

Quercus brantii var. *persica* (Jaub. & Spach) Zohary

محمد متینی‌زاده^۱، سودابه علی احمد کروری^۱، مصطفی خوشنویس^۱، مریم تیموری^۱ و ورنر پرازنیک^۲

۱- اعضای هیأت علمی مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، پست الکترونیک: matini@riff-ac.ir

۲- استاد دانشگاه منابع طبیعی و علوم زیستی (Boku) وین، اتریش.

تاریخ دریافت: ۸۵/۳/۸ تاریخ پذیرش: ۸۵/۵/۱۰

چکیده

بلوط ایرانی *Quercus brantii* var. *persica* یکی از ارزشمندترین گونه‌های درختی است که در مناطق غربی ایران به فراوانی گسترش دارد. این گونه به شرایط سخت محیطی مانند زمستانهای سرد، تابستانهای گرم، دوره خشکی طولانی و ارتفاع زیاد سازگار است. برای دستیابی به روند برخی تغییرات و الگوهای فیزیولوژیکی مؤثر برای حضور بلوط در شرایط محیطی خود، یک منطقه به نسبت دست‌نخورده (بکر) در استان چهارمحال و بختیاری انتخاب گردید و در یک دوره یکساله، تغییرات کربوهیدراتهای غیرساختمانی با روشهای آنزیمی و تغییرات کیفی آمیلاز با استفاده از الکتروفورز (با ژل ترکیبی پلی آکریل آمید و نشاسته) بررسی شد. نتایج نشان داد که غلظت کربوهیدراتهای محلول (گلوکوز، فروکتوز و ساکاروز) در اسفند (قبل از باز شدن جوانه‌ها) بیش از دی بود. غلظت گلوکوز و فروکتوز پس از باز شدن جوانه‌ها و ظهور برگها افزایش یافت و این روند تا بعد از دوره خشکی (شهریور) ادامه داشت. درحالی‌که در همین دوره زمانی از مقدار ساکاروز و نشاسته به آرامی کاسته شد. پس از پایان تابستان و کاهش دمای محیط مقدار کل کربوهیدراتهای غیر ساختمانی در آبان افزایش یافت. در دی میزان نشاسته خیلی کم ولی میزان کربوهیدراتهای محلول زیاد بود. نتایج نشان داد که درختان بلوط برای فراهم کردن انرژی لازم برای انجام فرایندهای متابولیسمی خود در زمستانهای سرد و تابستانهای خشک از ذخایر قندی خود استفاده می‌کنند. مقدار کل کربوهیدراتهای ساختمانی از ۱۸/۵ تا ۳۷/۲۵ میلی‌گرم در گرم وزن خشک متغیر بود. تغییرات فصلی آمیلاز با تغییرات غلظت قندهای گلوکوز و نشاسته در دوره بررسی مطابقت نشان داد.

واژه‌های کلیدی: کربوهیدراتهای غیرساختمانی، آمیلاز، تغییرات فصلی، بلوط ایرانی.

مقدمه

ابراهیمی، ۱۳۸۲). از خصوصیات بارز این گونه مقاومت به دماهای بالا و پایین است. کربوهیدراتها کاربردهای فراوانی در درختان دارند. این مواد انرژی لازم را برای انجام فرایند تنفس در زمستان فراهم می‌کنند (Ögren, 2000)، انرژی گسترده‌ای را هنگام رویش برگها و شاخه‌های تازه و نیز در زمان سازگار شدن درخت به کمبود آب در خاک، مقاومت در برابر تهاجم عوامل بیماریزا و علفخوارها (Wargo, 1981; Oren et al., 1988; Dunn et al., 1990; Canham et al., 1999)

در میان گونه‌های بلوط حاضر در جنگلهای زاگرس، گونه برودار *Quercus brantii* var. *persica* از پراکنش بیشتر و گسترده‌تری به‌ویژه در زاگرس جنوبی برخوردار است. این گونه بلوط از حداقل ارتفاع ۴۵۰ متر از سطح دریا تا حداکثر ۲۶۰۰ متر از سطح دریا رویش دارد. اغلب در خاکهایی با منشأ تشکیلات آهکی و pH قلیایی فاقد آبشویی، آهک و رس استقرار یافته‌است (جزیره‌ای و

در *Q. brantii var. persica* در یک رویشگاه طبیعی و به نسبت دست‌نخورده (بکر) و در منطقه‌ای با ارتفاع ۲۱۰۰ متر بالاتر از سطح دریا بوده است تا ضمن بدست آوردن اطلاعات درباره تغییرات فصلی برخی متابولیت‌های مؤثر در فیزیولوژی درختان بلوط، چگونگی پاسخ بلوط به شرایط اقلیمی زیستگاهش نیز بررسی گردد.

