بررسی نقش اسید سالیسیلیک در بهبود جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه گل‌گاوزبان اروپایی (*Borago officinalis* L.)

لیلا قلی زاده[۱]، قاسم پرمون*[۲]، اسفندیار شکرپور[۳]، هدیه مصنعی[۴]، سارا صنایعی[۵]

[۱] کارشناس‌ارشد زراعت، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه

[۲] دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی

[۳] دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه

[۴] دانشجوی دکتری زراعت، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان

[۵] کارشناس‌ارشد زراعت، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه محقق اردبیلی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۸/۰۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۱/۲۴

چکیده

به منظور مطالعه تأثیر اسید سالیسیلیک بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های گل گاوزبان، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سال ۱۳۹۱ اجرا گردید. تیمارهای آزمایش، شامل غلظت‌های اسید سالیسیلیک (۰، ۷۰۰، ۱۰۰۰، ۱۳۰۰ و ۱۶۰۰ میکرومول بر لیتر) و مدت زمان پیش‌تیمار (۱۲ و ۲۴ ساعت) بود. نتایج نشان داد، درصد جوانه‌زنی، شاخص میزان جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن خشک بذر و شاخص‌های طولی و وزنی قدرت بذر تحت تأثیر اثرات متقابل زمان در غلظت قرار گرفت، همچنین طول ریشه‌چه و شاخص جوانه‌زنی تنها تحت تأثیر عامل‌های اصلی غلظت و زمان قرارگرفتند. با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک در ۱۲ ساعت، جوانه‌زنی روند نزولی داشته و بعد از غلظت ۱۰۰۰ میکرومول در لیتر مجدداً افزایش یافت؛ ولی در ۲۴ ساعت جوانه‌زنی ابتدا روند افزایشی و سپس در غلظت ۸۰۰ میکرومول در لیتر کاهش یافت. تغییرات شاخص میزان جوانه‌زنی، شاخص طولی و وزنی قدرت بذر نیز مشابه جوانه‌زنی بود. تغییرات طول ساقه‌چه و وزن خشک ریشه‌چه در ۱۲ ساعت با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک بیشتر از ۲۴ ساعت بود ولی در مورد وزن خشک ساقه‌چه افزایش غلظت اسید سالیسیلیک در طی ۱۲ ساعت موجب کاهش مقدار آن و در ۲۴ ساعت موجب افزایش مقدار آن گردید. به طور کلی بیشترین شاخص‌های جوانه‌زنی در محدوده ۱۰۰۰ میکرومول بر لیتر اسید سالیسیلیک در طی ۲۴ ساعت پیش‌تیمار مشاهده شد، این در حالی است که بیشترین رشد گیاهچه در همین محدوده ولی در مدت زمان ۱۲ ساعت به دست آمد.

واژگان کلیدی: اسید سالیسیلیک، جوانه‌زنی، ساقه‌چه، قدرت بذر، گل گاوزبان.

*نویسنده مسئول: ghasem.parmoon@gmail.com

مقدمه

امروزه ارزش و نقش داروهایی که منشأ گیاهی دارند رو به افزایش است. این امر، با توجه به اثرات جانبی داروهایی شیمیایی، باعث گردیده تا مصرف گیاهان دارویی از گسترش روزافزونی برخوردار شود (Khazaie et al., 2007). گل گاوزبان یکی از مهمترین گیاهان دارویی است هرچند بومی ایران نبوده ولی کاشت آن در اصفهان، بوشهر، همدان، لرستان و کرمان موفقیت‌آمیز بوده است (Modares Hashemi and Khalegh mehr, 2008). گل گاوزبان به عنوان پالاینده‌ی خون، ملین، خلط‌آور، مدر، آرام‌بخش و درمان‌کننده‌ی رماتیسم استفاده می‌شود. در طب سنتی نیز از مواد موثره‌ی موجود در گل‌ها و سر شاخه‌های این گیاه برای نرم کردن سینه، تقویت قلب، درمان بیماری‌های سودایی، پیش‌گیری از آسم و سرفه بهره‌گیری می‌شود (Fooladvand, 2007).

عوامل محیطی در سبز شدن و رشد گیاهان دارویی نقش داشته و می‌توانند بر کمیت و کیفیت این گیاهان تأثیر به‌سزایی بگذارند، از این عوامل می‌توان به نور، تراکم گیاهی، آب، عناصر غذایی، دما، تاریخ کاشت، موقعیت جغرافیایی، عوامل مربوط به خاک اشاره کرد (Palvich, 1987). جوانه‌زنی بذر، یکی از مراحل مهم و حساس در چرخه‌ی زندگی گیاه محسوب می‌شود (Khavari et al., 2009) که از راه اثراتی که بر روی استقرار گیاهچه دارد می‌تواند عملکرد را بهبود بخشد (Bailly et al., 2000). جوانه‌زنی و سبز شدن یکنواخت بذور از مهم‌ترین مراحل زندگی یک گیاه است و بررسی ویژگی‌های بذر به جهت فراهم کردن یک ارزیابی از قدرت بذر، در حفظ و مدیریت یک گونه و همچنین، تولید و تکثیر جمعیت گیاهی مهم می‌باشد (Yang et al., 2008). جوانه‌زنی بذر در بسیاری از گونه‌های گیاهی توسط خواب بذر تحت تأثیر قرار می‌گیرد. خواب را می‌توان به عنوان مانعی در جوانه‌زنی بذر گیاه محسوب نمود که حتی در شرایط محیطی مساعد، مانع جوانه‌زنی می‌شود (Nasiri et al., 2003). معمول‌ترین خواب، خواب فیزیولوژیک یا درونی است که نیاز به سپری کردن دوره‌ای پس از رسیدن و بلوغ دارد. متداول‌ترین روش برای شکستن خواب درونی، چینه‌ی یا لایه‌بندی مرطوب سرمایی است که در برخی مواقع استفاده از هورمون‌ها و مواد شیمیایی می‌تواند جایگزین بخش یا همه‌ی نیازهای چینه‌ی سرمایی گردد (Leadem, 1997; Shariaty et al., 2000).

