حجم ۵ میلی‌لیتر رسانده شدند. جذب نمونه‌ها با استفاده از اسپکتروفتومتر در طول موج‌های ٦٤٥ و ٦٦٣ نانومتر قرائت شدند.

پتاسیم پیاز: ابتدا نمونه‌ها در آون دمای ٦٠ درجه تا رسیدن به وزن ثابت خشک وسپس با آسیاب برقی پودر شدند. میزان ۱ گرم از نمونه‌های پودر شده را در بوته چینی ریخته و به‌مدت ۱۲-٤ ساعت در کوره‌ی الکتریکی با دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. پس از سرد شدن مقداری آب مقطر به اضافه ۵ میلی‌لیتر اسیدکلریدریک ۲ نرمال به خاکستر هر نمونه اضافه شد. نمونه‌ها به مدت نیم ساعت در حمام آبی در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شدند. محتویات بوته به بالن ژوژه ۵۰ میلی‌لیتری منتقل گردید و با آب مقطر به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانده شد. در نهایت نمونه‌ها با کاغذ صافی واتمن ٤٢ صاف شد و در ظروف پلاستیکی درب‌دار، در یخچال نگهداری شدند. نمونه‌های آماده شده با دستگاه فلیم‌فتومتر قرائت شدند (۷).

فنل پیاز: برای اندازه‌گیری محتوای فنل کل به ۱۰۰ میکرولیتر از عصاره گیاهی (عصاره متانولی ۱ گرم از لایه‌های با ۱ میلی‌لیتر متانول)، ۲ میلی‌لیتر کربنات سدیم (۲ درصد)، ۲/۸ میلی‌لیتر آب مقطر و ۱۰۰ میکرولیتر معرف فولین‌سیوکالتیو[1] (۵۰ درصد) اضافه شد. بعد از گذشت نیم ساعت جذب آن در طول موج ۷۲۰ نانومتر ثبت گردید. اسید گالیک به‌عنوان استاندارد برای رسم منحنی استاندارد استفاده شد. محتوای فنل کل عصاره‌ها بر اساس میلی‌گرم معادل اسید گالیک بر گرم وزن خشک گیاه گزارش شد (۱۹).

فلاونوئید پیاز: برای سنجش میزان فلاونوئید کل به ۵۰۰ میکرولیتر از هر عصاره متانولی (۱:۱۰) ۱/۵ میلی‌لیتر متانول (۸۰ درصد)، ۱۰۰ میکرولیتر محلول آلومینیوم کلراید (۱۰ درصد)، ۱۰۰ میکرولیتر محلول استات پتاسیم ۱ مولار و ۲/۸ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شد. جذب مخلوط بعد از گذشت ٤٠ دقیقه در طول موج ٤١٥ نانومتر نسبت به بلانک اندازه‌گیری گردید. بلانک حاوی تمام ترکیبات ذکر شده در بالا بود اما به جای عصاره، همان حجم متانول ۸۰ درصد به آن اضافه شده بود. برای رسم منحنی استاندارد از کوئرستین استفاده شد. میزان فلاونوئید کل عصاره‌ها بر اساس میلی‌گرم معادل کوئرستین بر گرم وزن خشک گیاه گزارش شد (٤).

1- Folin–Ciocalteu

اتیلن: اندازه‌گیری اتیلن گیاه با استفاده از دستگاه GC ساخت شرکت GOW-MAC مدل G-M816 انجام شد. جهت آماده‌سازی نمونه‌های گیاهی به‌صورت کاملاً تصادفی انتخاب شدند و در ظروف یک لیتری برای مدت ٤٨ ساعت قرار گرفتند. برای جلوگیری از خروج گاز اتیلن درب ظروف با دولایه فویل و پارافیلم بسته شدند (۱۵).

وزن خشک پیاز: جهت اندازه‌گیری وزن خشک نمونه‌ها در آون در دمای ٦٠ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت قرار گرفتند.

نمونه‌برداری به‌صورت کاملاً تصادفی انجام شد. اطلاعات به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SAS تجزیه شد. مقایسه میانگین‌ها به روش LSD انجام شد.

