

افزایش طول عمر گلجای ژربرا با استفاده از نانوذرات نقره و هیدروکسی کینولین سیترات

رستگار سمیه^{۱*}، زارعی اصغر^۲

۱. گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه هرمزگان

۲. گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد جیرفت

* rastegarhort@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۳/۱۴، تاریخ بررسی مجدد: ۱۳۹۵/۰۵/۲۰، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۲۵

چکیده

در سال‌های اخیر استفاده از نانو ذرات به دلیل خواص ضد میکروبی آن در پس از برداشت محصولات کشاورزی اهمیت زیادی یافته است. با توجه به نیاز روزافزون بازار، تیمارهای پس از برداشت در ماندگاری و افزایش عمرگل ژربرا اهمیت زیادی دارند. بدین منظور در پژوهش حاضر تیمارهای محلول نانوذرات نقره در چهار سطح (۰، ۵، ۱۰ و ۲۰ میلی گرم در لیتر) و هیدروکسی کینولین سیترات در سه سطح (۰، ۲۰۰، ۴۰۰ میلی گرم در لیتر) به صورت جداگانه و با هم مقایسه شد. در طی آزمایش صفات طول عمر گل، وزن تر، مقدار محلول جذب شده، نشت یونی و محتوای نسبی آب گلبرگ اندازه‌گیری شد. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین تیمارهای مختلف نشان داد که تاثیر نانو ذرات نقره و اثرات متقابل آن با هیدروکسی کینولین سیترات بر بیشتر صفات اندازه‌گیری شده معنی‌داری است. بالاترین طول عمرگل در تیمارهای نانو ذرات نقره در غلظت ۱۰ و ۲۰ میلی گرم در لیتر و هیدروکسی کینولین سیترات در غلظت ۲۰۰ میلی گرم در لیتر به دست آمد. اثر متقابل نانوذرات نقره و هیدروکسی کینولین سیترات نیز باعث افزایش معنی‌دار طول عمر، محتوای نسبی آب گلبرگ، ثبات غشای سلول و مقدار محلول جذب شده گل ژربرا طی آزمایش شد.

کلمات کلیدی: ژربرا، عمرگلجای، نانوذرات نقره، هیدروکسی کینولین

مقدمه

یکی از مهمترین فاکتورها برای تعیین کیفیت گل‌های شاخه بریده محسوب می‌شوند. از سالها پیش تاکنون تلاش‌های زیادی صورت گرفته است تا روش‌هایی ابداع شوند که به کمک آنها عمر گل‌های بریده و کیفیت پس از برداشت آنها افزایش یابد. اخیرا استفاده از ترکیباتی مانند هیدروکسی

گل ژربرا با نام علمی *Gerbera jamesonii hybrida* متعلق به خانواده Asteraceae تیره آفتابگردان و بومی آفریقای جنوبی می‌باشد. ژربرا یکی از مهمترین گل‌های بریدنی جهان است که از نظر عرضه و تقاضا در رتبه چهارم جهان می‌باشد (Redman et al. 2002). عمر ماندگاری

کینولین و نانو ذرات نقره به عنوان یک ترکیب نسبتاً جدید با خاصیت باکتری کش در صنعت گلکاری مورد توجه قرار گرفته است (Solgi et al. 2009). امانی بنی و همکاران (۱۳۹۴)، مدد زاده (۱۳۹۴). از جمله مهمترین عوامل در زوال گل های بریدنی، بهم خوردگی روابط آبی ساقه از طریق انسداد آوندی با تجمع میکروارگانیسم ها و در نتیجه ممانعت از جذب آب و محلول گلدانی می باشد (Louband & Doorn 2004). نانو ذرات نقره به علت داشتن منطقه سطحی بالا که منجر به تماس بهتر با باکتری ها می شود، نقش موثری در کنترل آلودگی های باکتریایی دارند (Rai et al. 2009). Lu و همکاران (۲۰۱۰) اظهار داشتند که استفاده از نانو ذرات نقره به صورت تیمار نبضی باعث افزایش طول عمر گل رز نسبت به شاهد می شود. مطالعات میکروسکوپ الکترونی از مقاطع ساقه در پژوهش ایشان نشان داد که حضور نانو ذرات نقره باعث کاهش و جلوگیری از رشد میکروبها در انتهای ساقه شده و با جلوگیری از انسداد آوندی در این محل، موجب افزایش ماندگاری گل ها می شود. نبی گل (۱۳۹۰) در پژوهشی تاثیر ساکارز، هیدروکسی کینولین سیترا و سولفات آلومینیوم بر تغییرات هیدرات های کربن درونی و تولید اتیلن را بر گل های شاخه بریده رز نشان داد که همه تیمارهای مورد استفاده باعث افزایش طول عمر گل ها نسبت به شاهد می شوند. گزارش شده است که تیمار گل های شاخه بریده گلاب با هیدروکسی کینولین سیترا و ساکارز علاوه بر افزایش عمر پس از برداشت گل باعث بهبود جذب آب بوسیله سنبله ها شده و میزان کربوهیدراتها را در گلبرگها افزایش داده است (Singh & Kumar 2008). مشاهده شده است که تیمار گل های بریده گلاب با ساکارز ۴ درصد به همراه ۲۰۰ میلی گرم در لیتر هیدروکسی کینولین سیترا، باعث افزایش عمر ماندگاری آن می شود. تا کنون تیمارهای مختلفی برای افزایش ماندگاری گل ژبررا توسط محققین مختلف استفاده شده است (Pal & Kumar 2004).