اسید سالیسیلیک به‌عنوان یک تنظیم‌کننده‌ی رشد گیاه و یا هورمون گیاهی مطرح می‌باشد، به‌طوری که این ماده در بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی همانند فتوسنتز، تنفس، باز و بسته شدن روزنه‌ها، جذب مواد غذایی توسط ریشه، جوانه‌زنی بذور، افزایش عملکرد، سنتز متابولیت‌ها و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان دخالت می‌کند (Zavala et al., 2004; Korkmaz, 2005).

Talby et al. (۲۰۱۰) در مطالعه تأثیر پیش‌تیمار با اسید سالیسیلیک بر جوانه‌زنی گل گاوزبان ایرانی (*Echium amoenum*) نشان دادند، با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک درصد جوانه‌زنی افزایش یافت به طوری که در تیمار ۲٤۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید سالیسیلیک ۹۰ درصد جوانه‌زنی مشاهده شد. بیشترین سرعت جوانه‌زنی (۰/٤٥ جوانه در روز) نیز در غلظت ۲٤۰ میلی‌گرم بر لیتر به دست آمد. همچنین مطالعات متعددی بر نقش اسید سالیسیلیک بر بهبود جوانه‌زنی در شرایط مختلف محیطی انجام شده است. به‌طوری‌که Doulatabadian et al. (۲۰۰۹) در مطالعه خود نشان دادند که کاربرد اسید سالیسیلیک موجب افزایش جوانه‌زنی بذور گندم در طی تنش شوری شد. Tavili et al., (۲۰۱۲) نیز اعلام کردند استفاده از سالیسیلیک اسید موجب افزایش تحمل دانه رست (*Bromus tomentellus Boiss*) به غلظت کادمیوم شد. Fraj alahy et al. (۲۰۱۱) نیز در مطالعه تأثیر تیمارهای مختلف بر بهبود جوانه‌زنی بذور گونه‌های *Atriplex canescens* و *Atriplex lentiformis* نشان دادند تیمار استیل اسید سالیسیلیک اسید ۱۰۰ میلی‌گرم

بر لیتر بهترین تیمار در بهبود ویژگی‌های جوانه‌زنی بذور گونه *A. canescens* و نیترات پتاسیم ۰/۱ درصد بیش‌ترین ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر گونه *A. lentiformis* داشته است. هدف از این مطالعه بررسی تأثیر مدت زمان و غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر بهبود جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گل گاوزبان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در قالب آزمایش فاکتوریل و بر پایه‌ی طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در آزمایشگاه دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه در سال ۱۳۹۱ انجام گرفت. عامل‌های آزمایش شامل غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک در پنج سطح (۰، ۱۰۰۰، ۷۰۰، ۱۳۰۰ و ۱۶۰۰ میکرومول بر لیتر) و زمان‌های پیش‌تیمار بذر در دو سطح (۱۲ و ۲٤ ساعت) بود که این تیمارها براساس پیش آزمایشی انتخاب شدند (در این مطالعه غلظت‌های کمتر۷۰۰ میکرومول بر لیتر بر جوانه‌زنی تاثیر نداشته به همین خاطر حذف شدند). صفات اندازه‌گیری شامل درصد، سرعت و متوسط زمان جوانه‌زنی، شاخص وزنی و طولی قدرت بذر، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن خشک بذر بعد از پیش‌تیمار بود.

بذور استفاده شده در این تحقیق از مرکز تحقیقات اصفهان تهیه شده بود. جهت انجام ضدعفونی سطحی، بذور گل گاوزبان اروپایی نخست، در محلول هیپوکلریت سدیم پنج درصد به‌مدت سه دقیقه قرار گرفته و سه بار با آب مقطر شستشو داده شدند. سپس بذور ضدعفونی شده جهت تعیین غلظت بهینه و مدت زمان جوانه‌زنی، به‌مدت ۱۲ و ۲٤ ساعت در دمای ۱۰ درجه در محلول‌های تهیه شده از ترکیبات اسید سالیسیلیک، قرار گرفته و پس از اعمال تیمارها، تمامی بذور از محلول خارج شده و در هوای آزاد آزمایشگاه به‌صورت تدریجی خشک شده و به وزن اولیه برگشتند. بذور ضدعفونی شده، در درون پتری‌دیش‌ها ۹ سانتی‌متری با دو لایه کاغذ صافی قرار داده شده و به داخل ژرمیناتور با دمای ۲۰ درجه‌ی سانتی‌گراد منتقل شدند. بذور به‌طور روزانه (به‌مدت ۲۵ روز) بازبینی و تعداد بذرهای جوانه‌زده بر اساس خروج جوانه‌ی ۲ میلی‌متری ثبت شدند. بعد از پایان دوره جوانه‌زنی طول ریشه‌چه و ساقه‌چه به وسیله خط کش اندازه‌گیری شد. برای تعیین وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه نیز آن‌ها را در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ٤۸ ساعت قرار داده شدند. متوسط زمان جوانه‌زنی با استفاده از فرمول Ellis and Roberts (۱۹۸۱) تعیین گردید (معادله ۱). در این فرمول n تعداد بذرها جوانه‌زده در مدت d روز و d تعداد روز nΣ کل تعداد بذرها جوانه‌زده است. سرعت جوانه‌زنی نیز از معکوس این رابطه به دست آمد.

$$MTG= \frac{\sum(nd)}{\sum n}$$ معادله ۱

شاخص میزان جوانه‌زنی نیز با استفاده از روش Throneberry و Smith (۱۹۵۵) با استفاده از رابطه ۲ محاسبه شد. در این رابطه $\sum$ Ni مجموع کل بذور جوانه‌زده تا پایان آزمایش و $\sum$ Ti نیز مجموع زمان بر حسب روز از شروع آزمایش جوانه‌زنی است.

$$R.I. = \sum Ni/\sum Ti$$ معادله ۲

همچنین شاخص جوانه‌زنی (GI) با استفاده از رابطه ۳ محاسبه شد (Walker-Simmons and Sesing, 1990). در این رابطه n_1، n_2 و n_7 به‌ترتیب تعداد بذور جوانه‌زده در روز اول، دوم و هفتم N تعداد کل بذور موجود در هر پتری دیش (۲۵ عدد) می‌باشد.

