بررسی تغییرات ماهانه کربوهیدرات در اندام‌های مختلف درختان زیتون رقم فیشمی

[۱]مریم زارع، مجید راحمی[۱]، سعید عشقی[۱*]
دانشگاه شیراز، دانشکده کشاورزی
*نویسنده مسئول:eshghi@shirazu.ac.ir

چکیده

از دلایل احتمالی تناوب باردهی کمبود کربوهیدرات در طی سال با عملکرد بالا ذکر شده است. در این پژوهش تغییرات ماهانه غلظت نشاسته، گلوکز، فروکتوز و مانیتول در برگ، شاخه و ریشه درختان ON و OFF زیتون رقم فیشمی طی یک چرخه رشد از مهرماه سال ۱۳۹۷ تا شهریورماه سال ۱۳۹۸ بررسی شد. نتایج نشان داد که کربوهیدرات‌ها دارای اختلاف معنی‌داری بین درختان ON و OFF در اندام‌های مختلف است. میزان نشاسته در تمام بافت‌ها در زمستان کاهش یافت و در بهمن و اسفندماه به کمترین مقدار رسید ودر بهار وتابستان افزایش یافت. میزان گلوکز، فروکتوز و مانیتول هر اندام در ماه‌های آبان تا اواخر اسفند افزایش نشان داد. در فصل بهار و تابستان مقدار گلوکز، فروکتوز و مانیتول روند کاهشی داشت. در اوایل تیرماه درختان OFF درصد بیشتری گلوکز، فروکتوز و مانیتول داشتند. با شکوفایی گل‌ها در اوایل اردیبهشت و گل انگیزی جوانه‌گل در تیر ماه میزان کربوهیدرات ها در درختان ON کاهش نشان داد و سبب کاهش گل انگیزی در درختان ON و تولید جوانه گل کمتر در سال بعد می‌شود. بنابراین وجود ذخایر کربوهیدرات برای گل انگیزی و گلدهی در درختان زیتون ضروری است و به‌عنوان عامل مهمی در تحریک تناوب میوه‌دهی بیان می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تغییرات ماهانه، تناوب باردهی، نشاسته، فروکتوز، گلوکز و مانیتول

مقدمه

زیتون (*Olea europaea* L.) درختی همیشه سبز، بومی حوزه مدیترانه است و یکی از اقتصادی‌ترین محصولات میوه‌ای در جهان می‌باشد (Yanik *et al*., 2013) که نوسانات زیادی در عملکرد خود دارد و معمولا بعد از یک سال پر محصول سال بعد محصولش کم خواهد شد (Beyá-Marshall, and Fichet. 2017). گلدهی در زیتون، در جوانه‌های تشکیل شده در زاویه برگ‌ها روی شاخه‌های که در سال قبل رشد کرده‌اند اتفاق می‌افتد. گل انگیزی در اواسط تابستان (۷ تا ۸ هفته بعد از تمام گل) در زمان چوبی شدن اندوکارپ میوه سال جاری اتفاق می‌افتد (Connor and Fereres, 2005). عوامل مختلفی مانند دما، نور، تامین آب، مواد مغذی و همچنین عوامل داخلی مانند کربوهیدرات در رشد و نمو نقش دارد (Ulger *et al*., 2004). میزان کربوهیدرات نقش بسیار مهمی در تشکیل جوانه گل و آغاز رشد (Rakngan *et al*., 2002)، مقاومت به سرمای زمستانه (Spann *et al*., 2007) و رشد اندام‌های مختلف گیاه (Rakngan *et al*., 2002) دارد. بازداری از تشکیل جوانه گل درخت زیتون ممکن است هنگامی رخ دهد که ذخیره کربوهیدرات کم باشد که معمولا پس از تولید میوه با عملکرد بالا و یا به دلیل تنش‌های محیطی و غیر محیطی که باعث کاهش چنین ذخایری می‌شوند، اتفاق می‌افتد (Turktas *et al*., 2013). مطالعات متعددی پویایی فصلی کربوهیدرات‌ها در بافت‌های مختلف درخت زیتون را مورد بررسی قرار داده اند (Bustan *et al*., 2011; Ulger *et al*., 2004). در بررسی تغییرات کربوهیدرات محلول در بافت برگ و میوه زیتون مشخص شده است که در برگ، مانیتول، گلوکز و فروکتوز مهمترین اجزای قندهای محلول الکلی با الگوی متفاوت در سال‌های ON و OFF هستند (seyyed nejad *et al*., 2001). مطالعات انجام‌شده روی اجزای کربوهیدرات‌ها در برگ‌های زیتون نشان داده است که اجزای کربوهیدرات‌ها در شروع تناوب باردهی در سال ON بسیار بیشتر از سال OFF بوده است (Nejad and Niroomand, 2007). همچنین در درختان زیتون گزارش کردند که برگ‌ها، شاخه‌ها و پوست درخت زیتون نقش مهمی در ذخیره‌سازی کربوهیدرات دارند در حالیکه ریشه‌ها کمترین غلظت کربوهیدرات را نشان دادند و بیان کردند که غلظت نشاسته، مانیتول و ساکاروز از ماه دسامبر (دی ماه) تا مارس (اسفند ماه) در تمام بافت‌ها افزایش یافته است (Bustan *et al*., 2011). گزارش شده است که نشاسته در جوانه‌های گل در طول زمستان تجمع می‌یابد و در زمان باز شدن جوانه مصرف می‌شود. نشاسته در جوانه در طی رکود تجمع می‌یابد زیرا نشاسته در رشد جوانه نقش دارد و در هنگام شکستن خواب جوانه مصرف می‌شود و به‌خصوص در آخرین مرحله از گل انگیزی، اهمیت ویژه‌ای دارد (Dela Rosa