نتایج و بحث

میزان آنتوسیانین برگ: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمار پرمنگنات پتاسیم بر مقدار آنتوسیانین برگ در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). همچنین نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین میزان آنتوسیانین مربوط به تیمار ۲۰ پی‌پی‌ام در آزمایش دوم (خیساندن پیازچه‌ها با محلول پرمنگنات پتاسیم) بود (جدول ۲). نتایج مقایسه گروهی نشان دادند که بین اثر روش خیساندن و محلول‌پاشی با پرمنگنات پتاسیم بر میزان آنتوسیانین برگ اختلاف معنی‌دار وجود داشت (جدول ۳). همچنین این صفت بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار را با وزن خشک برگ نشان داد (جدول ٤)

جدول ۱- اثر تیمار پرمنگنات پتاسیم بر صفات بیوشیمیایی اندازه‌گیری شده در پیاز خوراکی.

Table 1. Effect of potassium permanganate on measured biochemical characteristics of onion.

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	آنتوسیانین برگ Leaves anthocyanin	کلروفیل a Chlorophyll a	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل کل Total chlorophyll	اتیلن Ethylene	فنل Phenol	فلاونویید Flavonoid	پتاسیم Potassium	وزن تر Fresh weight	وزن خشک Dry weight
بلوک Block	3	1.13E-9	1.406	0.418	0.455	0.01	0.016	0.024	50.426	334.88	1.229
تیمار Treatment	15	2.91E-9**	0.713^{ns}	0.477^{ns}	0.371^{ns}	0.105**	0.043**	0.140**	475.674**	2094.949**	52.732**
خطا Error	45	5.93E-10	0.404	0.025	0.223	0.011	0.004	0.011	132.189	418.268	4.449
ضریب تغییرات CV	-	14.58	18.37	19.39	20.62	10.05	14.37	14.86	22.14	22.95	24.72

** اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد. ns عدم وجود اختلاف معنی‌دار.

** significant difference at 1% . ns: Nonsignificant differences.

میزان کلروفیل a، b و کل برگ: بررسی نتایج مربوط به تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمار پرمنگنات پتاسیم بر میزان کلروفیل a، b و کل معنی‌دار نبود (جدول ۱). نتایج مقایسات گروهی مشخص کرد که بین اثر روش خیساندن و محلول‌پاشی بر میزان کلروفیل a در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌دار وجود داشت (جدول ۳)، در صورتی‌که بر میزان کلروفیل b و کل اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۳).

جدول ۲- مقایسه میانگین تأثیر غلظت‌های مختلف پرمنگنات پتاسیم بر صفات بیوشیمیایی اندازه‌گیری شده در پیاز خوراکی.

Table 2. Mean comparison of the effect of different concentrations of potassium permanganate on measured biochemical characteristics of onion.

