نشریه علوم باغبانی ایران
دوره ۴۵، شماره ۱، بهار ۱۳۹۳ (ص۱۱۴-۱۰۳)

بررسی رابطهٔ بین کربوهیدرات با نمو و پیری گل لیلیوم هیبرید LA رقم سبدازل

نسرین مجیدیان[۱]، روح‌انگیز نادری[۲*]، مصباح بابالار[۳]، وحیده ناظری[۴] و مجید مجیدیان[۵]
۱، ۲، ۳، ۴. به‌ترتیب دانشجوی سابق دکتری، استادان و دانشیار پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
۵. استادیار دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه گیلان
(تاریخ دریافت: ۹۲/۲/۲۱ - تاریخ تصویب: ۹۲/۷/۲۲)

چکیده

عمر گلدانی لیلیوم به فاکتورهای مختلفی بستگی دارد که این عوامل، کیفیت زندگی گیاه را تحت‌تأثیر قرار می‌دهند. به‌طورکلی، قندها برای گسترش عمر گلدانی گل‌های بریده استفاده می‌شوند. چنین اثرات مفیدی، با بهبود روابط آبی و افزایش انرژی در دسترس بافت‌های گل، برای تنفس در ارتباط است. برای تعیین اهمیت توزیع مجدد کربوهیدرات‌ها در تنظیم نمو و پیری، نقش ساکارز در لیلیوم هیبرید LA سبدازل بررسی شد. این آزمایش به‌صورت طرح کاملاً تصادفی انجام شد. عمر پس از برداشت گل پس از شکوفایی جوانه‌های جداشده از گل‌آذین، با مقدار کل کربوهیدرات گلپوش در موقع برداشت همبستگی داشت، درحالی‌که طول عمر گل‌های متصل به گل‌آذین، تقریباً ثابت باقی می‌ماند که احتمالاً به‌علت توزیع مجدد کربوهیدرات‌هاست. مقدار کربوهیدرات موجود در گلپوش‌ها، یک فاکتور کلیدی در نمو و پیری گل لیلیوم است. با افزایش رشد جوانه، مقدار نشاسته در گلپوش جوانه‌ها افزایش یافت، به‌گونه‌ای که در جوانه‌های ۸۰ میلی‌متری بیشترین مقدار نشاسته (۱۰/۳ میلی‌گرم در گرم وزن خشک) مشاهده شد. در زمان نمو جوانه‌های گل لیلیوم، روند تغییرات ساکارز، گلوکز و فروکتوز تقریباً همانند است. وجود مقادیر تقریباً یکسانی از گلوکز و فروکتوز درون گلپوش‌های لیلیوم نشان می‌دهد که احتمالاً ساکارز، توسط اینورتاز سریعاً تبدیل می‌شود. به نظر می‌رسد که قندهای احیایی، بخش بزرگی از ذخیرهٔ کربوهیدرات در گلپوش‌ها را فراهم می‌کنند. جوانه‌های گل مراکز فعال متابولیکی هستند و احتمالاً قند انتقالی در آن‌ها ساکارز است. اما کاربرد قند در محلول گلدانی، سبب زردی بیشتر برگ‌ها در مقایسه با محلول بدون قند شد و غلظت‌های بیشتر ساکارز هم سبب سیاه‌شدن برگ‌ها شد.

واژه‌های کلیدی: پیری، جوانه، زردی برگ، کربوهیدرات، لیلیوم هیبرید LA (***Longiflorum* × *Asiatic hybrids***)

مقدمه

لیلیوم (*Lilium* sp.) گل بریدهٔ معروفی است که در سراسر جهان به‌طور تجاری پرورش داده می‌شود. عمر گلدانی لیلیوم‌ها می‌تواند توسط فاکتورهای مختلفی تحت‌تأثیر قرار گیرد (Woolf *et al*., 2012).علائم عمده‌ای که عمر گلدانی گل‌آذین‌های بریدهٔ لیلیوم را محدود می‌کند، شامل ریزش جوانه‌های گل، بازنشدن تعدادی از جوانه‌های گل، پژمردگی گلپوش[1] که گاهی اوقات با ریزش گلپوش همراه است، و زردشدن برگ‌هاست (van doorn *et al*., 2011). برخلاف بیشتر محصولات باغبانی، غالباً گل‌های بریده قبل از نمو کامل برداشت می‌شوند. به‌ویژه در مورد گل‌های از نوع گل‌آذین، نظیر لیلیوم که شامل چندین جوانه در مراحل متفاوت نموی هستند، در زمان برداشت، بخش بزرگی از جوانه‌های گل معمولاً هنوز در مرحلهٔ نموی قبل از بلوغ هستند (Van der Meulen-Muisers *et al*., 2000).

* نویسنده مسئول: روح انگیز نادری تلفن: ۰۹۱۲۱۶۱۴۱۵۹ E-mail: naderir@ut.ac.ir
1. Tepal

تشکیل یک گل بالغ به ذخیرهٔ کربوهیدرات آن بستگی دارد. گل‌آذین‌ها قبل از برداشت، با کربوهیدرات‌های ساخته‌شده توسط فتوسنتز تغذیه می‌شوند. مواد پرورده بعد از رسیدن گل‌آذین در میان جوانه‌های گل توزیع می‌شوند. نسبت جذب مواد پرورده در هر جوانه به قدرت مقصد آن اندام مربوط است که درحقیقت به مقدار زیادی، بستگی به نسبت مصرف مواد پروردهٔ واردشده به بافت مقصد دارد (Ho, 1988).

Han (2003) بیان کرده است که یکی از مزایای گل‌های بریده این است که پس از برداشت، ساکارز می‌تواند در محلول گلدانی برای بهبود کیفیت و عمر پس از برداشت تعداد زیادی از گونه‌ها فراهم شود.

در لیلیوم‌های آسیایی، کربوهیدرات‌های موجود در گلپوش هر جوانه، نقش مهمی در نمو جوانه‌ها تا زمان شکوفایی بازی می‌کنند (van der Meulen-Muisers *et al*., 2001). ساکارز، شکل عمدهٔ کربن پرورده‌شدهٔ فتوسنتزی است که در گیاهان انتقال می‌یابد و منبع عمدهٔ کربن برای رشد گلپوش است. تجمع قندهای احیایی همراه با افزایش در فعالیت اینورتاز در طول گسترش گلپوش، سبب نسبت کم ساکارز به قندهای احیایی می‌شود و بنابراین منجر به انتقال مداوم ساکارز درون گلپوش‌های در حال رشد می‌شود (Han, 2003).

با توجه به اینکه مقدار کربوهیدرات در گل‌های بریده محدود است، معمولاً در میان جوانه‌های در حال نمو گل‌آذین، رقابت برای جذب کربوهیدرات اتفاق می‌افتد. امکان دارد کاهش کربوهیدرات ذخیرهٔ گل‌آذین، سبب عدم موفقیت در بازشدن جوانه شود که از جوانه‌های کوچک‌تر شروع می‌شود و این مسئله در گونه‌های پیازی دیگر از نوع گل‌آذین، مانند فریزیا (Spikman, 1989) و گلایل (Serek *et al*., 1994) نیز اتفاق می‌افتد. به‌طورکلی، جوانه‌های گل لیلیوم متصل به گل‌آذین و یا جدا از گل‌آذین، برای مطالعهٔ نمو پس از برداشت به پنج کلاس مختلف طبقه‌بندی می‌شوند. این کلاس‌ها براساس تفاوت در سرعت رشد گلپوش، رشد کامل و پتانسیل رسیدن به شکوفایی است.

جوانه‌های کلاس یک متصل به گل‌آذین یا جدا از گل‌آذین، به شکوفایی نرسیده و باز نمی‌شوند.