تحقیقات نشان می دهند که هیدروکسی کینولین سیترا همراه با ساکارز و سیتریک اسید با افزایش قدرت جذب محلول، باعث افزایش عمر گلجای گل ژبررا شده است (Meman & Dabh 2007). مطالعات دانایی و همکاران در سال ۱۳۹۰ نشان داد که تیمار کوتاه مدت جیبرلیک اسید با غلظت ۵۰ میلی گرم بر لیتر به همراه محلول نگهدارنده اتانول ۲/۵ درصد و ساکاروز سه درصد بیشترین تاثیر را بر خصوصیات کیفی و دوام عمر گل ژبررا داشته است. در پژوهش های دیگر استفاده از غلظت های مختلف اسید جیبرلیک (۲/۵-۷ میلی گرم در لیتر) تاثیر معنی داری بر افزایش جذب آب، شاداب ماندن گلبرگ ها و تاخیر پیری گل های ژبررا داشته است (Emonngor 2004). آزمایش حاضر جهت تعیین مناسبترین غلظت های نانو ذرات نقره و هیدروکسی کینولین سیترا و بررسی اثرات متقابل آنها، به منظور دستیابی به بالاترین عمر گلجایی و حفظ کیفیت گل های بریده ژبررا انجام شد.

مواد و روش ها

گل های ژبررا (*Gerbera jamesonii* cv. Rosalin) تحت آزمایش فاکتوریل در پایه طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار و هر واحد آزمایشی شامل سه شاخه گل قرار گرفتند. محلول نانو ذرات نقره^۱ در چهار سطح (۰، ۵، ۱۰ و ۲۰ میلی گرم در لیتر) و هیدروکسی کینولین سیترا در سه سطح (۰، ۲۰۰، ۴۰۰ میلی گرم بر لیتر) در نظر گرفته شد. ابتدا گل ها در محلول نانو ذرات نقره به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفتند. سپس گل ها در محلول ساکارز ۲ درصد محتوی هیدروکسی کینولین سیترا (۰، ۲۰۰، ۴۰۰ میلی گرم بر لیتر) تا پایان آزمایش قرار داده شدند. در مدت آزمایش گل ها در شرایط دمای 20 ± 2 درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی ۶۰ درصد، شدت نور ۱۵ تا ۲۰ میکرومول بر ثانیه بر متر مربع و

^۱ - نانو ذرات نقره از یک شرکت ایرانی (نانوسید) تهیه گردید.



طول روز ۱۲ ساعت روشنائی نگهداری شدند. آزمایش تا شروع پلاسیدگی گلبرگ‌ها ادامه یافت. فاکتورهای مختلفی شامل طول عمر گل، وزن تر گل، میزان محلول جذب شده، نشت یونی و محتوی نسبی آب گلبرگ اندازه‌گیری شد. شاخص طول عمر گل با پایان عمر گل آذین در زمان پلاسیدگی دو ردیف بیرونی گلبرگ‌ها اندازه‌گیری شد.

وزن تر نسبی گل

محاسبه وزن تر نسبی گل‌ها با استفاده از فرمول زیر انجام شد (فریدونی و همکاران ۱۳۹۰).

درصد وزن تر نسبی گل: $R.F.W(\%) = (W_t / W_{t=0}) * 100$

W_t = وزن تر ساقه (گرم) در روز ۲، ۴، ۶ و ...

$W_{t=0}$ = وزن همان ساقه در روز صفر

مقدار محلول جذب شده از فرمول زیر محاسبه گردید:

$Solution\ uptake\ (mL\ day^{-1}\ g^{-1}\ FW) = (St - St_1) / W_t$

St = وزن محلول (g) در روز صفر، ۲، ۴، ۶ و ...

