

## ارزیابی تحمل یخ زدگی و الگوهای اگزوترمیک در ارقام و ژنوتیپ های مختلف گردو

احمد فهادان (۱)، مصطفی مصطفوی (۲)، علیرضا طلایی (۳)، کورش وحدتی (۴)، فرخ درویش (۲)

۱- دکتری علوم باغبانی و عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی ۲- اعضای هیات علمی و اساتید دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات ۳- عضو هیات علمی و استاد دانشگاه تهران ۴- عضو هیات علمی و دانشیار دانشگاه تهران- پردیس ابوریحان به منظور ارزیابی تحمل یخ زدگی در ژنوتیپ های مختلف گردو با استفاده از تعیین درصد خسارت سرمای بهاره و زمستانه در طبیعت و تعیین نقطه یخ زدگی در اسفند و خرداد در آزمایشگاه، آزمایشی در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، ایستگاه طرق- مشهد طی سال های ۸۹-۸۶ اجرا شد. تجزیه واریانس صفات مرتبط با یخ زدگی نشان داد ژنوتیپ های مختلف گردو از نظر درصد خسارت یخ زدگی بهاره، زمستانه و بررسی اگزوترم در شرایط نزدیک به بیدار شدن جوانه (اسفند ماه) دارای اختلاف معنی دار در سطح یک درصد بودند اما از نظر بررسی اگزوترم در خرداد ماه تفاوت معنی دار را نشان ندادند. مقایسه میانگین ها نشان داد که از نظر خسارت یخ زدگی زمستانه، *Ronde de Montignac* بیشترین درصد (۳۷/۶) و *ke1-40* (۲۱/۶) و *chandler* (۲۲/۶) کمترین درصد خسارت را داشته اند. از نظر خسارت یخ زدگی بهاره، *ke-122* بیشترین درصد (۳۵/۳) و *kh1-nad* کمترین درصد خسارت (۵/۷) را داشتند. در هیچ یک از منحنی های اگزوترمیک، اگزوترم دمای پایین (LTE) مشاهده نشد. همچنین نقاط یخ زدگی در منحنی های اگزوترمیک در آخر بهار (اگزوترم خرداد) نسبت به آخر زمستان (اگزوترم اسفند) پایین تر بود. به نظر می رسد مکانیسم های اجتناب و تحمل به یخ زدگی در گردو با فصول، تغییر می کنند.

کلمات کلیدی: یخ زدگی، الگوهای اگزوترمیک، گردو

مقدمه:

گردو گیاهی از خانواده ژوگلانداسه و جنس ژوگلانس است. این جنس دارای ۲۱ گونه می باشد که همگی خزان دار و دارای میوه خوراکی هستند. مهمترین گونه از نظر میوه، گردوی ایرانی است که گونه غالب خانواده ژوگلانداسه می باشد. با وجود اینکه در حال حاضر امکان تولید نهال های پیوندی بوجود آمده است اما انتخاب ارقام و پایه های مناسب که همه صفات مطلوب را داشته باشند از مهمترین اولویت ها است. یکی از این صفات، اجتناب یا تحمل سرما و یخبندان به خصوص در فصل بهار است. تعدادی از محققین در مطالعه یخ زدگی بافت های گیاهی به ویژه سلول های پارانشیم اشعه آوند چوبی<sup>۳۹</sup> (XRPC)، با استفاده از روش<sup>۴۰</sup> DTA منحنی های اگزوترمیک را بررسی نمودند (Fujikawa, 1996; Kuroda, 2003; Karlson, 2004).

مواد و روش ها:

در این تحقیق تعداد ۱۷ توده بذری شامل ۱۴ ژنوتیپ و ۳ رقم گردو از مناطق کرمان، خراسان، آذربایجان شرقی و کرج در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، ایستگاه طرق مشهد از سال ۸۹-۸۶ مورد بررسی و مقایسه قرار گرفتند. درصد خسارت های مربوط به یخبندان بهاره و زمستانه از طریق اندازه گیری طول ساقه خسارت دیده پس از وقوع خسارت یخبندان بهاره و یخبندان شدید و نادر در زمستان ۱۳۸۶ محاسبه گردید. برای تعیین نقطه یخ زدگی نمونه های ساقه در شرایط آزمایشگاه، با استفاده از روش DTA به منظور تعیین الگوی اگزوترم اقدام شد. تعیین نقطه یخ زدگی با نمونه گیری از ساقه یکساله گردو در اسفند قبل از باز شدن جوانه ها و پایان دوره خوگیری (اگزوترم اسفند) و همچنین در خرداد در دوره رشد و شرایط عدم خوگیری (اگزوترم خرداد) انجام گردید. نمونه ها

5- Xylem Ray Parenchyma Cells (XRPC)

6- Differential Thermal Analysis (DTA)

در کیسه پلاستیکی جمع آوری و به آزمایشگاه منتقل شد و تا آماده سازی آنها برای انجام آزمایش در دمای حدود ۵ درجه سانتیگراد نگهداری گردید.

