

بررسی مقاومت جوانه زایشی هلو و شلیل به سرما تحت شرایط کنترل شده

خاطره شجاعی^{۱*}، غلامحسین داوری نژاد^۲ و احمد نظامی^۳
۱، ۲، ۳، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و دانشیاران دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
(تاریخ دریافت: ۹۰/۱/۲۵ - تاریخ تصویب ۹۰/۷/۱۰)

چکیده

آسیب های ناشی از یخ زدگی می تواند در نتیجه اختلاف در فرایندهای سلولی از جمله وجود تغییراتی در ویژگی های غشاء، اثرات متقابل بین ماکرومولکول ها و واکنش های آنزیمی ایجاد شود. در این آزمایش مقدار کربوهیدرات های محلول و رطوبت نسبی جوانه های زایشی ارقام هلو جی اچ هیل، البرتا، ردهون، سرخ و سفید مشهد و آمسدن و ارقام شلیل ایندیپندنس، کیوتا، نکتارد ۶ و استارگلد، در ماه های آبان، آذر، دی، بهمن و اسفند سال ۱۳۸۸ تحت شرایط طبیعی باغ همچنین میزان نشت الکترولیت ها، مقدار LT_{50} (دمای کشته شدن ۵۰ درصد از نمونه ها) و کل کربوهیدرات های محلول ارقام تحت شرایط کنترل شده در بهمن ماه سال ۱۳۸۸ محاسبه شد. نتایج نشان داد در شرایط طبیعی، میزان کل کربوهیدرات های جوانه زایشی ارقام هلو و شلیل، در بهمن ماه بیشتر از سایر زمان های مورد مطالعه بود و میزان رطوبت نسبی جوانه در همه ارقام هلو و شلیل با نزدیک شدن به زمان باز شدن جوانه ها افزایش یافت و در اسفند ماه به حداکثر رسید. در شرایط کنترل شده، با کاهش دما مقدار نشت یونی افزایش و مقدار کل قند های محلول کاهش یافت. همچنین، میزان مقاومت در ارقام هلو و شلیل با یکدیگر متفاوت بود به طوری که ارقام هلو سرخ و سفید مشهد، ردهون و آمسدن و ارقام شلیل استارگلد و نکتارد شش، مقاوم ترین ارقام به یخ زدگی زمستانه در بهمن ماه بودند.

واژه های کلیدی: نشت یونی، کل کربوهیدرات های محلول، یخ زدگی

مقدمه

ها باعث عدم تعادل آب در سلول ها می شوند (2006, Sivaci). کربوهیدرات ها از جمله محافظت کننده های اسمزی هستند که تجمع آنها در پاسخ به تنش های محیطی در ارتباط با تنظیم اسمزی و یا حفاظت غشاهای سلولی می باشد (Kerepesi, 1998). تغییرات فصلی باعث تغییر درمیزان غلظت قندها می شود (Ashworth et al., 1993; Barbaroux & Breda, 2002; Rinne et al., 1994; Sivaci, 2006) و اختلاف در مقاوم شدن به سرما می تواند در ارتباط با غلظت قندهای محلول باشد (Morin et al., 2007). درصد

درختان و درختچه های خزان دار مناطق معتدل، به طرق مختلف به تغییرات فصلی واکنش نشان می دهند. اگر گیاه به طور ایده ال مناسب آب و هوای منطقه خاص باشد، آنگاه هر تغییر فصلی سبب بروز تغییرات فیزیولوژیکی در گیاه می شود که برای بقاء آن در آن فصل و آماده شدن برای فصل بعدی ضروری می باشد (Rasoolzadegan, 2007). باروری و پراکندگی گیاهان به وسیله استرس های محیطی مانند یخ زدگی، شوری و خشکی محدود می شوند که همه این استرس

آمسدن^۵ و چهار رقم شلیل شامل نکتارد شش^۶، ایندیندنس^۷، استارگلد^۸ و کیوتا^۹ در هفته سوم ماه های آبان، آذر، دی، بهمن و اسفند از باغ شهد ایران واقع در ۴۳ کیلومتری شمال غربی مشهد با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۶ دقیقه و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۳۸ دقیقه و در ارتفاع ۹۹۰ متر از سطح دریا انتخاب شدند. شرایط آب و هوایی منطقه مربوط به ماه های مختلف سال ۱۳۸۸ در جدول ۱ و شکل ۱ آورده شده است. برای کاهش تنش، شاخه ها در کیسه های پلاستیکی به آزمایشگاه علوم باغبانی دانشگاه فردوسی مشهد منتقل شدند. سپس شاخه ها به قطعات ۲۰ تا ۳۰ سانتیمتری تقسیم و دسته بندی شده و در دمای ۵ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت نگهداری شدند. اجرای آزمایش شامل دو بخش کلی بود. در بخش اول نمونه ها بدون قرار گرفتن در معرض دماهای پایین تر از صفر و تحت شرایط طبیعی مورد سنجش قرار گرفتند و در بخش دوم آزمایش، نمونه ها در بهمن ماه، بر اساس روش Pedryc et al. (1997) تحت سرمادهی مصنوعی در فریزر ترموگرادین قرار گرفتند. به این منظور دما هر ساعت دو درجه سانتیگراد کاهش یافت و شاخه ها به صورت متوالی در دماهای ۱۴-، ۱۸- و ۲۰- درجه سانتیگراد، به مدت سه ساعت نگه داشته شدند. سپس شاخه ها به دمای ۵ درجه سانتیگراد منتقل و پس از ۲۴ ساعت مقدار کل کربوهیدرات های محلول و نشت الکترولیت های جوانه زایشی انجام شد. محتوای نسبی آب جوانه ها تحت شرایط کنترل شده ۲۴ ساعت پس از سرمادهی و برای نمونه های تحت شرایط طبیعی، ۲۴ ساعت پس از برداشت، توسط ترازوی حساس (And/ GF300 - England) با دقت ۰/۰۰۱ اندازه گیری شد. سپس وزن خشک شاخه ها پس از خشک شدن به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۰°C برای جوانه ها و ۸۰°C برای شاخه ها، اندازه