St_1 = وزن محلول (g) در روز قبل

$W_t = 0$ = وزن تر ساقه در روز صفر

نشت یونی

جهت اندازه‌گیری نشت یونی، یک گرم گلبرگ را خرد نموده و به مدت یک ساعت در دستگاه بن ماری در دمای ۳۰ درجه سانتیگراد گذاشته و سپس توسط EC متر میزان نشت یونی آنها ثبت شد (L_1). سپس آنها را در داخل اتوکلاو با دمای ۱۲۱ درجه سانتی گراد و فشار ۱/۲ اتمسفر به مدت ۲۰ دقیقه قرار داده و EC مجدداً (L_2) در EC متر قرائت شد. در نهایت نشت یونی محلول (L_2) بعد از به تعادل رسیدن با دمای محیط اندازه‌گیری شد و میزان نشت یونی (خسارت به غشاء سلولی) از رابطه زیر محاسبه شد (Arora et al. 1992).

$EL\ (\%) = [L_1 / (L_1 + L_2)] * 100$

محتوای نسبی آب گلبرگ

برای اندازه‌گیری میزان آب موجود در گلبرگ‌ها، ابتدا دو

گرم از گلبرگ در ۳ شاخه جداگانه وزن شد (وزن تر). سپس برای مدت ۷۲ ساعت در آون با دمای ۶۰ درجه سانتی گراد قرار گرفتند و وزن خشک آن‌ها یادداشت و نسبت مذکور از اختلاف آن نسبت به وزن تر اولیه به دست آمد (Slavick 1979).

(وزن خشک) / (وزن خشک - وزن تر) = $(g \cdot g^{-1} \cdot d \cdot wt)$ میزان آب

تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS و مقایسه میانگین‌ها به کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گرفت.

نتایج و بحث

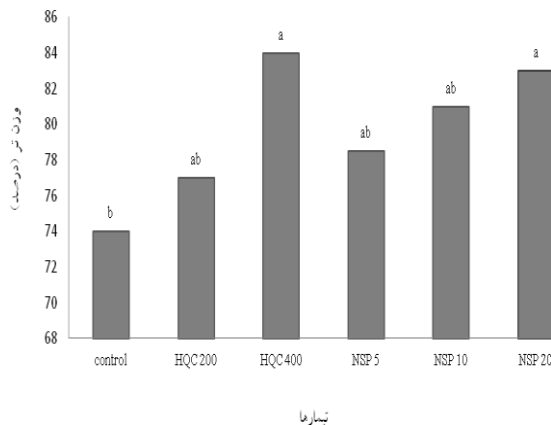
طول عمر گل

نتایج مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف در طول عمر گل ژبربا نشان داد که تیمار شاهد با مقدار ۸/۹ روز کمترین طول عمر گل را داشت و سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری با شاهد نشان دادند. بیشترین طول عمر گل در تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیدروکسی کینولین سیترات و ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم در لیتر نانو ذرات نقره مشاهده شد (شکل ۱). همانطور که در جدول ۱ نشان داده شده است اثر متقابل کاربرد هیدروکسی کینولین سیترات نانو ذرات نقره نیز در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شده است. بطوریکه تیمارهای ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر ۸ هیدروکسی کینولین سیترات به علاوه ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم در لیتر نانو ذرات نقره نتوانستند طول عمر گل ژبربا را در حد قابل توجهی افزایش دهند. این نتایج در راستای یافته‌های دیگر محققین می‌باشد. شفیع ماسوله و همکاران (۱۳۹۰)، در پژوهشی تأثیر متقابل پیش تیمار با نانو ذرات نقره و تیمار پیوسته با سولفات کلسیم و جیبرلین بر افزایش عمر گل‌دانی ژبربا را مورد بررسی قرار دادند و بیان کردند پیش تیمار با نانو ذرات نقره به غلظت ۳ میلی‌گرم بر لیتر و نگهداری در محلول ساکارز محتوی ۲۰ میلی‌مولار سولفات کلسیم نسبت به سایر

عمل کرده و از گرفتگی آوندها جلوگیری می‌کند و جذب آب را افزایش می‌دهد. هیدروکسی کینولین سیترات یک باکتری‌کش و یک اسیدی‌کننده محیط است که علاوه بر جلوگیری از رشد باکتری‌ها و کاهش pH محیط، از بسته شدن آوندها در مقطع برش ساقه در اثر رسوب مواد مختلف شیمیایی نیز جلوگیری می‌کند (Ichimura et al. 1999).

وزن‌تر

با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌های صورت گرفته توسط آزمون دانکن مشخص شد که با افزایش غلظت نانو ذرات نقره و هیدروکسی کینولین میزان وزن‌تر شاخه‌های گل هم روند افزایشی خواهد داشت بطوریکه تیمار شاهد با مقدار ۷۳/۹ درصد کمترین و تیمار ۲۰ میلی‌گرم در لیتر نانو ذرات نقره با مقدار ۸۴/۱ درصد، تیمار ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیدروکسی کینولین با مقدار ۸۴/۵ درصد بیشترین وزن‌تر را داشتند (شکل ۲).