مواد و روشها

این بررسی در رویشگاه بلوط منج (Monj) در ۲۱ کیلومتری لردگان در استان چهارمحال و بختیاری انجام گرفته است. منطقه نمونه برداری به نسبت دست‌نخورده (بکر) بوده و ارتفاع آن ۲۰۶۵ متر بالاتر از سطح دریاست. ریزش برف و باران از اواسط پاییز شروع و تا بهار ادامه می‌یابد. اردیبهشت تا آبان ماه‌های خشک سال محسوب می‌شوند. متوسط بارندگی منطقه بین سالهای ۱۳۷۴ تا ۱۳۸۳، ۵۲۰ میلی‌متر و میانگین دما در این زمان ۱۷/۷ درجه سانتیگراد بوده است. میانگین کمینه و بیشینه دما به ترتیب ۵/۹ و ۲۳ درجه سانتیگراد بوده است. از درختان بلوط منطقه مطالعاتی ۱۲ پایه (شامل ۶ پایه شاخص و ۶ پایه غیرشاخص) با قطر برابر سینه ۲۵-۳۵ سانتیمتر انتخاب شدند. در یک دوره ریشی در ماه‌های اسفند، اردیبهشت، تیر، شهریور، آبان و دی از سالهای ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲، از شاخه‌های تازه درختان انتخاب شده نمونه برداری انجام گرفت.

برای اندازه‌گیری کربوهیدراتها ۲۰۰ میلی‌گرم نمونه شاخه که به صورت پودر در آمده بود استفاده شد. در ابتدا برای حذف ترکیب‌های فنلی و رنگدانه‌های موجود در نمونه ۳ میلی‌لیتر استن به هر نمونه اضافه شد. با استفاده از یک همزن و به مدت ۳۰ دقیقه عمل همزدن انجام شد.

(Barbaroux & Breda, 2002) و همچنین در پاسخ به تنش‌زاهای محیط (Larcher and Thomaser-Thin, 1988; Alberdi et al., 1989; Amundson et al., 1995; Kontunen-Soppela et al., 2001; Grulke et al., 2002) تأمین می‌کند. تغییرات فصلی میزان ذخیره کربوهیدراتها در نهالها (McLaughlin et al., 1980; Bonicel et al., 1987; Höll, 1997) و درختان میوه (Scholefield et al., 1960; Priestley, 1960) بررسی شده است (Yoshioka et al., 1988; 1985).

تغییرات فصلی کربوهیدراتهای غیرساختمانی در ساقه چوبی از خصوصیات درختان خزان کننده مناطق معتدل بوده که برای باز شدن جوانه‌ها و افزایش سطح برگها به مقدار کربن فراوان نیاز دارند (Dubroca, 1983; Sauter & Van Cleve, 1994; Ashworth et al., 1993; Gansert & Sprick, 1998).

(Barbaroux & Ashworth et al., 1993)

(Breda, 2002).

آمیلازا آنزیم‌هایی هستند که مولکولهای نشاسته را به الیگوساکاریدها و پلیمرهای کوچک متشکل از گلوکوز هیدرولیز می‌کنند (Windish & Mhrate, 1965). آمیلازاها به دو گروه اصلی اندو و اگزوآمیلازا تقسیم می‌شوند. اندوآمیلازاها مولکول نشاسته را در نقاط مختلف به صورت تصادفی هیدرولیز کرده و باعث تشکیل الیگوساکاریدهای خطی و منشعب با طول متفاوت می‌شوند. اگزوآمیلازاها مولکول نشاسته را از انتهای غیراحیاکننده آن می‌شکنند و محصولاتی با طول کم به وجود می‌آورند. در گیاهان آلفا-آمیلاز به هنگام نیاز بالای گیاه به انرژی (باز شدن جوانه‌ها، وجود تنش و در طول زمستان) و یا در زمان فقدان و یا کاهش فعالیت سیستم فتوسنتز نشاسته را هیدرولیز کرده و کربوهیدراتهای کوچک تولید می‌نماید. هدف از انجام این بررسی مطالعه تغییرات غلظت کربوهیدراتهای مختلف و مشاهده الگوی تغییرات آمیلاز

الکتروفورز استفاده شد. ایزوفرمهای آمیلاز در ژلی متشکل از ۲۰٪ آکریل آمید و ۴٪ نشاسته جدا شدند. ولتاژ و شدت جریان بکار رفته ۳۰۰ ولت و ۱۰۰ میلی آمپر و مدت زمان الکتروفورز حدود ۴ ساعت بود. پس از اتمام الکتروفورز، ژلها برای یک شب در بافر استات (با pH برابر ۵ و دارای ۰/۱۴۷٪ سدیم کلرید) در ۳۷ درجه سانتیگراد قرار گرفته و سپس در محلولی متشکل از متانول، آب مقطر و استیک اسید (به نسبت ۵، ۵، ۱) و در دمای اتاق قرار گرفتند. پس از ۳-۴ ساعت باندهای شفاف ایزوآمیلز در زمینه سفید رنگ ژل ظاهر و کامل شدند.