رطوبت گیاه نیز روی مقاوم شدن گیاه به سرما تاثیر گذار است (Anisko & Lindstrom, 1995)، به این صورت که در طی فرایند مقاوم سازی، آب سلول ها از پروتوپلاست به سوی واکوئل حرکت می کند و در نتیجه موجب ایجاد تغییر در مقادیر آب و کربوهیدرات های معین می شود. این تغییر باعث افزایش پایداری پروتئین پروتوپلاستی که دارای مقدار بیشتری آب پیوندی در طول زمستان نسبت به تابستان می باشد، می شود. آسیب های ناشی از یخ زدگی می تواند در نتیجه اختلاف در فرایندهای سلولی از جمله وجود تغییراتی در ویژگی های غشاء، اثرات متقابل بین ماکرومولکول ها و واکنش های آنزیمی ناشی شود. میزان خسارت ناشی از تخریب فیزیکی را می توان از طریق اندازه گیری میزان نشت الکترولیتی سلول های تخریب شده مشخص نمود. به این ترتیب می توان شدت تحمل ارقام مختلف را به تنش یخ زدگی تعیین نمود (Mir mohamady & Esfahany, 2004). هلو و شلیل (*Prunus persica*) از لحاظ احتیاجات آب و هوایی شبیه زردآلو بوده و از درختان مناطق معتدله به شمار می آیند و سرماهای شدید زمستان را نمی توانند تحمل کند (Rasoolzadegan, 2007). تعداد زیادی از درختان میوه از جمله هلو و مو، دماهای سرد زمستانه را از طریق اجتناب از یخ زدگی در جوانه زایشی و رویشی و قسمت هایی از پوست و بافت های چوبی تحمل می کنند (Mir mohamady & Esfahany, 2004). هدف از انجام این آزمایش بررسی تغییرات سطوح کربوهیدرات و محتوای آب نسبی در جوانه های پنج رقم هلو و چهار رقم شلیل در شرایط طبیعی و میزان مقاومت این ارقام به سرما تحت شرایط کنترل شده در طی دوره خواب بود.

مواد و روش ها

شاخه های یکساله از پنج رقم هلو شامل جی اچ هیل^۱، البرتا^۲، ردهون^۳، سرخ و سفید مشهد^۴،

1. G.H Hale
2. Elberta
3. Red Haven
4. Sorkh Sefid Mashhad
5. Amsden

6. Nectared no: 6
7. Independence
8. Stargold
9. Kuota

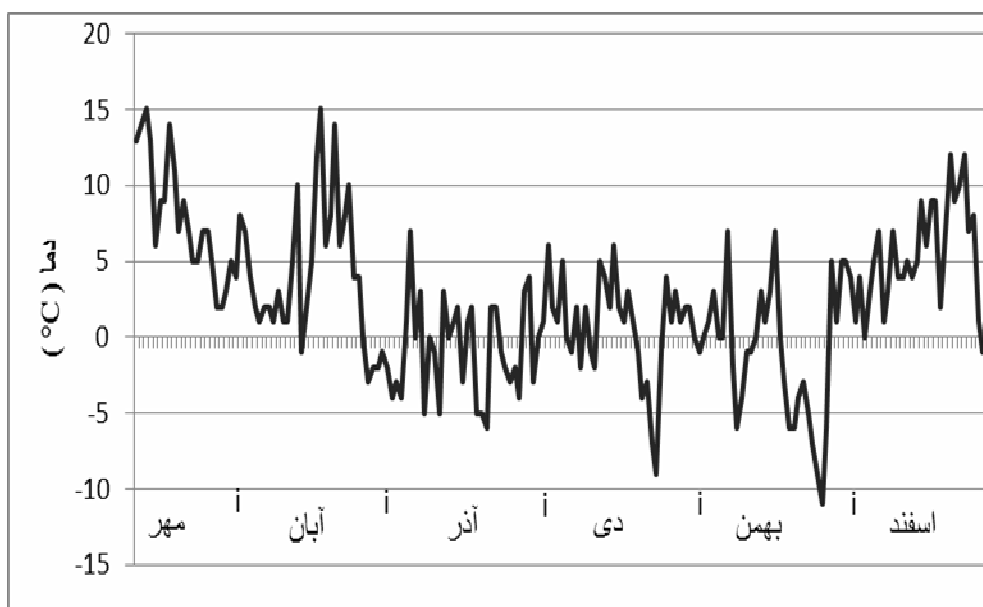
محلول رویی برداشته شد و به ۱۰۰ میکرولیتر از محلول ، ۳ میلی لیتر معرف آنترون که شامل ۱۵۰ میلی گرم آنترون خالص و ۱۰۰ میلی لیتر اسید سولفوریک ۷۲ درصد بود، اضافه شد و به مدت ده دقیقه در حمام آب جوش قرار داده شد. پس از رسیدن دمای نمونه ها به دمای اتاق، مقدار جذب نوری آنها در طول موج ۶۲۵ nm توسط دستگاه اسپکتروفوتومتر (Bio quest/ 2502- England) قرائت گردید.

گیری شد و در ادامه محتوای رطوبت نسبی آن ها بر اساس روش Fowler et al. (1981) از طریق رابطه زیر محاسبه گردید :

$100 \times \text{وزن تر} / (\text{وزن خشک} - \text{وزن تر}) = \text{محتوای رطوبت نسبی}$
محاسبه قند محلول (گلوکوز ، فروکتوز و ساکارز) با استفاده از روش Ebell (1970) انجام شد . به این صورت که ۰/۱ گرم جوانه پودر شده با ۲۰ میلی لیتر اتانول ۹۵ درصد و ۵ میلی گرم آب مقطر در دستگاه شیکر به مدت ۲۰ دقیقه هم زده شد و بعد از ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ،