معادله ۳ $GI= (7n_1+6n_2+\ldots+1n_7)/ 7\times N$

شاخص وزنی و طولی قدرت بذر نیز طبق رابطه‌های ٤ و ٥ محاسبه شد (Abdul-Baki and Anderson, 1973).

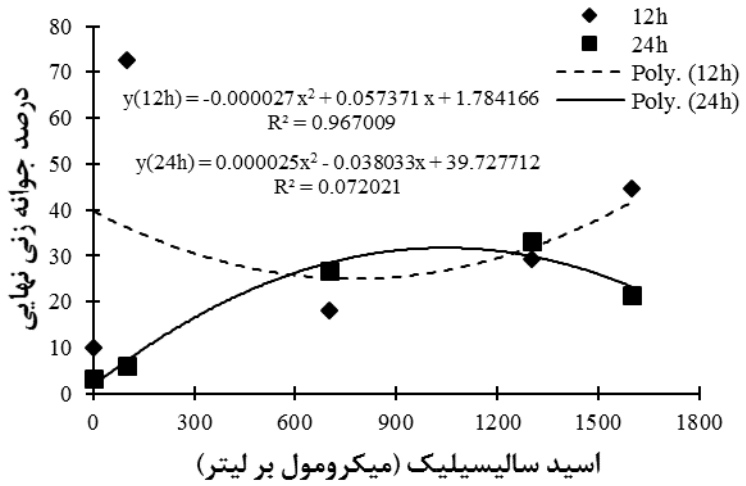
رابطه ٤ طول گیاهچه × قابلیت جوانه‌زنی = شاخص طولی قدرت

رابطه ٥ وزن خشک گیاهچه × قابلیت جوانه‌زنی = شاخص وزنی قدرت

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح ٥ درصد صورت گرفت. برای رسم شکل‌ها نیز از Excel استفاده شد.

نتایج

درصد جوانه‌زنی بذور گل گاوزبان تحت تأثیر اثرات اصلی و متقابل غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک و مدت زمان در سطح ۱ درصد قرار گرفت (جدول ۱). با توجه به نتایج در ۱۲ ساعت استعمال اسید سالیسیلیک درصد جوانه‌زنی روند نزولی داشته و با رسیدن به غلظت ۱۰۰۰ میکرومول بر لیتر درصد جوانه‌زنی افزایش یافت. این در حالی است که در مدت زمان ٢٤ ساعت در ابتدا با افزایش غلظت درصد جوانه‌زنی افزایش یافت و با رسیدن غلظت اسید سالیسیلیک به ۸۰۰ میکرومول بر لیتر درصد جوانه‌زنی مجدداً کاهش یافت (شکل ۱).



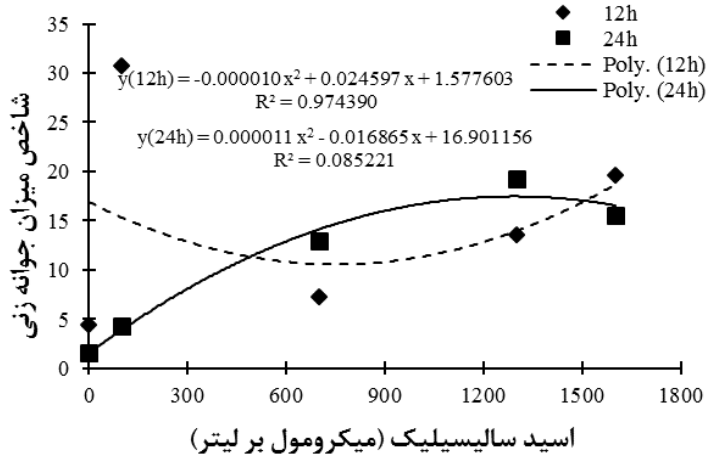
شکل ۱- تغییرات درصد جوانه‌زنی نهایی بذور گل گاوزبان طی زمان و غلظت‌های اسید سالیسیلیک.

سرعت جوانه‌زنی و متوسط زمان جوانه‌زنی تحت تأثیر مدت زمان پیش تیمار کردن و غلظت‌های اسید سالیسیلیک و برهم‌کنش آن‌ها قرار نگرفتند، ولی اثرات اصلی غلظت‌های اسید سالیسیلیک در سطح ۱ درصد و مدت زمان پیش تیمار کردن در سطح ٥ درصد بر شاخص میزان جوانه‌زنی و شاخص جوانه‌زنی تأثیر معنی‌داری داشتند. اثر متقابل آن‌ها نیز تنها بر شاخص میزان جوانه‌زنی تأثیر داشت (جدول ۱). با توجه به شکل ۲ مشاهده گردید، همانند درصد جوانه‌زنی شاخص میزان جوانه‌زنی در ۱۲ ساعت پیش‌تیمار کردن روند نزولی و در طی ٢٤ ساعت پیش‌تیمارکردن روند افزایشی داشتند. با توجه به معادلات، با رسیدن غلطت ۱۲٥۰ میکرومول بر لیتر در ۱۲ ساعت پیش‌تیمار کردن و ۷۷۰ میکرومول بر لیتر در ٢٤ ساعت شیب خط تغییرات شاخص میزان جوانه‌زنی به صفر رسید که بعد از این غلظت‌ها تغییرات مجدداً شروع شد. همچنین مشاهده شد در غلظت‌های بالای اسید سالیسیلیک در مدت زمان ٢٤ ساعت شاخص میزان جوانه‌زنی تغییرات ملایمی نشان داد (شکل ۲).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس زمان‌های و غلظت‌های اسید سالیسیلیک بر شاخص‌های جوانه‌زنی گل گاوزبان.