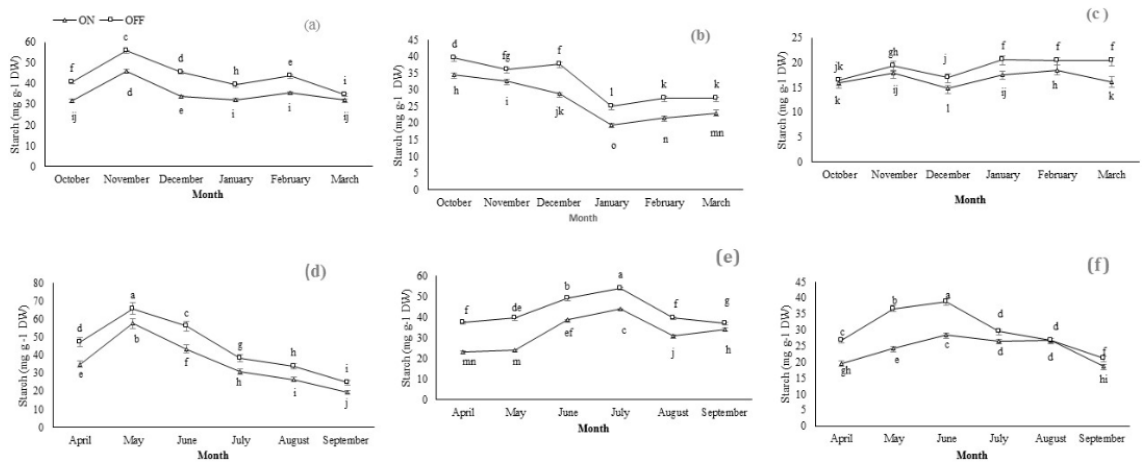
et al., 2000). هدف از این پژوهش بررسی تغییرات ماهانه میزان قندهای محلول در اندام‌های مختلف درختان ON و OFF زیتون رقم فیشمی به منظور بررسی نقش کربوهیدرات در رابطه با گل‌انگیزی جوانه‌گل می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر در یک باغ تجاری در منطقه شیراز، ایران، روی درختان ۲۵ ساله زیتون رقم فیشمی که ازطریق قلمه تکثیرشده بودند و فاصله درختان ۱۰× ۶ متر و مجهز به سیستم آبیاری قطره‌ای بودند، انجام شد. این آزمایش به‌صورت طرح فاکتوریل دو فاکتوره در قالب طرح بلوک کاملا تصادفی با سه تکرار اجرا شد که فاکتور اول ماه‌های مختلف و فاکتور دوم باروری درختان زیتون (OFF و ON) بود. انتخاب درختان براساس برداشت بار میوه در سال ۱۳۹۷ انجام و به دوگروه درخت پر میوه (ON) و درخت بدون میوه یا تعداد میوه کم (OFF) تقسیم شدند. از هر درخت پر میوه و بدون میوه به صورت ماهانه از مهرماه سال ۱۳۹۷ تا شهریور ماه سال ۱۳۹۸ نمونه هایی از برگ، شاخه یکساله و ریشه برداشت شد. پس از چندین بار شستشوی با آب، نمونه‌ها به‌قطعات کوچک خرد شدند و در آون با دمای ۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند. از نمونه‌های پودر شده برای تعیین غلظت کربوهیدرات استفاده شد. محتوای نشاسته با استفاده از روش McCready و همکاران (۱۹۵۰) تعیین گردید. اندازه‌گیری کربوهیدرات‌های غیرساختاری (گلوکز، فروکتوز و مانیتول) از کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا با استفاده از ستون کربوهیدرات Alltech 700CH (7.9 mm× 300) در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد براساس روش Vemmos (۱۹۹۵) انجام شد. آنالیز داده‌های با نرم افزار SAS نسخه ۹/۱ و میانگین‌ها با آزمون حداقل تفاوت معنی داری (LSD) در سطح احتمال $P < 0.05$ انجام شد و رسم نمودار با نرم افزار Excel نسخه ۲۰۱۶ انجام گردید.