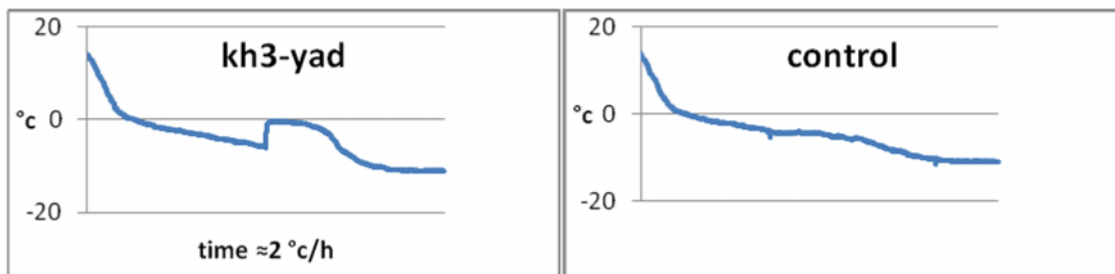
### نتایج و بحث:

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که ژنوتیپ های مختلف گردو از نظر خسارت سرمای بهاره، خسارت سرمای زمستانه و بررسی آگزوترم در شرایط نزدیک به بیدار شدن جوانه (اسفند ماه) دارای اختلاف معنی دار در سطح یک درصد می باشند اما از نظر بررسی آگزوترم در خرداد ماه تفاوت معنی دار را نشان ندادند. به منظور گروه بندی ژنوتیپ ها از نظر صفات مورد بررسی، مقایسه میانگین ها به روش آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد. مقایسه میانگین ها نشان داد که ژنوتیپ ke122 از نظر درصد خسارت سرمای بهاره، بیشترین درصد (۳۵/۳) و ژنوتیپ kh1-nad کمترین درصد خسارت (۵/۷) را داشته اند. ژنوتیپ ke122 از استان کرمان (استان جنوبی) از نظر رشد شاخه، تعداد روزنه و درصد شکوفایی برگ بیشترین مقادیر و از نظر درصد خزان برگ در هر دو سال کمترین مقادیر را داشته است و ژنوتیپ kh1-nad از استان خراسان رضوی (استان شمالی) انتخاب شده اند و با عنایت به خصوصیات فنولوژیکی و مورفولوژیکی این ژنوتیپ ها، این نتیجه قابل توجهی می باشد و با تحقیقات Hemery and Russell, 2006; Diaz et al., 2006 مقایسه میانگین ها برای ژنوتیپ ها نشان داد که رقم Ronde de Montignac از نظر درصد خسارت یخ زدگی زمستانه، بیشترین درصد (۳۷/۶) و ژنوتیپ ke1-40 (۲۱/۶) و رقم chandler (۲۲/۶) کمترین درصد خسارت را داشته اند. با توجه به اینکه رقم Ronde de Montignac طبق نتایج حاصل از بررسی صفات فنولوژیکی و مورفولوژیکی از نظر قطر تنه، رشد شاخه، تعداد روزنه، درصد شکوفایی برگ در هر دو سال و ارتفاع نهال در سال دوم (۱۳۸۸) که سال بهتری برای تمایز توده های مختلف از نظر این صفت می باشد، دارای کمترین مقادیر است. نتایج حاصل از این تحقیق با تحقیقات Casal et al., 2003; Fady et al., 2006; Poirier et al., 2006; مقایسه میانگین ها نشان داد که ژنوتیپ kh1-nad از نظر نقطه یخ زدگی (HTE یا آگزوترم دمای بالا) در بافت XRPC، بالاترین نقطه یخ زدگی ( $-0.87^{\circ}\text{C}$ ) و ژنوتیپ kev-11 ( $-3.40^{\circ}\text{C}$ ) پایین ترین نقطه یخ زدگی را داشته اند. از نظر نقطه یخ زدگی (HTE یا آگزوترم دمای بالا) در بافت XRPC در اواخر خرداد، ژنوتیپهای ke1-40 ( $-4.86^{\circ}\text{C}$ )، ke122 ( $-5^{\circ}\text{C}$ ) و az-s1 ( $-5^{\circ}\text{C}$ ) بالاترین نقطه یخ زدگی و ژنوتیپ kh3-yad ( $-6.03^{\circ}\text{C}$ ) پایین ترین نقطه یخ زدگی را داشته اند. در این تحقیق، دمای آگزوترم در زمان خرداد در ژنوتیپ های گردو نسبت به دمای آگزوترم در اسفند پایین تر بود و به نظر می رسد که تفاوت در مکانیسم های مقابله با سرما و یخ زدن در دو زمان اسفند و خرداد این نتایج را توجیه می کند. در اسفند که نهال در شرایط از دست دادن خوگیری است، با مکانیسم اجتناب و سوپرکولینگ با یخ زدگی مقابله می کند که توانایی آن برای گردو توسط Ameglio et al., (1999) مورد تایید قرار گرفته است. همچنین آنها اشاره کردند که مقاومت به یخ زدگی در گردو با وضعیت ذخیره کربوهیدرات همبستگی دارد. به نظر می رسد که گردو قبل از ورود به شرایط خوگیری که از اوایل پاییز آغاز می شود، در تابستان مقدمات لازم برای افزایش غلظت مواد و ذخیره کربوهیدرات را فراهم می آورد چرا که تجمع قند در زمستان تحمل به یخ زدگی را افزایش می دهد (Ameglio et al., 2004; Guy, 2003). با توجه به منحنی های حاصل از تعیین نقطه یخ زدگی در دو زمان نیمه اسفند و آخر خرداد با استفاده از روش DTA در این تحقیق، مشخص می شود که با وجود کاهش تدریجی دما با افت تقریبی دو درجه در ساعت و کاهش دما تا نزدیک به دمای  $-30^{\circ}\text{C}$ ، ژنوتیپ ها و ارقام مورد مطالعه تنها آگزوترم دمای بالا (HTE) را نشان دادند و به صورت واضح و مشخص هیچ اثری از آگزوترم دمای پایین (LTE) را به نمایش نگذاشتند.