آزمایش Experiment	تیمار (پی‌پی‌ام) Treatment (ppm)	آنتوسیانین برگ Leaves anthocyanin (µMol/g)	کلروفیل a Chlorophyll a (mg/g.f.w)	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل کل Total chlorophyll	اتیلن Ethylene (nMol/h)	فنل Phenol (mg/g.d.w)	فلاونوئید Flavonoid (mg/g.d.w)	پتاسیم Potassium(mg/ml)	وزن تر (g)	وزن خشک (g)
محلول‌پاشی foliar	0	0.00014^{dc}	3.31	2.43	2.165	1.163^{bc}	0.346^{efgh}	0.781^{bcd}	47.253^{cde}	85.32^{cdefg}	13.604^{ab}
	5	0.00013^{d}	4.02	2.89	2.575	1.607^{a}	0.627^{a}	0.908^{ab}	47.153^{cde}	94.58^{bcdef}	10.205^{cd}
	10	0.00016^{bcd}	3.58	2.74	2.220	1.031^{dc}	0.316^{gh}	0.72^{cde}	52.265^{abcd}	94.22^{bcdef}	11.484^{bc}
	20	0.00015^{dc}	2.94	2.08	1.862	1.007^{d}	0.442^{dc}	0.819^{bc}	58.028^{abcd}	99.85^{bcde}	10.971^{bc}
	40	0.00017^{bc}	3.02	2.81	2.507	1.002^{d}	0.585^{ab}	0.974^{a}	58.178^{abcd}	116.73^{b}	11.671^{bc}
	60	0.00017^{bcd}	2.93	2.53	2.252	1.012^{cd}	0.436^{cde}	0.622^{e}	59.181^{abc}	106.15^{bc}	8.838^{cde}
	80	0.00016^{dc}	2.82	2.35	2.095	1.003^{d}	0.441^{cd}	0.700^{cde}	64.242^{ab}	103.29^{bcd}	10.929^{bc}
	100	0.00014^{d}	3.01	2.38	2.122	1.003^{d}	0.368^{defg}	0.677^{cde}	66.497^{ab}	146.94^{a}	15.667^{a}
خیساندن soaking	0	0.00014^{dc}	3.69	2.55	2.270	1.049^{cd}	0.554^{ab}	1.017^{a}	30.515^{f}	71.12^{efgh}	5.530^{fg}
	5	0.00014^{dc}	3.91	3.16	2.815	1.305^{b}	0.517^{bc}	0.727^{cde}	50.912^{bcd}	74.89^{defgh}	4.726^{fg}
	10	0.00016^{dc}	3.45	2.31	2.065	1.018^{cd}	0.458^{cd}	0.675^{cde}	32.620^{ef}	86.60^{cdefg}	7.336^{def}
	20	0.00022^{a}	3.29	1.99	1.770	1.009^{d}	0.567^{ab}	0.928^{ab}	68.452^{a}	79.21^{cdefgh}	6.628^{efg}
	40	0.00021^{ab}	3.67	2.32	2.060	1.012^{cd}	0.514^{bc}	0.699^{cde}	56.224^{abcd}	74.42^{defgh}	5.614^{fg}
	60	0.00021^{a}	4.11	2.9	2.582	1.012^{cd}	0.427^{cdef}	0.628^{ed}	48.050^{cdef}	68.21^{fgh}	$4.676f^{g}$
	80	0.00015^{dc}	3.80	2.88	2.565	1.003^{d}	0.339^{fgh}	0.426^{f}	42.643^{def}	63.41^{gh}	3.971^{g}
	100	0.00015^{dc}	3.79	3.05	2.717	1.003^{d}	0.272^{h}	0.302^{f}	50.661^{bcd}	55.50^{h}	4.632^{fg}

در هر ستون میانگین‌هایی که در یک حرف مشترک هستند براساس آزمون LSD فاقد تفاوت آماری معنی‌دار می‌باشند.

Means followed by the same letter within each column are not significantly different according to LSD test

در مطالعه‌ای که روی شمعدانی[1] واریته فوکسی[2] انجام گرفت کلروفیل a، b و کل در تیمار محلول‌پاشی ٦٠ میلی‌گرم در لیتر نانونقره بیشترین مقدار را نشان دادند (۱۱). گزارش شده است که اتیلن باعث کاهش کلروفیل در میوه مرکبات می‌شود، ولی ممانعت از فعالیت اتیلن توسط تیوسولفات نقره (STS) باعث افزایش محتوای کلروفیل می‌شود (۵). همچنین استفاده ار تیمار STS باعث

1. *Pelargonium zonale*
2. *Foxy*

ممانعت از فعالیت اتیلن و در نتیجه افزایش محتوای کلروفیل در گیاه سیب‌زمینی نیز گردیده است (۲۱).