نتایج و بحث

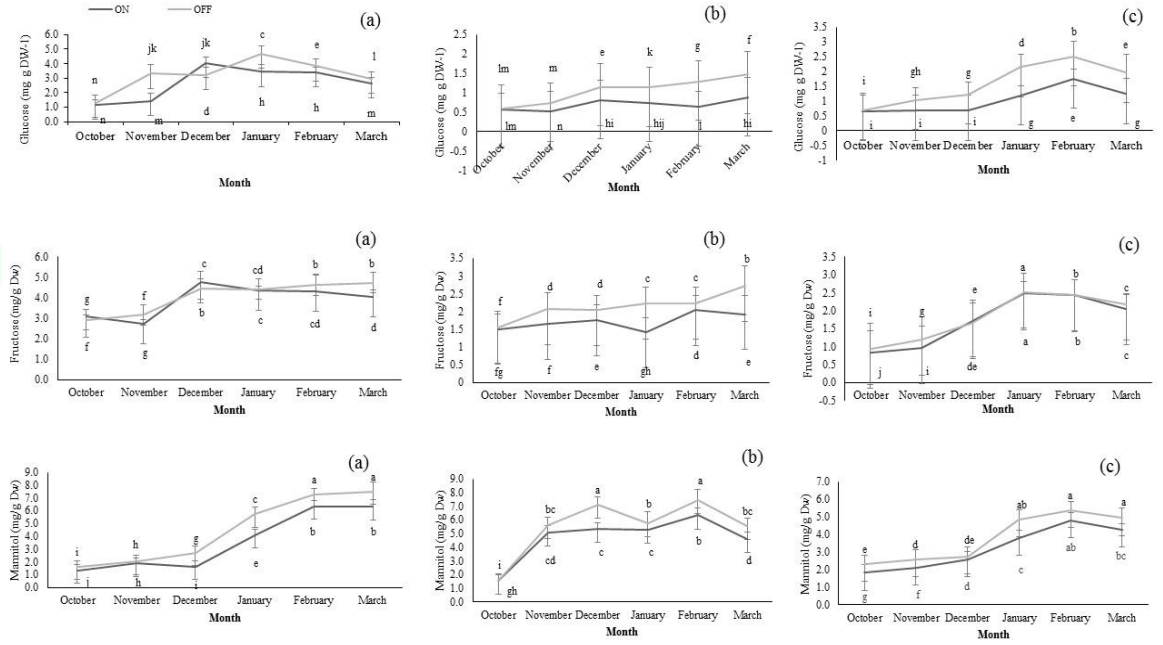
نتایج تجزیه واریانس تغییرات نشاسته، گلوکز، فروکتوز و مانیتول، در بین درختان OFF و ON در ماه‌های مختلف نمونه‌برداری حاکی از معنی‌دار بودن در سطح یک درصد می باشد. تغییرات محتوای نشاسته در برگ و شاخه بیشتر از تغییرات محتوای نشاسته ریشه بود. محتوای نشاسته در برگ هر دو درخت ON و OFF تغییرات مشابهی را از نظر روند کاهشی نشاسته از زمان آبان ماه تا اسفندماه در نمودار۱-a نشان می‌دهند. در فروردین ماه درختان OFF در وضعیت ON قرار داشتند و درختان ON در وضعیت OFF قرار داشتند و مشاهده گردید که محتوای نشاسته در هر دو درخت افزایش نشان داد که این افزایش به طور معنی‌داری در درختان OFF بیشتر از درختان ON مشاهده شد در تابستان محتوای نشاسته روند کاهشی را نشان داد و در تیرماه محتوای نشاسته در درختان OFF به میزان ۲۴ درصد بیشتر از درختان ON بود، نمودار۱-d.



نمودار- تغییرات میزان نشاسته (میلی‌گرم در گرم وزن خشک) در فصل پاییز و زمستان در برگ (a)، شاخه (b) و ریشه (c)، در فصل بهار و تابستان در برگ (d)، شاخه (e) و ریشه (f) درختان OFF و ON زیتون رقم فیشمی. نمونه های ماهانه از مهر ماه ۱۳۹۷ تا اسفند ماه ۱۳۹۷و از فروردین ماه ۱۳۹۸ تا شهریور ماه ۱۳۹۸. میانگین‌هایی که حروف مشترک دارند در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون LSD تفاوت‌معنی‌دار با یگدیگر ندارند.