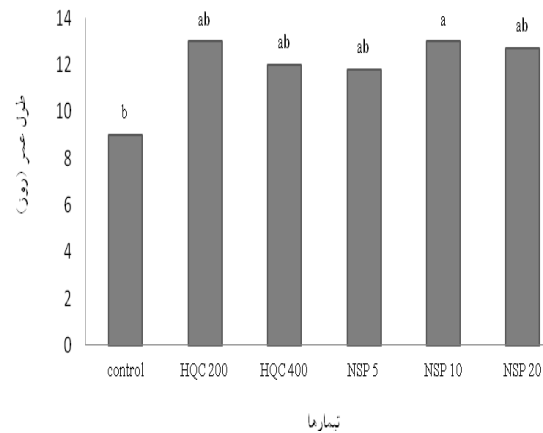


شکل ۲- اثر غلظت‌های مختلف هیدروکسی کینولین سیترات و

نانو ذرات نقره بر وزن‌تر گل‌های شاخه بریده ژربر

حروف غیر مشترک نشان دهنده تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد است.

تیمارها اثر مطلوبی بر وضعیت فیزیولوژیکی و روابط آبی گیاه می‌گذارد و عمر گل‌دانی بالاتری را سبب می‌شود.



شکل ۱- اثر غلظت‌های مختلف هیدروکسی کینولین سیترات و

نانو ذرات نقره بر طول عمر گل‌های شاخه بریده ژربر

حروف غیر مشترک نشان دهنده تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد است.

عجم‌گرد و شفيعی (۱۳۸۴) در آزمایش‌های خود بر روی گیاهان زینتی دریافتند که استفاده از محلول حاوی ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر تیوسولفات نقره و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر ۸ هیدروکسی کینولین سیترات، باعث می‌شود که عمر گل‌ها، ۴/۵ روز نسبت به شاهد افزایش یابد. اورعی و همکاران (۱۳۹۳) در پژوهشی اثرات نانو ذرات نقره، تیوسولفات نقره، هیدروکسی کینولین و برخی ترکیبات طبیعی بر عمر گلجای رز را بررسی و در تیمار ۱۰ میلی‌گرم در لیتر نانو ذرات نقره بیشترین میانگین طول عمر (۱۹ روز)، جذب آب و وزن‌تر را مشاهده کردند. کاهش جذب آب و متعاقباً افزایش تعرق در نتیجه گرفتگی آوند چوبی عمر گل‌دانی را پایان خواهد داد. نانو ذرات نقره به عنوان ماده ضد باکتریایی سبب تغییرات غشاء سلول‌های باکتری، جلوگیری از تکثیر DNA و در نتیجه باعث مرگ آنها می‌شود (Maneering et al. 2008). هیدروکسی کینولین نیز به عنوان یک میکروب‌کش

مطابقت داشت. آنها در آزمایش‌های خود بر روی گل‌های شاخه بریده دریافتند که تیمارهای اعمال شده در مقایسه با شاهد باعث افزایش وزن تر گل می‌شوند. با توجه به خاصیت باکتری‌کشی هیدروکسی کینولین و افزایش هدایت آبی ساقه‌ها، وزن تر در شاخه‌های تیمار شده بالاتر می‌باشد.

اثرات متقابل تیمارها نیز نسبت به شاهد تفاوت معنی‌داری (سطح احتمال ۵ درصد) نشان دادند (جدول ۱). بیشترین وزن تر در ۲۰ میلی‌گرم در لیتر نانوذرات نقره و ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیدروکسی کینولین با مقدار ۸۹/۸ مشاهده گردید. این نتیجه با نتایج و اورعی و همکاران (۱۳۹۳)

جدول ۱- مقایسه میانگین اثرات متقابل هیدروکسی کینولین سیترا و نانوذرات نقره بر وزن تر و طول عمر گل ژربرا