در کلاس دو جوانه‌های جداشده، سرعت رشد گلپوش نسبت به جوانه‌های متصل خیلی کمتر است و جوانه‌ها شکوفا نمی‌شوند، درحالی‌که جوانه‌های متصل کلاس دو باز می‌شوند.

در جوانه‌های جداشده از گل‌آذین که به مرحلهٔ شکوفایی می‌رسند (کلاس سه تا پنج) تنها جوانه‌های کلاس چهار نموی همانند جوانه‌های متصل به گل‌آذین نشان می‌دهند. هم جوانه‌های متصل و و هم جوانه‌های جدا از گل‌آذین کلاس سه شکوفا می‌شوند، ولی سرعت رشد گلپوش جوانه‌های جداشده کمتر است. در کلاس چهار نیز شکوفایی در هر دو نوع جوانه اتفاق می‌افتد، و سرعت رشد گلپوش آن‌ها قابل مقایسه است.

تغییرات متابولیکی عمده در طول پیری برگ نیز شامل کاهش کلروفیل و پروتئین و نیز افزایش در پراکسیداسیون لیپید و قابلیت تراوایی غشاست (Pastori, Feierabend; Smart, 1994; Kar, 1984; del Rio & 1997). با توجه به اهمیت زیاد لیلیوم در صنعت گلکاری، پژوهش‌های زیادی در ارتباط با شرایط پرورش داشت و همچنین مدیریت پس از برداشت گل‌های شاخه‌بریدهٔ آن انجام گرفته است. بااین‌حال به‌علت پیچیدگی فعل و انفعالات مختلفی که طی دوران نمو تا وقوع فرایند پیری اتفاق می‌افتد، هنوز هم جنبه‌های بسیاری در ارتباط با فاکتورهای مؤثر در این فرایند، ناشناخته باقی مانده است که قطعاً زمینه‌های مطالعاتی متنوعی را ممکن می‌سازند. بنابراین، برای تعیین اهمیت توزیع مجدد کربوهیدرات و بررسی روند تغییرات کربوهیدرات گل در طول نمو و پیری جوانه‌های گل و نقش قندها در طول پیری گل‌های لیلیوم هیبرید LA سبدازل، آزمایش اخیر طراحی و به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

لیلیوم‌های بریدهٔ هیبرید سبدازل[1]، در زمانی که بزرگ‌ترین جوانهٔ روی هر ساقه در مرحلهٔ نشان‌دادن رنگ تا کاملاً رنگ‌گرفته بودند، از گلخانه‌ای تجاری واقع در منطقهٔ چهار باغ شهرستان کرج برداشت شدند. گل‌ها ظرف مدت کوتاهی به آزمایشگاه پردیس کشاورزی و

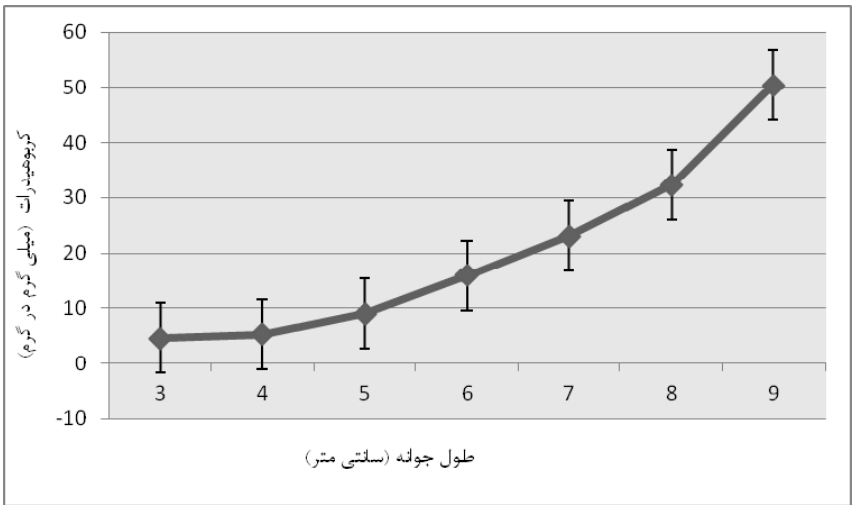
1. CebDazzle

منابع طبیعی دانشگاه تهران منتقل شدند و برای ارزیابی عمر پس از برداشت در ظروفی شامل غلظت‌های صفر، ۲ و ۴ درصد ساکارز در دمای ۱۷ درجهٔ سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۶۰ـ ۷۰ درصد قرار گرفتند. به‌طورکلی، در گل‌آذین لیلیوم، عمر گلدانی به‌عنوان تعداد روزها از قرارگرفتن ساقه‌ها در ظرف تا روزی که آخرین جوانهٔ گل روی هر ساقه پیر شود، تعیین می‌شود و در هر گل از شروع بازشدن تا پیری قابل رویت گلپوش‌هاست. برگ‌ها نیز زمانی پیر در نظر گرفته می‌شوند که بیش از ۵۰درصد سطح آن‌ها نکروزه یا کلروزه شود. در این آزمایش چهار ساقه به‌عنوان تکرار و واحد آزمایش نیز پنج در نظر گرفته شد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. برای بررسی روند نمو و پیری و رابطهٔ آن با میزان کربوهیدرات، در برگ‌ها و گلپوش‌ها فاکتورهای مربوط به پیری اندازه‌گیری شد. همچنین در آزمایشی جداگانه، مقادیر کربوهیدرات‌های گلپوش (نشاسته، ساکارز، گلوکز، فروکتوز و گلیسرول گلوگوزیدها) در مراحل مختلف نمو جوانه محاسبه شد. به صورتی‌که از جوانه‌های با طول گلپوش مختلف که در مراحل رشد و نموی مختلفی بودند، نمونه‌گیری شده و میزان کربوهیدرات آن‌ها برای بررسی این مسئله که آیا نمو گل در لیلیوم هیبرید LA سبدازل با وضعیت کربوهیدرات گلپوش در ارتباط است یا خیر، محاسبه شد. در این آزمایش از جوانه‌های متصل به گل‌آذین و جدا از گل‌آذین برای بررسی اثر توزیع مجدد کربوهیدرات‌ها در طول گل‌آذین استفاده شد.

برای مطالعهٔ پیری، در گلپوش‌های هر گل، نمونه‌برداری طی روزهای مختلف انجام شد. در برگ‌ها نیز، نمونه‌برداری در روزهای گوناگون به فواصل دو روز انجام شد. سنجش غلظت نشاسته (قند غیرمحلول گیاه) با روش اسپکتروفتومتری (Eshlig, 1986) انجام گرفت. استخراج کربوهیدرات‌های محلول ساکارز، گلوکز و فروکتوز و... براساس روش پیشنهادی (Stivart, 1989) انجام گرفت. تفکیک و شناسایی قندهای محلول بافت گیاهی از طریق HPLC بود، که از الکل اتیلیک (اتانول) ۸۰درصد، سولفات روی ۵درصد، هیدروکسید باریم ۰/۳ نرمال و آب مقطر استفاده شد.