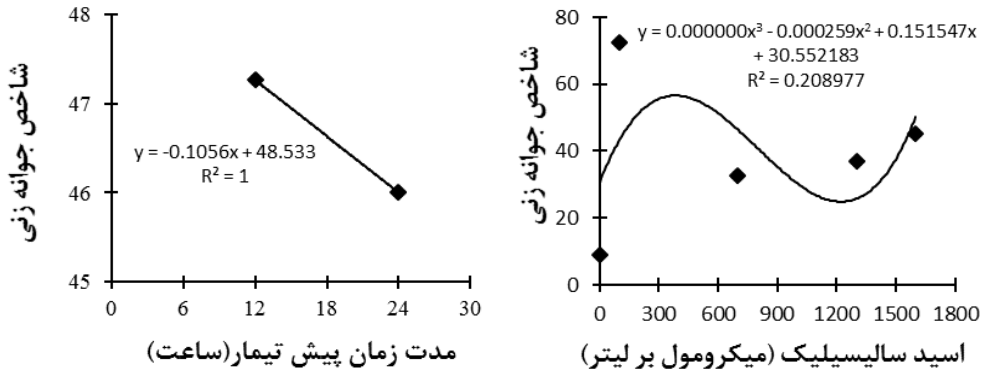
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		درصد نهایی جوانه‌زنی	سرعت جوانه زنی	میانگین زمان جوانه‌زنی	شاخص میزان جوانه‌زنی	شاخص جوانه‌زنی
اسید سالیسیلیک(SA)	٤	١١/٦٦**	٢/٦١١^{ns}	٠/١٢٥^{ns}	٦/٤٧٦**	٢٢/٦٦**
زمان پیش‌تیمار(T)	١	٢٢/٠١**	٠/٠١٣^{ns}	٠/٢٧٩^{ns}	٣/٩٦٠*	١٨/٧٢*
T×SA	٤	١١/٤٥**	٣/١٦٢^{ns}	٠/٠٥٩^{ns}	٤/٧٢٥**	٢/٥٦٩^{ns}
اشتباه آزمایشی	٢٠	٠/٥٩٤	١/٧١٠	٠/١٢٨	٠/٥٨٠	٣/٣٣
ضریب تغییرات (درصد)	-	١٦/٣١	٢١/٥١	٢٣/٢٠	٢٣/٠٦	١٧/٣٨

ns، **، * به‌ترتیب غیر معنی‌داری، معنی‌دار در سطح ۱ و ۵ درصد.



شکل ۲- تغییرات شاخص میزان جوانه‌زنی بذور گل گاوزبان طی زمان و غلظت‌های اسید سالیسیلیک.

شاخص جوانه‌زنی نیز در طی زمان های پیش‌تیمار تغییرات کاهشی داشته به‌طوری‌که با افزایش مدت زمان از ۱۲ به ٢٤ ساعت شاخص جوانه‌زنی ۳ دصد کاهش یافت (شکل ۳-الف). همچنین مقایسه میانگین اثرات اصلی غلظت‌های اسیدسالیسیلیک نشان داد، شاخص جوانه‌زنی در طی افزایش غلظت اسیدسالیسیلیک به‌صورت درجه سوم تغییر پیدا کرد؛ تغییرات شاخص جوانه‌زنی با شیب کم صورت گرفت و در غلظت ٤٥٠ و ١٢٦٣میکرومول بر لیتر اسیدسالیسیلیک شیب معادله آن به صفر رسید (شکل ۳-ب).



شکل ۳- تغییرات شاخص جوانه‌زنی بذور گل گاوزبان طی زمان (الف) و غلظت‌های اسید سالیسیلیک (ب).

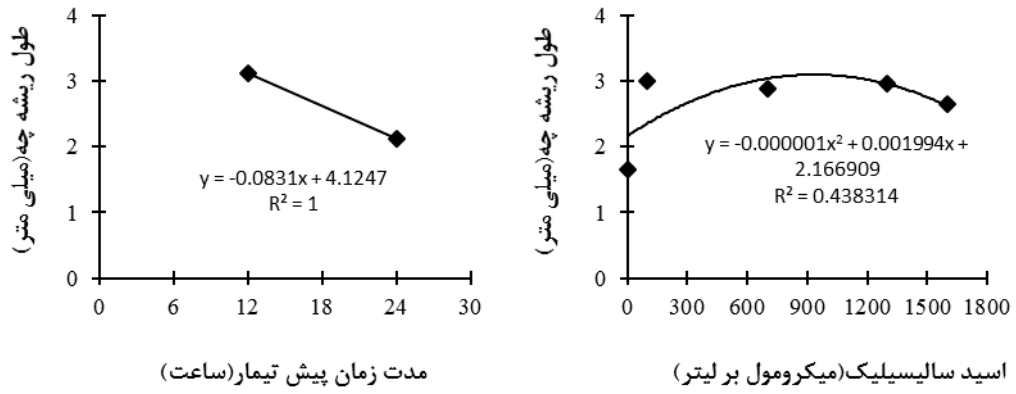
طول ریشه‌چه و ساقه‌چه نیز تحت تأثیر غلظت‌های اسید سالیسیلیک قرار گرفت به‌طوری‌که اثرات اصلی اسید سالیسیلیک و زمان در سطح ۵ درصد بر طول ریشه‌چه و در سطح ۱ درصد بر طول ساقه‌چه تأثیرگذار بود. برهم‌کنش غلظت اسیدسالیسیلیک و زمان تنها بر طول ساقه‌چه معنی‌دار بود (جدول ۲).

با توجه به نتایج موجود در شکل ٤ مشاهده شد، در اثر افزایش مدت زمان پیش‌تیمار طول ریشه‌چه کاهش پیدا کرد. در ۱۲ ساعت پیش تیمار طول ریشه‌چه ۳/۱۲ سانتی‌متر بود که با رسیدن مدت زمان به ۲٤ ساعت مقدار آن با کاهش ٤٥ درصد به ۲/۱۳ سانتی‌متر رسید (شکل ٤-الف). تغییرات طول ریشه‌چه در طی غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک به صورت معادله درجه دوم بود به‌طوری که با افزایش غلظت اسیدسالیسیلیک طول ریشه‌چه افزایش پیدا کرد و با رسید غلظت به ۱۰۰۰ میکرومول بر لیتر طول ریشه‌چه به بالاترین مقدار خود رسید و بعد از این غلظت مجدداً کاهش پیدا کرد (شکل ٤-ب).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس زمان‌های و غلظت‌های اسید سالیسیلیک بر شاخص‌های استقرار گیاهچه گل گاوزبان.