تأثیر شرایط درخت (شاخص و غیرشاخص بودن) بر مؤلفه‌های اندازه‌گیری شده با استفاده از تجزیه واریانس (ANOVA) بررسی شد. نتایج نشان داد که شاخص و غیرشاخص بودن درخت تأثیر و یا واکنش متقابل قابل ملاحظه بر مؤلفه‌های اندازه‌گیری شده نداشتند در نتیجه برای تحلیل نتایج هر عامل، از میانگین ۱۲ درخت با نرم‌افزار Minitab برای دانستن اختلاف میانگین ها در ماههای مختلف در سطوح ۱ و ۵ درصد استفاده گردید.

نتایج

کربوهیدراتهای محلول در آب (گلوکوز، فروکتوز و ساکاروز) در شاخه‌های بلوط هر دو ماه یکبار از اسفند ۱۳۸۱ تا دی ۱۳۸۲ با روش آنزیمی اندازه‌گیری شدند. مقادیر گلوکوز، فروکتوز و ساکاروز در شکل ۱ و جدول ۱ نشان داده شده‌است. نتایج نشان می‌دهد که مقدار کربوهیدراتها در طول سال متغیر است. با توجه به تحرک و تجمع ساکاروز و گلوکوز/فروکتوز قبل و در طول دوره نوری، مقادیر بیشتری از این قندها قبل از باز شدن جوانه‌ها در شاخه وجود داشت. کمترین مقدار این ترکیبها در اردیبهشت و تیر بود که درخت در حداکثر فعالیت فتوسنتزی و سایر فعالیت‌های گیاه مانند افزایش سطح برگها

پس از سانتریفوژ نمونه، محلول رویی حذف شد. اضافه کردن استن، همزدن، سانتریفوژ و حذف محلول رویی دو مرتبه دیگر تکرار شد تا رنگدانه‌ها و ترکیبهای فنلی به‌طور کامل حذف شوند. رسوب بدست آمده در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد خشک شد. نشاسته و کربوهیدراتهای محلول با استفاده از آب داغ (۹۰ درجه سانتیگراد) در مدت ۲ ساعت استخراج شدند. پس از سانتریفوژ نمونه‌ها از محلول رویی برای اندازه‌گیری قندهای مختلف استفاده شد. برای تعیین مقدار گلوکوز از آنزیمهای هگزوکیناز و گلوکوز ۶- فسفات دهیدروژناز؛ فروکتوز از فسفوگلوکوز ایزومراز، هگزوکیناز و گلوکوز ۶- فسفات دهیدروژناز و ساکاروز از فروکتوزیداز، هگزوکیناز و گلوکوز ۶- فسفات دهیدروژناز استفاده شد (Boehringer, 1984). مقدار هر کدام از آنها بر اساس آزاد سازی NADPH و خواندن مقدار جذب نوری آن در طول موج ۳۴۰nm اندازه‌گیری شدند. برای سنجش مقدار نشاسته ابتدا با استفاده از آنزیم آمیلوگلوکوزیداز (EC 3.2.1.3) در بافر سترات با pH برابر ۵ و در دمای ۵۵ درجه سانتیگراد به مدت ۱۵ دقیقه عمل هیدرولیز نشاسته انجام شد و سپس مقدار گلوکوز آزاد شده (مانند شرح بالا) و در نتیجه مقدار نشاسته اندازه‌گیری شد.

()

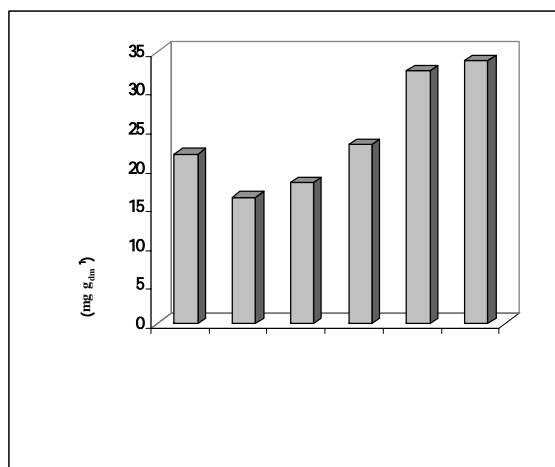
ایزوفرمهای آمیلاز با الکتروفورز و ژل ترکیبی پلی آکریل آمید و نشاسته (Ebermann & Stich, 1982) جداسازی شدند. نمونه‌های شاخه خرد و آمیلاز با استفاده از محلول عصاره‌گیری (2 g L^{-1} تریس، $3/8 \text{ g L}^{-1}$ دی‌سدیم تترابورات، 2 g L^{-1} آسکوربیک اسید، $3/6 \text{ g L}^{-1}$ سدیم کلرید، 2 g L^{-1} اتیلن دی امین تتر استات (دی سدیم) و 50 g L^{-1} پلی اتیلن گلیکول (۲۰۰۰) با pH برابر ۷/۶ استخراج شد. نمونه‌های عصاره‌گیری شده پس از ۴۸ ساعت قرارگرفتن در یخچال، سانتریفوژ (3500 rpm) به مدت ۲۰ دقیقه) شده و از مایع رویی آنها برای