جدول ۱- میانگین حداقل و حداکثر دما، رطوبت و بارش در سال ۱۳۸۸

ماه	میانگین حداقل دما (°C)	میانگین حداکثر دما (°C)	میانگین میزان بارش (mm)	میانگین حداقل رطوبت نسبی (%)	میانگین حداکثر رطوبت نسبی (%)
آبان	۴/۲	۱۸/۷	۰/۱	۲۵/۲	۶۶/۹
آذر	-۰/۴	۸/۸	۱/۰	۴۸/۸	۸۴/۹
دی	-۰/۴	۱۲	۰/۴	۳۸/۶	۷۵/۵
بهمن	-۱/۲	۸/۳	۲/۲	۴۲/۸	۸۵/۶
اسفند	۵/۶	۱۶/۱	۳/۸	۴۴/۶	۹۰/۴



شکل ۱- نمودار حداقل دمای روزانه (درجه سانتیگراد) در ایستگاه هواشناسی زراعی گلکان در سال زراعی ۱۳۸۸-۸۹

دو رقم جی اچ هیل و البرتا داشتند، اما در ماه های آذر، دی و اسفند، در میزان قند تفاوت معنی داری بین ارقام مشاهده نشد.

ارقام شلیل نیز بالاترین میزان قند کل را در بهمن ماه داشتند (شکل ۳) و هر چهار رقم در بهمن ماه تفاوت معنی داری در میزان قند با ماه های دیگر داشتند همچنین در بهمن ماه، ارقام کیوتا و نکتارد ۶ با یکدیگر تفاوت معنی داری نشان دادند و سایر ارقام در ماه های آبان، آذر، دی و اسفند تفاوت معنی داری با یکدیگر نداشتند.

محتوای آب جوانه زایشی در شرایط طبیعی
بر طبق نتایج، بالاترین میزان آب جوانه زایشی ارقام هلو در اسفندماه و کمترین میزان در سه رقم البرتا، سرخ و سفید مشهد و آمسدن در آبان و در دو رقم جی اچ هیل و ردهون در آذرماه بود. در مقایسه مقدار آب ارقام در ماه های مختلف مشاهده شد که بجز رقم ردهون که در دی ماه به طور معنی داری مقدار آب کمتری نسبت به رقم جی اچ هیل داشت، سایر ارقام تفاوت معنی داری در میزان آب با یکدیگر نداشتند (شکل ۴).

نتایج نشان داد مقدار آب ارقام شلیل بجز رقم کیوتا از آبان تا آذر ماه تفاوت معنی داری نداشتند اما از آذر تا اسفند مقدار آب جوانه زایشی افزایش یافت به طوری که در اسفند ماه، نسبت به چهار ماه قبل به حداکثر رسید. در مقایسه ارقام شلیل، مشاهده شد ارقام شلیل از لحاظ مقدار آب، تفاوت معنی داری در ماه های آبان، آذر، دی، بهمن و اسفند با یکدیگر ندارند (شکل ۵).

مقدار کل قند های محلول و نشت یونی در جوانه

های زایشی

نتایج نشان داد مقدار نشت یونی با کاهش دما در هر پنج رقم هلو افزایش یافت، اما ارقام جی اچ هیل و البرتا در سه دمای ۱۴-، ۱۸- و ۲۰- درجه سانتیگراد، بطور معنی داری مقدار نشت یونی بیشتری نسبت به سه رقم ردهون، سرخ و سفید مشهد و آمسدن داشتند. همچنین در دمای ۱۴- درجه سانتیگراد، رقم جی اچ هیل بطور معنی داری مقدار نشت یونی بیشتری (۳۳/۴۹٪) نسبت به رقم البرتا (۱۴/۴۴٪) در این دما

برای اندازه گیری نشت الکتروولت ها از روش Ryyppo et al. (1998) استفاده شد، به این صورت که تعداد ۳۰ جوانه زایشی در هر تکرار از نمونه های تحت تیمار یخ زدگی انتخاب و در ویال هایی با ۲۵ میلی لیتر آب دوبار تقطیر شده، ریخته شد و روی شیکر به مدت ۲۴ ساعت تکان داده شدند.

سپس هدایت الکتریکی اولیه (C_t) آنها توسط دستگاه هدایت سنج (Jenvay/ 4510- England) قرائت و پس از قرار دادن نمونه ها در اتوکلاو با دمای ۱۲۰ درجه سانتیگراد، تحت فشار ۱/۲ اتمسفر به مدت ۲۰ دقیقه، هدایت الکتریکی نهایی آنها (C_{tot}) اندازه گیری شد و با استفاده از فرمول زیر درصد نشت الکتروولت ها (EL) در هر دما تعیین شد.

$$(\%)EL = C_t / C_{tot} \times 100$$

برای تعیین LT_{50} (دمای کشته شدن ۵۰ درصد از نمونه ها) به روش توصیه شده Gusta et al. (1982)، بر اساس نشت الکتروولت ها و با استفاده از رسم نمودار درصد نشت الکتروولت های هر تیمار در مقابل دمای یخ زدگی تعیین شد. این تحقیق به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد.

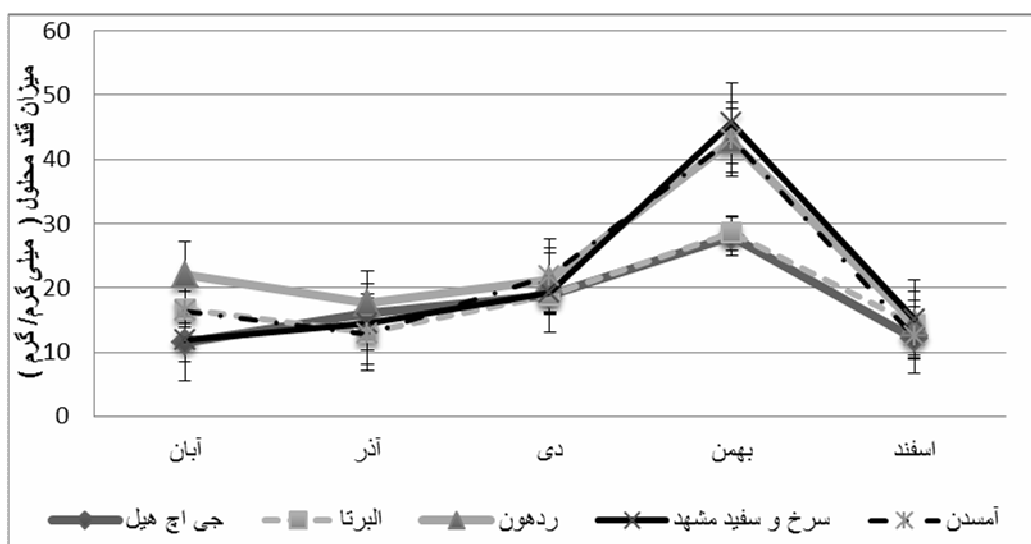
تجزیه واریانس و آنالیز رگرسیون با استفاده از نرم افزار spss و رسم نمودار با استفاده از نرم افزار Excel انجام شد. مقایسه میانگین های اثرات متقابل با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن ($p \leq 0.05$) و تفاوت میانگین ها در شکل ها، به وسیله خطای استاندارد^۱ ($\pm SE$) نشان داده شد.