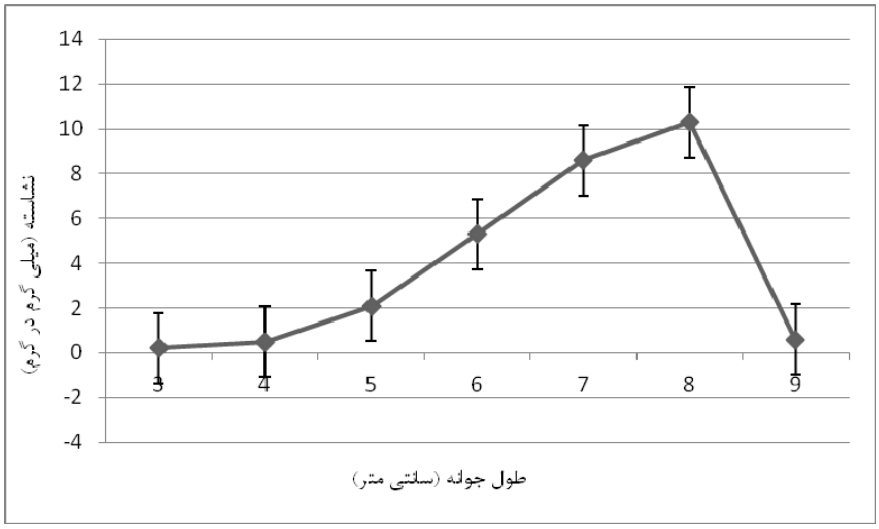
نتایج و بحث

برای تعیین اهمیت توزیع مجدد کربوهیدرات‌ها و نقش آن‌ها در تنظیم نمو و پیری گل‌ها، به بررسی نقش قندها پرداخته شد. برای انجام این کار، مقدار کل کربوهیدرات (کربوهیدرات محلول و نشاسته) در گلپوش‌های لیلیوم در مراحل نموی مختلف جوانه‌های گل اندازه‌گیری شد. نتایج این آزمایش نشان داد که همراه با افزایش طول جوانه‌ها و رشد گلپوش، در جوانه‌های گل، مقدار کربوهیدرات کل از ۴/۶ میلی‌گرم در گرم وزن خشک در جوانه‌های با طول ۳۰ میلی‌متر به ۵۰/۴ میلی‌گرم در گرم وزن خشک، در گلپوش‌های ۹۰ میلی‌متری می‌رسد (شکل ۱).

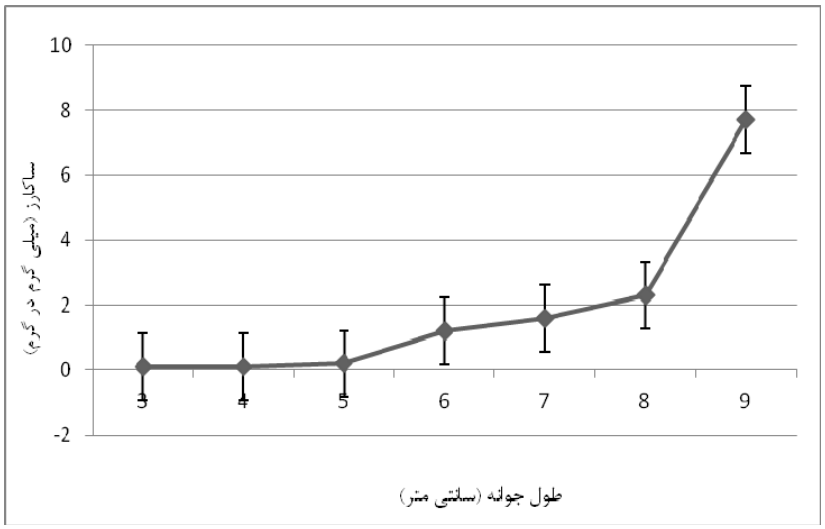


شکل ۱. رابطهٔ میان مراحل مختلف نمو جوانه و میزان کربوهیدرات کل در گلپوش‌های هر جوانه

مقدار کربوهیدرات گلپوش، یک فاکتور کلیدی در نمو و پیری گل لیلیوم است (Van der Meulen-Muisers *et al.*, 2001). با افزایش رشد جوانه، مقدار نشاسته در گلپوش جوانه‌ها افزایش یافت، به‌گونه‌ای که در جوانه‌های ۸۰ میلی‌متری بیشترین مقدار نشاسته (۱۰/۳ میلی‌گرم در گرم وزن خشک) مشاهده شد (شکل۲). در گلپوش‌ها، همراه با نمو جوانه، تا قبل از شکوفایی، نشاسته افزایش می‌یابد، اما هنگام بازشدن جوانه، این مقدار به‌طور چشمگیری کم می‌شود (شکل۳).

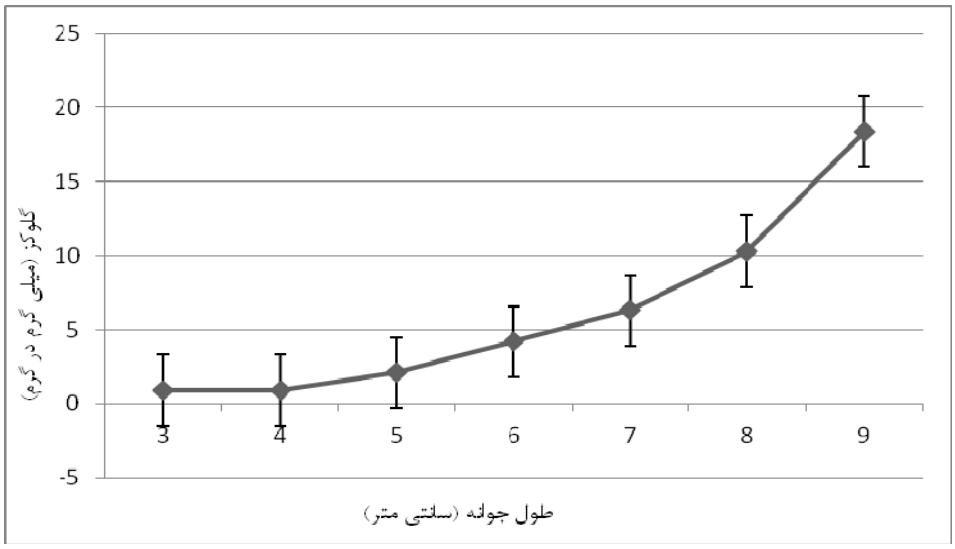


شکل۲. رابطهٔ میان مراحل مختلف نمو جوانه و میزان نشاسته گلپوش‌های هر جوانه

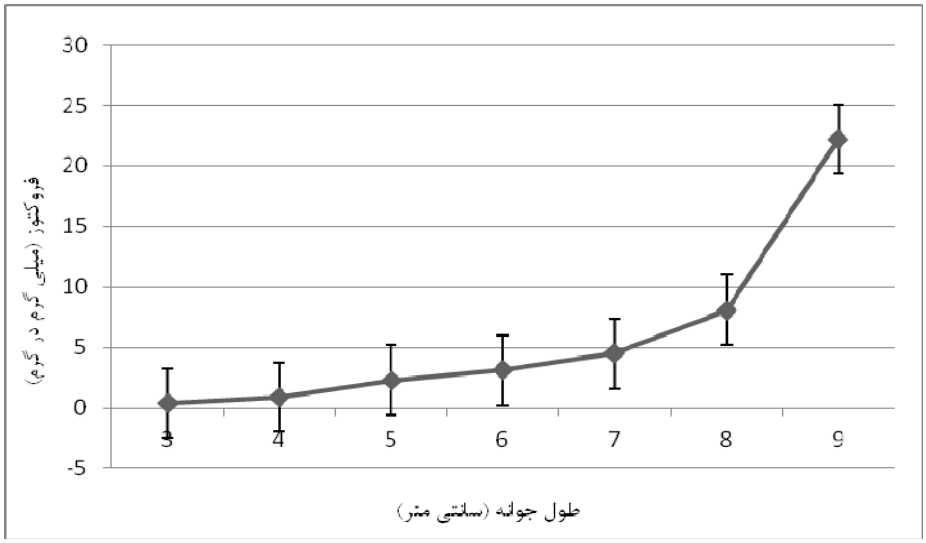


شکل۳. رابطهٔ میان مراحل مختلف نمو جوانه و میزان ساکارز گلپوش‌های هر جوانه

در زمان نمو جوانه‌های گل لیلیوم، روند تغییرات ساکارز، گلوکز و فروکتوز تقریباً همانند هم است. وجود مقادیر تقریباً یکسانی از گلوکز و فروکتوز درون گلپوش‌های لیلیوم پیشنهاد می‌کند که احتمالاً ساکارز، توسط اینورتاز سریعاً تبدیل می‌شود که این ویژگی خاص اندام‌های ذخیره نیز است. به نظر می‌رسد که قندهای احیایی، بخش بزرگی از ذخیرهٔ کربوهیدرات در گلپوش‌ها را فراهم می‌کنند. جوانه‌های گل مراکز فعال متابولیکی هستند و احتمالاً قند انتقالی در آن‌ها ساکارز است.



