





دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده کشاورزی

اثر منبع و نحوه استفاده از سیلیس بر خصوصیات کمی و کیفی گل ژربرا

پایان نامه کارشناسی ارشد علوم باغبانی

لیلا برکتین

اساتید راهنما
دکتر نعمت ا... اعتمادی
دکتر علی نیکبخت



دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته علوم باغبانی خانم لیلا برکتین
تحت عنوان

اثر منبع و نحوه استفاده از سیلیس بر خصوصیات کمی و کیفی گل ژربرا

در تاریخ ۱۳۹۰/۱۱/۲۵ توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

دکتر اعتمادی	۱- اساتید راهنما
دکتر نیکبخت	۲- اساتید راهنما
دکتر خواجه علی	۳- استاد مشاور
دکتر بانی نسب	۴- استاد داور
دکتر احسان زاده	۵- استاد داور
دکتر ریاسی	* سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده کشاورزی

مشکر و قدردانی

ناب ترین سایشم مخصوص خداست که هستی او اول است، بی آنکه آن را اول و انتهایی باشد و آخر است، بی آنکه آن را آخر و انتهایی باشد. از پدر و مادر عزیزم که بال های محبت خویش را کسرترا نیند و با تحمل دشواری ها، سبب شدند تا در کمال آسودگی خیال و فراغت بال، شوق آموختن در من زنده بماند صمیمانه سپاسگزارم. از دو برادر و خواهر مهربانم که حامی همیشگی در تمام محظرات زندگی ام هستند مشکر می نمایم. با تمام وجود از اساتید گرامی آقایان دکتر نعمت الله اعتمادی و دکتر علی کیخسخت که در طول سالگرد ایشان فانوسی برای کوه های تاریک علم بودند و در سایه دانش آنها توانستم از گذرگاه های سخت گمراهی و نادانی بگریزم صمیمانه سپاسگزارم. از محضر استاد گرامی، آقای دکتر جهانگیرخواه علی که زحمت مشاوره این جانب را بر عهده داشتند و افتخار سالگردی را به اینجانب عطا فرمودند نهایت مشکر را دارم. از آقایان دکتر بهرام بانب نسب و دکتر پرویز احسان زاده که زحمت بازخوانی و داوری این پایان نامه را پذیرفتند، کمال تشکر و قدردانی را دارم. از آقایان دکتر خوشگلترنش و اساتید محترم گروه باغبانی، آقایان دکتر مبللی، دکتر قبادی، دکتر راسین و سرکار خانم دکتر تحقیقی که حضور کوهر بارشان آفریننده برگ های سبز دفتر اینجانب شده است، نهایت تشکر و سپاسگزاری را دارم. از دوست خوب و وفادارم، سرکار خانم مهندس فریمنده خالصانه مشکر می کنم. از آقایان دکتر شیرانی، مهندس باغبان ها، مهندس مدرس، مهندس خدایی و سرکار خانم مهندس افاضل که در سال های تحصیل در دانشگاه و همچنین در مراحل مختلف این پژوهش یاریگر اینجانب بودند، سپاسگزاری نموده و پیروزی ایشان را در تمامی مراحل زندگی آرزو مندم. از آقای دودکانلوی میلان به خاطر مساعدت های بی دریغ ایشان در طول انجام این پژوهش کمال تشکر را دارم. در پایان از آقای محمدی و کلیه کارگران زحمت کش گلخانه به سبب همکاری های صمیمانه ایشان در طول اجرای این پروژه قدردانی می کنم. یاد و خاطره تمامی دوستان عزیزم در دوره کارشناسی و کارشناسی ارشد در گروه علوم باغبانی که ذکر نام یکایک ایشان در این مجال نمی گنجد را گرامی داشته و برای تمامی آن ها سعادت، سلامت و پیروزی را آرزو دارم.

زندگی صحنه یکتای، سزمنده ی ماست

هر کسی نغمه خود خواند و از صحنه رود، صحنه پیوسته به جاست

خرم آن نغمه که مردم بسیار ندیده یاد

لیلا برکتین - زمستان ۹۰

تقدیم به

ختم آسمان ها، سپیدار نور و آن که خاک پایش توتیای چشم ماست،

صاحب زمان و وقایع (عج)

تقدیم به

پدر عزیزتر از جانم که دعایشان بدرقه راهم می باشد،

مادر که انقدرم که صبر و مهرشان پیسمودن راه را برایم آسان می نماید،

و

خواهر و برادران عزیزم که عشق به آنها امید بخش زندگی ام می باشد.

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، اختراعات و
نوآوریهای ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه متعلق به
دانشگاه صنعتی اصفهان است.

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
هشت	فهرست مطالب
یازده	فهرست جداول
دوازده	فهرست اشکال
۱	چکیده
۲	فصل اول مقدمه و اهداف
۲	۱-۱- مقدمه
۳	۲-۱- هدف
۴	فصل دوم بررسی منابع
۴	۲-۱- گیاهشناسی و مورفولوژی
۵	۲-۲- ازدیاد ژبررا
۵	۲-۲-۱- بذر
۵	۲-۲-۲- تقسیم بوته
۶	۲-۲-۳- کشت بافت
۶	۳-۲- محیط کشت مناسب
۶	۴-۲- شرایط محیطی مناسب پرورش ژبررا
۷	۲-۴-۱- دما
۷	۲-۴-۲- نور
۸	۲-۴-۳- رطوبت مورد نیاز و آبیاری
۸	۲-۴-۴- غنی سازی هوای گلخانه با دی اکسید کربن
۹	۲-۵- محلول غذایی
۱۰	۲-۵-۱- عناصر پر مصرف
۱۰	الف- نیتروژن
۱۱	ب- فسفر
۱۱	ج- پتاسیم
۱۱	د- منیزیم
۱۲	ه- گوگرد
۱۲	و- کلسیم
۱۳	۲-۵-۲- عناصر کم مصرف
۱۳	الف- آهن
۱۳	ب- روی
۱۳	ج- منگنز
۱۴	د- مس