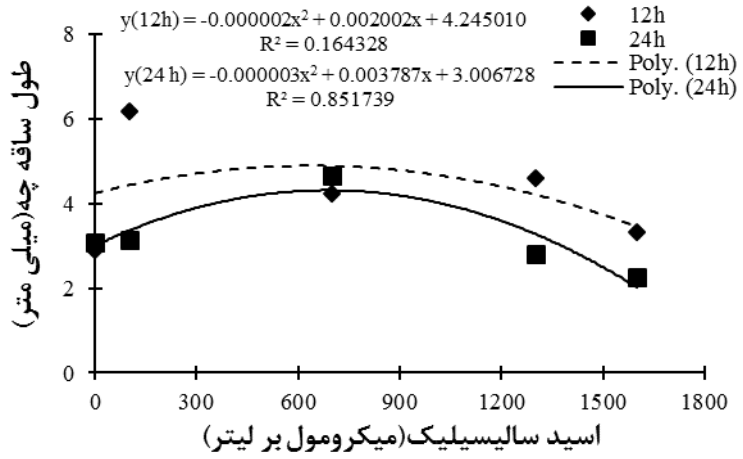
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	وزن خشک ریشه‌چه	وزن خشک ساقه‌چه	وزن خشک بذر	شاخص طولی قدرت	شاخص وزنی قدرت
اسید سالیسیلیک (SA)	٤	۰/۲۰۳**	۰/۲۷۹**	۰/۰۷۲*	۰/۱۵۰**	۰/٦۷٦**	٦۳/٤۰٥**	۰/۰٥۰**
زمان(T)	۱	۰/٦۰٥*	۰/٥٤٦**	۰/۰٦٤^{ns}	۰/۰٤۱*	۰/۲۷۸**	۱۷٤/۱۱**	۰/۰۷۳**
SA× T	٤	۰/۱۰۰^{ns}	۰/۱۸۲**	۰/۰٦۷*	۰/۲۲۸**	۰/۳۰۲**	۷۸/۱۲**	۰/۰٥٥**
اشتباه آزمایشی	۲۰	۰/۰۳۸	۰/۰۳۲	۰/۰۱۸	۰/۰۲٥	۰/۰۲۱	۲/۹۸٥	۰/۰۰۳
ضریب تغییرات (٪)	-	۱۲/۱۹	۹/۳٦	۲۳/۷٤	۸/۷۹	٥/۰٤	۱۸/٥٥	۱۹/۱٥

ns، **، * به ترتیب غیر معنی‌داری، معنی‌دار در سطح ۱ و ۵ درصد.



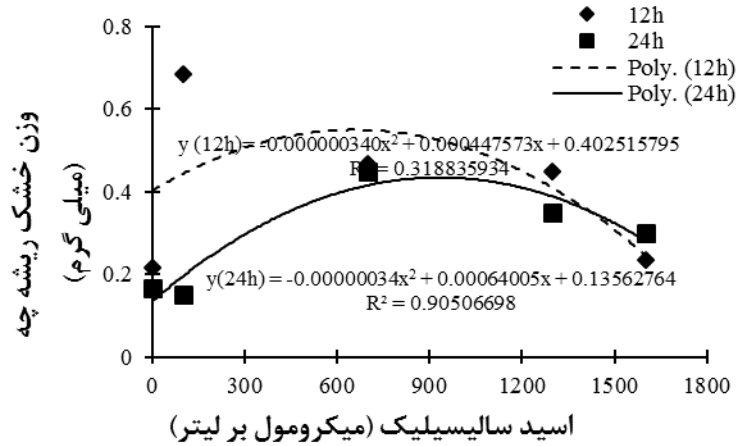
شکل ٤- تغییرات طول ریشه‌چه بذور گل گاوزبان طی زمان (الف) و غلظت‌های اسید سالیسیلیک (ب).

تغییرات طول ساقه‌چه در طی زمان‌های مختلف به صورت معادله درجه دوم بود، همچنین مشاهده شد، روند تغییرات در ۱۲ و ۲٤ ساعت مشابه، ولی در ۱۲ ساعت مبدأ تغییرات بالاتر از ۲٤ ساعت بود. همچنین ضریب تبیین در ۲٤ ساعت بالاتر از ۱۲ ساعت است که این نشان دهند همبستگی بیشتر ۲٤ ساعت با رشد ساقه‌چه می‌باشد (شکل ۵).

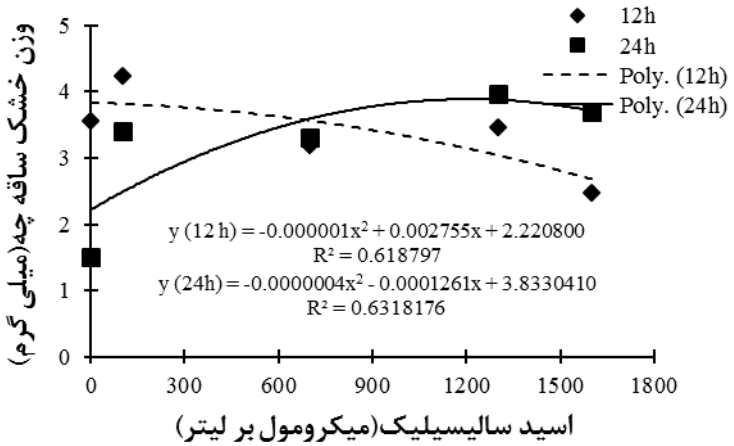


شکل ۵- تغییرات طول ساقه‌چه گل گاوزبان طی زمان و غلظت‌های اسید سالیسیلیک.