گیرنده‌های نوری (فیتوکروم‌ها) نقش اساسی در تنظیم رشد رویشی گیاهان شامل تنظیم طویل شدن میانگره‌ها، توسعه برگچه‌ها و تنظیم میزان کلروفیل ایفا می‌کنند. البته هورمون‌های گیاهی نیز در انجام این پروسه‌ها دخالت دارند. مشاهده شد که استفاده از مهارکننده‌های بیوسنتز اتیلن نظیر آمینو اتوکسی ونیل گلیسین (AVG) در گیاهان نخودفرنگی دارای جهش خاموش شدن فیتوکروم سبب کاهش میزان کلروفیل برگ گردید (۹). به احتمال زیاد پرمنگنات پتاسیم بر فیتوکروم‌ها اثر می‌گذارد، باعث کاهش اتیلن در گیاه و در پی آن افزایش کلروفیل می‌گردد. لذا در این بررسی هر کجا که کلروفیل زیاد شد نشان‌دهنده کاهش اتیلن در آن تیمار می‌باشد.

میزان فنل: نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به میزان فنل نشان داد که اثر تیمار پرمنگنات پتاسیم بر مقدار فنل پیاز در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین میزان فنل مربوط به تیمار ۵ پی‌پی‌ام آزمایش ۱ (محلول‌پاشی) بود (جدول ۲). نتایج مقایسات گروهی اختلاف معنی‌داری بین دو روش اعمال تیمار نشان نداد (جدول ۳).

حیدری و همکاران (۲۰۱۱) مشاهده کردند که میوه‌های انبه تیمار شده با ۱۰ گرم پرمنگنات پتاسیم پس از هفت روز دارای فنل بیشتری در گوشت میوه بودند. ولی در روز بیست‌ویکم، میزان فنل به‌طور معنی‌داری کمتر از شاهد بود. در روزهای هفتم و چهاردهم، ترکیبات فنلی در پوست میوه‌های انبه تیمار شده با ۱۰ گرم پرمنگنات پتاسیم بیشتر بود (۱۲). در اینجا احتمال داده می‌شود که شاید اتیلن بر میزان سنتز فنل در پیاز اثر داشته باشد و با مصرف پرمنگنات پتاسیم به عنوان جاذب اتیلن سبب کاهش آن در پیاز گردیده است.

جدول ۳- مقایسه گروهی روش‌های مختلف اعمال پرمنگنات پتاسیم (خیساندن در مقایسه با روش محلول‌پاشی) بر صفات بیوشیمیایی اندازه‌گیری شده در پیاز خوراکی.

Table 3. Contrast between different methods of applying the potassium permanganate (Soaking vs foliar application) on measured biochemical characteristics of onion.

صفت Characteristic	P-value
آنتوسیانین Anthocyanin	0.0068**
کلروفیل a Chlorophyll a	0.0023**
کلروفیل b Chlorophyll b	0.3476ns
کلروفیل کل Total chlorophyll	0.2652ns
اتیلن Ethylene	0.0568ns
فنل Phenol	0.5231ns
فلاونوئید Flavonoid	0.0007**
پتاسیم Potassium	0.0023**
وزن تر Fresh weight	0.0001>
وزن خشک Dry weight	0.0001>

** اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد. ns عدم وجود اختلاف معنی‌دار.

** Significant difference at 1%. ns: Non-significant difference.

میزان فلاونوئید: نتایج تجزیه واریانس میزان فلاونوئید نشان داد که اثر تیمار بر مقدار فلاونوئید در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین و کمترین میزان فلاونوئید به‌ترتیب مربوط به تیمار شاهد و ۱۰۰ پی‌پی‌ام روش خیساندن بود (جدول ۲). نتایج مقایسات گروهی بین روش خیساندن و محلول‌پاشی با پرمنگنات پتاسیم در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی داری نشان دادند (جدول ۳).

فلاونوئیدها ترکیباتی پلی‌فنولی و از مهمترین متابولیت‌های ثانویه گیاهان هستند. با ایجاد تنش اکسیداتیو در گیاهان، بیان ژن‌های آنتی‌اکسیدان (۲۷) و مسیر فنیل پروپانویید به‌ویژه مسیر بیوسنتز فلاونوئیدها افزایش می‌یابد (۱۰). طباطبائی پژوه و همکاران (۲۰۱۳) اعلام کردند که بیشترین میزان فلاونوئید در تیمار ۲۰ پی‌پی‌ام نانو نقره مشاهده شد (۲٤).