محتوای نشاسته در شاخه نشان داد که میزان نشاسته در هر دو درخت ON وOFF روند کاهشی در طی پاییز و زمستان داشت. محتوای نشاسته از مهر شروع به‌کاهش کرد تا در بهمن ماه به کمترین مقدار خود رسید و سپس افزایش یافت که این افزایش در درختان OFF بیشتر از درختان ON بود، نمودار۱-b. در فروردین ماه درختان OFF در وضعیت ON قرار داشتند و درختان ON در وضعیت OFF قرار داشتند و محتوای نشاسته درختان OFF از فروردین روند افزایشی داشت و همزمان با باز شدن گل‌ها (اردیبهشت ماه) محتوای نشاسته در درختان OFF به میزان ۶۳ درصد بیشتر از درختان ON بود. در طی تابستان محتوای نشاسته کاهش یافت و در تیر ماه محتوای نشاسته به حداکثر مقدار خود رسید که این افزایش در درختان OFF بیشتر از درختان ON بود و به میزان ۲۳ درصد بیشتر از درختان ON بود، نمودار۱-e. محتوای نشاسته در ریشه دارای روند افزایشی در طول ماه های مهرتا اواخر اسفند داشت، نمودار۱-c. در فروردین ماه درختان OFF در وضعیت ON قرار داشتند و درختان ON در وضعیت OFF قرار داشتند از فروردین تا خرداد محتوای نشاسته به بیشترین مقدار رسید که این افزایش در درختان OFF بیشتر بود. محتوای نشاسته در اردیبهشت ماه در درختان OFF به میزان ۵۲ درصد بیشتر از درختان ON بود. در تابستان محتوای نشاسته در هردو درخت ON وOFF روند کاهشی نشان داد و به طوریکه در تیرماه در درختان OFF به میزان ۱۱ درصد بیشتر از درختان ON بود، نمودار۱-f. اندازه‌گیری ماهانه محتوای نشاسته در بافت‌های مختلف زیتون نشان داد که میزان نشاسته در پاییز بالاتر بوده و در اواسط زمستان به حداقل رسیده و در اوایل بهار افزایش نشان داد. نشان می‌دهد که نشاسته در این مدت به قندهای محلول تبدیل شده است. نتایج این مطالعه با نتایج Lavee, 2007 و Fabbri, and Benelli, 2000 که گزارش کردند مقدار نشاسته در ابتدای پاییز (مهرماه) در بافت ها تجمع می‌یابد و در ماه های بهمن و اسفند (همزمان با تمایزیابی جوانه‌های زیتون) به کمترین مقدار خود می رسد مطابقت دارد. مشخص شده که تجمع نشاسته در جوانه ها زیتون در شروع تمایزیابی لازم است، تشکیل نشاسته احتمالا برای تشکیل و عملکرد مناسب مادگی حیاتی می‌باشد (Reale *et al.*, 2009). تغییرات محتوای گلوکز در برگ و ریشه بیشتر از تغییرات محتوای گلوکز در شاخه بود. محتوای گلوکز از مهر تا آبان در درختان OFF بیشتر از درختان ON بود، محتوای گلوکز در برگ از دی تا اسفند با نسبت ثابتی در هر دو درختان کاهش یافت که این کاهش در درختان ON بیشتر بود نمودار۲-a، در فروردین ماه درختان OFF در وضعیت ON قرار داشتند و درختان ON در وضعیت OFF قرار داشتند و مشاهده گردید که مقدار گلوکز در درختانی که در وضعیت OFF هستند ۱۷ درصد بیشتر از درختان ON بود. از تیر ماه تا شهریور محتوای گلوکز کاهش یافت، در تیر ماه که گل‌انگیزی درختان در این ماه اتفاق می‌افتد، محتوای گلوکز درختان OFF به میزان۱۵درصد بیشتر از درختان ON بود، نمودار۳-a. محتوای گلوکز در شاخه زیتون نشان داد که میزان گلوکز در درخت OFF از مهر تا آذر افزایش یافته و در طی زمستان مقدار گلوکز با روند ثابتی افزایش در نمودار۲-b نشان داد. در فروردین ماه درختان OFF در وضعیت ON قرار داشتند و درختان