وزن خشک ریشه‌چه در سطح پنج درصد تحت تأثیر اسید سالیسیلیک و اثر متقابل آن با زمان قرار گرفت، این در حالی است که وزن خشک ساقه‌چه در سطح یک درصد تحت تأثیر اثرات اصلی و متقابل اسید سالیسیلیک و زمان قرار گرفت (جدول ۲). با توجه به نمودار مربوط به وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه (شکل ٦ و ۷) مشاهده شد، تغییرات وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه از نوع معادله درجه دوم بود. با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک هم در ۱۲ و هم در ٢٤ ساعت پیش‌تیمار مشاهده شد که وزن خشک روند افزایشی داشته و با رسیدن غلظت به ٦٦۰ میکرومول بر لیتر در ۱۲ ساعت و ۹۸۰ میکرومول بر لیتر در ٢٤ ساعت پیش‌تیمار وزن خشک ساقه‌چه روند نزولی پیدا نمود (شکل ٦). تغییرات وزن خشک ساقه‌چه در ۱۲ ساعت پیش‌تیمار روند ثابت بوده ولی بعد از مدتی کاهش یافت، ولی در ٢٤ ساعت پیش‌تیمار روند صعودی بوده و در نهایت ثابت باقی ماند (شکل ۷).

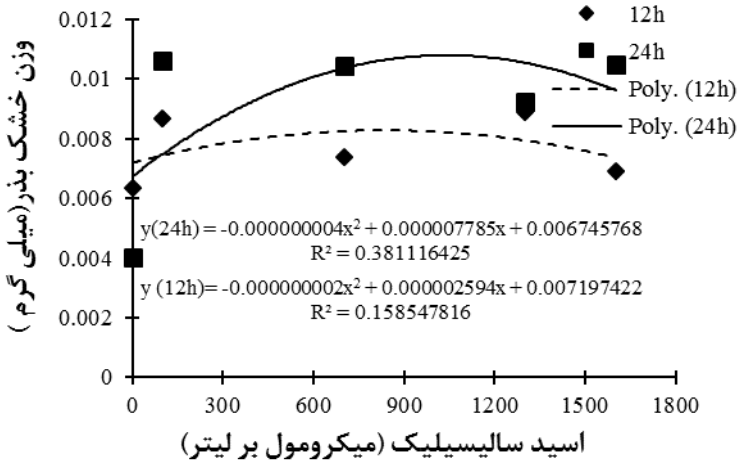


شکل ٦- تغییرات وزن خشک ریشه‌چه گل گاوزبان طی زمان و غلظت‌های اسید سالیسیلیک.



شکل ۷- تغییرات وزن خشک ساقه‌چه گل گاوزبان طی زمان و غلظت‌های اسید سالیسیلیک.

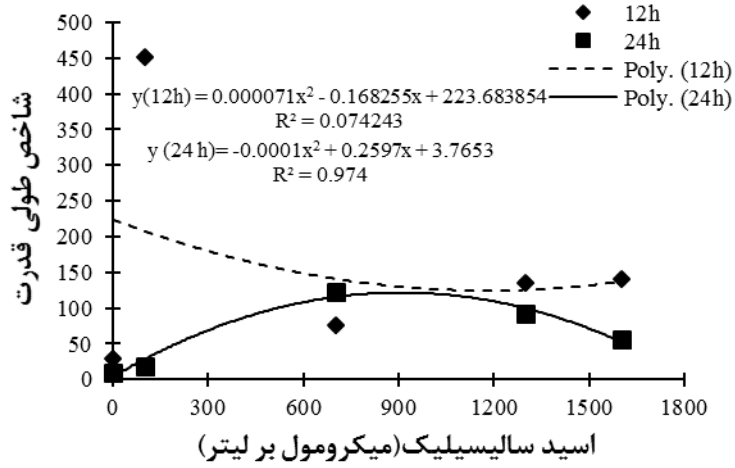
وزن خشک بذر نیز تحت تأثیر اثرات متقابل اسید سالیسیلیک در زمان قرار گرفت (جدول ۲). با توجه به نمودار مربوطه مشاهده شد در ۲٤ ساعت پیش‌تیمار تغییرات وزن خشک بذر با شدت بیشتری در مقایسه با ۱۲ ساعت صورت گرفت. با درون‌یابی معادلات مربوطه مشاهده شد در غلظت ۹۷۰ میکرومول بر لیتر در طی زمان ۲٤ ساعت پیش‌تیمار وزن خشک بذر به بالاترین مقدار خود رسیده و مجدداً کاهش پیدا کرد، این در حالی است که در ۱۲ ساعت پیش‌تیمار بالاترین وزن خشک از غلظت ٦٥۰ میکرومول بر لیتر به دست آمد. همچنین مشاهده شد، این صفت در مقایسه با بقیه صفات از ضریب تبیین پائین‌تری برخوردار بوده که نشان دهند تاثیر کمتر وزن خشک بذر در اثر تغییرات اسید سالیسیلیک است (شکل ۸).



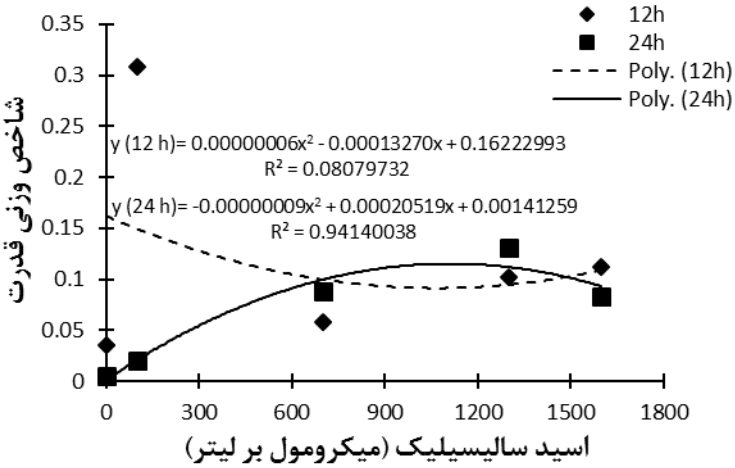
شکل ۸- تغییرات وزن خشک بذر گل گاوزبان طی زمان و غلظت‌های اسید سالیسیلیک.