- ۵- مولیدن..... ۱۴
- و- سیلیسیم ۱۴
- و- ۱- جذب سیلیسیم توسط گیاه ۱۴
- ۶-۲- روش‌های آبیاری و محلول رسانی ۱۶
- ۷-۲- pH و EC محلول غذایی ۱۷
- ۸-۲- زمان و تراکم کاشت ۱۸
- ۹-۲- برداشت ۱۸
- ۱۰-۲- عوارض فیزیولوژیکی ۱۹
- ۱۱-۲- عوامل مؤثر بر جذب سیلیسیم بوسیله گیاه ۱۹
- ۱۱-۲- ۱- حضور سایر عناصر غذایی ۱۹
- ۱۱-۲- ۲- تبخیر و تعرق ۱۹
- ۱۱-۲- ۳- بازدارنده‌های متابولیکی ۱۹
- ۱۱-۲- ۴- نور ۲۰
- ۱۱-۲- ۵- نقش ریشه‌چه و ریشه‌های فرعی در جذب سیلیسیم ۲۰
- ۱۲-۲- شکل‌های سیلیسیم در گیاه ۲۰
- ۱۳-۲- نقش سیلیسیم در رشد گیاه ۲۱
- ۱۳-۲- ۱- شرکت در برخی واکنش‌های شیمیایی و بیوشیمیایی ۲۱
- ۱۳-۲- ۲- ایجاد استحکام سلولی ۲۲
- ۱۳-۲- ۳- بهبود فتوسنتز ۲۳
- ۱۳-۲- ۴- اثر بر تعرق و وزن خشک ۲۴
- ۱۳-۲- ۵- رشد و توسعه ریشه ۲۴
- ۱۳-۲- ۶- اثر بر گل ۲۵
- ۱۳-۲- ۷- رشد و کیفیت میوه ۲۶
- ۱۴-۲- افزایش تحمل گیاه در برابر تنش‌های فیزیکی ۲۶
- ۱۵-۲- مقاومت به آفات ۲۶
- ۱۶-۲- پتانسیل آب و تنش گرما ۲۸
- ۱۷-۲- بهبود تحمل گیاه در برابر تنش‌های عناصر ۲۸
- ۱۸-۲- بهبود تحمل در برابر تنش‌های زیستی ۲۹
- ۱۹-۲- کودهای سیلیسیم‌دار ۳۱
- ۲۰-۲- کاربرد مواد نانو در کشاورزی ۳۱
- فصل سوم مواد و روش‌ها ۳۴
- ۳-۱- محل و نحوه اجرای پژوهش ۳۴
- ۳-۲- مشخصات رقم ۳۴
- ۳-۳- آبیاری و تغذیه ۳۵

۳۵	۳-۴- مواد شیمیایی
۳۶	۳-۵- سایر عملیات داشت
۳۶	۳-۵-۱- تنظیم دما، شدت نور و رطوبت نسبی
۳۶	۳-۵-۲- مبارزه با آفات و بیماری‌ها
۳۶	۳-۵-۳- برداشت گل‌ها
۳۷	۳-۶- شاخص‌ها و صفات بررسی شده
۳۷	۳-۶-۱- اندازه‌گیری ویژگی‌های گل
۳۷	الف- تعداد گل
۳۷	ب- وزن تر گل
۳۷	ج- طول ساقه گل
۳۷	د- قطر ساقه گل
۳۷	ه- قطر گل آذین
۳۷	۳-۶-۲- اندازه‌گیری ویژگی‌های پس از برداشت گل
۳۷	الف- محتوای آب گل
۳۸	ب- وزن خشک گل
۳۸	ج- عمر گلجایی گل
۳۹	د- وزن تر نسبی شاخه گل
۳۹	ه- وزن گل به قطر ساقه گل
۳۹	۳-۶-۳- اندازه‌گیری فاکتورهای فیزیولوژیک
۳۹	الف- کلروفیل نسبی
۴۰	ب- پتانسیل آب دمبرگ و ساقه گل
۴۱	ج- فتوستتر، تعرق، دی اکسید کربن زیر روزنه، هدایت روزنه‌ای و کارایی مصرف آب فتوستتری
۴۱	۳-۶-۴- اندازه‌گیری عنصر سیلیسیم
۴۱	۳-۶-۵- pH و EC محلول
۴۲	۳-۶-۶- تجزیه تحلیل آماری
۴۴	فصل چهارم نتایج و بحث
۴۴	۴-۱- اثر غلظت‌های مختلف سیلیکات پتاسیم و نانوسیلیس بر ویژگی‌های گل
۵۱	۴-۲- اثر غلظت‌های مختلف سیلیکات پتاسیم و نانوسیلیس بر ویژگی‌های پس از برداشت گل
۵۵	۴-۳- اثر غلظت‌های مختلف سیلیکات پتاسیم و نانوسیلیس بر فاکتورهای فیزیولوژیک
۶۰	۴-۴- اثر غلظت‌های مختلف سیلیکات پتاسیم و نانوسیلیس بر محتوای سیلیسیم گل آذین و ساقه گل
۶۱	۴-۵- اثر منبع و نحوه استفاده از ترکیبات سیلیسی بر خصوصیات کمی و کیفی ژربرا
۴۴	فصل پنجم نتیجه‌گیری کلی و پیشنهادها
۶۴	۵-۱- نتیجه‌گیری کلی
۶۵	۵-۲- پیشنهادها