میزان پتاسیم: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمار پرمنگنات پتاسیم بر میزان پتاسیم در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج حاصل از مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین میزان پتاسیم مربوط به تیمار ۲۰ پی‌پی‌ام و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد خیساندن بود (جدول ۲). نتایج مقایسات گروهی مشخص کرد که بین روش اعمال تیمار بر میزان پتاسیم در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌دار وجود داشت (جدول ۳).

اکسایش اتیلن توسط پرمنگنات پتاسیم طی دو مرحله انجام می‌شود. ابتدا اتیلن[1] به استالدئید[2] و سپس به استیک‌اسید[3] تبدیل می‌شود. در مرحله دوم استیک اسید می‌تواند به دی‌اکسیدکربن[4] و آب[5] اکسید شود: اگر پرمنگنات پتاسیم به مقدار کافی در اختیار محصول (گیاه، میوه و..) باشد این واکنش ادامه پیدا می‌کند و به تولید CO_2 بیشتری می‌انجامد. هیدروکسید پتاسیم (KOH) تولید شده می‌تواند طی یک واکنش اسید- باز با استیک اسید (CH_3COOH) به نمک استات پتاسیم ($KCOOCH_3$) تبدیل شود.

در روش محلول‌پاشی با پرمنگنات پتاسیم چون گیاهان به‌طور هفتگی محلول‌پاشی می‌شدند، میزان پتاسیم در آن‌ها با افزایش غلظت افزایش یافت. ولی در روش خیساندن، پیازچه‌ها از این منبع محروم بودند و فقط اثر تحریک‌کنندگی روی آن‌ها داشت. پرمنگنات پتاسیم با جذب اتیلن از فرآیندهای پیری مثل تجزیه پتاسیم جلوگیری می‌کند (۱۳).

وزن تر و خشک پیاز: نتایج تجزیه واریانس نشان دادند که اثر تیمار پرمنگنات پتاسیم بر میزان وزن تر و خشک پیازها در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین وزن تر پیاز (۱٤٦/۵ گرم) مربوط به تیمار ۱۰۰ پی‌پی‌ام محلول‌پاشی و کمترین آن (۵۵/۵

1- GH_2CH_2
2- CH_3CHO
3- CH_3COOH
4- CO_2
5- H_2O

گرم) مربوط به تیمار ۱۰۰ پی‌پی‌ام خیساندن بود (جدول ۲). نتایج مقایسه گروهی نشان داد بین دو روش اعمال تیمار روی وزن تر و خشک پیاز اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد وجود داشت (جدول ۳).

پتاسیم یکی از عناصر ضروری برای گیاه است که در بسیاری از فعالیت‌های گیاه مانند فتوسنتز، جذب آب و حفظ پتانسیل اسمزی نقش دارد (٦). گیاهان پیازدار پتاسیم را تقریباً به اندازه نیتروژن جذب می‌کنند (۲۲). با توجه به این که محلول پرمنگنات پتاسیم حاوی پتاسیم می‌باشد با افزایش غلظت آن میزان پتاسیمی که در اختیار گیاه قرار می‌گیرد نیز افزایش می‌یابد و از طرفی چون پرمنگنات پتاسیم اتیلن را جذب می‌کند فرآیندهای پیری و کاتابولیسمی را در گیاه به تأخیر می‌اندازد و بدین صورت سبب افزایش وزن تر و خشک در پیاز می‌گردد.

اتیلن: نتایج تجزیه واریانس نشان دادند که کاربرد پرمنگنات پتاسیم بر میزان اتیلن درون گیاه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین میزان اتیلن تولید شده مربوط به تیمار ۵ پی‌پی‌ام در روش محلول‌پاشی بود (جدول ۱). نتایج مقایسات گروهی مشخص کرد که بین دو روش اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۳). بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار بین اتیلن با فلاونوئید مشاهده شد (جدول ٤).