شاخص طولی و وزنی قدرت بذر تحت تأثیر اثرات اصلی و متقابل اسید سالیسیلیک در زمان در سطح یک درصد قرار گرفت (جدول ۲). با توجه به نتایج معادلات رگرسیونی آن‌ها مشاهده شد، تغییرات شاخص‌های قدرت در طی زمان در غلظت‌های اسید سالیسیلیک از معادلات درجه دوم تبعیت کرد. شاخص طولی قدرت در ۱۲ ساعت پیش‌تیمار دارای روند کاهش بود و بعد از غلظت ۱۱۹۰ میکرومول بر لیتر مجدداً افزایش یافت، این در حالی است که این صفت

در ٢٤ ساعت پیش‌تیمار روند افزایشی داشته و بعد از غلظت ١٣٠٠ کاهش پیدا کرد (شکل ٩). تغییرات شاخص وزنی قدرت همانند شاخص طولی قدرت بود و تغییرات آنها در هر دو به صورت درجه دوم بود (ضریب تبیین در تمام توابع یکسان بود). در مدت زمان ١٢ ساعت پیش‌تیمار هر چند با رسیدن غلظت اسید سالیسیلیک به ١١٠٠ میکرومول بر لیتر شیب معادله شاخص وزنی قدرت برابر صفر شده و بعد از آن روند تغییر یافت، این در حالی است که در مدت زمان ٢٤ ساعت پیش‌تیمار شیب خط در غلظت ١١٤٠ میکرومول به صفر رسید (شکل ١٠).



شکل ٩- تغییرات شاخص طولی قدرت گل گاوزبان طی زمان و غلظت‌های اسید سالیسیلیک.



شکل ١٠- تغییرات شاخص وزنی قدرت گل گاوزبان طی زمان و غلظت‌های اسید سالیسیلیک.

بحث

با توجه با نتایج مشاهده شد، در غلظت‌های پائین اسید سالیسیلیک شاخص‌های جوانه‌زنی بذور گل گاوزبان افزایش پیدا کرد ولی در غلظت های بالا مجددا کاهش یافتند. در بین مدت زمان‌های ١٢ و ٢٤ ساعت پیش‌تیمار مشاهده شد ٢٤ ساعت بهتر از ١٢ ساعت عمل نموده و موجب افزایش بیشتر جوانه‌زنی شد. همچنین مشاهده شد در محدوده ٨٠٠ تا ١٠٠٠ میکرومول بر لیتر بالاترین شاخص‌های جوانه‌زنی بدست آمد. Talby et al. (٢٠١١) نیز نشان دادند اسید سالیسیلیک موجب افزایش درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی بذور گل گاوزبان شد. Fraj alahy et al.

(۲۰۱۱) نیز در کاربرد استیل اسید سالیسیلیک، افزایش جوانه‌زنی بذور گونه A. Canescens را بیان کردند. نتایج به دست آمده از تحقیقات Sakhabutinova (۲۰۰۳)، (Saltveit and Kang, 2002) و Tasgin et al. (۲۰۰۳) نیز مبین آن است که اسید سالیسیلیک تیمار موثری در بهبود جوانه‌زنی داشت. استیل اسید سالیسیلیک موجب پایداری گیاه در مقابل استرس‌های هوازی و غیره هوازی می‌گردد و از این طریق باعث افزایش درصد جوانه‌زنی شد. همچنین استیل اسید سالیسیلیک باعث افزایش بعضی از هورمون‌های گیاهی مانند اکسین‌ها و سیتوکنین‌ها شده که از این طریق موجب تحریک جوانه‌زنی می‌شود (Shakirova and Sahabutdinova, 2003). اگرچه غلظت‌های بالای اکسین موجب ممانعت از جوانه‌زنی می‌شود، ولی غلظت‌های پایین این هورمون موجب افزایش جوانه‌زنی می‌شود.

رشد گیاهچه و شاخص قدرت بذر نیز در اثر کاربرد غلظت‌های اسید سالیسیلیک افزایش پیدا کرد. این صفات همانند جوانه‌زنی در محدوده ۸۰۰ تا ۱۰۰۰ میکرومول بر لیتر بالاترین مقدار را نشان دادند. قدرت بذر همانند جوانه‌زنی از مدت زمان ۲٤ ساعت بهتر بوده است ولی رشد گیاهچه در ۱۲ ساعت پیش‌تیمار نتیجه بهتری نشان داد. اسید سالیسیلیک از ترکیبات فنلی بوده و توسط گیاهان تولید می‌شود. این گروه از ترکیبات می‌توانند به عنوان تنظیم کننده رشد عمل کنند (Raskin, 1992). همچنین به عنوان یک سیگنال مولکولی مهم در واکنش‌های گیاهی در پاسخ به تنش‌های محیطی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Sairam et al., 1997). اسید سالیسیلیک روی بسیاری از فرآیندهای گیاهان مانند جوانه‌زنی بذور، نفوذپذیری غشاها و سرعت رشد اثر داشته باشد (Khan et al., 2003) و از این طریق موجب بهبود جوانه‌زنی و متناسب با آن رشد بهتر گیاهچه را به همراه دارد. ولی مشاهده می‌شود کاربرد این ماده به مدت ۱۲ ساعت موجب رشد بهتر گیاهچه‌ها در مقایسه با مدت زمان ۲٤ ساعت می‌باشد. بنابراین کاربرد بیش از حد این ماده برای رشد گیاهچه‌های آن مناسب نمی‌باشد. با توجه به اینکه مدت زمان ۲٤ ساعت پیش‌تیمار برای جوانه‌زنی مناسب بوده است؛ بنابراین مدت زمان مطلوب برای حصول جوانه‌زنی و رشد مناسب گیاهچه‌ها مدت زمانی بین ۱۲ تا ۲٤ ساعت پیش‌تیمار است که در مطالعات بعدی می‌تواند این مدت زمان را بررسی قرار نمود.