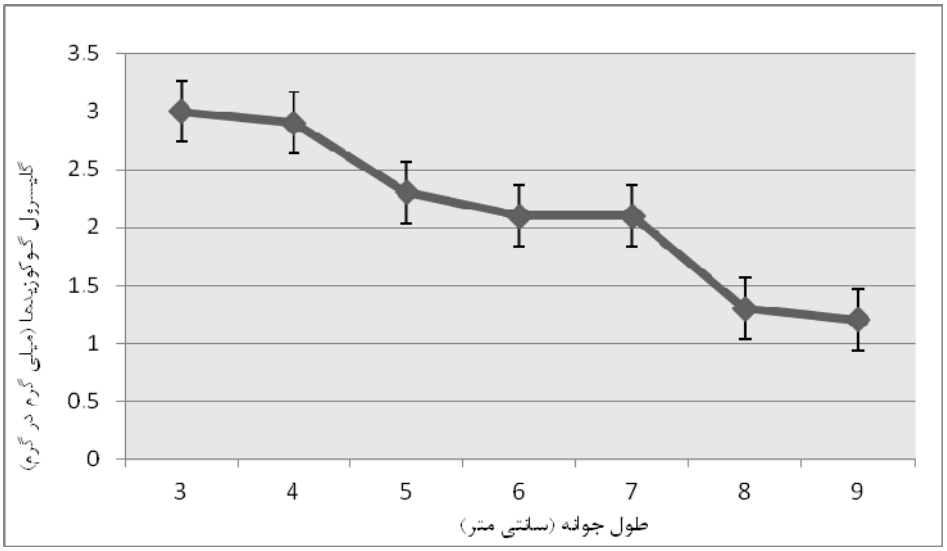
شکل۴. رابطهٔ میان مراحل مختلف نمو جوانه و میزان گلوکز گلپوش‌های هر جوانه



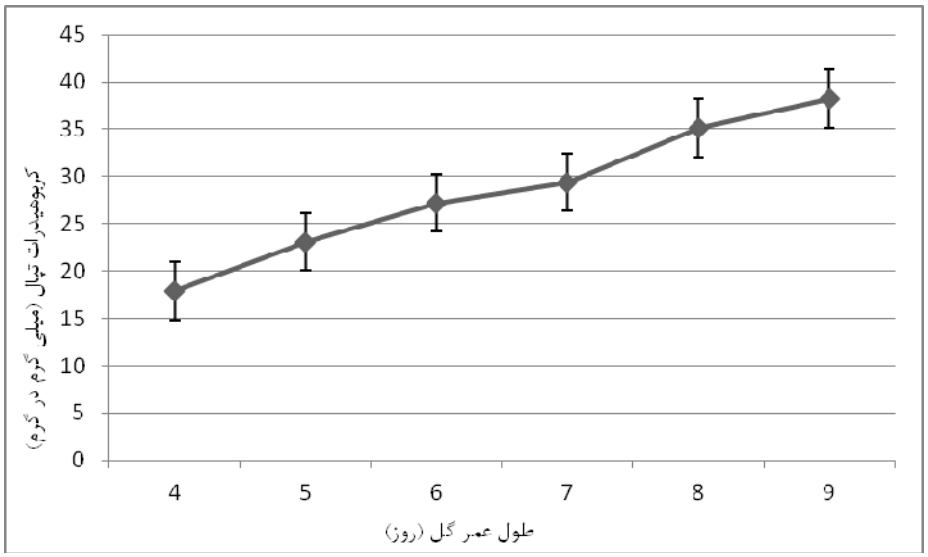
شکل۵. رابطهٔ میان مراحل مختلف نمو جوانه و میزان فروکتوز گلپوش‌های هر جوانه

کربوهیدرات عمده و اصلی گلپوش در مراحل قبل از بلوغ جوانه‌ها، گلیسرول گلوکوزیدها هستند، که هم‌زمان با افزایش رشد گلپوش‌ها در جوانه، مقدار آن‌ها کم می‌شود. به نظر می‌رسد که گلیسرول گلوکوزیدها ترکیبات خاص جنس لیلیوم باشند و گزارش شده که ساختار آن‌ها بسته به گونهٔ لیلیوم متفاوت است. گلیسرول گلوکوزیدها احتمالاً نقش مهمی در متابولیسم کربوهیدرات گل‌های لیلیوم بازی نمی‌کنند (شکل۶). کربوهیدرات گلپوش‌های جوانه‌های در حال نمو لیلیوم شامل گلوکز، فروکتوز، ساکارز، نشاسته و گلیسرول گلوکوزیدها هستند. مشاهده شده که در زمان شکوفایی گل ها، کربوهیدرات‌ها در گلپوش‌های لیلیوم بسته به رقم تغییر می‌کند. البته چنین به نظر می‌رسد که به‌طورکلی، شکوفایی جوانه‌ها با هیدرولیز نشاسته همکاری دارد که منجر به افزایش مقدار قند می‌شود. روابط متقابل مشابهی میان نشاسته و مقدار قند طی گسترش گلبرگ‌های رز و آلسترومریا در کنار فراهم‌کردن سوبسترا برای فرایندهای تنفسی گزارش شده است. هیدرولیز نشاسته سبب تولید محلول‌های اسموتیک، برای جریان آب و گسترش سلول ها می‌شود. بخشی از گسترش و رشد گلپوش‌ها در لیلیوم نیز بر اثر افزایش جذب آب است (Van der Meulen Muisers *et al.*, 2001). پیشنهاد شده است که طول عمر ثابت همهٔ گل‌های متصل در یک گل‌آذین لیلیوم، به‌علت توزیع

مجدد کربوهیدرات‌های گلپوش از جوانه‌های بزرگ‌تر به کوچک‌تر است که در جوانه‌های جداشده از گل‌آذین چنین اتفاقی روی نمی‌دهد (Han, 2003).



شکل۶. رابطهٔ میان مراحل مختلف نمو جوانه و میزان گلیسرول گلوکوزیدهای گلپوش‌های هر جوانه

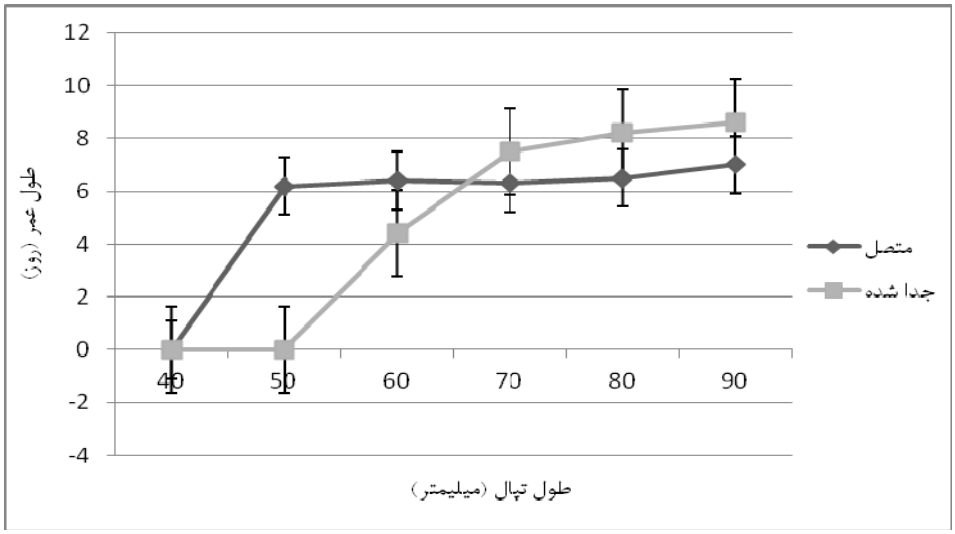


شکل۷. رابطهٔ میان مقدار کربوهیدرات گلپوش جوانه‌های جداشده و طول عمر گل (روز)