نتایج و بحث

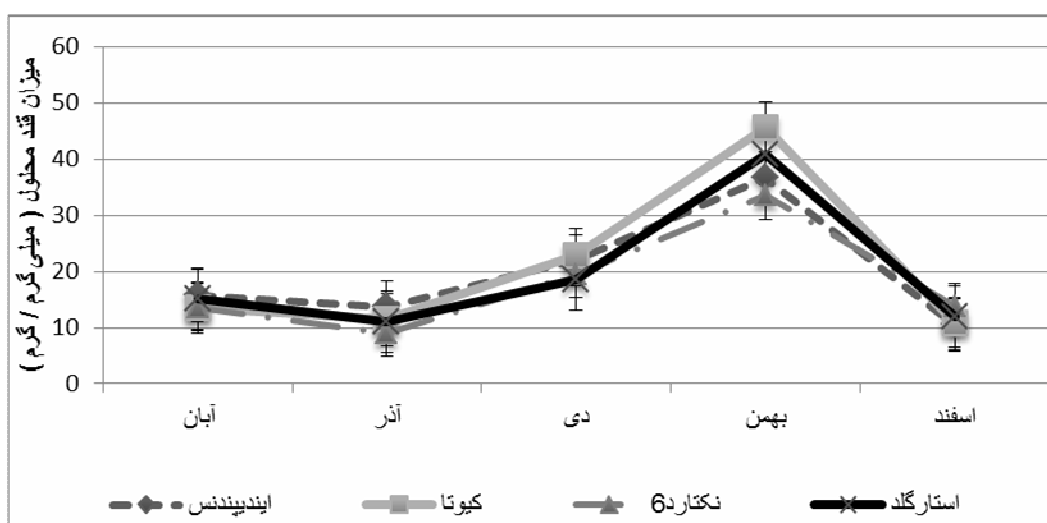
مقدار قند در شرایط طبیعی

نتایج نشان داد در هر پنج رقم هلو، مقدار قند در بهمن ماه به طور معنی داری ($p \leq 0.05$) افزایش و در اسفند ماه به شدت کاهش یافت (شکل ۲). در بین ارقام هلو، رقم ردهون در آبان ماه، به طور معنی داری مقدار قند بیشتری نسبت به رقم جی اچ هیل داشت و در بهمن ماه سه رقم سرخ و سفید مشهد، آمسدن و ردهون، به طور معنی داری مقدار قند بیشتری نسبت به

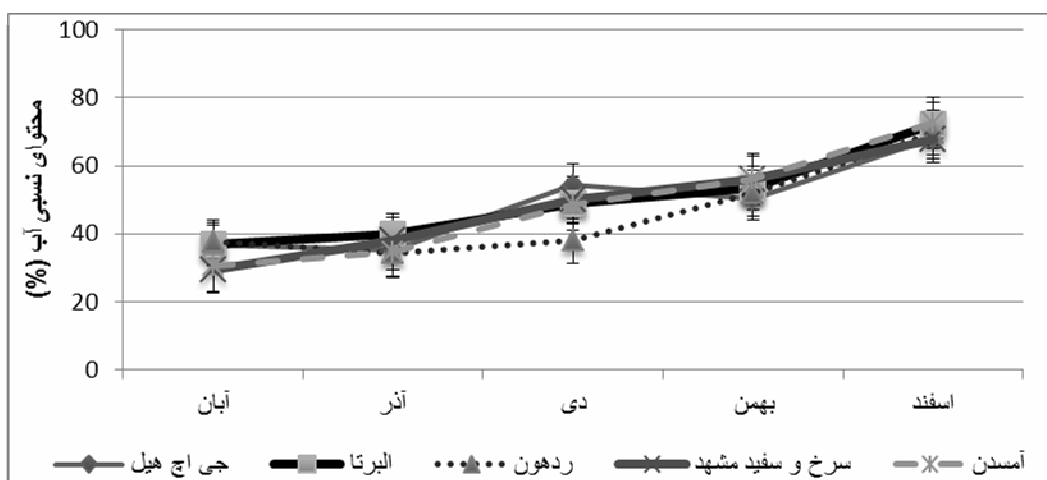
1. Standard Error



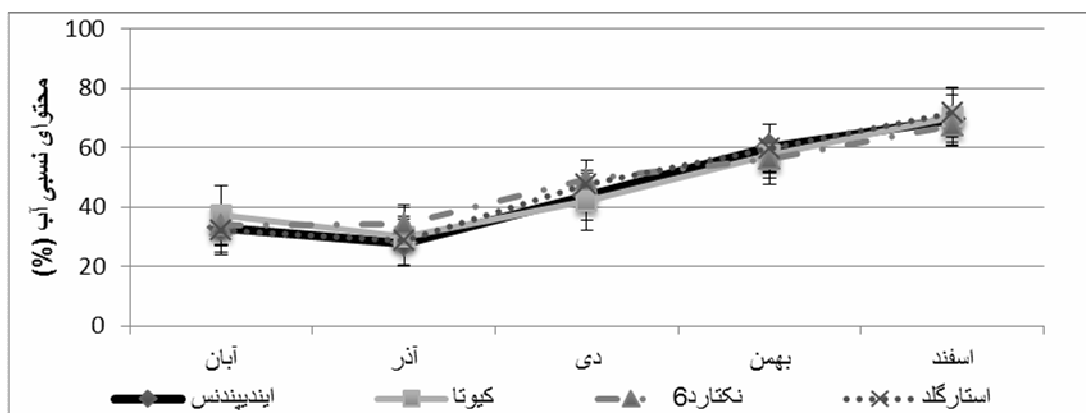
شکل ۲- مقدار کل قند های محلول در ارقام هلو در ماه های آبان تا اسفند در هوای آزاد



شکل ۳- مقدار کل قند های محلول در ارقام شلیل در ماه های آبان تا اسفند در هوای آزاد.