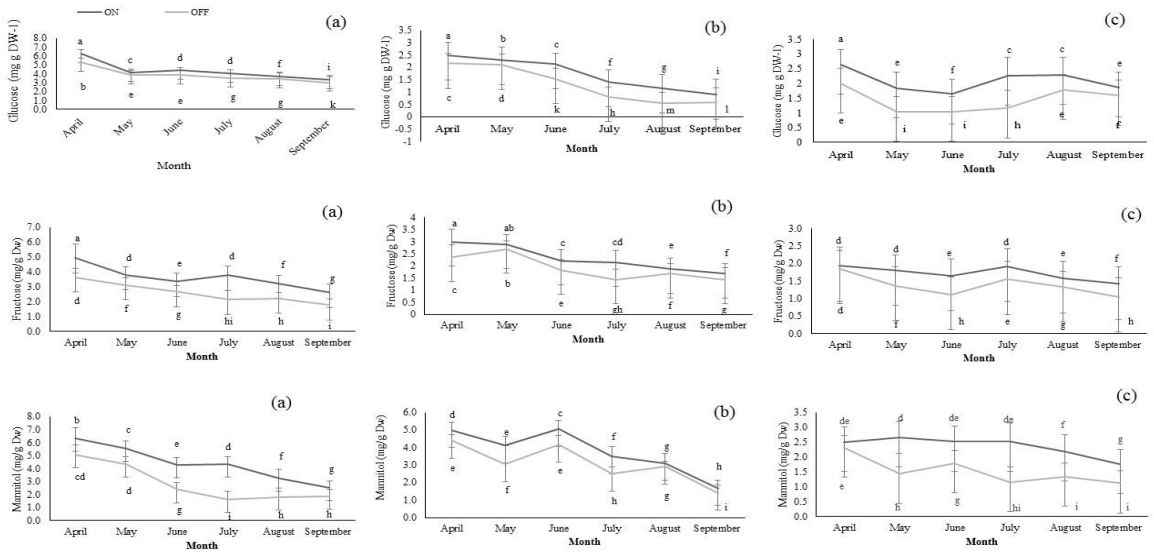
ON در وضعیت OFF قرار داشتند و در فروردین ماه تا خرداد افزایش دوباره‌ای در مقدار گلوکز مشاهده شد اما این افزایش نسبت به درختان OFF کمتر بود، در درختان ON مقدار گلوکز از تیر تا شهریور کاهش یافت، به‌طوریکه محتوای گلوکز درختان OFF بیش از دو برابر درختان ON در تیرماه بود، نمودار۳-b. محتوای گلوکز در ریشه زیتون نشان داد که مقدار گلوکز در درختان OFF بیشتر از درختانON بود. محتوای گلوکزدر هر دو درخت ON و OFF در طول فصل رشد از مهر تا بهمن افزایش یافت و تنها دارای روند کاهشی در اسفند بود، نمودار۲-c. در فروردین ماه درختان OFF در وضعیت ON قرار داشتند و درختانON در وضعیت OFF قرار داشتند و مشاهده گردید که محتوای گلوکز در تیر ماه در درختان OFF به میزان ۹۰ درصد از درختان ON بیشتر بود، نمودار۳-c. تغییرات محتوای فروکتوز در برگ و شاخه بیشتر از ریشه بود. در درختان OFF محتوای فروکتوز از مهر تا آبان کاهش یافته و سپس از آذر در نمودار۲-aبه‌تدریج شروع به افزایش‌کرده است. درفروردین ماه درختان OFF در وضعیت ON قرار داشتند و درختان ON در وضعیت OFF قرار داشتند و مشاهده گردید که در درختان ON محتوای فروکتوز کاهش پیدا کرد تا در تیر ماه مقدار آن به کمترین مقدار خود رسید. در تیر ماه که همزمان با گل‌انگیزی درختان است، فروکتوز به میزان ۷۶ درصد در درختانOFF بیشتر از درختانON بود، نمودار۳-a. محتوای فروکتوز در شاخه زیتون نشان داد که میزان فروکتوز در هر دو درخت ON و OFF دارای روند افزایشی بود، نمودار۲-b. محتوای فروکتوز از مهر شروع به افزایش کرد در فروردین و اردیبهشت ماه به‌حداکثر مقدار خود رسید که این افزایش در درختان OFF بیشتر از درختان ON بود. در تیر ماه که همزمان با گل‌انگیزی درختان است، محتوای فروکتوز در درختان OFF به میزان۵۰ درصد بیشتر از درختان ON بود، نمودار۳-b. تغییرات ماهانه در طول یک فصل رویشی نشان داد که مقدار فروکتوز در ریشه دارای روند افزایشی در طول ماه‌های مهر تا دی در هر دو درخت ON و OFF بود اما تغییرات به صورت معنادار در نمودار۲-c مشاهد نشد در فروردین ماه درختان OFF در وضعیت ON قرار داشتند و درختان ON در وضعیت OFF قرار داشتند و مشاهده گردید که در تیرماه که همزمان با گل‌انگیزی درختان است محتوای فروکتوز در درختان OFF به میزان ۲۰ درصد بیشتر از درختان ON بود، نمودار۳-c.