در آزمایش اخیر نیز دربارهٔ جوانه‌هایی که از گل‌آذین جدا شده‌اند، داشتن طول جوانه‌ای حدود ۶۰ میلی‌متر برای ادامهٔ شکوفایی جوانه‌ها ضروری بود، به‌گونه‌ای که جوانه‌های با طول ۴۰ و ۵۰ میلی‌متر همان‌طور که در شکل۸ مشاهده می‌شود، قادر به شکوفایی نبودند. درحالی‌که جوانه‌های ۵۰ میلی‌متری متصل به گل‌آذین به‌راحتی باز شدند، که چنین به نظر می‌رسد که در این جوانه‌ها حرکت کربوهیدرات‌ها از سمت پایین گل‌آذین به سمت بالا رخ می‌دهد و توزیع مجدد کربوهیدرات‌ها بین جوانه‌های مختلف اتفاق می‌افتد. داشتن جوانه‌ای به طول ۵۰ میلی‌متر در گل‌های متصل، بحرانی است. همان‌گونه که ذکر شد تغییرات بسیار جزئی در طول عمر گل‌ها، میان جوانه‌های با طول‌های مختلف در روی گل‌آذین مشاهده می‌شود، درحالی‌که دربارهٔ جوانه‌های جداشده از گل‌آذین، چنین مسئله‌ای صحت نداشته و با توجه به مقدار کربوهیدراتی که در زمان جداسازی جوانه‌ها در گلپوش‌های آن‌ها موجود بوده است، طول عمر گل تغییر می‌یابد. بنابراین، با افزایش طول

گلپوش‌ها و همراه آن، افزایش میزان کربوهیدرات، طول عمر گل‌ها نیز بیشتر می‌شود که در شکل۷ آمده است.

داده‌های آزمایش‌های Van der Meulen-Muisers و همکاران (2001) نیز نشان داده است که در لیلیوم‌های آسیایی، اندازهٔ جوانه بیش از ۶ سانتی‌متر برای بازشدن جوانه‌های جداشده لازم است. اگرچه همبستگی مثبت که میان مراحل نموی جوانه‌ها و کربوهیدرات گلپوش‌ها و طول عمر جوانه‌های جداشده لیلیوم‌های آسیایی وجود دارد، در رقم استارگیزر مشاهده نمی‌شود (Van der Meulen-Muisers *et al*., 2001). طول عمر برای همهٔ جوانه‌های جداشده استارگیزر که شکوفا شدند، بدون توجه به اندازهٔ آن‌ها در زمان برداشت یکسان بود، که نشان می‌دهد جوانه‌ها در آن مرحله، کربوهیدرات کافی برای نگهداری طول عمر گل داشته‌اند.



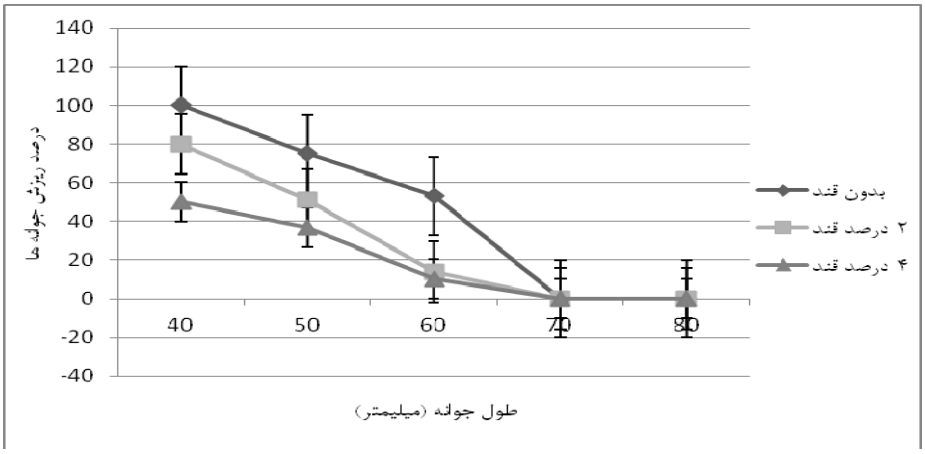
شکل۸. مقایسهٔ طول عمر گل در جوانه‌های جداشده از گل‌آذین و متصل به گل‌آذین

عمر گلدانی لیلیوم‌های بریده بین پنج تا چهارده روز، بسته به رقم متفاوت است. عمر گلدانی ساقهٔ بریده زمانی به پایان می‌رسد که گلپوش‌ها پژمرده یا قهوه‌ای شوند. کیفیت برگ در لیلیوم‌های بریده نیز فاکتور پس از برداشت مهم دیگری است. در تعداد زیادی از ارقام لیلیوم هیبرید، برگ‌ها قبل از تمام‌شدن زندگی گل‌آذین شروع به زردشدن می‌کنند که سبب کاهش جذابیت ساقه‌ها می‌شود (Ranwala *et al*., 2001).

در گیاهان لیلیوم، صدمهٔ اکسیداتیو ناشی از استرس، با تغییرات در فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و آنتی‌اکسیدان‌ها در ارتباط است. ترکیبات مختلفی می‌توانند طول عمر گلجایی گل‌ها را تحت‌تأثیر قرار دهند که از بین آن‌ها می‌توان به ساکارز اشاره کرد. با توجه به اینکه کربوهیدرات‌های گل‌های شاخه‌بریده محدود است و طی پیری کاهش می‌یابد، بنابراین در صنعت گل‌های بریده استفاده از کربوهیدرات خارجی یک کار معمول در راستای افزایش طول عمر آن‌هاست (Monterio *et al*., 2002). همچنین ساکارز در حفظ تعادل آبی برای تورژسانس مؤثر است. بنابراین، افزودن ساکارز به محلول نگهدارنده موجب افزایش جذب محلول در گل‌های بریدنی می‌شود (Nair *et al*., 2003).

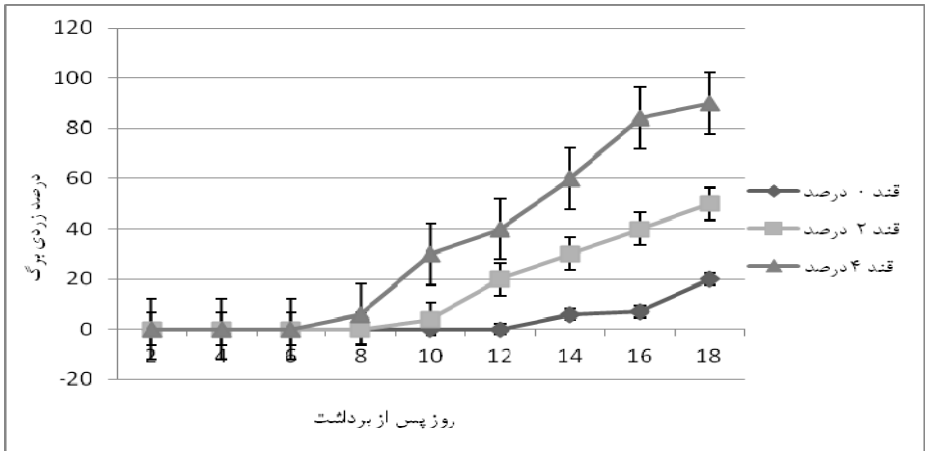
به نقل از Han (2003) مواقعی که کربوهیدرات ذخیره‌شدهٔ گیاه محدود است، افزودن قند خارجی به محلول محافظ، در بازشدن جوانه اثر می‌گذارد. بدون قند، ۱۰۰درصد جوانه‌های تازه برداشت شده با طول کمتر یا مساوی ۶/۱ سانتی‌متر دچار ریزش می‌شوند، درحالی‌که به‌ترتیب، برای ۶۰ و صفر درصد جوانه‌های به طول ۶/۶ و بیش از ۷ سانتی‌متر این مسئله اتفاق می‌افتد. افزودن ۲درصد قند، بیشتر جوانه‌های ۵/۴ تا ۶/۶ سانتی‌متری را قادر می‌کند باز شوند، که بیانگر این است که کمبود قند، دلیل ریزش جوانه در جوانه‌هایی است که در انبار سرد نگهداری نشده‌اند. برای جوانه‌های کوچک‌تر رقم استارگیزر لیلیوم، به‌عنوان مثال ۴/۲ سانتی‌متری، افزودن غلظت قند تا ۵درصد برای کاهش