نتیجه‌گیری کلی

نکته قابل تأمل در این بررسی این است که علی‌رغم این‌که در حال حاضر پرمنگنات پتاسیم به‌صورت مجزا در بسته‌ها یا انبارهای نگهداری محصولات باغبانی به کار می‌رود، این بررسی نشان داد که محلول‌پاشی یا خیساندن گیاه با ماده فوق نیز می‌تواند اثرات مفیدی داشته باشد. با توجه به این‌که فیتوکروم‌ها نقش بسیار اساسی در تنظیم میزان اتیلن موجود در گیاهان ایفا می‌کنند، احتمال داده می‌شود که پرمنگنات پتاسیم با تأثیر بر فیتوکروم‌ها سبب کاهش اتیلن در گیاه می‌گردد. همزمان با جذب اتیلن در گیاه فرآیندهای پیری در گیاه کند شده و میزان مواد فتوسنتزی در گیاه افزایش یافته و در پی آن گیاه به‌مدت طولانی‌تری رشد رویشی خواهد داشت.

جدول ٤- ضریب همبستگی صفات تیمار محلول‌پاشی با محلول پرمنگنات پتاسیم.

Table 4. Correlation coefficient of treatment foliar characteristics by potassium permanganate solution.

	اتیلن Ethylene	وزن خشک Dry weight	وزن تر Fresh weight	پتاسیم Potassium	فلاونویئد Flavonoid	فنل Phenol	کلروفیل کل Total chlorophyll	کلروفیل a Chlorophyll a	کلروفیل b Chlorophyll b	آنتوسیانین برگ Leaves anthocyanin
اتیلن Ethylene	1									
وزن خشک Dry weight	-0.5ns	1								
وزن تر Fresh weight	0.26ns	-0.19ns	1							
پتاسیم Potassium	0.81*	-0.37ns	0.52ns	1						
فلاونوئید Flavonoid	0.93**	-0.69ns	0.2ns	0.77*	1					
فنل Phenol	-0.51ns	0.43ns	-0.6ns	-0.19ns	-0.44ns	1				
کلروفیل کل Total chlorophyll	-0.05ns	0.51ns	-0.44ns	-0.04ns	-0.08ns	0.68ns	1			
کلروفیل a Chlorophyll a	-0.22ns	0.59ns	-0.22ns	-0.04ns	-0.41ns	0.53ns	0.64ns	1		
کلروفیل b Chlorophyll b	-0.31ns	0.52ns	-0.22ns	-0.12ns	-0.46ns	0.44ns	0.46ns	0.94**	1	
آنتوسیانین برگ Leaves anthocyanin	-0.66ns	0.85**	-0.09ns	-0.42ns	-0.79*	0.37ns	0.22ns	0.58ns	0.67ns	1

** اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد. * اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد. ns عدم وجود اختلاف معنی‌دار.