نمودار۲- تغییرات میزان گلوکز، فروکتوز و مانیتول (میلی‌گرم در گرم وزن خشک) در فصل پاییز و زمستان در برگ (a)، شاخه (b) و ریشه (c) درختان OFF و ON زیتون رقم فیشمی. نمونه های ماهانه از مهر ماه ۱۳۹۷ تا اسفند ماه ۱۳۹۷.

میانگین‌هایی که حروف مشترک دارند در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون LSD تفاوت‌معنی‌دار با یگدیگر ندارند.

محتوای مانیتول در برگ و شاخه بیشتر از ریشه بود. محتوای مانیتول در برگ زیتون در هر دو درخت ON و OFF افزایش یافت. محتوای مانیتول با کمترین مقدار در مهر ماه و آبان ماه مشاهده شد و سپس از آذرماه شروع به افزایش کرد که این افزایش درختان OFF بیش از درختان ON بود و از اواخر اسفند مقدار مانیتول در نمودار۲-a کاهش یافت، در فروردین ماه درختان OFF در وضعیت ON قرار داشتند و درختان ON در وضعیت OFF قرار داشتند و مشاهده گردید که مقدار مانیتول در درختان OFF بیشتر از درختان ON بود و به میزان ۲۷ درصد بیشتر از درختان ON بود. در طول تابستان مقدار مانیتول در هر دو درخت روند کاهشی داشت و در تیر ماه همزمان با گل‌انگیزی درختان، مقدار مانیتول درختان OFF بیش از دو برابر درختان ON در این ماه بود، نمودار۳-a. محتوای مانیتول در شاخه زیتون تناوب کاهشی و افزایشی را با اختلاف معنی‌داری نشان داد که در درختان OFF بیشتر از درختان ON بود. محتوای مانیتول در مهرماه با کمترین مقدار در هر دو درخت ON و OFF مشاهده شد و سپس از آذرماه به صورت معنی‌داری در درختانOFF شروع به افزایش کرد، نمودار۲-b و در فروردین ماه درختان OFF در وضعیت ON قرار داشتند و درختان ON در وضعیت OFF قرار داشتند و مشاهده گردید که مقدار مانیتول در درختان OFF در خرداد ماه افزایش نشان داد و در تیرماه تا شهریور مقدار مانیتول کاهش یافت که این کاهش در درختان ON بیشتر بود به‌طوریکه محتوای مانیتول در درختانOFF به میزان ۳۹ درصد بیشتر از درختان ON بود، نمودار۳-b. محتوای مانیتول در ریشه زیتون نشان داد که در هر دو درخت ON و OFF چرخه یکسانی را تقریبا نشان می‌دهند. محتوای مانیتول در آذرماه کاهش نشان داد و سپس شروع به افزایش کرد که بیشترین مقدار مانتیول در درختان OFF در طی زمستان مشاهده شد و از اواخر اسفند مقدار مانیتول در نمودار ۲-cکاهش یافت و در فروردین ماه درختان OFF در وضعیت ON قرار داشتند و درختانON در وضعیت OFF قرار داشتند و مشاهده گردید که مقدار مانیتول از فروردین تا شهریور ماه افزایش نشان داد که این روند افزایش در درختان OFF بیشتر از درختان ON بود محتوای مانیتول در درختان OFF بیش از دو برابر درختان ON در تیرماه بود، نمودار۳-c. ترکیبات حاوی نیتروژن و همچنین کربوهیدرات‌های محلول و یون‌های پتاسیم از برگ‌ها منتقل شده در ساختارهای دائمی مانند ساقه، چوب و ریشه ذخیره می‌شوند. این کربوهیدرات‌ها منبع انرژی برای استفاده جوانه‌های شکفته شده در بهار و هنگام رشد آنها می‌باشد (Lombard, 2003). نقش ذخایر کربوهیدراتی و نیتروژن به‌عنوان محرک گلدهی اثبات شده است (Erel *et al.*, 2016). این مطالعه نشان داد که از ابتدای پاییز با سرد شدن هوا به میزان قندهای محلول اضافه می شود. به‌طوریکه در اواخر دی و بهمن ماه بیشترین قند محلول در بافت‌های مختلف تجمع می‌یابد که این افزایش در درختان OFF بیشتر از درختان ON بود و در بهار از مقدار آن کاسته می‌شود، که با گزارش Eris و همکاران (۲۰۰۷) که بیان کردند تغییرات ماهانه در محتوای کربوهیدرات در بافت‌های برگ و پوست زیتون در طول تابستان و اوایل پاییز به طور قابل توجهی پایین‌تر از فصل زمستان بوده است، مطابقت دارد.