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۱۵	جدول ۱-۲- طبقه‌بندی گیاهان از نظر جذب سیلیسیم
۳۵	جدول ۱-۳- مشخصات رقم یانارا در شرایط استاندارد
۳۶	جدول ۲-۳- تیمارهای اعمال شده در آزمایش
۴۲	جدول ۳-۳- pH و EC تیمار سیلیکات پتاسیم و نانوسیلیس قبل از هر بار تیماردهی
۴۸	جدول ۱-۴- اثر غلظت‌های مختلف سیلیکات پتاسیم و نانوسیلیس بر ویژگی‌های گل
۵۳	جدول ۲-۴- اثر غلظت‌های مختلف سیلیکات پتاسیم و نانوسیلیس بر پتانسیل آب و عمر گل
۵۵	جدول ۳-۴- اثر غلظت‌های مختلف سیلیکات پتاسیم و نانوسیلیس بر وزن گل به قطر ساقه ژبررا
۵۹	جدول ۴-۴- اثر غلظت‌های مختلف سیلیکات پتاسیم بر فاکتورهای فتوسنتزی
۶۱	جدول ۵-۴- اثر غلظت‌های مختلف بر محتوای سیلیسیم گل آذین و ساقه گل
۶۱	جدول ۶-۴- اثر سیلیکات پتاسیم و نانوسیلیس بر ویژگی‌های ژبررا
	جدول پیوست ۱- تجزیه واریانس اثر غلظت‌های مختلف سیلیکات پتاسیم و نانوسیلیس بر وزن تر و خشک، محتوای آب و وزن تر نسبی گل ژبررا
۶۷	جدول پیوست ۲- تجزیه واریانس اثر غلظت‌های مختلف سیلیکات پتاسیم و نانوسیلیس بر طول و قطر ساقه گل و گل آذین ژبررا
۶۸	جدول پیوست ۴- تجزیه واریانس اثر غلظت‌های مختلف سیلیکات پتاسیم و نانوسیلیس نسبت وزن به قطر ساقه گل
	جدول پیوست ۵- تجزیه واریانس اثر غلظت‌های مختلف سیلیکات پتاسیم و نانوسیلیس بر کلروفیل، هدایت روزنه‌ای و CO ₂ زیر روزنه‌ای
۶۹	جدول پیوست ۶- تجزیه واریانس اثر غلظت‌های مختلف سیلیکات پتاسیم و نانوسیلیس بر فتوسنتز، میزان تعرق و کارایی مصرف آب
۶۹	جدول پیوست ۷- تجزیه واریانس اثر غلظت‌های مختلف سیلیکات پتاسیم و نانوسیلیس بر میزان سیلیسیم گل آذین و ساقه گل
۷۰	

فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
۳۸.....	شکل ۴-۱- برداشت گل‌ها در صبح زود و انجام آزمایش پس از برداشت.....
۴۰.....	شکل ۴-۲- اندازه‌گیری کلروفیل نسبی با دستگاه کلروفیل سنج مدل CL-01 و فتوسنتز با دستگاه Lci Portable.....
۴۱.....	شکل ۴-۳- اندازه‌گیری پتانسیل آب آوند چوب ساقه گل و دمبرگ با دستگاه پرشر پمپ.....
۴۲.....	شکل ۴-۴- اندازه‌گیری pH و EC توسط pH متر و EC متر.....
۴۵.....	نمودار ۴-۱- اثر غلظت‌های مختلف سیلیکات پتاسیم و نانوسیلیس بر تعداد گل ژربرا.....
۴۶.....	نمودار ۴-۲- اثر غلظت‌های مختلف سیلیکات پتاسیم و نانوسیلیس بر وزن تر گل ژربرا.....
۵۶.....	نمودار ۴-۳- اثر غلظت‌های مختلف سیلیکات پتاسیم و نانوسیلیس بر کلروفیل نسبی برگ ژربرا.....
۵۷.....	نمودار ۴-۴- اثر غلظت‌های مختلف سیلیکات پتاسیم و نانوسیلیس بر پتانسیل آب آوند چوب ژربرا.....