** significant difference at 1% . significant difference at 5%. ns: Nonsignificant differences.

منابع

1. Arvin, M., and Banakar, M. 2002. Effects of plant growth regulators on bolting and several traits of onion (*Allium cepa*) cv. texas early grano. Isfahan. Uni0 Tech. J. 6(1): 59-70. (In Persian)
2. Barnes, J.D., Balaguer, L., Manrique, E., Elvira, S., and Davison, A.A. 1992. A reappraisal of the use of DMSO for extraction and determination of chlorophyll a and b in lichens and higher plants. Environ. Experim Bot. J. 32: 85-100.
3. Brewster, J.L. 1994. Onion and other vegetable alliums, Cab International. UK, 236p.
4. Chang, C., Yang, M., Wen, H., and Chern, J. 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. Food. Dru. Ana. J. 10: 178-182.
5. Ehsanpour, A.A., and Jones, M.G.K. 2001. Plant regeneration from mesophyll protoplasts of potato (*Solanum tuberosum*) cultivar Delaware using silver thiosulfate (STS). Sci. Islam. Rep. Iran. J, 12: 2.103-110.
6. Epstin, E. 1972. Mineral Nutrition of Plants, Principles and Perspectives. New York, Wiley, 189p.
7. Emami, A. 1996. Method of analyzing plants. Technical J. 982. Research Institute. Tehran University Press, 248p. (In Persian)
8. Fathi, Gh., and Esmaeilpor, B. 2001. Plant material and growth regulator. JDMP, 257p. (In Persian)
9. Foo, E., Ross, J.J., Davies, N.W., Reid, J.B., and Weller, J.L. 2006. A role for ethylene in the phytochrome-mediated control of vegetative development. Plant J. 46: 6.911-921.
10. Green, R., and Fluhr, R. 1995. UV-B induced PR-1 accumulation is mediated by active oxygen species. Plant Cell J. 7: 203-212.
11. Hatami, M., and Ghorbanpour, M. 2014. Defense enzyme activities and biochemical variations of *Pelargonium zonale* in response to nanosilver application and dark storage. Turk. Biol. J. 38: 130-139.
12. Heidari, M., Dastjerdi., and Moradi, N. 2011. Effect of potassium permanganate and duration storage on Mango (*Mangifera indica*) fruit quality. Hort. Sci. J. 25: 2. 130-136. (In Persian)
13. Hobbs, M.S., Grippo, R.S., Farris, J.L., Griffin, B.R., and Harding, L.L. 2006. Comparative acute toxicity of potassium permanganate to nontarget aquatic organisms. Environ. Tox. Chem. 25: 3046-3052.
14. Jalili marandi, R. 2005. Postharvest Physiology. University Jihad Urmia Press. 276p. (In Persian)
15. Jeffrey, K.B., Adel, A.K., Christi, M.H., and Robert, C.N. 1982. Controlled atmosphere and ethylene effects on quality of California canning apricots and clingstone peaches. Food Sci. 47: 432-436.

16. Kiani Dehkordi, R., and Mashayekhi, K. 2014. Effect of abscisic acid, ethephon, 1-methyl cyclopropane, silver thiosulfate and potassium permanganate on vegetative and generative growth of Lactuca sativa. M.Sc. Thesis, Gorgan University of Agriculture Sciences and Natural Resources.
17. Madhaj, A. 2009. Postharvest Management. Azad University of Shoshtar. Branch Press. 85p. (In Persian)
18. Maekawa, T. 1990. On the mango CA storage and transportation from subtropical to temperate regions in Japan. Acta Hor 269: 360-371.
19. Meda, A., Lamien, C.E., Romito, M., Millogo, J., and Nacoulma, O.G. 2005. Determination of the total phenolic, flavonoid and pralin contents in Burkinafasan honey, as well as their scavenging activity. Food Chem J. 91: 571-577.
20. Peyvast, Gh.A. 2003. Vegetable Production. Delpazir Press, 415p. (In Persian)
21. Rostami, F., and Ehsanpour, A.A. 2010. Effect of silver thiosulfate (STS) on changes of chlorophyll content and antioxidant enzyme activity in Potato (*Solanum tuberosum* L.). Cell. Mol Res. 2: 1. 29-34.
22. Salo, T., Suojala, T., and Kallela, M. 2002. The effect of fertigation on yield and nutrient uptake of cabbage, carrot and onion. Acta Hort. 571: 235-241.
23. Sarmadnia, G., and Koochaki, A. 1989. Physiology of Crop Plants. Jihad Daneshgahi Mashhad Press, 400p. (In Persian)
24. Tabatabaee Pajouh, Z., Razavizadeh, R., and Rostami, F. 2013. Effect of nanosilver on chlorophyll, carotenoied and flavonoid pigments in canola (*Brassica napus*) in vitro medium. In: The Secondary National Conference of Nanotechnology from Theory to Application, Isfahan, Iran. (In Persian)
25. Thompson, J.F. 1994. Ethylene control in storage facilities. Perishables Handling Newsletter Press. 80p.
26. Thompson, J.F., and Reid, M.S. 1989. Economical ethylene control. Perishables Handling Newsletter. Press, 125p.
27. Vinyard, P.G., Moody, C.J., and Jacob, C. 2005. Oxidation of antioxidant defense. Trend. in Bioch Sci. J. 8: 453-461.
28. Wagner, G.J. 1979. Content and vacuole/extra vacuole distribution of neutral sugars, free amino acids, and antocyanins in protoplast. Plant Physiol. J. 64: 88-93.