از نشاسته نیز چرخه مشابهی از حرکت و تجمع مقدار در طول یک سال رویشی مشاهده شد (شکل ۵ و جدول ۱). کمترین مقدار نشاسته در اسفند یعنی در مراحل آخر توسعه جوانه‌ها و قبل از باز شدن آنها مشاهده شد. در ماههای بعدی از اردیبهشت تا تیر و همزمان با افزایش سطح برگها و بالا بودن میزان فتوسنتز، نشاسته به میزان بیشتری در شاخه‌ها متراکم شده‌است. در تیر میزان نشاسته حداکثر بوده و به ۳/۲۵ میلی‌گرم در گرم وزن خشک می‌رسد. میزان نشاسته در شهریور در مقایسه با تیر کاهش می‌یابد که این روند نزولی در ماههای بعدی نیز مشاهده می‌شود که علت آن تبدیل نشاسته به ساکاروز در روند تولید انرژی پس از ریزش برگها در پاییز و زمستان است.

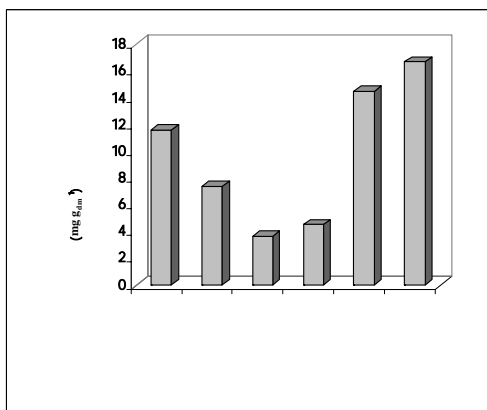
در اوج خود بود. میزان گلوکوز موجود در شاخه‌ها از اسفند تا اردیبهشت تفاوت چشمگیری ندارد (شکل ۲ و جدول ۱) اما در تیر و شهریور مقدار آن افزایش یافته (حدود ۱۰ میلی‌گرم در گرم وزن خشک) و در دی کاهش می‌یابد. مقدار فروکتوز در اردیبهشت با کاهش نسبت به اسفند روپروست (شکل ۳ و جدول ۱) و روند تغییرات آن در ماههای بعد تا حدودی مانند فروکتوز است. میزان تحرک قند ساکاروز از ۱۲ میلی‌گرم در گرم وزن خشک در اسفند به ۳ میلی‌گرم در گرم وزن خشک در ماههای تیر و شهریور کاهش یافت (شکل ۴ و جدول ۱). پس از ریزش برگها در آبان افزایش تجمع ساکاروز در شاخه‌ها مشاهده شد، اما مقدار آن در تمام طول زمستان ثابت بود.

جدول ۱- مقایسه میانگین قندهای آزمایش شده در ماههای مختلف

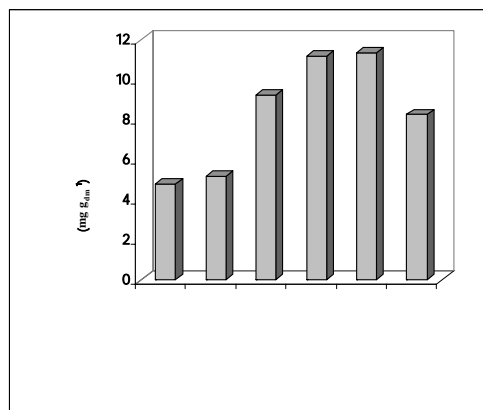
/ ns	/ **	/ **	/ *	/ **	/ **
/ **	/ ns	/ ns	/ **	/ ns	/ **
/ *	/ ns	/ **	/ **	/ **	/ **
/ *	/ **	/ ns	/ **	/ **	/ ns
/ ns	/ *	/ ns	/ **	/ ns	/ **



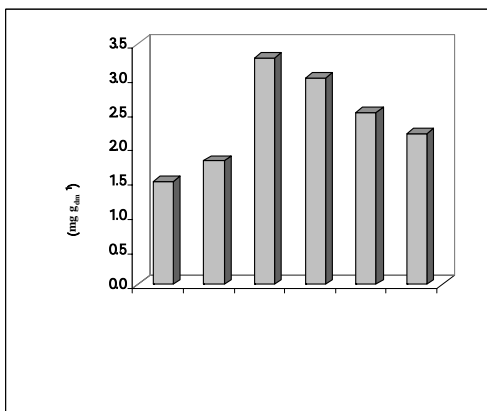
شکل ۱- تغییرات فصلی مقدار کربوهیدراتهای محلول (گلوکوز، فروکتوز و ساکاروز) در شاخه‌های جوان برودار (هر ستون میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده برای ۱۲ درخت).