چکیده

ژربرا یکی از مهمترین گل‌های شاخه بریده جهان محسوب می‌شود که هر روز تولید آن افزایش می‌یابد. یکی از مشکلات عمده در پرورش ژربرای شاخه بریده، کاهش محصول و کیفیت گل و نقصان عمر پس از برداشت به خصوص در فصل زمستان و در شرایط گلخانه‌های غیر استاندارد می‌باشد. تولیدکنندگان گل ژربرا معمولاً برای کاهش این مشکلات، از غلظت‌های بالای محلول‌های غذایی استفاده می‌کنند. با توسعه روزافزون صنعت گلکاری و لزوم افزایش کمیت و کیفیت گل، لازم است از عناصر سودمند در تولید گل‌ها استفاده شود. سیلیسیم، یکی از این عناصر سودمند مهم می‌باشد. در مطالعه‌ی حاضر، اثر استفاده از عنصر سودمند سیلیسیم، به دو صورت سیلیکات پتاسیم و نانو سیلیس، به منظور ارزیابی اثر آنها بر تولید گل، کیفیت و عمر پس از برداشت ژربرا رقم "یانارا" در دانشگاه صنعتی اصفهان مورد آزمایش قرار گرفت. در این آزمایش از غلظت‌های مختلف سیلیکات پتاسیم و نانو سیلیس شامل محلول‌پاشی نانو سیلیس با دو غلظت ۱۲/۵ و ۲۵ میلی‌گرم در لیتر (بر اساس SiO_2)، محلول‌دهی نانو سیلیس در بستر با دو غلظت ۱۲/۵ و ۲۵ میلی‌گرم در لیتر (بر اساس SiO_2) و محلول‌دهی سیلیکات پتاسیم در دو غلظت ۲۵ و ۵۰ میلی‌گرم در لیتر (بر اساس SiO_2) و شاهد در سه تکرار استفاده شد. ویژگی‌های گل شامل تعداد، وزن تر و قطر گل، قطر و طول ساقه گل‌های برداشت شده در طی مدت آزمایش ثبت شد. برای انجام آزمایش پس از برداشت، گل‌ها در ۴۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر در دمای 24 ± 2 درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی 40 ± 4 درصد و دوره روشنایی ۱۳ ساعت نگهداری شدند. عمر گلدانی، محتوای آب، وزن خشک، وزن تر نسبی گل ثبت شد. همچنین فاکتورهای فیزیولوژیک، شامل کلروفیل نسبی برگ، پتانسیل آب آوند چوب دمگل و دمبرگ، میزان فتوسنتز، تعرق، کارایی مصرف آب فتوسنتزی، هدایت روزنه‌ای و دی‌اکسید کربن زیر روزنه‌ای برگ اندازه‌گیری شد. بر اساس نتایج به دست آمده در این پژوهش، محلول‌دهی ۲۵ میلی‌گرم در لیتر نانو سیلیس نسبت به شاهد ۴۲/۲ درصد افزایش در تعداد گل نشان داد در حالی که بر عمر گل و قطر گل آذین اثری نداشت. کاربرد نانو سیلیس و سیلیکات پتاسیم باعث کاهش پتانسیل آب دمگل نسبت به شاهد شد ولی تغییری در عمر گل ایجاد نکرد. غلظت ۲۵ میلی‌گرم در لیتر نانو سیلیس نسبت به شاهد، کاهش ۱۲/۳ درصدی وزن تر گل را نشان داد و منجر به کاهش ۲۱/۸ و ۲۳/۷ درصدی طول ساقه گل نسبت به سیلیکات پتاسیم، چه به صورت محلول‌دهی و چه به صورت محلول‌پاشی در همین غلظت شد. غلظت ۲۵ میلی‌گرم در لیتر سیلیکات پتاسیم باعث افزایش ۲۲/۸ درصدی طول ساقه گل نسبت به گروه شاهد شد و همچنین منجر به افزایش ۲/۱۲ درصدی محتوای آب گل نسبت به محلول‌پاشی غلظت ۲۵ میلی‌گرم نانو سیلیس گردید. محلول‌دهی ۲۵ میلی‌گرم در لیتر نانو سیلیس و سیلیکات پتاسیم نسبت به گروه شاهد، به ترتیب ۱۷/۳ و ۱۵/۶ درصد وزن تر گل را کاهش داد. غلظت ۱۲/۵ میلی‌گرم در لیتر محلول‌پاشی و محلول‌دهی نانو سیلیس منجر به کاهش ۱۲/۱ و ۱۳/۵ درصدی وزن تر گل نسبت به گروه شاهد شد. همچنین غلظت ۱۲/۵ میلی‌گرم در لیتر محلول‌پاشی منجر به افزایش ۱۹/۹ درصدی کلروفیل نسبی نسبت به گروه شاهد گردید. محلول‌دهی ۵۰ میلی‌گرم در لیتر سیلیکات پتاسیم، ۸/۲ درصد خمش گردن ژربرا را افزایش داد. غلظت‌های مختلف نانو سیلیس و سیلیکات پتاسیم تاثیر معنی داری بر فاکتورهای فتوسنتزی، اعم از تعرق، فتوسنتز، کارایی مصرف آب و هدایت روزنه‌ای نداشت. به طور کلی تأثیر نانو سیلیس در تغییر صفات مورد مطالعه بسیار بیشتر از تأثیر غلظت‌های مشابه سیلیکات پتاسیم بوده است. با توجه به اثر گیاه-سوزی نانو سیلیس در غلظت‌های بالا، در صورت کاربرد غلظت‌های کمتر این ماده می‌توان به بهبود صفات مطلوب در ژربرا دست یافت.

کلمات کلیدی: سیلیکات پتاسیم، نانو سیلیس، عمر گلدانی، کیفیت گل، تعداد گل

فصل اول

مقدمه و اهداف

۱-۱- مقدمه

امروزه تولید گل و گیاه زینتی، در جهان از اهمیت خاصی برخوردار بوده و علاوه بر نیازهای روحی و روانی، از نظر اقتصادی همه ساله میلیاردها دلار سود نصیب کشورهای تولید کننده می‌کند [۱۶]. با توجه به برخورداری ایران از تنوع مناسب آب و هوایی، داشتن نیروی کار مناسب، میزان نور کافی، منابع انرژی مناسب و نزدیکی به بازارهای مصرف، یکی از پتانسیل‌های برجسته کشور، تولید این محصولات در بخش کشاورزی می‌باشد [۴۲]. در این میان توانمندی بسیار بالای گیاهان زینتی در ایجاد اشتغال (هر هکتار گلخانه گل و گیاهان زینتی برای ۱۲ نفر ایجاد اشتغال مستقیم می‌کند) و بالا بودن مصرف این محصولات در بازار کشورهای همسایه، می‌تواند این بخش را به عنوان یکی از منابع ارزآور کشور مطرح نماید. گل‌ها و گیاهان زینتی جزء کشت‌های متراکم محسوب شده و از توانمندی بالایی در بهره‌وری نهاده‌ها به ویژه آب برخوردار است [۲].