تیمارها	وزن تر نسبی (درصد)						طول عمر (روز)	
	هیدروکسی کینولین سیترا (۰ میلی‌گرم در لیتر)	هیدروکسی کینولین سیترا (۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر)	هیدروکسی کینولین سیترا (۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر)	هیدروکسی کینولین سیترا (۰ میلی‌گرم در لیتر)	هیدروکسی کینولین سیترا (۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر)	هیدروکسی کینولین سیترا (۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر)	هیدروکسی کینولین سیترا (۰ میلی‌گرم در لیتر)	هیدروکسی کینولین سیترا (۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر)
نانوذرات نقره (۰ میلی‌گرم در لیتر)	۷۱/۵ ^d	۷۲ ^d	۷۲/۴ ^d	۸/۵ ^e	۹ ^d	۹/۳ ^d		
نانوذرات نقره (۵ میلی‌گرم در لیتر)	۷۶/۲ ^c	۷۹/۵ ^b	۸۰/۵ ^b	۱۱/۳ ^{cd}	۱۲/۳ ^c	۱۳ ^c		
نانوذرات نقره (۱۰ میلی‌گرم در لیتر)	۷۸ ^b	۷۶/۷ ^c	۸۸/۵ ^a	۱۲/۳ ^c	۱۵/۷ ^a	۱۳ ^c		
نانوذرات نقره (۲۰ میلی‌گرم در لیتر)	۸۲/۳ ^b	۸۰/۳ ^b	۸۹/۸ ^a	۹/۳ ^d	۱۵ ^a	۱۴ ^b		

در هر ستون حروف غیر مشترک نشان دهنده تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد است.

در محلول جذب آب توسط ساقه را آسان تر می‌کنند (Knee 2000; Kim & Lee 2002). احمدزاده و همکاران (۱۳۹۱) در بررسی تیمارهای مختلف بر روی گل شاخه بریده میخک اظهار داشتند که هیدروکسی کینولین سیترا با غلظت ۳۵۰ میلی‌گرم در لیتر بیشترین تاثیر در جذب آب داشته است. در پژوهش دیگری مشخص شده است که هیدروکسی کینولین سیترا از رشد میکروارگانیسم‌ها در

میزان جذب محلول

بر اساس نتایج بدست آمده اثرات متقابل تیمارها مقدار محلول جذب شده را نسبت به شاهد بطوری معنی‌داری افزایش دادند. بطوریکه بالاترین غلظت تیمارها بیشترین مقدار محلول جذب شده (۳۹/۷) را نشان دادند (جدول ۲). در واقع تیمارهای آنتی باکتریال با از بین بردن میکروب‌ها

ساقه فریزیا جلوگیری نموده و میزان جذب آب را در ساقه‌های این گل افزایش داده است (Kwon & Kim, 2000).

شاخص ثبات غشای سلول

نتایج حاصل از تجزیه آماری نشان داد که نانو ذرات نقره و هیدروکسی کینولین سیترا گرچه شاخص ثبات غشای سلولی را بهبود بخشیدند اما تاثیر معنی‌داری با شاهد نشان ندادند. در حالیکه اثر متقابل آنها در برخی غلظت‌ها تفاوت معنی‌داری با شاهد نشان داد (جدول ۲). تیمار ۲۰ میلی گرم در لیتر نانو ذرات نقره و ۲۰۰ میلی گرم در لیتر هیدروکسی کینولین با مقدار ۵۰/۶ بیشترین ثبات غشای سلولی را نشان دادند. نتایج ما با نتایج شفیع ماسوله و حاتم زاده (۱۳۹۰) مطابقت دارد. ایشان اظهار داشتند که کاربرد نانو ذرات نقره نقش موثری بر حفظ ثبات غشای سلولی در گل ژربرا داشته است. بطور طبیعی با گذشت زمان و پیر شدن گلبرگ‌ها تراوایی غشا بدلیل کاهش پروتئین‌های غشا دچار اختلال می‌شود و کاهش پروتئین‌ها، مقدمه نشت یونهاست و باعث کاهش ثبات غشای سلولی می‌شود. تیمارهای استفاده شده با حفظ شادابی و طراوت و تاخیر پیری گلبرگ‌ها باعث حفظ سلامتی و ثبات غشای سلول می‌شوند.

محتوای نسبی آب گلبرگ

اثر نانو ذرات نقره بر محتوای آب گلبرگ معنی‌دار نشد. در حالیکه هیدروکسی کینولین سیترا در غلظت ۴۰۰ میلی گرم در لیتر با مقدار ۴/۲ بیشترین محتوای آب گلبرگ را داشت اما غلظت ۲۰۰ میلی گرم در لیتر تفاوتی با شاهد نشان ندادند. همینطور که در جدول ۳ نشان داده شده است اثر متقابل تیمارها در برخی غلظت‌ها نسبت به شاهد تفاوت معنی‌داری نشان می‌دهد. تیمار ۴۰۰ میلی گرم در لیتر هیدروکسی کینولین سیترا در تمام غلظت‌های نانو ذرات

نقره تفاوت معنی‌داری با شاهد نشان دادند. با توجه به خاصیت قارچ‌کشی تیمارها و هدایت بهتر آب در ساقه، محتوای نسبی آب گلبرگ نیز در سطح بالاتری نسبت به شاهد قرار داشت گرچه در برخی موارد این تفاوت معنی‌دار نبود. گرایلو و همکاران (۱۳۹۳) گزارش کردند که تیمارهایی مانند هیدروکسی کینولین سولفات با تاخیر پیری گلبرگ باعث حفظ آب و تازگی گلبرگ می‌شوند. این نتایج با گزارشات فریدونی و همکاران (۱۳۹۰) در کاربرد هیدروکسی کینولین سولفات بر روی گل شاخه بریده می‌خک نیز مطابقت دارد.