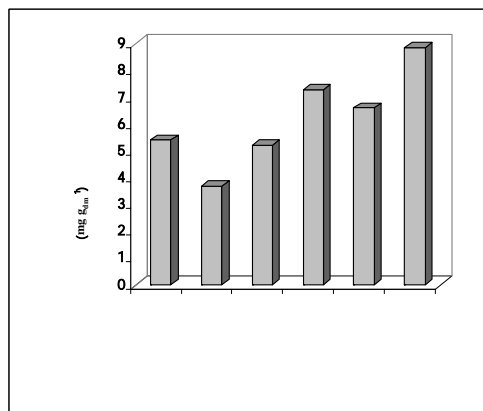
شکل ۴- تغییرات فصلی مقدار ساکاروز در شاخه‌های جوان برودار (هر ستون میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده برای ۱۲ درخت).



شکل ۲- تغییرات فصلی مقدار گلوکوز در شاخه‌های جوان برودار (هر ستون میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده برای ۱۲ درخت).



شکل ۵- تغییرات فصلی مقدار نشاسته در شاخه‌های جوان برودار (هر ستون میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده برای ۱۲ درخت).



شکل ۳- تغییرات فصلی مقدار فروکتوز در شاخه‌های جوان برودار (هر ستون میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده برای ۱۲ درخت).

دوباره افزایش یافته و در طول پاییز و زمستان همچنان بالا می‌ماند تا کمبود فرایند فتوسنتز جبران گردد.

PAGE

تغییرات کیفی آمیلاز در طول یک سال رویشی با روش PAGE در شکل ۶ آورده شده است. قبل از باز شدن جوانه‌ها و در زمان تشکیل آوندهای جدید، فعالیت این آنزیم به دلیل تقاضای زیاد برای تجزیه نشاسته به گلوکوز بالاست. پس از شروع فرایند فتوسنتز در اردیبهشت میزان فعالیت آمیلاز به شدت کاهش می‌یابد. در طول دوره خشکی (تیر تا شهریور)، فعالیت این آنزیم

(33 mg g dm^{-1}) بوده‌است. این مصرف فراوان به دلیل تولید آوندهای چوبی اولیه پیش از بازشدن جوانه‌هاست. این نتایج با یافته‌های (Barbaroux & Breda, 2002) در بلوط سیسیلی (*Q. petraea*) مطابقت دارد، اما غلظت کربوهیدراتها با یکدیگر متفاوت بوده‌است. به نظر می‌رسد که تفاوت‌های آب و هوایی و شرایط سخت رویشگاه باعث چنین تفاوت‌هایی در فعالیتهای متابولیسمی آن می‌شود.

نشاسته در شرایط پرتنش محیطی (Larcher & Amundson *et al.*, 1995; Thomaser-Thin, 1988) و آب و هوایی (Kontunen; Meletiyou-Christou *et al.*, 1998) و هوا (Soppela *et al.*, 2002) به راحتی به کربوهیدراتهای محلول تبدیل می‌شود. پس از باز شدن جوانه‌ها، گسترش برگها، افزایش فعالیت فتوسنتز و شروع دوره خشکی غلظت گلوکوز و فروکتوز به شکل مداوم تا شهریور افزایش می‌یابد. اما در همین محدوده زمانی غلظت ساکاروز و نشاسته به آرامی کاهش می‌یابد که این نتایج با یافته‌های برخی محققان دیگر مطابقت دارد (Latt *et al.*, 2001). ضمن آنکه در برخی گزارشها آمده‌است که غلظت ساکاروز و نشاسته به سرعت کاهش یافته و حتی به صفر می‌رسد، در حالی که غلظت گلوکوز و فروکتوز در پاسخ به دوره خشکی به شکل چشمگیری افزایش می‌یابد (Keller & Ludlow, 1993; Lawlor & Cornic, 2002). با پایان یافتن تابستان و کاهش دما و همزمان با کمبود رطوبت در خاک، مقدار کل کربوهیدراتهای غیرساختمانی در آبان کاهش می‌یابد. به نظر می‌رسد که فتوسنتز و به دنبال آن متابولیسم درختان پس از پایان دوره خشکی دوباره فعال شده و باعث ادامه رشد می‌شود. گزارش شده‌است که در بلوط، راش و تعداد دیگری از گونه‌های درختی، در زمان کمبود آب در خاک بخش بزرگی از کربن تثبیت شده به کربوهیدراتهای غیرساختمانی ذخیره تبدیل می‌شود.

(Dickson, 1991; Barbaroux & Breda, 2002). در دی میزان نشاسته کم، اما مقدار کربوهیدراتهای محلول (گلوکوز، فروکتوز و ساکاروز) افزایش یافت که



شکل ۶- تغییرات کیفی آمیلاز در شاخه‌های جوان برودار در ماههای اسفند (۱)، اردیبهشت (۲)، تیر (۳)، شهریور (۴)، آبان (۵) و دی (۶) در سالهای ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲.