ارزآوری گل و گیاه برای ایران یک موقعیت انحصاری است. در کشور ما ارز آوری گل‌های شاخه بریده با نفت مقایسه می‌شود. به طوری که صادرات گل و گیاهان زینتی می‌تواند جانشین نفت شود [۲]. ولی متأسفانه به علت پاره‌ای از مشکلات و چالش‌های موجود بویژه مشکلات ساختاری و سازمانی در بازار گل، با جایگاه شایسته خود در بازار جهانی فاصله زیادی دارد [۱۶]. در حال حاضر در ایران روزانه حدود یک میلیون شاخه ضایعات گل وجود دارد، زیرا که گل‌های اغلب گلخانه‌ها در حد استاندارد تولید نشده [۳] و از

طرف دیگر گل‌های بریده اندام‌های زنده و حساس گیاهی هستند که پس از جدا شدن از گیاه مادری تنفس و تعرق انجام داده و در اثر وقوع پدیده‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی ویژه، معمولاً پس از چند روز پژمرده شده و ارزش اقتصادی خود را از دست می‌دهند. عمر گل بستگی به شرایط پرورش آن، زمان صحیح برداشت و مواظبت‌های پس از برداشت دارد. گیاهان پرورش یافته تحت شرایط مطلوب بالاترین کیفیت را خواهند داشت. عوامل مؤثر بر طول عمر گل‌های بریده عبارتند از فاکتورهای مؤثر قبل از برداشت مانند نور، دما، کوددهی، آبیاری، رطوبت، کنترل آفات و بیماری‌ها، آلودگی هوا و بهداشت و مرحله نمو گل. از عوامل مؤثر پس از برداشت می‌توان به نحوه و زمان برداشت، دما، رطوبت، نور، تولید اتیلن و حساسیت گل اشاره کرد [۲]. بنابراین آگاهی از روش‌های نگهداری و انبارداری گل‌ها و تسریع بازاریابی آنها از ملزومات موفقیت در امر تولید و صادرات گل و گیاهان زینتی می‌باشد. انجام پژوهش در مورد فیزیولوژی پس از برداشت گل‌های بریده و گیاهان گلدانی اطلاعات زیادی را در زمینه فرآیندهای پیری و روش‌های جلوگیری از آن و چگونگی کنترل ضایعات را فراهم آورده و منجر به بهبود روش‌های نگهداری گل‌های بریده با محلول‌های نگهدارنده و انبارهای سرد شده است [۵].

امروزه در سطح جهان از تکنولوژی کشت‌های هیدروپونیک، در تولید گل و گیاه زینتی به طور گسترده‌ای استفاده می‌شود. از جمله مزایای کشت بدون خاک، صرفه‌جویی در مصرف آب و تنظیم دقیق مواد غذایی مورد نیاز گیاه در هر مرحله از رشد می‌باشد. همچنین تکنولوژی کشت بدون خاک این امکان را فراهم می‌سازد که از محلول‌های غذایی، مجدداً استفاده شود و از آلودگی خاک و آب‌های زیرزمینی جلوگیری شود. تاکنون تولید گل به صورت شاخه بریده تحت عنوان تکنولوژی کشت بدون خاک بیشتر به سه گونه رز، میخک و ژربرا اختصاص داده شده است [۶]. ژربرا یکی از ده گل شاخه بریده محبوب در سراسر جهان است که هر روز تولید آن افزایش می‌یابد [۱۷].

۱-۲- هدف

با توجه به اثر مفید سیلیکات پتاسیم بر خصوصیات گل ژربرا، هدف از این تحقیق بررسی اثر سیلیکات پتاسیم و نانوسیلیس بر خصوصیات کمی و کیفی ژربرا می‌باشد و استفاده از ترکیب نانوسیلیس روی خصوصیات ژربرا، برای اولین بار در جهان مورد پژوهش قرار می‌گیرد.

فصل دوم

بررسی منابع

۲-۱- گیاهشناسی و مورفولوژی

ژربرا^۱ با نام انگلیسی Gerbera و اسم جنس (*Gerbera*) دارای بیش از ۴۰ گونه علفی یکی از اعضای خانواده آفتابگردان^۲ می‌باشد. بیشتر رقم‌های موجود از این جنس، هیبریدهایی از تلاقی دو گونه *G. viridifolia* و *G. jamesonii* هستند. اما گونه زینتی ژربرا، با نام علمی *G. jamesonii* شناخته می‌شود که گیاهی دائمی و بومی آفریقای جنوبی است [۶]. برگ‌های این گیاه کشیده، همیشه سبز و با بریدگی‌های عمیق و رزت مانند است. برگ‌ها به طول ۱۵ تا ۴۵ سانتیمتر بوده و سطح فوقانی آن سبز تیره و سطح زیرین کم رنگ و پوشیده از کرک‌های متراکم می‌باشد. شاخه گل دهنده^۳ آن، بدون انشعاب و پرزدار بوده و از بین برگ‌ها و از طوقه خارج می‌شود. گل‌ها به رنگ‌های سفید، صورتی، قرمز، زرد، نارنجی، ارغوانی و حنایی دیده می‌شوند. قطر گل‌ها بین ۵ تا ۱۲ سانتیمتر و طول ساقه گل بین ۱۵ تا ۷۰ سانتی‌متر متغیر است [۲۶]. قطر سطح پوشش گیاه از ۱۳ تا ۱۵ سانتیمتر برای ژربراهای گلدانی، ۲۵ تا ۳۰ سانتی‌متر برای گل‌های حاشیه‌ای در فضای سبز و تا بیشتر از ۵۱ سانتی‌متر برای گل‌های شاخه بریده متغیر است. ژربرا نیز مانند سایر اعضای خانواده آفتابگردان دارای گل‌های مرکب است، به طوری که این گل‌ها

۱- Transval daisy, Barberton daisy

۲- Asteraceae

۳- Scape

روی یک گل آذین قرار دارند. گل‌های مرکزی گل آذین، لوله‌ای، دارای ۵ پرچم، ۵ مادگی و ۵ گلبرگ و معمولاً به رنگ زرد می‌باشند. مادگی دارای یک تخمدان و گل‌ها دوجنسی و بارور هستند. گل‌های حاشیه‌ای گل آذین تک جنسی و معمولاً ماده می‌باشند [۲۶].