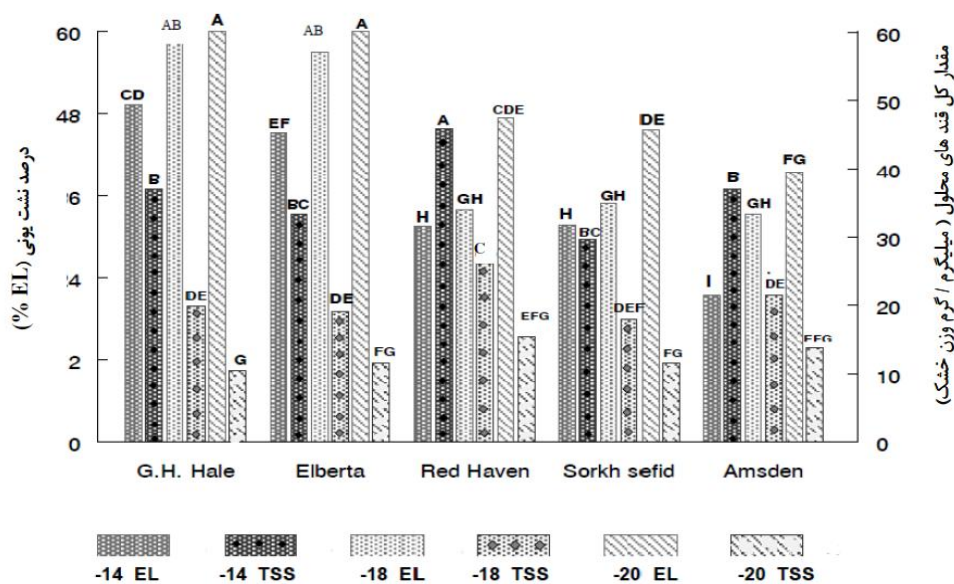
شکل ۴ - محتوای آب جوانه ها در ارقام هلو در ماه های آبان، آذر، دی، بهمن و اسفند



شکل ۵- محتوای آب جوانه ها در ارقام شلیل در ماه های آبان، آذر، دی، بهمن و اسفند.

درحالیکه در دمای ۱۸- درجه، مقدار نشت یونی این رقم (۳۳/۴۱٪) با مقدار نشت یونی ارقام سرخ و سفید مشهد (۳۴/۹۹٪) و ردهون (۳۴/۰۵٪)، تفاوت معنی داری نداشت (شکل ۶).

نشان داد و در دو دمای ۱۸- و ۲۰- درجه، ارقام جی اچ هیل و البرتا، تفاوت معنی داری با یکدیگر نداشتند. در دمای ۱۴- و ۲۰- درجه سانتیگراد، رقم آمسدن با مقدار نشت یونی ۲۱/۵٪ و ۳۹/۵۷٪، کمترین مقدار نشت یونی را در میان ارقام هلو نشان داد



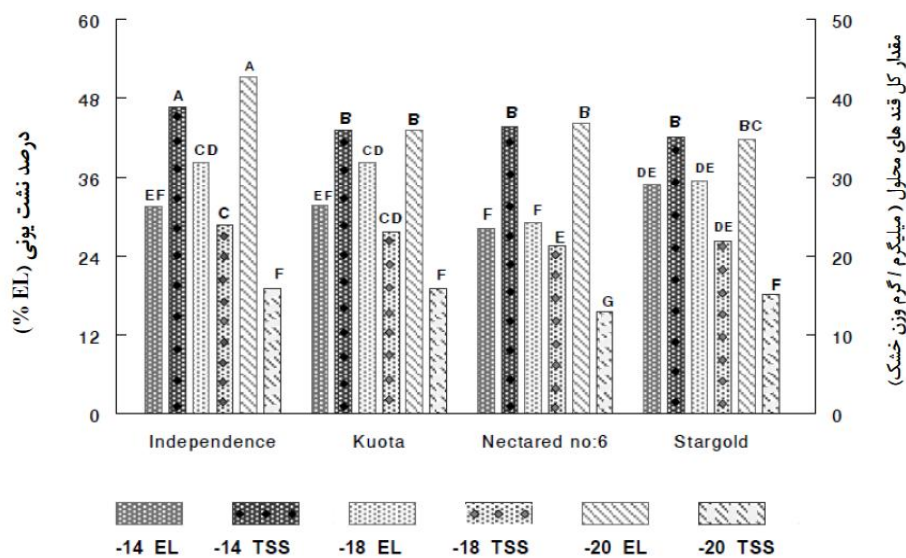
شکل ۶- درصد نشت یونی (EL) و مقدار کل قندهای محلول (TSS) جوانه زایشی ارقام هلو تحت تیمار یخ زدگی مصنوعی در سه دمای ۱۴-، ۱۸- و ۲۰- درجه سانتیگراد در بهمن ماه.

مقدار قند جوانه زایشی ارقام هلو بر خلاف مقدار نشت یونی آنها با کاهش دما، کاهش یافت به طوری که هر پنج رقم هلو در دمای ۱۴- درجه سانتیگراد بطور معنی داری بالاترین مقدار قند و در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد کمترین مقدار قند را داشتند اما در دمای ۱۴- و ۱۸- درجه مقدار قند جوانه رقم ردهون (mg/g) ۴۵/۸۹ و ۲۶/۱۸)، به طور معنی داری بیشتر از سایر ارقام بود و در دمای ۲۰- درجه، ارقام هلو تفاوت معنی داری در مقدار قند با یکدیگر نداشتند (شکل ۶). همچنین با بررسی مقدار نشت یونی و مقدار قند جوانه ارقام هلو ملاحظه شد که همبستگی معکوسی بین مقدار قند و نشت یونی جوانه ارقام هلو وجود دارد (۰/۵۷ = r).