بحث

مطالعات کمی در مورد تغییرات فصلی کربوهیدراتها در درختان پهن‌برگ در شرایط طبیعی زیست آنها انجام شده‌است. تغییرات فصلی در میزان کل کربوهیدراتهای غیرساختمانی در ساقه‌ها از ویژگیهای درختان برگ‌ریز نواحی معتدله است، زیرا عواملی از قبیل باز شدن جوانه‌ها و افزایش سطح برگها به کاهش شدید کربن منجر می‌شود (Sauter & Ashworth *et al.*, 1993; Dubroca, 1983; Latt *et al.*; Gansert & Sprick, 1988; Van Cleve, 1994; Bonhomme *et al.*, 2005; *al.*, 2001).

در گونه‌هایی مانند بلوط که تمام آوندهای چوبی اولیه در اثر سرمازدگی ناشی از فصل سرما مسدود می‌شوند تولید آوندهای چوبی بزرگ اولیه قبل از تشکیل برگها برای هدایت جریان آب ضروری است (Dougherty *et al.*, 1979; Bréda *et al.*; Hinckley & Lassoie, 1981). نتایج این مطالعه نشان داد که غلظت کربوهیدراتهای محلول (گلوکوز، فروکتوز و ساکاروز) در اسفند (23 mg g dm^{-1}) کمتر از دی

در این مقاله برای اولین بار تغییرات کربوهیدراتها و ارتباط آنها با تغییرات فصلی آلفا-آمیلاز در *Q. brantii* در رویشگاه طبیعی آن در ارتفاع ۲۱۰۰ متر بالاتر از سطح دریا گزارش شده است.

سیاسگزاری

این پژوهش با حمایت مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور و مرکز بین‌المللی همکاریهای آموزشی و تحقیقاتی اتریش انجام شده است. علاوه بر این لازم است تا از زحمات همکاران گرامی در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی چهار محال و بختیاری آقایان مهندس جهانبازی و مهندس ایرانمنش و همچنین از خانمها مهندس منوچهری و دکتر ذوالفقاری برای یاری کردن در انجام این پژوهش تشکر گردد.

منابع مورد استفاده

- جزیره‌ای، م.ح. و ابراهیمی رستاقی، م.، ۱۳۸۲. جنگل‌شناسی زاگرس. انتشارات دانشگاه تهران. شماره ۲۶۳۳، ۵۶۰ صفحه.
- Alberdi, M., Meza-Basso, L., Fernandez, J., Rios, D. and Romero, M. 1989. Seasonal changes in carbohydrate content and frost resistance of leaves of *Nothofagus* species. *Phytochemistry* Vol. 28: 759-763.
- Amundson, R.G., Kohut, R.J. and Laurence, J.A. 1995. Influence of foliar N on foliar soluble sugars and starch of red spruce saplings exposed to ambient and elevated levels of ozone. *Tree Physiology* 15:167-174.
- Ashworth, E.N., Stirm, V.E. and Volenec, J.J. 1993. Seasonal variations in soluble sugars and starch within woody stems of *Cornus sericea* L. *Tree Physiology* 13: 379-388.
- Barbaroux, C., and 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.
- Boehringer, S.A. 1984. Methods of enzymatic food analysis using single reagents. Boehringer Mannheim GmbH Mannheim Germany, 79 p.
- Bonicel, A., Haddad, G. and Gagnaire, J. 1987. Seasonal variations of starch and major soluble sugars in the different organs of young poplars. *Plant Physiol. Biochem.* 25: 451-459.
- Bonhomme, M., Rageau, R., Lacoite, A. and Gendraud, M. 2005. Influences of cold deprivation

وظیفه تأمین انرژی را برای انجام فرایندهای متابولیسمی در گیاهان در طول دوره سرما و زمستانهای سخت به عهده دارند. در مجموع، غلظت نشاسته محلول در *Quercus brantii* در مقایسه با سایر گونه‌های بلوط و سایر گونه‌های چوبی خیلی بالا نیست. به نظر می‌رسد که دلیل کم‌بودن غلظت نشاسته محلول در این گونه، تثبیت آن به شکل نشاسته غیرمحلول و یا ذخیره آن در قسمتهای مختلف گیاه است (Kramer & Kozlowski, 1979; Kozlowski, 1996).

وجود آمیلاز در متابولیسم کربوهیدراتها در گیاهان اهمیت دارد. آلفا-آمیلاز با تجزیه کربوهیدراتهای ذخیره‌ای مانند نشاسته، انرژی و واحدهای ساختمانی لازم برای ترکیبهای سلولی مانند الیگوساکاریدها و گلوکوز را فراهم می‌نماید (Windish & Mharte, 1965).