دستورالعمل ترویجی

موارد زیر بر افزایش عمر گلجای و ماندگاری گل ژربرا رقم رزالین موثر می‌باشند.

۱) هیدروکسی کینولین سیترا (۲۰۰ میلی گرم در لیتر) به تنهایی و نانو ذرات نقره (۱۰ میلی گرم در لیتر) به تنهایی باعث افزایش طول عمر گل ژربرا از ۹ به ۱۳ روز شدند.

۲) هیدروکسی کینولین سیترا (۲۰۰ میلی گرم در لیتر) به همراه نانو ذرات نقره (۱۰ میلی گرم در لیتر) نقش قابل توجهی در افزایش طول عمر گل ژربرا نشان دادند به طوری که طول عمر گل در شاهد را از ۹ به حدود ۱۶ روز افزایش دادند.

۳) با توجه به عدم تفاوت معنی‌دار بین غلظت‌های مختلف نانو ذرات نقره و هیدروکسی کینولین سیترا، هیدروکسی کینولین سیترا در غلظت ۲۰۰ میلی گرم در لیتر و نانو ذرات نقره در غلظت ۱۰ میلی گرم در لیتر جهت افزایش ماندگاری گل ژربرا پیشنهاد می‌شود.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات متقابل هیدروکسی کینولین سیتراتو نانوذرات نقره بر شاخص ثبات سلولی و محلول جذب شده در گل ژربرا

تیمارها	شاخص ثبات سلولی						محلول جذب شده
	هیدروکسی کینولین سیترات (۰ میلی گرم در لیتر)	هیدروکسی کینولین سیترات (۲۰۰ میلی گرم در لیتر)	هیدروکسی کینولین سیترات (۴۰۰ میلی گرم در لیتر)	هیدروکسی کینولین سیترات (۰ میلی گرم در لیتر)	هیدروکسی کینولین سیترات (۲۰۰ میلی گرم در لیتر)	هیدروکسی کینولین سیترات (۴۰۰ میلی گرم در لیتر)	هیدروکسی کینولین سیترات (۲۰۰ میلی گرم در لیتر)
نانوذرات نقره (۰ میلی گرم در لیتر)	۳۶ ^d	۴۳/۶ ^{bc}	۴۵/۳ ^b	۲۵ ^e	۲۷/۳ ^d	۲۷/۳ ^d	۲۷/۳ ^d
نانوذرات نقره (۵ میلی گرم در لیتر)	۵۰ ^a	۴۰ ^c	۴۵/۲ ^b	۳۲ ^c	۳۰ ^c	۳۴ ^b	۳۴ ^b
نانوذرات نقره (۱۰ میلی گرم در لیتر)	۴۵/۶ ^{bc}	۵۰/۶ ^a	۴۲/۶ ^{bc}	۳۱/۷ ^c	۳۵ ^b	۳۱/۶ ^c	۳۱/۶ ^c
نانوذرات نقره (۲۰ میلی گرم در لیتر)	۴۲/۲ ^{bc}	۴۰/۷ ^c	۳۹/۷ ^c	۳۴ ^b	۳۵ ^b	۳۹/۷ ^a	۳۹/۷ ^a

در هر ستون حروف غیر مشترک نشان دهنده تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد است.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل هیدروکسی کینولین سیترات و نانوذرات نقره بر محتوای نسبی آب گلبرگ در گل ژربرا

محتوای آب گلبرگ			
تیمارها	هیدروکسی کینولین سیترات (۰ میلی گرم در لیتر)	هیدروکسی کینولین سیترات (۲۰۰ میلی گرم در لیتر)	هیدروکسی کینولین سیترات (۴۰۰ میلی گرم در لیتر)
نانوذرات نقره (۰ میلی گرم در لیتر)	۳/۴ ^b	۳/۵ ^b	۳/۶ ^b
نانوذرات نقره (۵ میلی گرم در لیتر)	۳/۵ ^b	۳/۵ ^b	۴/۲ ^a
نانوذرات نقره (۱۰ میلی گرم در لیتر)	۳/۵ ^b	۳/۵ ^b	۴/۲ ^a
نانوذرات نقره (۲۰ میلی گرم در لیتر)	۳/۵ ^b	۳/۴ ^b	۴/۵ ^a

در هر ستون حروف غیر مشترک نشان دهنده تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد است.