مقدار قند جوانه زایشی ارقام هلو بر خلاف مقدار نشت یونی آنها با کاهش دما، کاهش یافت به طوری که هر پنج رقم هلو در دمای ۱۴- درجه سانتیگراد بطور معنی داری بالاترین مقدار قند و در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد کمترین مقدار قند را داشتند اما در دمای ۱۴- و ۱۸- درجه مقدار قند جوانه رقم ردهون (mg/g) ۴۵/۸۹ و ۲۶/۱۸)، به طور معنی داری بیشتر از سایر ارقام بود و در دمای ۲۰- درجه، ارقام هلو تفاوت معنی داری در مقدار قند با یکدیگر نداشتند (شکل ۶). همچنین با بررسی مقدار نشت یونی و مقدار قند جوانه ارقام هلو ملاحظه شد که همبستگی معکوسی بین مقدار قند و نشت یونی جوانه ارقام هلو وجود دارد (۰/۵۷ = r).

داد درحالی که سایر ارقام در این دما تفاوت معنی داری در مقدار قند با یکدیگر نداشتند. در دمای ۱۸- و ۲۰- درجه سانتیگراد، مقدار قند رقم نکتارد (۲۱/۲۸ mg/g) و با اختلاف کمی نسبت به سایر ارقام شلیل، دارای کمترین مقدار قند بود (شکل ۷). همچنین بین مقدار قند و نشت الکترولیت ها در جوانه ارقام شلیل، همبستگی معکوس و معنی داری ($r = -0.79$) مشاهده شد.

در ارقام شلیل مشابه ارقام هلو، با کاهش دما مقدار نشت یونی افزایش و مقدار قند کاهش یافت. مقدار نشت یونی رقم نکتارد در دمای ۱۴- و ۱۸- درجه سانتیگراد (۲۸/۲۵٪ و ۲۹/۱۳٪)، نسبت به سه رقم دیگر کمتر بود و رقم ایندیندس دارای بیشترین مقدار نشت یونی (۵۱/۲۹٪)، نسبت به سایر ارقام شلیل در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد بود. همچنین رقم ایندیندس در دمای ۱۸- درجه بیشترین مقدار قند (۳۱/۶۱ mg/g) را نشان



شکل ۷- درصد نشت یونی (EL) و مقدار کل قندهای محلول (TSS) ارقام شلیل تحت تیمار یخ زدگی مصنوعی در سه دمای ۱۴-، ۱۸- و ۲۰- درجه سانتیگراد در بهمن ماه

آبان ماه و آذر ماه مقدار آب کمتری نسبت به ماه های دی، بهمن و اسفند داشتند و در اسفند ماه مقدار آب جوانه زایشی نسبت به چهار ماه قبل به حداکثر مقدار خود رسید. Leite et al. (2006) گزارش کردند میزان آب جوانه در اواسط ژانویه افزایش یافت. Erez et al. (1998) و Arora & Wisniewski (1995) بیان کردند که میزان آب آزاد در جوانه های درختان میوه مناطق معتدله با سطوح مقاومت به سرما مرتبط است و هر چه مقدار آب آزاد در طی دوره خواب بیشتر باشد باعث کاهش مقاومت جوانه ها نسبت به سرما می شود. به نظر می رسد هگزوزها (گلوکوز و فروکتوز) که قندهای ساده ای هستند، نقش مهمی در خروج گیاه از حالت خواب و فعال شدن جوانه ها ایفا می کنند.

50 LT ارقام هلو و شلیل

میزان 50 LT بر مبنای خسارت یخ زدگی با استفاده از داده های نشت الکترولیت ها، تفاوت معنی داری بین ارقام مورد مطالعه هلو و شلیل نشان داد. به طوری که در بهمن ماه، ارقام سرخ و سفید مشهد، آمسدن و ردهون، دارای مقاومت بیشتری نسبت به ارقام جی اچ هیل و البرتا بودند. در میان ارقام شلیل، استارگلد و نکتارد ۶ نسبت به دو رقم ایندیندس و کیوتا مقاومت بالاتری نشان دادند (جدول ۲). برخی از گیاهان قادرند از طریق کاهش آب آزاد سلولی و افزایش آب پیوندی و مواد محلول، نقطه انجماد خود را پایین بیاورند و از تشکیل یخ در بافت های خود جلوگیری کنند (Mir mohamady & Esfahany, 2004). بر اساس نتایج این تحقیق مشاهده شد که ارقام هلو و شلیل، در

جدول ۲- دمای کشته شدن ۵۰٪ (LT₅₀) جوانه های هلو و شلیل، تحت شرایط کنترل شده در بهمن ماه.

ارقام هلو	LT ₅₀	ارقام شلیل	LT ₅₀
جی اچ هیل	ab ۱۰/۴ -	ایندیپندنس	b ۹/۶ -
البرتا	b ۸/۷ -	کیوتا	ab ۱۰/۰ -
ردهون	a ۱۰/۷ -	نکتارد۶	a ۱۰/۶ -
سرخ و سفید مشهد	a ۱۱/۱ -	استارگلد	a ۱۱/۱ -
آمسدن	a ۱۰/۸ -		

حروف مشابه در هر ستون، نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن می باشد.

و در بهار کاهش یافت که این روند با روند غلظت نشاسته به صورت معکوس عمل می کرد.