یا رفع ریزش جوانه ضروری است. البته غلظت قند خارجی مورد نیاز در این مورد، به مرحلهٔ نموی جوانه‌ها بستگی دارد، و با افزایش اندازهٔ جوانه کاهش می‌یابد.



شکل۹. اثر طول جوانه بر درصد بلاستینگ جوانه‌ها

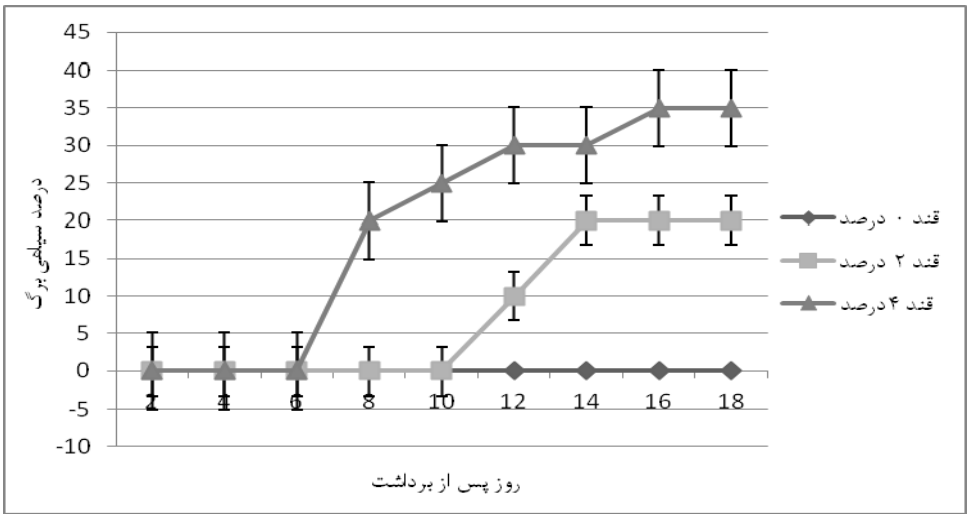
در رقم استارگیزر لیلیوم نیز ریزش جوانه توسط مرحلهٔ نموی جوانه تعیین می‌شود، که با مقدار کربوهیدرات درونی همبستگی دارد. وقتی گل‌ها در مرحله‌ای برداشت می‌شوند که جوانه‌های کوچک‌تر از ۶ سانتی‌متر دارند، ریزش آن‌ها بر اثر کمبود کربوهیدرات‌ها برای نمو مناسب جوانه است، که به‌ترتیب افزودن ۲ و ۴ درصد قند به محلول، ۵۰ و ۱۰۰ درصد، ریزش را از بین می‌برد و به‌طور معناداری بازشدن جوانه‌های کوچک را افزایش می‌دهد. مرحلهٔ برداشت گل‌آذین به‌طور معناداری در تغییر طول عمر گل‌آذین و درصد گل‌های باز چندین رقم لیلیوم آسیایی نقش دارد (Van & Oeveren Van der Meulen-Muisers، 1997). با توجه به این مسئله که در گل‌های بریده، روش قراردادی برای افزایش کربوهیدرات‌های محلول، افزودن قند به محلول گلدانی است (Mayak & Halevy, 1979) اما در رقم استارگیزر بریده، وجود دو درصد قند در محلول، در مقایسه با محلول بدون قند، زردی برگ را افزایش می‌دهد و غلظت بیشتر قند (۴ درصد) سبب سیاهی برگ می‌شود (به‌صورت آغاز سیاهی نسبی برگ و درنهایت سیاهی همهٔ برگ که نشان‌دهندهٔ واکنش‌های سمیت در غلظت‌های بالای قند است).



شکل۱۰. تأثیر قند محلول گلدانی بر درصد زردی برگ

اگرچه زردی برگ در ساقه‌های بریده یا گیاهان گلدانی، مسئلهٔ مهمی در برخی ارقام است، به‌گونه‌ای که آغاز زردی می‌تواند عمر گلدانی کل ساقه را محدود کند. به‌عنوان مثال، اغلب در لیلیوم، زردی برگ قبل از

پیرشدن گل اتفاق می‌افتد (Woolf *et al*., 2012). با توجه به اینکه غالباً کربوهیدرات‌های خارجی نقش عمده‌ای در افزایش کیفیت گل‌های بریده از خود نشان می‌دهند، در گل‌های بریدهٔ لیلیوم رقم سبدازل، هر چه میزان ساکارز به‌کاررفته در محلول گلدانی افزایش می‌یابد، زردی برگ‌ها زودتر شروع شده و به نسبت بیشتری مشاهده می‌شود. البته دربارهٔ نسبت سیاه‌شدن برگ‌ها نیز این مورد صدق می‌کند (شکل۱۱). در محلول گلدانی حاوی بیش از ۲درصد قند، در داوودی‌های بریده و آهار نیز تاولی‌شدن و خسارت‌های نکروتیک همانند سایر علائم سمیت گزارش شده است (Halevy,1981 & & Brown, 1982 Stimart Kofranek).



شکل۱۱. تأثیر قند محلول گلدانی بر درصد سیاهی برگ

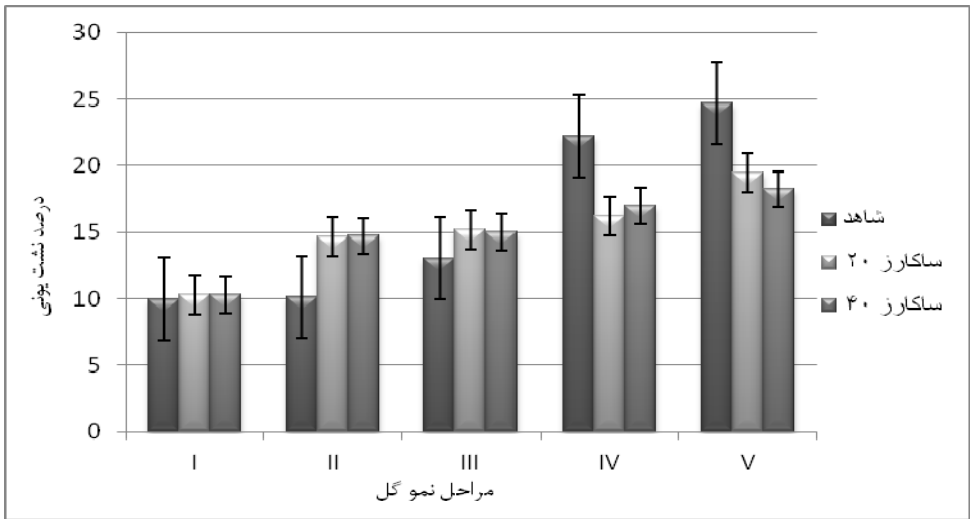
در شرایط استرس اکسیداتیو و پیری، گونه‌های اکسیژن فعال (ROS) تولید می‌شود که می‌تواند با اجزای سلولی واکنش دهد و منجر به تخریب متابولیسم سلول شود. پراکسیداسیون لیپید سبب افزایش قابلیت تراوایی غشا می‌شود که به‌منزلهٔ اثر مهم و عمده ناشی از استرس اکسیداتیو مطرح است. آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان مانند کاتالاز، سوپراکسید دیسموتاز و... به‌منزلهٔ سیستم دفاعی در برابر استرس اکسیداتیو ناشی از اکسیژن فعال (ROS) عمل می‌کنند (Han, 2003).