منابع

- امانی‌بنی م، حاتم‌زاده ع، نیکبخت ع، قاسم‌نژاد م، نیکخواه‌بهرامی س، داورپناه س (۱۳۹۴). اثر تیمار هیومیک‌اسید و نانوذرات نقره در افزایش عمر پس از برداشت گل شاخه بریده مریم رقم «سینگل». نشریه علوم باغبانی، ۱۸۵-۱۹۱.
- اورعی ع، اورعی ت، کیانی م، گنجی مقدم الف (۱۳۹۳). بررسی کنترل رشد باکتری‌های ساقه گل‌های شاخه بریده رز (Dolce vita) با استفاده از مواد نگهدارنده. تولید فرآوری محصولات زراعی و باغی. ۲۲۷-۲۳۱.
- دانایی الف ی، مستوفی پ، عزیزی‌نژاد ر (۱۳۹۰). تأثیر برخی تیمارهای هورمونی و شیمیایی بر دوام عمر و صفات کیفی گل شاخه بریده ژربرا. مجله به‌زراعی کشاورزی، ۱۳: ۲-۲۱.
- احمدزاده م، زاده باقری، م، ابوطالبی ع (۱۳۹۱). افزایش عمر گلجایی ژربرا (*Gerbera jamsonii* cv. Sun spot) با استفاده از زمان‌ها و غلظت‌های مختلف محلول‌های نگهدارنده. فصلنامه فیزیولوژی و تکنولوژی پس از برداشت فراورده‌های باغی. ۱-۱۱.
- سلگی م، قربانپور م (۱۳۹۴). تأثیر نانو ذرات نقره بیولوژیک بر رشد باکتری‌های موجود در محلول‌های نگهدارنده و افزایش عمر گلجایی گل شاخه‌بریدنی رز رقم وایت نا‌امی. علوم باغبانی ایران، ۴۶(۳): ۴۲۹-۴۳۹.
- شفیعی ماسوله س، حاتم‌زاده ع (۱۳۹۰). بررسی تأثیر متقابل پیش تیمار با نانوذرات نقره و تیمار پیوسته با سولفات کلسیم و جیبرلین بر افزایش عمر گلدانی ژربرا. مجموعه مقالات هفتمین کنگره علوم باغبانی ایران.
- عجم گرد ف، شفیعی ع (۱۳۸۴). بررسی اثر تیوسولفات نقره و ۸-هیدروکسی کینولین سیترات و تیمارهای دمایی بر طول عمر گل بریده رز رقم ایلونا. مجله علمی کشاورزی ۱۸۳-۱۹۴.
- فریدونی مهر الف، بابایی ع، مرادی پ و شفیعی م (۱۳۹۰). تأثیر بنزیل آدنین، نانو سیلور، ۸-هیدروکسی کینولین سولفات و ساکارز بر افزایش ماندگاری و برخی صفات کیفی گل شاخه بریده میخک رقم (*Dianthus* cv. Crem viana). مجله گیاه و زیست بوم. ۷۷-۸۶.
- گرایلو س، قاسم‌نژاد م، شیری م (۱۳۹۳). تأثیر تیمار کوتاه مدت سالیسیلیک اسید در به تأخیر انداختن پیری گل‌های شاخه بریده رز (*Rosa hybrida*) رقم یلوآیسلند. مجله پژوهش‌های گیاهی. ۲۷: ۲۹۹-۳۰۹.
- مددزاده ن، حسن پور اصیل م، معظم و (۱۳۹۴). تأثیر اسانس‌های گیاهی و نانو ذرات نقره بر ماندگاری گل بریدنی آلسترومریا رقم سوکاری. علوم باغبانی ایران ۴۵(۱): ۶۷-۷۸.
- نبی گل الف (۱۳۹۰). تأثیر ساکارز، هیدروکسی کینولین سیترات و سولفات آلومینیوم بر تغییرات کربوهیدرات‌های درونی و تولید اتیلن در طی عمر پس از برداشت گل‌های شاخه بریده رز. مجموعه مقالات هفتمین کنگره علوم باغبانی ایران.

Arora R, Wisniewski ME, Scorza R (1992). Cold acclimation in genetically related (sibling) deciduous and evergreen peach (*Prunus persica* [L.] Batsch) I. Seasonal changes in cold hardiness and polypeptides of bark and xylem tissues. *Plant Physio*. 99(4): 1562-1568.