مشاهده فعالیت آلفا-آمیلاز بر روی ژل ترکیبی آکریل امید و نشاسته نشان داد که فعالیت آن در طول سال متغیر است. در اسفند و قبل از بازشدن جوانه‌ها، انرژی مورد نیاز برای گیاه فقط از طریق تجزیه نشاسته تأمین می‌شود و به همین دلیل میزان فعالیت آمیلاز بالاست. فقدان باند آمیلاز در ژل در اردیبهشت که فعالیت فتوسنتزی گیاه بالاست نشان می‌دهد که انرژی و نشاسته مورد نیاز گیاه توسط فرایند فتوسنتز تأمین می‌شود. در طی دوره خشکی (تیر و شهریور)، نشاسته تجزیه‌شده توسط آمیلاز کمبود انرژی ناشی از کاهش فرایند فتوسنتز را جبران می‌نماید. بیشترین فعالیت آلفا-آمیلاز بر روی ژل نشاسته در آغاز فصل زمستان مشاهده شد. این یافته‌ها با گزارشهای دیگر در مورد گونه‌های درختی دیگر مطابقت دارد (Ebermann & A. A. Korori, 1991; Stich, 1982). تغییرات فصلی آلفا-آمیلاز با تغییر غلظت نشاسته و گلوکوز در بلوط در طی دوره مطالعه‌شده مطابقت داشت. در زمستان با افزایش فعالیت آلفا-آمیلاز میزان نشاسته کاهش و میزان گلوکوز افزایش یافته است.

- Kontunen-Soppela, S., Lankila, J., Lähdesmäki, P. and Laine, K. 2002. Response of protein and carbohydrate metabolism of Scots pine seedlings to low temperature. *Journal of Plant Physiology* 159: 175-180.
- Kozłowski T.T. 1996. *Physiology of woody plants*. Academic Press. 366 p.
- Kramer P.J. and Kozłowski T.T. 1979. *Physiology of woody plants*. Academic Press London, 811 p.
- Larcher, W. and Thomaser-Thin, W. 1988. Seasonal changes in energy content and storage patterns of Mediterranean sclerophylls in a northernmost habitat. *Acta Oecologia* 9: 271-283.
- Latt, C.R., Nair, P.K.R. and Kang, B.T. 2001. Reserve carbohydrate cycles in the boles and structural roots of five multipurpose tree species. *Forest Ecology and Management* 146: 145-158.
- Lawlor, D.W. and Cornic, G. 2002. Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants. *Plant Cell Environ.* 25: 275-294.
- McLaughlin, S.B., McConathy, R.K., Baren, R.L. and Edwards, N.T. 1980. Seasonal changes in energy allocation by white oak (*Quercus alba*). *Can. J. For. Res.* 10: 379-388.
- Meleti-Christou, M.S., Banilas, G.P. and Diamantoglou, S. 1998. Seasonal trends in energy contents and storage substances of the Mediterranean species *Dittrichia viscosa* and *Thymelaea tartonraira*. *Environmental and Experimental Botany* 39: 21-32.
- Ögren, E. 2000. Maintenance respiration correlates with sugar but not nitrogen concentration in dormant plants. *Physiologia Plantarum* 108: 295-299.
- Oren, R., Schulze, E.-D., Werk, K.S., Meyer, J., Schneider, B.U. and Heilmeyer, H. 1988. Performance of two *Picea abies* (L.) Karst. stands at different stages of decline. I. Carbon relations and stand growth. *Oecologia* 75:25-37.
- Priestley, C.A. 1960. Seasonal changes in the carbohydrate resources of some six-year-old apple trees. *East Malling Res. Sta. Annu. Rep.* 70-77.
- Sauter, J.J. and Van Cleve, B. 1994. Storage mobilization and interrelation of starch sugars protein and fat in the ray storage tissue of poplar trees. *Trees* 8: 297-304.
- Scholefield P.B., Sedgley, M., Alexande. and D. McE. 1985. Carbohydrate cycling in relation to shoot growth, floral initiation and development and yield in the avocado. *Scientia Horticulturae* 25: 99-110.
- Wargo, P.M. 1981. Defoliation and tree growth. In: Doane, C.C. and McManus, M.L. (eds.). *The Gypsy Moth: Research Toward Integrated Pest Management*. Eds. and Tech. Bull. 1584, USDA, Washington, 225-248.
- Windish, W.W. and Mhatre, N.S. 1965. Microbial amylases. In: Wayne, W.U. (ed.). *Advances in applied microbiology*. Vol. 7. New York: Academic Press, 273-304.
- Yoshioka, H., Nagai, K., Aoba, K. and Fukumoto, M. 1988. Seasonal changes of carbohydrates metabolism in apple trees. *Scientia Horticulturae* 36: 219-227.
- during dormancy on carbohydrate contents of vegetative and floral primordia and nearby structures of peach buds (*Prunus persica* L. Batch). *Scientia Horticulturae* 105: 223-240.
- Bréda, N., Granier, A. and Aussenac, G. 1995. Effects of thinning on soil and tree water relations transpiration and growth in an oak forest (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.). *Tree Physiology* 15: 295-306.
- Canham, C.D., Kobe, R.K., Latty, E.F. and Chazdon, R.L. 1999. Interspecific and intraspecific variation in tree seedling survival: effects of allocation to roots versus carbohydrate reserves. *Oecologia* 121: 1-11.
- Dickson, R.E. 1991. Assimilate distribution and storage. In: Raghavendra, A.S. (ed.). *Physiology of Trees*. J. Wiley and Sons, New York, p 51-85.
- Dougherty, P.M., Teskey, R.O., Phelps, J.E. and Hinckley, T.M. 1979. Net photosynthesis and early growth trends of a dominant white oak (*Quercus alba* L.). *Plant Physiol.* 64: 930-935.
- Dubroca, E. 1983. Evolution saisonnière des réserves dans un taillis de châtaigniers, *Castanea sativa* Mill., avant et après la coupe. PhD. Thesis, University of Paris, France. 209p.
- Dunn, J.P., Potter, D.A. and Kimmerer, T.W. 1990. Carbohydrate reserves radial growth and mechanisms of resistance of oak trees to phloem-boring insects. *Oecologia* 83: 458-468.
- Ebermann, R. and Stich, K. 1982. Peroxidase and amylase isoenzymes in the sapwood and heartwood of trees. *Phytochemistry* 21: 2401-2402.
- Ebermann, R. and Ali Ahmad Korori, S. 1991. Temperature dependent alteration of peroxidase and amylase isoenzymes in *Quercus robur*. *Phyton* 31: 121-128.
- Gansert, D. and Sprick, W. 1998. Storage and mobilization of non-structural carbohydrates and biomass development of beech seedlings (*Fagus sylvatica* L.) under different light regimes. *Trees* 12: 247-257.
- Grulke, N.E., Andersen, C.P. and Hogsett, W.E. 2001. Seasonal changes in above- and belowground carbohydrate concentrations of ponderosa pine along a pollution gradient. *Tree Physiology* 21:173-181.
- Hacke, U. and Sauter, J.J. 1996. Xylem dysfunction during winter and recovery of hydraulic conductivity in diffuse-porous and ring-porous trees. *Oecologia* 105: 425-439.
- Hinckley, T.M. and Lassoie, J.P. 1981. Radial growth in conifers and deciduous trees: a comparison. *Mitt. Forstl. Bundesversanst. Wien.* 142:17-56.
- Höll, W. 1997. Storage and mobilization of carbohydrates and lipids. In: Rennenberg, H., Eschrich, W. and Ziegler, H., (eds.). *Trees Contributions to Modern Tree Physiology*. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands, 197-211.
- Keller, F. and Ludlow, M.M. 1993. Carbohydrate metabolism in drought-stressed leaves of pigeonpea (*Cajanus cajan*). *J. Exp. Bot.* 44: 1351-1359.