پژوهش‌ها اثبات کرده‌اند شاخص ثبات سلولی که بیان‌کنندهٔ مقدار نشت یونی بافت‌هاست، در اوایل برداشت گل‌های شاخه‌بریده تفاوت کمی در مقایسه با یکدیگر دارند، اما با افزایش دوام عمر آن‌ها این تفاوت درخور توجه خواهد شد (Ezhilmanthi *et al*., 2007 و Singh *et al*., 2008).

در لیلیوم نیز با افزایش نمو جوانه‌های گل و شکوفایی، کم‌کم نشت یونی افزایش می‌یابد، که در هر دوی تیمار شاهد و تیمارهای ساکارز این اتفاق رخ می‌دهد، منتها در تیمارهای ساکارز با توجه به اینکه وقوع پیری به تأخیر می‌افتد، بنابراین تفاوت در مقدار نشت یونی مشاهده می‌شود.

Arrom و همکاران (2012) نیز ذکر کرده‌اند که قندها به‌طورکلی، برای گسترش عمر گلدانی گل‌های بریده استفاده می‌شوند. چنین اثرات سودمندی با بهبود روابط آبی و افزایش انرژی قابل دسترس جهت تنفس توسط بافت‌های گل در ارتباط است. پیری یک فرایند برنامه‌ریزی شده است که البته در همهٔ اندام‌های گل در زمان مشابه اتفاق نمی‌افتد. گلپوش‌ها اولین بافت‌هایی هستند که علائم پیری را نشان می‌دهند. عامل محدودکننده برای طول عمر گل پیری گلپوش است. هدف اصلی از مطالعات پیری گل نیز، حفظ جام گل سالم، زنده و قابل رؤیت برای مدت زمان طولانی است. مطالعات زیادی نشان داده است که افزودن قند خارجی به محلول گلدانی، آغاز علائم قابل رؤیت پیری گل را در چندین گل بریده به تأخیر می‌اندازد، گرچه به نظر می‌رسد که نقش آن در پیری گلپوش غیرمستقیم است

(Van Doorn, 2004). در سراسر نمو گیاه، تغییرات مقدار قند معمول است، درحالی‌که برخی اندام‌های گیاه به‌منزلهٔ منبع عمل می‌کنند برگ‌های بالغ پیرنشده و گل‌های در حال نمو به‌منزلهٔ مقصد عمل می‌کنند، اگرچه گلبرگ ها نیز می‌توانند در طول پیری گل به‌عنوان منبع عمل کنند (Bieleski, 2000).



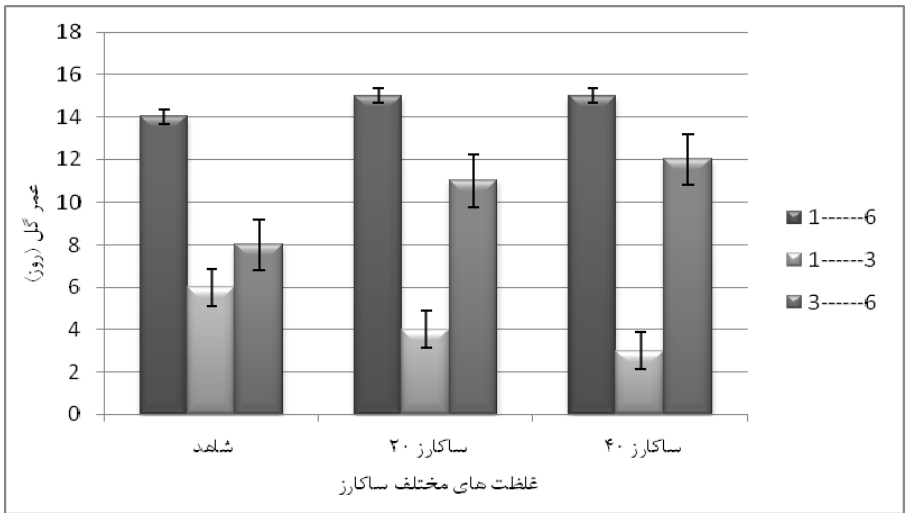
شکل۱۲. رابطهٔ میان مراحل مختلف نمو گل و تغییر در نشت یونی

برش ساقه‌های گل بریده، منجر به کاهش واردات ساکارز به بافت‌های مقصد گل‌های بریده و درنتیجه تغییر در متابولیسم کربوهیدرات می‌شود. بنابراین، بسته به بافت گل و مرحلهٔ نمو، ساکارز محلول گلدانی ممکن است اثرات پیچیده‌ای در سطوح ساکارز درونی و وضعیت فیزیولوژیکی بافت‌های مختلف گل داشته باشد. قبلاً به نظر می‌رسید که قندها، پیری گل را از طریق کاهش حساسیت به اتیلن، به تأخیر می‌اندازند. (Pun, 2003 ; Ichimura & Garcia & Verlinde, 2004) درحالی‌که در گل‌های غیرحساس به اتیلن، امکان دارد قندها از کاهش فشار اسمزی جلوگیری کرده و و از طریق فراهم‌کردن یک منبع انرژی، مرگ سلولی را به تأخیر اندازند (Van Doorn, 2004).

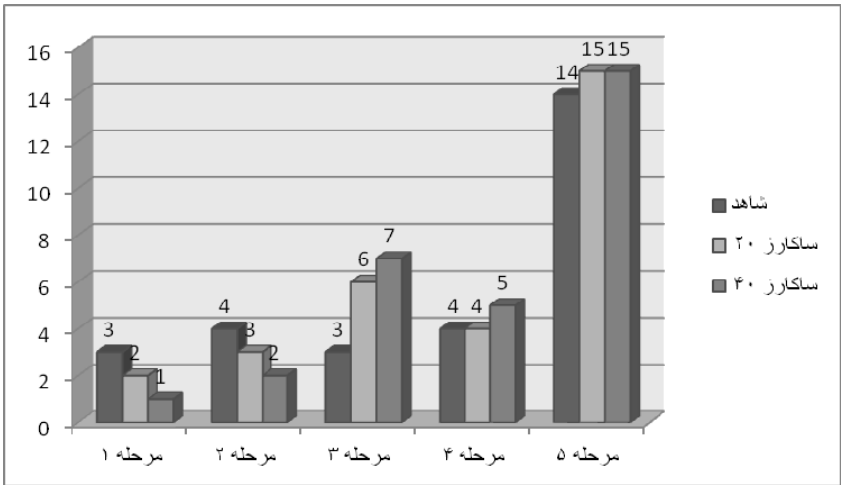
در گل‌های بریدهٔ لیلیوم غیرحساس به اتیلن (Van Doorn *et al*., 2011 ; Woltering *et al*., 1988) طول عمر به مقدار زیادی بستگی به مقدار کربوهیدرات‌های قابل دسترس دارد که فاکتور محدودکننده، برای نمو جوانه، رشد گل و بازشدن آن هستند (Van der Meulen-Muisers *et al*., 2001).