Emonngor VE (2004). Effect of gibberellic acid on postharvest quality and vase life of gerbera cut flowers (*Gerbera samesonii*). *Tanzania Agric Sci*. 3: 191-195.

Ichimura K, Kojima K, Goto R (1999). Effects of temperature, 8-hydroxyquinoline sulphate and sucrose on the vase life of cut rose flowers. *Postharvest Bio Tech*. 15: 33-40.

Kim Y, Lee JS (2002). Changes in bent neck, water balance, and vase life of cut rose cultivars as affected by preservative solution. *J Korean Soci Hort Scie*. 43(2): 201-207.



- Knee M (2000). Selection of biocides for use in floral preservatives. *Postharvest Bio Tech.* 18: 227-234
- Kwon H, Kim K (2000). Inhibition of lipoxygenase activity and microorganism growth in cut freesia by pulsing treatment. *J Korean soci Hort scie.* 41(2):135-138.
- Liu J, He S, Zhang Z, Cao J, Lee P, He S, Cheng G, Joyce DC (2009) Nano-silver pulse treatments inhibit stem-end bacteria on cut gerbera cv. Ruikou flowers. *Postharvest Biological Technology.* 54: 59-62.
- Louband M, Doorn, WG, (2004). Wound-induced and bacteria induced xylem blockage in rose, Astilbe, and Viburnum. *Postharvest Bio Tech.* 32: 281-288.
- Lu p, Cao J, He S, Liu J, Li H, Cheng G, Ding Y, Joyce DC (2010). Nano-silver pulse treatments improve water relations of cut Rose cv. Movie Star flowers. *Postharvest Bio Tec.* 57:196-202
- Maneerung T, Tokura S, Rujiravanit R (2008). Impregnation of silver Nanoparticles in to bacterial cellulose for antimicrobial wound dressing Carbohydrate. *Polymer.* 72: 43-51.
- Meman MA, Dabhi KM (2007). Effect of different stalk lengths and certain chemical substances on vase life of *Gerbera jamesonii*, Hook, cv. Savana Red. *J. Appl. Hort.* 9:147-150
- Nair R, Varghese SH, Nair B, Maekawa T, Yashida Y, Kumar DS (2010). Nanoparticle material delivery to plants. *Plant Sci.* 179: 154-163.
- Pal A, Kumar S (2004). Response of floral preservative on postharvest quality of gladiolus spike cultivar 'Pink Feriendship'. *India J Hort.* 177: 529-532.
- Rai M, Yadav A, Gade A (2009). Silver nanoparticles as a new Generation of antimicrobials. *Biotech Advances.* 27: 76-83.
- Redman P, Dole G, M. Maness NO, Anderson JA (2002). Postharvest handling of nine speciality cut flower species. *Scientia Hort.* 92: 293-303.
- Slavick B (1979). *Methods of studying plant water relations.* Springer Verlang, New York.
- Singh A, Kumar P (2008). Influence of postharvest treatment on modified atmosphere low temperature stored gladiolus cut spikes. *India J Hort.* 26: 183-189.
- Solgi M, Kafi M, Taghavi TS, Naderi R (2009). Essential oils and Silver nanoparticles (SNP) as novel agents to extend vase-life of gerbera (*Gerbera jamesonii* cv. Dune) flowers. *Postharvest Biol Tec.* 53: 155-158.

Increasing Vase Life of Gerbera by Using Silver Nano Particles and Hydroxyquinoline Citrate

Rastegar Somayeh^{1*}, Zareii Asghar²

1. Department of Horticultural Science, College of Agriculture science, Hormozgan University, Hormozgan, Iran
2. Department of Horticultural Science, College of Agriculture science, Islamic Azad University, Branch of Jiroft, Iran

✉ * rastegarhort@gmail.com

Abstract

In recent years application of nanoparticles due to their antimicrobial properties has become widespread in the postharvest of agricultural plants. There is a high demand to increase the quality of post-harvest of commercially important cut flowers such as gerbera. In this study, different concentrations of silver nanoparticles (0, 5, 10, 20 mg/l) and hydroxyquinoline citrate (0, 200, 400 mg/l) were compared. During the experiment vase life, relative fresh weight, the uptake solution, the cell membrane stability index, water content of petals were measured. Results showed that the effect of silver nanoparticles and hydroxyquinoline citrate on most characteristics were significant. The maximum vase life was observed when hydroxyquinoline citrate and silver nanoparticles were used at 200 mg/l and 10, 20 mg/l respectively. Interactive effect of silver nanoparticles and hydroxyquinoline citrate significantly increased vase life, water content gerbera, cell membrane stability index, flower petals and the uptake solution during the trials.

Keywords: Gerbera, Hydroxyquinoline Citrate, Silver Nanoparticles, Vase Life