نمودار۳- تغییرات میزان گلوکز، فروکتوز و مانیتول (میلی‌گرم درگرم وزن خشک) در فصل بهار و تابستان در برگ (a)، شاخه (b) و ریشه (c) درختان OFF و ON زیتون رقم فیشمی. نمونه‌های ماهانه از فروردین ماه ۱۳۹۸ تا شهریور ماه ۱۳۹۸.

میانگین‌هایی که حروف مشترک دارند در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون LSD تفاوت‌معنی‌دار با یکدیگر ندارند.

با توجه به نتایج در درختان ON به دلیل وجود محصول ذخیره کربوهیدرات کم می‌باشد و متابولیسم کربوهیدرات‌ها تحت تأثیر محصول قرار می‌گیرد و در پاییز محتوای نشاسته و قند برگ ها به دلیل جابه جایی ذخایر کربوهیدراتی برای رشد میوه‌ها و تشکیل روغن کاهش می‌یابد (Troncoso *et al.*, 2008). Kour و همکاران (۲۰۱۸) نشان دادند که جلوگیری از تشکیل جوانه گل زمانی اتفاق می‌افتد که ذخیره کربوهیدرات درخت زیتون کم شود که معمولا بعد از تولید میوه با عملکرد بالا اتفاق می‌افتد و باعث کاهش ذخایر و محصول کمتر در سال بعد می‌شود. در بهار با باز شدن جوانه‌ها و گسترش برگ‌ها و رشد شاخه‌های جدید میزان ذخایر کربوهیدراتی کاهش می‌یابد و که این کاهش ذخایر به‌دلیل تبدیل کربوهیدرات ذخیره شده به کربوهیدرات ساختاری است، همچنین این ذخایر در تشکیل و رشد اندام‌های جدید استفاده می‌شود و بخشی از آن با تلفات ناشی از تنفس و افزایش حجم گیاه مصرف می‌شود (Sivacia, 2006). در مرحله توسعه سریع گل‌آذین (بهار) کربوهیدرات به بالاترین مقدار خود افزایش می‌یابد. مقدار بالای کربوهیدرات ممکن است به گل درحال رشد برای تولید دانه گرده مناسب کمک کند و از لقاح و ماندگاری میوه حمایت کند (Erel *et al.*, 2016). نتایج ما نشان داد که در برگ‌های درختان OFF کربوهیدرات بیشتری وجود داشت و که با نتایج گزارش شده توسط Nii (۱۹۹۷) که بیان کردند برگ درختان میوه‌دار از نظر میزان کربوهیدرات میزان کمتری کربوهیدرات نسبت به درختان بدون میوه دارند، مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری کلی: مشخص شد که انباشته شدن کربوهیدرات در طول ماه‌های پاییز در بافت‌های مختلف انجام گرفت و در درختان OFF این تجمع بالاتر بود. کمبود کربوهیدرات‌ها در دوره تمایزیابی و گل انگیزی، روی قدرت رشد رویشی، اندازه میوه و گلدهی در بهار سال بعد تأثیر می گذارد. در طی گل انگیزی زیتون که شرایط حساسی برای درختان زیتون است با بهبود شرایط تغذیه‌ای مناسب و با ایجاد تکنیک‌های باغبانی مناسب می توان سبب افزایش کربوهیدرات و افزایش تعداد گل در گل آذین در درختان زیتون شد و تا حدودی تناوب باردهی در درختان را کاهش داد.

منابع

Beyá-Marshall, V., Fichet T. 2017. Effect of crop load on the phenological, vegetative and reproductive behavior of the 'Frantoio' olive tree (*Olea europaea* L.). Ciencia e Investigacion Agraria, 44(1): 43-53.

Bustan, A., Avni, A., Lavee, S., Zipori, I., Yeselson, Y., Schaffer, A.A., Dag, A. 2011. Role of carbohydrate reserves in yield production of intensively cultivated oil olive (*Olea europaea* L.) trees. Tree physiology, 31(5), 519-530.

Connor, D.J., Fereres, E. 2005. The physiology of adaptation and yield expression in olive. Horticultural reviews, 31:155-229.

De la Rosa, R., L. Rallo, L., Rapoport, H.F. 2000. Olive flral bud growth and starch content during winter rest and spring budbreak. HortScience 35:1223–1227.

Erel, R., Yermiyahu, U., Yasuor, H., Cohen Chamus, D., Schwartz, A., Ben-Gal, A., Dag, A. 2016. Phosphorous nutritional level, carbohydrate reserves and flower quality in olives, PloS one, 11(12): e0167591.