Ameglio et al. (2000) گزارش کردند مقاومت به یخ زدگی در درختان گردو با ایجاد سازش به دمای پایین در پاییز آغاز می شود. این سازش، با تبدیل نشاسته به قند در ماه دسامبر به حداکثر می رسد. Sivaci (2006) گزارش کرد که بالاترین میزان قند محلول در ۴ رقم سیب در فوریه (بهمن و اسفند) و کمترین میزان آن در ماه می (اردیبهشت) بود. مقدار کربوهیدرات، با مقدار مقاومت گیاهان همبستگی دارد (Ashworth et al., 1993). کربوهیدرات ها در رابطه با مقاومت به یخ زدگی دارای چندین وظیفه از جمله حفاظت از اجزای سلولی و به تعویق انداختن گسترش کریستال های یخ را دارا می باشند (Sakai & Larcher, 1987). در مطالعه حاضر مشاهده شد همبستگی معکوس بین نشت یونی و میزان کربوهیدرات ها وجود دارد به طوری که در ارقام با مقدار نشت کمتر کربوهیدرات محلول بیشتری وجود داشت.

Karssen & van Loon (1992) بیان کردند که در جوانه های درخت توس بعد از این که محتوای نسبی آب در نوامبر (آذر) به کمترین میزان خود رسید، غلظت نشاسته نیز کاهش یافت که این امر احتمالاً باعث افزایش مقاومت به یخ زدگی می شود. افزایش غلظت نشاسته در بهار با افزایش محتوای رطوبت نسبی همراه بود. Sivaci (2006)، بیان کرد مقاومت جوانه های هلو نسبت به جوانه های سیب به دلیل بیشتر بودن آب آزاد

Parker (1962) ارتباط بین انباشت قندهای محلول و مقاوم شدگی به سرما را در چندین نوع درخت چوبی نشان داد. Arian et al. (2009) بیان کردند با افزایش مقدار کربوهیدرات ها در ارقام هلو و شلیل میزان مقاومت به یخ زدگی افزایش می یابد به طوری که رقم کیوتا و ارقام محلی هلو به دلیل بالاتر بودن میزان کربوهیدرات ها مقاومت بیشتری نسبت به یخ بندان سال ۲۰۰۷ نشان دادند. Morin et al. (2007) گزارش کردند که میزان کربوهیدرات های محلول در سه رقم بلوط اروپایی از اکتبر تا ژانویه افزایش پیدا کرد. در این زمان بالاترین ریسک یخ زدگی وجود دارد که این افزایش کربوهیدرات محلول، بازتاب کننده نوعی مقاومت به یخ زدگی است که از یخ زدگی درون سلولی اجتناب می کند. در مطالعه حاضر، در ماه بهمن و اسفند که ریسک یخ زدگی بالا بود، میزان کربوهیدرات های محلول نیز بیشترین مقدار بود (شکل ۳ و ۴). همچنین کمتر شدن غلظت کربوهیدرات های محلول در اسفندماه نسبت به بهمن ماه، به دلیل تولید آوندهای چوبی اولیه قبل از باز شدن جوانه ها می باشد (Matinizade et al., 2006).

نتایج نشان داده است که درختان برای فراهم کردن انرژی لازم برای انجام فرایندهای متابولیسمی خود در زمستان های سرد و تابستان های خشک از ذخایر قندی خود استفاده می کنند (Morin, 2007). Ashworth et al. (1993) گزارش کردند که میزان کربوهیدرات های محلول در شاخه درختان زغال اخته در پاییز افزایش و در اواسط زمستان به حداکثر رسید

درجه سانتیگراد در زمستان سال ۲۰۰۷ روی ارقام هلو و شلیل در بهمن ماه انجام دادند، هلو سرخ و سفید مشهد را به عنوان مقاوم ترین رقم به یخ زدگی عنوان کردند که با نتایج مطالعه ما مطابقت داشت.

نتیجه گیری کلی

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که مقدار کربوهیدرات و رطوبت نسبی جوانه های زایشی هلو و شلیل در ماه های مختلف متفاوت است. میزان کربوهیدرات ها از آبان ماه تا دی ماه تغییرات اندکی دارد اما در اواسط زمستان به حداکثر خود می رسد. همچنین میزان رطوبت نسبی جوانه های ارقام هلو از آبان تا اسفند افزایش یافت به طوری که در اسفند ماه به حداکثر رسید. رطوبت نسبی در ارقام شلیل از آبان تا آذر کاهش نشان داد اما از آذر تا اسفند افزایش یافت و در اسفند به حداکثر رسید. بر اساس نتایج بدست آمده، میزان مقاومت در ارقام هلو و شلیل با یکدیگر متفاوت است و در دماهای مختلف، مقدار نشت یونی و کربوهیدرات های محلول سلول های آنها متفاوت است به طوری که مقاوم ترین ارقام هلو به یخ زدگی زمستانه، ارقام ردهون، سرخ و سفید مشهد و آمسدن و مقاوم ترین ارقام شلیل، استارگلد و نکتار ۶ می باشند. همچنین اندازه گیری نشت الکترولیت ها و مقدار آب نسبی جوانه های زایشی یکی از بهترین و کم هزینه ترین روش در ارزیابی مقاومت به سرما می باشد.

در جوانه های هلو کمتر است. Muthalif & Rowland (1994) و Faust (1997) گزارش کردند ترکیبات پروتئینی آبدوستی وجود دارند که باعث باند شدن آب در سلول ها می شوند که این امر باعث می شود گیاهان تحت سرماهای سخت دوام بیاورند. Erez et al. (1998)، بیان کردند که دمای بالا باعث تبدیل آب باند شده به آب آزاد می شود به طوری که در غیاب سرما در سلول ها آب آزاد وجود دارد. Tingor et al. (1998) ضمن بررسی تحمل به یخ زدگی هیبریدهای پرتقال اظهار داشتند که مقادیر نشت الکترولیت سلول ها می تواند شاخص مناسبی برای بررسی مقاومت به سرمازدگی باشد. آسیب دیدن غشاء های سلولی باعث بالارفتن نشت الکترولیت ها از سلول می شود و ثبت میزان نشت در دماهای مختلف عرضه کننده برآورد آسیب سلولی می باشد. بنابراین هر چه دما کاهش پیدا کند، میزان نشت الکترولیت ها افزایش می یابد، به طوری که در دمای 14°C - کمترین و در دمای 20°C - بیشترین نشت الکترولیت ها مشاهده شد. اما ارقام، تفاوت معنی داری در میزان نشت الکترولیت ها در هر دما داشتند. همچنین میزان کربوهیدرات های محلول با کاهش دما، کاهش یافت که این می تواند به خاطر تخریب سلول و تراوش مواد از سلول باشد و چون با کاهش دما خسارت بیشتری به غشاء وارد می شود، با کاهش دما مواد تراوش یافته بیشتری خواهیم داشت (شکل ۵ و ۶). Arian et al. (2009) در مطالعه ای که در شرایط طبیعی و سرمای 22°C -