۲-۲- ازدیاد ژبررا

۲-۲-۱- بذر

ژبررا معمولاً دارای بذرهای درشتی می‌باشد که در شرایط آب و هوایی مناسب حدود ۷۰ درصد جوانه‌زنی دارند. رشد بذرهای جوانه‌زده خیلی سریع است و این گیاهچه‌ها خیلی زود برای انتقال آماده می‌شوند. از آنجایی که گیاه ژبررا از لحاظ ژنتیکی دگرگشن است، معمولاً گیاهانی که از طریق بذر تکثیر می‌شوند شبیه هم نیستند. به طوری که یک تولیدکننده از هر ۱۰۰۰ بذر کاشته شده فقط ۱۰۰ گل شبیه هم از نظر شکل و رنگ می‌تواند برداشت کند. بنابراین به جز برای تولید رقم‌های جدید از بذرهای دگرگشن برای تولید تجاری استفاده نمی‌شود [۸۷]. همچنین گل‌های ارقامی که با بذر تکثیر می‌شوند، در هنگام شب بسته می‌شود، که این موضوع برای گل‌های شاخه بریده صفت مناسبی نیست [۱۰].

تولید بذرهای هیبرید F₁ ژبررا در سال‌های اخیر توسط شرکت‌های تولید بذر انجام شده است. استفاده از بذرهای هیبرید، علاوه بر پایین بودن هزینه تولید برای هر گیاهچه، توانایی تولید تعداد نامحدودی از هر رقم را ایجاد می‌کند [۸۷].

محیط کشت مناسب برای جوانه‌زنی بذر ژبررا، یک محیط کشت پاستوریزه حاوی ۵۰ درصد پیت خزه و ۵۰ درصد پرلیت است و درجه حرارت مناسب برای جوانه زنی سریع و یکنواخت بذرها، ۲۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. رطوبت مناسب، نور کافی و درجه حرارت مناسب برای جوانه زنی یکنواخت و سریع بذرها لازم است. بذرها در شرایط مناسب بین ۱۰ تا ۱۴ روز جوانه می‌زنند [۸۷].

۲-۲-۲- تقسیم بوته

گیاه ژبررا از یک طوقه با تعداد زیادی ریزوم‌های کوتاه و بدون برگ تشکیل شده است که تولید جوانه‌های رویشی می‌کند. از این جوانه‌ها می‌توان برای تکثیر ژبررا استفاده کرد. هر طوقه ژبررا حدود ۱۰ تا ۱۲ عدد گیاهچه در سال تولید می‌کند که برای تکثیر انبوه این گیاه این مقدار کافی نیست. از سوی دیگر یکی از مهمترین راه‌های انتقال بیماری پوسیدگی ناشی از فیتوفترا^۱ استفاده از گیاهچه‌های آلوده است [۸۷]. ازدیاد ژبررا از طریق تقسیم بوته در خرداد ماه انجام می‌گیرد [۱۰].

از سال ۱۹۷۰ کشت بافت به عنوان روش اصلی تکثیر تجاری ژربرا شناخته شد. با این روش می‌توان گیاهان یکنواخت و سالم از نظر عدم آلودگی پاتوژن‌ها، در هر زمان و به هر تعداد تولید کرد [۸۷]. برای ازدیاد سریع در سطح وسیع می‌توان از کشت نوک شاخساره استفاده کرد [۴].

۲-۳- محیط کشت مناسب

کشت گیاهان به کمک تکنیک بدون خاک^۱ در کشورهایی نظیر ایران که آب یکی از عوامل محدودکننده تولید محصولات کشاورزی است، در بعضی موارد می‌تواند جایگزین خوبی برای کشت‌های خاکی باشد. کشت بدون خاک علاوه بر صرفه‌جویی در مصرف آب و مواد غذایی و کاهش مشکلات مرتبط با خاک، این امکان را فراهم می‌کند که از تکنیک‌های آبیاری و محلول‌رسانی دقیق استفاده گردد. در کشت بدون خاک گیاهان، گیاه توسط یک محیط مایع معدنی تغذیه می‌شود که آب، اکسیژن و عناصر معدنی ضروری از طریق آن در اختیار گیاه قرار می‌گیرد. بستر کاشت در کشت‌های بدون خاک، نقش اکسیژن‌رسانی به ریشه‌ها را دارد و باعث استواری سیستم ریشه‌ای می‌شود. بستر کاشت باید از نظر شیمیایی خنثی باشد و در مقابل تجزیه و یا فشرده‌گی، خواص شیمیایی و مکانیکی خود را از دست ندهد [۶]. ژربرا به محیط کشتی نیاز دارد که در عین حال که ظرفیت نگهداری آب بالایی دارد، از منافذ کافی جهت اکسیژن‌رسانی به ریشه نیز برخوردار باشد. این گیاه حساس به غرقابی و زهکشی ضعیف محیط کشت است، بنابراین استفاده از محیط کشت با زهکشی مناسب بسیار ضروری است [۸۷]. در محیط کشت‌هایی مانند تورب و پوست کاج که دارای خواص اسیدی هستند، لازم است با اضافه کردن آهک و یا کربنات کلسیم خنثی‌سازی شوند [۶]. استفاده از بسترهای کشت به جای خاک در اکثر موارد می‌تواند بر عملکرد و کیفیت گل‌ها تأثیر داشته باشند. در پژوهشی که توسط هان و همکاران (۲۰۰۱) انجام گرفت، استفاده از بسترهای پشم سنگ^۲، کوکوپیت، پرلیت و ورمیکولیت در مقایسه با خاک باعث زودگلدهی گل ژربرا و افزایش تعداد گل در بوته، طول گل، وزن و قطر گل شد [۴۲].