نتیجه‌گیری نهایی

با توجه به نتایج مشاهده شد، اسید سالیسیلیک در محدوده ۸۰۰ تا ۱۰۰۰ میکرومول بر لیتر غلظت مناسبی جهت افزایش جوانه‌زنی بذور گل گاوزبان می‌باشد. ولی با توجه به تأثیر مثبت ۲٤ ساعت پیش‌تیمار اسید سالیسیلیک بر جوانه‌زنی و تأثیر منفی آن بر شاخص‌های رشد گیاهچه می‌تواند گفت که این مدت زمان موجب اثرات سمی بر رشد گیاهچه‌ها شده است، بنابراین جهت تعیین زمان لازم برای این تیمار بهتر است از مدت زمان‌های بین ۱۲ تا ۲٤ ساعت نیز استفاده شود.

References

Abdul-Baki, A.A. and Anderson, J.D. 1973. Vigor determination in soybean by multiple criteria. Crop Sci. 13: 630-633.

Bailly, C., Benamar, A., Corbineau, F., and Come, D. 2000. Antioxidant systems in sunflower (*Helianthus annuus* L.) seeds as affected by priming. Seed Sci. Res. 10: 35-42.

Doulatabadian A., Modarres Sanavy S.A.M. and Etemadi F. 2009. Effect of Pretreatment of Salicylic acid on Wheat (*Triticum aestivum* L.) Seed Germination under Salt Stress. Journal biology Iran. 21(4): 692-702

Ellis, R.H. and Roberts, E.H. 1981. The quantification of aging and survival in orthodox seeds. Seed Sci. Technol. 9: 373-409.

Fooladvand, A. 2007. Encyclopedia of medical and healer plants. Yaran Publisher, Tabriz, Iran. 329 Pp

(In Persian).
Fraj alahy, A., Tavily, A., and Pozesh, H. 2011. Different treatments effects on improvement of germination properties in Atriplex canescens and Atriplex lentiformis. Watershed Management Research (Pajouhesh & Sazandegi) 93: 55-62
Kang, H.M. and Saltveit, M.E. 2002. Chilling tolerance of maize, cucumber and rice seedlings leaves and roots are differently affected by salicylic acid, Physiol Plant, 115: 571–576.
Khan, W., Prithiviraj, B., and Smith, D. 2003. Photosynthetic responses of corn and soybean to foliar application of salicylates. Plant Physiol. 160: 485-492.
Khavari, F., Ghaderi Far, F., and Soltani, E. 2009. Laboratory tests for predicting seedling emergence of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars. J. Seed. Technol. Vol 31. No 2: 189-193.
Khazaie, H.R., Sabet Teimouri, M., and Najafi, F. 2007. Investigation on yield and quality of isabgol (*Plantago ovata* L.) under different irrigation regimes and seeding rates. 5(1): 77-84.
Korkmaz, A. 2005. Inclusion of Acetyl Salicylic acid and Methyl Jasmonat the Priming Solution Improves Low-temperature Germination and Emergence of Sweet Pepper. Hort. Sci. 40(1).
Leadem, C.L. 1997. Dormancy-Unlocking seed secrets In: Landis T.D., Thompson J.R. National Proceedings, Forest and Conservation Nursery Associations. Gen. Tech. Rep. Portland, Forest Service, Pacific North West Research Station: 43-52.
Modares Hashemi, M. and Khalegh mehr, A. 2008. Plant borage seed standards in Europe (*Borago officinalis* L.) Journal Esfahan extension. 17.
Nasiri, M., Babakhanloo, P., and Maddah-Arefi, H. 2003. First report on braking dormancy and seed germination on Diplotaenia damavandica Mozaffarian. Iranian Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 2: 258-274.
Palvich, D. 1987. Recent advance in the cultivation of medicinal plants. Journal of Acta Horticulture. 208: 29-34.
Raskin, I. 1992. Role of salicylic acid in plants. Annual Rev. Plant Physiol. 43: 168-160.
Sairam, P.K., Deshmukh, P.S., and Shukla, D.S. 1997. Tolerance of drought and temperature stress in relation to increased antioxidant enzyme activity in wheat. J. Agron. Crop Sci. 178: 171- 178.
Sakhabutinova, A.R. 2003. Salicylic acid prevents the damaging action of stress factors on wheat plants. Bulg. J. Plant Physiol. special Issue, pp: 314-319.
Shakirova, F.M. and Sahabutdinova, D.R. 2003. Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity, Plant science, 164: 317-322.
Shariaty, M., Asemane T., Modares Hashemi, M. 2000. Effect of different treatments on herbs Achillea millefolium dormancy. Research and development, 56: 57: 8-2.
Talby, S., Jafar poor, Mohamad Khani, M., and Golparvar, A.A. 2010. Effect Saliycilc acid on trait germination (*Echium amoenum*). Fifth National Hmays new ideas in agriculture.
Tasgin, E., Atic, O. and Nalbantoglu, B. 2003. Effect of salicylic acid on freezing tolerance in winter wheat leaves, Plant Growth Regul. 41:231-236.
Tavili A., Saberi M., Shahriari A. and Heidari M. 2012. Salicylic acid effect on Bromus tomentellus germination and initial growth properties under cadmium stress. Journal plant research. 26(2):208-216.
Throneberry, G.O and Smith. F.G. 1955. Relation of respiratory enzymatic activity to corn seed viability. Plant Physol. 30:337-343.
Walker-Simmons, M.K., and Sesing, J. 1990. Temperature effects on embryonic abscisic acid levels during development of wheat grain dormancy. Plant Growth Regulation. 9: 51-56.
Yang, Q.H., Wei, X., Zeng, X.L., Ye, W.H., Yin, X.J., Zhang-Ming, W., and Jiang, Y.S. 2008. Seed biology and germination ecophysiology of Camellia Nitidissima. Forest Ecology and Management, 255: 113–118.
Zavala, J.F.A., Wang, S.Y., Wang, C.Y., and Aguilar, G.A.G. 2004. Effects of storage temperatures on antiozidant capacity and aroma compounds in strawberry fruit. Elsevier Ltd. On behaif of Swiss Society of Food Science & Technology.