جدول ۱: تجزیه واریانس صفات مرتبط با یخ زدگی توده های مختلف گردو در طبیعت و آزمایشگاه در ایستگاه تحقیقاتی

منابع تغییر	درجه آزادی	خسارت یخ زدگی بهاره	خسارت یخ زدگی زمستانه	اگزوترم اسفند	اگزوترم خرداد
بلوک	۲	۶/۸۵۳	۴۰/۲۸۶**	۰/۰۵۲	۰/۰۷۶
ژنوتیپ	۱۶	۱۵۱/۱۸۸**	۵۴/۹۶۴**	۱/۵۶۶**	۰/۳۰۲
خطا	۳۲	۳/۲۶۶	۷/۷۳۴	۰/۱۳۹	۰/۱۹۲
(%)C.V.		۱۳/۱	۱۰/۰	۱۷/۸	۸/۱۰

مشهد



شکل ۱: منحنی اگزوترمیک (خرداد) در ژنوتیپ kh3-yad و شاهد.

منا

- Améglio T. 2004. Temperature effects on xylem sap osmolarity in walnut trees: evidence for a vitalistic model of winter embolism repair. *Tree Physiology* 24: 785–793
- Fujikawa S, Kuroda K, Ohtani J (1996) Seasonal changes in the low temperature behaviour of xylem ray parenchyma cells in red osier dogwood (*Cornus sericea* L.) with respect to extracellular freezing and supercooling, *Micron* 27: 181-191
- Guy CL. 2003. Freezing tolerance of plants: current understanding and selected emerging concepts. *Canadian Journal of Botany – Revue Canadienne de Botanique* 81: 1216-1223.
- Karlson, D.T., Q.Y. Xiang, V.E. Stirm, A.M. Shirazi, and E.N. Ashworth. 2004. Phylogenetic analyses in *Cornus* substantiate ancestry of xylem supercooling freezing behavior and reveal lineage of desiccation related proteins. *Plant Physiol.* 135: 1654-1665.

### Abstract

In order to evaluation of freezing tolerance in different walnut genotypes by winter and spring freeze damage(%) in field and freezing point detection at March and June laboratory(exotherm), an experiment was conducted with a randomized complete block design with three replications for 14 domestic and 3 walnut cultivars in khorasan razavi agriculture and natural resources research center during 2007-2009. Analysis of variance showed that walnut genotypes in case of spring and winter freeze damage(%) and exotherm temperature at de-acclimation phase (March, 2008) there was a significant differences ( $p < 0.01$ ) but in case of exotherm temperature at summer(June, 2008), there was not a significant between different walnut populations. Results of mean comparison showed that in case of winter freeze damage(%) "Ronde de Montignac"(37.6%) had highest and "ke-1-40"(21.6%) and "chandler"(22.6%) had lowest damages but in case of spring freeze

damage(%)” ke-122”(35.3%) was the highest and ‘kh<sub>1</sub>-nad”(5.7%) was the lowest. There was no LTE (low temperature exotherm) in any of exothermic patterns. Also, freezing points of exotherm in June was lower in comparison with March. It seems that freezing avoidance and tolerance mechanisms changed with seasons in walnut.

**Key words:** freezing, exothermic pattern, walnut