۲-۴- شرایط محیطی مناسب پرورش ژربرا

تولید گل ژربرا تحت تأثیر عوامل محیطی متعددی قرار دارد که از آن جمله می‌توان به درجه حرارت محیط پرورش، میزان نور دریافتی و شدت و کیفیت آن، میزان رطوبت خاک و هوا، میزان دی‌اکسیدکربن موجود در هوا، تغذیه مناسب، محیط کشت و مبارزه با آفات و بیماری‌ها اشاره کرد.

۱- Hydroponic

۲- Rockwool

اندازه و طول نهایی ساقه گل و میزان طویل شدن ساقه در مراحل پایانی رشد تحت تأثیر درجه حرارت خاک قرار دارد [۲۱]. مناسب‌ترین دما برای پرورش ژبررا در طول روز ۲۱ تا ۲۴ درجه سانتی‌گراد و در طول شب درجه ۱۵/۵ تا ۱۷ سانتی‌گراد می‌باشد. درجه حرارت‌های پائین‌تر از ۱۵/۵ درجه سانتی‌گراد در شب میزان رشد را به شدت محدود می‌کند، اما اگر درجه حرارت خاک ۲۱ درجه سانتی‌گراد باشد دمای پایین هوا تأثیر چندانی بر رشد گیاه نخواهد داشت [۸۷]. این کاهش رشد می‌تواند در اثر کاهش شدید فتوسنتز در دماهای زیر حد بهینه باشد [۴۱]. درجه حرارت‌های پایین همچنین باعث تولید ساقه‌های گل بسیار کوتاه می‌شود. برای تولید مداوم ژبررا در زمستان، بهتر است صفر فیزیولوژی شبانه حداقل ۱۲ و روزانه ۱۴ تا ۱۷ درجه در نظر گرفته شود [۲۶].

۲-۴-۱-۵۵

تحقیقات نشان داد که برخی خصوصیات فیزیولوژیکی رشد گل ژبررا از جمله مدت زمان از ظهور غنچه‌ی گل تا بلوغ آن و میزان طویل شدن ساقه گل در مراحل اولیه رشد وابسته به درجه حرارت هواست، اما مدت زمان ظهور جوانه‌ها و با این وجود درجه حرارت‌های پایین شب (کمتر از ۱۲/۷ درجه سانتی‌گراد) در طول زمستان، تولید شاخه‌های جانبی در روی طوقه را تحریک و باعث افزایش گلدهی در طول بهار می‌شود [۸۷]. تحقیقات نشان داد که طول ساقه و میزان محصول تحت تأثیر درجه حرارت خاک است. مناسب‌ترین درجه حرارت خاک ۲۱ تا ۲۲/۲ درجه سانتی‌گراد است. گرم کردن بیش از حد محیط کشت و هوای گلخانه تأثیر چندانی روی میزان محصول نخواهد داشت و باعث کاهش کیفیت گل و بالارفتن هزینه گرمایش می‌شود [۸۷].

۲-۴-۲-نور

ژبررا از جمله گیاهان آفتاب دوست است و در طول فصول سرد سال، بهترین عملکرد را در شرایط نور کامل خورشید دارد، بنابراین فراهم نمودن شرایطی که ژبررا بتواند از حداکثر نور گلخانه استفاده نماید ضروری است. پاسخ رقم‌های مختلف ژبررا به مدت زمان تابش نور متفاوت است [۸۷]. به طوری که طول روز کوتاه می‌تواند در بعضی ارقام مانند "اورنج ناسان"^۱ و "فابیولا"^۲ باعث زودگلدهی شود. طول روز کوتاه در زمستان و درجه حرارت‌های پایین کمتر از ۲۱/۷ درجه سانتی‌گراد در این دو رقم از طریق افزایش نمو شاخه‌های جانبی باعث افزایش گلدهی در روزهای بلند و گرم می‌شود، بنابراین می‌توان ژبررا را جز گیاهان روزکوتاه اختیاری طبقه‌بندی کرد [۸]. نور کم، رشد و فتوسنتز را در بیشتر گیاهان کاهش می‌دهد. ژبررا نیز از جمله گیاهانی است که در شرایط کمبود نور میزان کلروفیل آن به شدت کاهش

۱-Orange nassau

۲- Fabiola

می‌یابد. از این صفت ژربرا می‌توان به عنوان شاخصی برای جداکردن ارقام مقاوم به شرایط کم‌نوری استفاده کرد [۷۹]. همچنین میزان خم شدن دمگل^۱ در ژربرا در طی ماه‌های زمستان افزایش می‌یابد که قسمتی از این مشکل به کاهش شدت نور در این فصل برمی‌گردد. ممکن است شدت نور پایین از طریق اثری که بر خصوصیات ساقه مانند پتانسیل اسمزی، ساختار دیواره‌ی سلولی و میزان چوبی شدن ساقه دارد بر خم شدن دمگل اثر گذارد همچنین استفاده از نور تکمیلی در مناطق با زمستان‌های کم نور می‌تواند باعث افزایش محصول گل شود [۲۷]. به گزارش ون‌دورن و ویت (۱۹۹۴) استفاده از نور تکمیلی در ماه‌های زمستان، علاوه بر افزایش رشد رویشی و گلدهی در ژربرا، می‌تواند زمان تولید گل را در مقایسه با رشد گیاه در شرایط نوری محیط کاهش دهد. این اثرنوردهی تکمیلی در طول پاییز- زمستان بیشتر از دوره بهار- تابستان مشاهده شد [۲۷].

۲-۴-۳- رطوبت مورد نیاز و آبیاری

سطح خاک ژربرا باید در فواصل آبیاری خشک باشد [۸۷]. این در حالی است که ریشه‌ها و طوقه گیاه ژربرا به رطوبت بیش از حد و آبیاری‌های مداوم و غرقابی بسیار حساس است و در فصل زمستان به سرعت دچار پوسیدگی می‌شود [۲۶]. برای برطرف کردن این مشکل گاهی در کشت‌های بدون خاک غلظت سولفات مس را افزایش می‌دهند [۶]. همچنین رطوبت‌های بالای ۹۰ درصد در فصل زمستان باعث مختل شدن تبخیر و تعرق برگ‌ها و به دنبال آن کند شدن حرکت عناصر غذایی می‌شود. با تهویه مناسب، بالا بردن گرما در گلخانه و همچنین مدیریت آبیاری می‌توان رطوبت را کاهش داد [۲۶].