Seasonal changes of non-structural carbohydrates and amylase in twigs of *Quercus brantii* var. *persica* (Jaub. & Spach) Zohary

M. Matinizadeh¹, S.A.A. Korori¹, M. Khoshnevis¹, M. Teimouri¹ and W. Praznik²

1- Members of scientific board, Research Institute of Forests and Rangelands. E-mail: matini@rifr-ac.ir

2- Prof. University of Nature Resources and Applied Life Science (Boku), Vienna, Austria.

Abstract

Quercus brantii var. *persica* (oak manna tree) is a valuable tree species in forests of western Iran. This species has been adapted to rough conditions of its habitat such as extreme summer and winter, long drought period and high elevation. For determining physiological patterns and alteration related to the establishment of oak in this environment, the changes of total non- structural carbohydrates and amylase activity in oak trees were studied in a less manipulated habitat during an annual cycle. The amount of total non- structural carbohydrates and amylase activity were measured by enzymatic and electrophoresis (PAGE) methods. Results indicated that non- structural carbohydrates concentration (glucose, fructose and sucrose) in March (before bud burst) was more than January ones. After bud burst and leaf expansion, when photosynthetic activity was high and after the beginning of drought period the concentrations of glucose and fructose increased continuously to September. Contrariwise the amount of sucrose and starch decreased slowly during this period. After summer and with falling temperatures, the total non-structural carbohydrates increased in November. In January, the content of starch was very low but the level of soluble carbohydrates was high. Thus the energy supply for metabolic processes in trees is secured during cold and hard winter seasons. Total non-structural carbohydrates ranged from 18.5 to 37.25 mg g_{dm}⁻¹. Seasonal changes of α -amylases coincided considerably with changes of starch and glucose concentrations of oak manna trees during the investigation period.

Key words: amylase, *Quercus brantii* var. *persica*, seasonal changes, total non- structural carbohydrates.