REFERENCES

1. Ameglio, T. Cochard, A. Lacoite, V. & ame, M. (2001). Adaptation to cold temperature and response to freezing in walnut tree. *Acta Horticulturae*, 547, 247-254.
2. Anisko, T. & Lindstrom, O.M. (1995). Applying the Richards function in freezing tolerance determination with electrolyte and phenolic leakage techniques. *Physiologia Plantarum*, 95, 281-287.
3. Arian, Z., Davary Nejad, G. H. & Attar, Sh. (2009) Some varieties of peaches and nectarines sensitivity to cold winter in 2007 in Mashhad. *Journal of Horticultural Science and Technology*. 23 (1), 78 - 87. (In Farsi)
4. Arora, R. & Wisniewski, M.E. (1995). Ultra structural and protein changes in cell suspension cultures of peach associated with low temperature-induced cold acclimation and abscisic acid treatments. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*, 40, 17-24.
5. Ashworth, E.N., Stirm, V. E. & Volenec, J. J. (1993). Seasonal variations in soluble sugars and starch within woody stems of *Cornus sericea* L. *Tree Physiology*, 13, 379-388.
6. Barbaroux, C., & Breda, N. (2002). Contrasting distribution and seasonal dynamics of carbohydrate reserves in stem wood of adult ring-porous sessile oak and diffuse-porous beech trees. *Tree Physiology*, 22, 1201-1210.

7. Ebell, L.F., (1970). Variation in total soluble sugars of conifer tissues with method of analysis. *Phytochemistry*, 8, 227–233.
8. Erez, A., Faust, M. & Line M. J. (1998). Changes in water status in peach buds on induction, development and release from dormancy. *Horticultural Science*, 73, 111–123.
9. Faust, M., Erez, A., Rawland, L.J., Wang, S.Y. & Norman, H.A. (1997). Bud dormancy in perennial fruit trees: physiological basis for dormancy induction maintenance and release. *Horticultural Science*, 32, 623–629.
10. Fowler, D. B., Gusta L. V. & Tyler. N. J. (1981). Selection for winter hardiness in wheat. Screening methods. *Crop Science*, 21,896-901.
11. Gusta, L. V., Fowler, D. B. & Tyler, N. J. (1982). Factors influencing hardening and survival in winter wheat. In: Li, P. H. and Sakai, A. (Eds.). *Plant Cold Hardiness and Freezing Stress. Mechanisms and Crop Implications*. Academic Press, London. Vol. 2. Pp, 23-40.
12. Kerepesi., I. (1998). Osmotic and salt stresses induced differential alternation in water- soluble carbohydrate content in wheat seedling. *Journal of Agriculture & Food chemistry*, 53,47-55.
13. Leite, G.B., Bonhomme, M., Putti, G.L., Petel, G., Petri, J.L. & Rageau, R. (2006) Physiological and biochemical evolution of peach leaf buds during dormancy course under two contrasted temperature patterns. *Horticultural Science*, 12(4),15- 19.
14. Matinizade, M., Korori, S. A .A., Khoshnevis, M., Teimouri, M. & Praznik. V. (2006). Seasonal changes of non-structural carbohydrates and amylase in twigs of *Quercus brantii* var. *persica* (Jaub. & Spach). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 14(3), 269 – 277. (In Farsi).
15. Mirmohamadi, M.A. & Esfahani, S. (2004). *Physiological aspects of cold and freezing stresses on crops* Nashr-e-Golbon. 336 pages. (In Farsi).
16. Morin X., Ameglio T., Ahas R. & Kurz besson C. (2007). Variation in cold hardiness and carbohydrate concentration from dormancy induction to bud burst among provenances of three European oak species. *Tree Physiology*, 27, 817–825.
17. Muthalif, M. & Rowland, L.J. (1994). Identification of dehydrin like proteins responsive to chilling in floral buds of blueberry_ *Vaccinium*, section *Cyanococcus*. *Plant. Physiology*, 104, 1439–1447.
18. Parker, J. (1962). Criteria of life: Some methods of measuring viability. *American Scientist*, 41, 614-618.
19. Pedryc, A., Korbuly, J. & Szabó, Z. (1997). Artificial frost treatment methods with stone fruits. *Acta Horticulturae*, 488, 377–381.
20. Rasoolzadegan, y. (2007). *Fruit planting in temperate regions*. Isfahan University Press.760 pages. (In Farsi)
21. Rinne, P., Tuominen, H. & Junttila, O. (1994). Seasonal changes in bud dormancy in relation to bud morphology, water and starch content, and abscisic acid concentration in adult trees of *Betula pubescens*. *Tree Physiology*, 14, 549–561.
22. Ryyppo, A., Repo, T. & Vapaavuori, E. (1998). Development of frost hardiness in roots and shoots of Scots pine seedlings at non-freezing temperatures. *Canadian Journal of Forest Research*, 28, 557-565.
23. Sakai,A. & Larcher.W.(1987). Frost survival of plants. *Horticultural Science*, 7,401- 402.
24. Sivaci, A. (2006). Seasonal changes of total carbohydrate contents in three varieties of apple (*Malus sylvestris* Miller) stem cuttings. *Horticultural Science*, 109 , 234–237.
25. Tingor, M. E., Davis F. S. & Sherman. W. B. (1998). Freezing tolerance and growth characteristics of USDA intergeneric citrus hybrids US 119 and selection 17-11. *Horticultural Science*, 33(4),744-748.