۲-۴-۴- غنی سازی هوای گلخانه با دی اکسید کربن

ارقام مختلف ژربرا به غلظت‌های متفاوتی از دی اکسید کربن در هوا نیاز دارند. معمولاً بین ۳۵۰ تا ۷۰۰ قسمت در میلیون دی اکسید کربن در هوا، نیاز ژربرا را برطرف می‌کند [۲۶]. استفاده از نور تکمیلی به همراه غنی سازی دی اکسید کربن، علاوه بر بالا بردن کیفیت گل باعث افزایش محصول نیز می‌شود. افزایش بیش از حد دی اکسید کربن به خصوص در صبح روزهای زمستانی می‌تواند مشکل آفرین باشد [۸۷]، به طوری که افزایش غلظت دی اکسید کربن بالاتر از ۸۰۰ قسمت در میلیون باعث زرد شدن و ایجاد لکه‌های سوخته روی برگ‌ها و در نهایت از بین رفتن برگ‌ها می‌شود [۱۰۱]. پاسخ رقم‌های مختلف ژربرا به افزایش دی اکسید کربن بسیار متغیر است، ولی افزایش بیش از ۸۰۰ تا ۱۰۰۰ قسمت در میلیون در اکثر ارقام باعث کاهش محصول می‌شود [۸۷].

۲-۵- محلول غذایی

یکی از مزایای کشت هیدروپونیک، حذف تمامی امور کشاورزی مرتبط با کوددهی و تغذیه گیاه است [۶]. محلول غذایی باید به طور مداوم و غیرمحدود، آب و عناصر معدنی لازم، جهت انجام وظیفه ریشه را تأمین نماید. ترکیب شیمیایی یک محلول غذایی مطلوب باید کاملاً شبیه ترکیب خاک باشد و از سوی دیگر، بایستی عناصر معدنی ضروری را مشابه درصدی که درون گیاه یافت می‌شود، در اختیار گیاه قرار دهد و شرایط مناسبی را جهت بهبود جذب و انتقال عناصر داخل گیاه فراهم آورد [۶]. در طی سال‌های گذشته، فرمول‌های متعددی برای محلول‌های غذایی ارائه شده است که اغلب آنها نتایج قابل قبولی داشته‌اند. گونه‌های گیاهی مورد کاشت به ترکیب‌های شیمیایی محلول غذایی ویژه‌ای که برای آنها توصیه می‌شود، نیازمند هستند. برخی گیاهان نسبت به عناصر غذایی خاص حساس‌تر هستند. بنابراین فرمول‌های تجاری خاص برای هر محصول تعیین گردیده است [۱].

جذب عناصر معدنی عموماً به صورت یون انجام می‌گیرد، اما جذب به فرم کلات (آهن) و یا مولکول‌های کوچک ارگانیک نیز وجود دارد. یونها بر اساس نوع آنها می‌توانند همراه با تعدادی مولکول آب باشند. در تغذیه گیاهان در سیستم‌های آبکشت باید دقت کرد که در ترکیب محلول غذایی، به همراه هر عنصری، پایه نمکی خاص آن نیز وارد می‌شود. این پایه‌های نمکی در بعضی موارد باعث افزایش هدایت الکتریکی (EC) محلول غذایی می‌شوند و جذب سایر عناصر را مختل می‌کنند [۶]. همچنین در هنگام جذب، بین یون‌های دارای بار الکتریکی یکسان، احتمال رقابت وجود دارد. این رقابت بین یون‌هایی با ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی (بار و شعاع یون) یکسان، اتفاق می‌افتد. به عنوان مثال، معمولاً پتاسیم باعث کاهش جذب سدیم می‌شود، ولی در مقابل سدیم تأثیر بسیار کمی بر جذب پتاسیم دارد. آمونیوم برای جذب با پتاسیم رقابت می‌کند، اما پتاسیم قادر به جلوگیری از جذب آمونیوم نیست عناصر [۳]. ضروری که در تغذیه گیاهان مستقیماً دخالت دارند و جزیی از ساختار گیاه یا سیستم آنزیمی آن می‌باشند، شامل دو دسته عناصر پرمصرف و کم مصرف می‌باشند. عناصر پرمصرف که در مقادیر نسبتاً زیاد در محلول‌های غذایی استفاده می‌شوند، شامل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و گوگرد می‌باشند. مدیریت عناصر کم مصرف که به مقدار بسیار اندک در محلول‌های غذایی استفاده می‌شوند، در سیستم‌های هیدروپونیک بسیار ضروری است، چرا که فاصله بین سمیت و کمبود این عناصر بسیار ناچیز است. این عناصر شامل آهن، روی، مس، منگنز، بور و مولیبدن می‌باشند [۶]. عناصری چون پتاسیم، منیزیم، فسفر، گوگرد، نیتروژن، کلر و سدیم دارای پویایی بالایی در آوند آبکش می‌باشند. آهن، روی، مس، بور و مولیبدن از پویایی متوسط و کلسیم از پویایی کمی برخوردارند [۳]. مقدار عناصر نیتروژن، پتاسیم و کلسیم عموماً در بافت‌های گیاهی بالای یک درصد ماده خشک است و در مقابل عناصر فسفر، منیزیم و گوگرد کمتر از یک درصد ماده خشک می‌باشند. از بین عناصر کم‌مصرف، آهن از همه