Eris, A., Gulen, H., Barut, E., Cansev, A. 2007. Annual patterns of total soluble sugars and proteins related to coldhardiness in olive (*Olea europaea* L.'Gemlike'). The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 82(4), 597-604.

Fabbri, A., Benelli, C. 2000. Review Article Flower bud induction and differentiation in olive. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 75(2):131-141.

Kour, D., Bakshi, P., Wali, V.K., Sharma, N., Sharma, A., Iqbal, M. 2018. Alternate Bearing in Olive - A Review. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 7(9): 2281-2297.

Lavee, S. 2007. Biennial bearing in olive (*Olea europaea* L.). In Annales Ser His Nat (Vol. 17, pp. 101-112).

Lombard, J. 2003. Dormancy and dormancy breaking practices of table grapes. SA Fruit Journal (South Africa). Stellenbosch, 1:1-9.

McCready, R. M., Guggolz, J., Silviera, V., Owens, H. S.1950. Determination of starch and amylose in vegetables. Analytical chemistry, 22(9):1156-1158.

Nejad, M.S., Niroomand, A. 2007. Carbohydrate content and its roles in alternate bearing in olive. Pakistan journal of biological sciences, 10(16):2744-2747.

Nii, I. 1997: Changes of starch and sorbitol in leaves before and after removal of fruits from peach trees. Annals of Botany, 79:139–144.

Rakngan, J., Gemma, H., Subhadrabandhu, S. 2002. Phenology of introduced oriental pears grafted onto a local pear cultivar and their carbohydrate and nitrogen status. In International Symposium on Asian Pears, Commemorating the 100th Anniversary of Nijisseiki Pear, 587, 405-411.

Seyyednejad, M., Ebrahimzadeh and, H., Talaie, A. 2001. Carbohydrate content in olive Zard CV and alternate bearing pattern. International sugar journal, 103(1226): 84-87.

Sivaci, A. 2006. Seasonal changes of total carbohydrate contents in three varieties of apple (Malus sylvestris Miller) stem cuttings. Scientia Horticulturae, 109(3): 234-237.

Spann, T.M., Beede, R.H. Dejong, T.M. 2007. Seasonal carbohydrate storage and mobilization in bearing and non-bearing pistachio (*Pistacia vera*) trees. Tree Physiology, 28: 207–213.

Troncoso, A., Garcia, J.L., Lavee, S. 2008. Evaluation of the present information on the mechanisms leading to flower bud induction, evocation and differentiation in *Olea europaea*. In VI International Symposium on Olive Growing, 949: 93-98.

Turktas, M., Inal, B., Okay, S., Erkilic, E.G., Dundar, E., Hernandez, P., Unver, T. 2013. Nutrition metabolism plays an important role in the alternate bearing of the olive tree (*Olea europaea* L.). PloS one, 8(3): e59876.

Ulger, S., Sonmez, S., Karkacier, M., Ertoy, N., Akdesir,O., Aksu, M. 2004. Determination of endogenous hormones, sugars and mineral nutrition levels during the induction, initiation and differentiation stage and their effects on flwer formation in olive. Plant Growth Regulation. 42:89–95.

Vemmos, N. 1995. Carbohydrate changes in flowers, leaves, shoots and spurs of 'Cox Orange Pippin' apple during flowering and fruit setting periods. Horticultural science**,** 70:889–900.

Yanik, H., Turktas, M., Dundar, E., Hernandez, P., Dorado, G., Unver, T.2013. Genome-wide identification of alternate bearing-associated microRNAs (miRNAs) in olive (*Olea europaea* L.). BMC Plant Biology.1-21.

Investigation of monthly variations of carbohydrates in different organs of olive trees of Fishomi cultivar

Abstract

The shortage of carbohydrates during the year with high yields are reported for the possible cause of alternate bearing. During a development period from October 2018 to September 2019, monthly changes in glucose, fructose and mannitol concentrations in the leaves, branches, and roots of ON and OFF olive trees of the 'Fishomi' cultivar were examined. The findings revealed that carbohydrates differed significantly between ON and OFF trees in various organs. The amount of starch in all tissues decreased in winter and reached a minimum in February and March and increased in spring and summer. From November to late March, the levels of glucose, fructose and mannitol in each organ increased. Glucose, fructose and mannitol levels fell in the spring and summer. OFF trees had higher percentages of glucose, fructose, sucrose, and mannitol in early July. Along with bud break in early May and July, the amount of carbohydrates in ON trees decreased and less flower bud development the following year was recorded. As a result, the existence of carbohydrate reserves is needed for flower induction and flowering in olive trees, and it is cited as a key factor in alternate bearing.

Keywords: Alternate bearing, Starch, Fructose, Glucose, Mannitol and Monthly changes