جوانه‌های بسته با گل‌های باز همان گل‌آذین برای مقدار قندهای قابل دسترس، که بازشدن و تشکیل درست اندام‌ها را از گل‌های بستهٔ در حال نمو تأمین می‌کند، رقابت می‌کنند (Van Doorn *et al*., 2011).

بنابراین، قندها می‌توانند به‌منزلهٔ مولکول‌های نشانگر در طول پیری عمل کنند (Van Doorn *et al*., 2008 *et* Rolland *al*. 2006;) بنابراین، فرض می‌شود که افزایش ذخیرهٔ قند ممکن است طول عمر گل‌های بریدهٔ لیلیوم را از طریق اثر بر غلظت هورمون‌های درونی چندین بافت گیاه گسترش دهد. در این آزمایش، همان‌طور که در شکل۱۳ مشاهده می‌شود، افزودن قند ساکارز به محلول گلدانی بر روی کیفیت و نحوهٔ زندگی گل‌ها مؤثر است. در این شکل، تفاوت بین تعداد روز پس از برداشت گل‌های بریده‌ای که با آب و یا ساکارز تیمار شده بودند، وجود نداشت. بلکه تیمار ساکارز سبب تسریع در بازشدن گل‌ها شده و تعداد روز از شکوفایی تا پیری را افزایش داد. به‌گونه‌ای که گیاهان شاهد، سه روز را در مرحلهٔ شکوفایی و قبل از آغاز علائم پیری سپری کردند، اما در گیاهان تیمارشده با ساکارز این تعداد روز به شش رسید (شکل۱۳). بنابراین، بعد از برداشت گل‌های بریده با توجه به اینکه هدف ما از برداشت گل، عرضهٔ سریع به بازار و یا نگهداری چندروزهٔ گیاه است، از تیمارهای مختلف استفاده می‌کنیم.



شکل۱۳. رابطهٔ میان تیمارهای ساکارز و مراحل نموی مختلف گل



شکل۱۴. مقایسهٔ روزهای سپری‌شده در مراحل مختلف نمو در تیمارهای ساکارز

نتیجه‌گیری کلی

استفاده از غلظت‌های بالای قند در محلول گلدانی می‌تواند اثرات مضری بر شادابی برگ و منظرهٔ کلی گل‌آذین ایجاد کند. با توجه به اینکه مقدار کربوهیدراتی که در گلپوش‌ها موجود است، فاکتور کلیدی و مهم در طول نمو و پیری گل‌های لیلیوم رقم سبدازل است، و بازشدن جوانه‌ها توسط مرحلهٔ نموی آن‌ها تعیین می‌شود، که با مقدار کربوهیدرات درونی همبستگی دارد، بنابراین، مناسب‌ترین زمان برداشت جوانه‌ها برای هر رقم باید مشخص باشد تا همهٔ جوانه‌ها حتی بدون کاربرد قند در محلول گلدانی نیز قادر به بازشدن باشند.

REFERENCES

1. Arrom, L. & Munne-Bosch. S. (2012). Sucrose accelerates flower opening and delays senescence through a hormonal effect in cut lily flowers. *Plant Science*, 188-189, 41-47.
2. Bieleski, R. L. (2000). The bigger picture – phloem seen through horticultural eyes. *Plant Biology*, 27, 615–624.
3. Ezhilmanthi, K., Singh, V. P., Arora, A. & Sairam, R. K. (2007). Effect of 5-sulfosalicylic acid on antioxidant activity in relation to vase life of Gladiolus cut flowers. *Plant Growth Regulation*, 51, 99-108.
4. Halevy, A. H. & Mayak, S. (1979). Senescense and postharvest physiology of cut flowers. I. *Horticultural Review*, 1, 204-236.

5. Han, S. S. (2003). Role of sugar in the vase solution on postharvest flower and leaf quality of oriental lily Stargazer. *Hort Science*, 38 (3), 412-416.
6. Ho, L. C. (1988). Metabolism and compartmentation of imported sugars in sink organs in relation to sink strength. Annu. Rev. *Plant Molecular and Biology*, 39, 355–378.
7. Kar, M. & Feierabend, J. (1984). Metabolism of activated oxygen in detached wheat and rye leaves and its relevance to the initiation of senescence. *Planta*, 160, 385–391.
8. Monterio, J. A., Nell, T. A. & Barrett, J. E. (2002). Effects of exogenous sucrose on carbohydrate levels, flower respiration and longevity of potted miniature rose (*Rosa hybrid*) flowers during postproduction. *Postharvest Biology and Technology*, 26, 221-229.
9. Nair, S. A., Singh, V. & Sharma, T. V. R. S. (2003). Effect of chemical preservatives on enhancing vase life of *Gerbera* flowers. *Journal of Tropical Agricultre*, 41, 56-58.
10. Pastori, G. M. & del Rio, L. A. (1997). Natural senescence of pea leaves. an activated oxygen-mediated function for perox isomes. *Plant Physiology*, 113, 411–418.
11. Pun, U. & Ichimura, K. (2003). Role of sugars in senescence and biosynthesis of ethylene in cut flowers. JARQ-Jpn. *Agricultural Researches*, 37, 219-224.
12. Ranwala, A. P. & Miller, W. B. (2000). Preventive mechanisms of gibberellins $_{4+7}$ and light on low-temperature- induced leaf senescence in lilium cv. Stargezer. *Postharvest Biology and Technology*, 19, 85-92.
13. Ranwala, A. P. & Miller, W. B. (2002). Using gibberellins to prevent leaf yellowing in cut lilies. Greenhouse product news, 12 (1), 30-34.
14. Rolland, F., Baena-Gonzalez, E. & Sheen, J. (2006). Sugar sensing and signaling in plants: conserved and novel mechanisms. Annual Review of *Plant Biology*, 57, 675-709.
15. Serek, M., Jones, R. B. & Reid, M. S. (1994). Role of ethylene in opening and senescence of *Gladiolus sp*. flowers. Journal of American Society. *Horticultural Science*, 119, 1014–1019.
16. Singh, A. , Kumar, J. & Kumar, P. (2008) Effect of plant growth regulators and sucrose on post harvest physiology, membrane stability and vase life of cut spikes of Gladiolus. *Plant Growth Regulation*, 55, 221-229.
17. Spikman, G. (1989). Development and ethylene production of buds and florets of cut freesia inflorescences as influenced by silver thiosulphate, aminoethoxyvinylglucine and sucrose. *Scientific Horticulture*, 39, 73–81.
18. Smart, C. M. (1994). Gene expression during leaf senescence. *New Phytology*, 126, 419–448.
19. Van der Meulen-Muisers, J. J. M., van Oeveren, J. C., van der Plas, L. H. W. & van Tuyl, J. M. (2001). Postharvest flower development in Asiatic hybrid lilies as related to tepal carbohydrate status. *Postharvest Biology and Technology*, 21, 201- 211.
20. Van Doorn, W. (2004). Is petal senescence due to sugar starvation? *Plant physiology*, 134, 35-42.
21. Verlinden, S. & Garcia, J. (2004). Sucrose loading decreases ethylene responsiveness in carnation (*Dianthus caryophyllus* cv. White sim) petals. *Postharvest Biology and Technology*, 31, 305-312.
22. Van Doorn, W. G. & Woltering, E. J. (2008). Physiology and molecular biology of petal senescence. *Journal of Experimental Botany*, 58, 453-480.
23. Woltering, E. J. & Van Doorn, W. G. (1988). Role of ethylene in senescence of petals – morphological and taxonomical relationships. Journal of *Experimental Botany*, 39, 1605- 1616.
24. Woolf, A. B., Combes, S. Petley, M. Olsson, S. R., Wohlers. M. & Jackman, R. C. (2012). Hot water treatments reduce leaf yellowing and extend vase life of Asiatic hybrid lilies. *Postharvest Biology and Technology*, 64, 9-18.