مجله علوم باغبانی ایران
دوره ۴۱، شماره ۳، ۱۳۸۹ (۲۲۱-۲۰۹)

بررسی میزان کربوهیدرات و عناصر معدنی نهال‌های جوان چند رقم گلابی آسیایی (*Pyrus serotina* Rehd.) بر روی پایه‌های بذری گلابی اروپایی (*Pyrus communis* L.) دراقلیم اصفهان

حمید ظفری‌نیا[۱]، کاظم ارزانی[۲]* و ایوبعلی قاسمی[۳]
۱، ۲، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استاد دانشگاه تربیت مدرس
۳، عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان
(تاریخ دریافت: ۸۸/۱۱/۲۷ - تاریخ تصویب: ۸۹/۸/۹)

چکیده

در راستای بررسی سازگاری ارقام گلابی آسیایی با شرایط آب و هوایی ایران که توسط گروه علوم باغبانی دانشگاه تربیت مدرس در دست انجام است پژوهش حاضر به منظور بررسی اولیه سازگاری ۹ رقم گلابی آسیایی در دو منطقه اصفهان انجام شد. بدین منظور ارقام گلابی آسیایی (*Pyrus serotina* Rehd.) پیوند شده بر روی پایه‌های دانهالی گلابی اروپایی (*Pyrus communis* L.) در فصل رویشی ۱۳۸۷ در منطقه پیر بکران اصفهان جهت اندازه‌گیری میزان عناصر غذایی ازت، فسفر و پتاسیم و میزان کربوهیدرات کل در ۳ مرحله رشد رویشی بر روی برگ‌های برداشت شده مورد بررسی قرار گرفتند. همچنین این اندازه‌گیری‌ها در منطقه کبوترآباد اصفهان و بر روی ریشه و قسمت‌های هوایی (برگ و شاخه) و بصورت تخریبی بر روی نهال‌های پیوند شده و در طی فصل رشد رویشی در سال ۱۳۸۸ تکرار شد. نتایج نشان داد که ارقام گلابی آسیایی از نظر صفات یاد شده به صورت معنی‌داری تحت تأثیر قرار گرفتند و در مقایسه با ارقام بومی این منطقه یعنی سبری (SB) و شاه میوه (SH) در شرایط بسیار مناسب قرار دارد. نتایج تجزیه عناصر غذایی ازت، فسفر و پتاسیم برگ و نیز کربوهیدرات محلول برگ در هر دو سال و در هر سه مرحله نمونه‌گیری نشان از تفاوت معنی‌دار در بین ارقام گلابی داد. در طول فصل میزان ازت و فسفر برگ به طور معنی‌داری کاهش یافت اما میزان پتاسیم به طور معنی‌داری افزایش داشت. کربوهیدرات محلول برگ نیز در هر سه مرحله نمونه‌گیری تفاوت معنی‌داری نشان داد، به طوری که مقدار کربوهیدرات برگ در سال اول به طور معنی‌داری به تدریج از اوایل فصل تا اواسط فصل رو به افزایش گذاشته و از این زمان تا اواخر فصل مقدار آن کاهش پیدا نمود. اگرچه میزان کربوهیدرات برگ در سال دوم تا اواسط فصل رو به کاهش گذاشته و سپس مقدار آن اواخر فصل افزایش داشت. ریشه‌ها مهم‌ترین اندام ذخیره کننده کربوهیدرات بوده و مقدار کربوهیدرات محلول ساقه، ریشه و نیز فسفر و پتاسیم ریشه در طول فصل رشد شروع به کاهش کرد. مقدار درصد ازت و پتاسیم ساقه در طول فصل کاهش یافته و مقدار فسفر آن ابتدا کاهش و سپس افزایش پیدا کرد. مقدار ازت ریشه نیز در طول فصل افزایش پیدا کرد.

واژه‌های کلیدی: **تغییرات فصلی، ازت، فسفر، پتاسیم، کربوهیدرات محلول.**

* نویسنده مسئول: کاظم ارزانی تلفن: ۰۲۱-۴۸۲۹۲۰۹۴ E-mail: arzani.kazem@yahoo.com

مقدمه

عواملی مانند سن درخت، رقم، شرایط آب و هوایی، میزان محصول و استرس‌های محیطی در جذب عناصر غذایی و فتوسنتز گیاه تأثیر می‌گذارد. در هنگام آغاز رشد در بهار، رشد درخت توسط کربوهیدرات‌ها و عناصر غذایی ذخیره شده در سال قبل و عناصر جذب شده در سال جاری تأمین می‌شود. مواد مصرف شده، زمانی شروع به جایگزین شدن می‌کنند که رشد متوقف شده باشد، که در این حالت مواد غذایی درخت ذخیره و بازیافت[1] می‌شود (Dong et al., 2001). تمام درختان چوبی، کربوهیدرات‌ها را طی زمستان در بخش‌های چند ساله خود ذخیره می‌کنند. به علاوه ریشه‌ها بیشترین کربوهیدرات ذخیره را دارا می‌باشند (Flore & Layne, 1999; Hsu et al., 1999; Kogawara et al., 2006). میزان کربوهیدرات نقش بسیار مهمی در تشکیل جوانه گل و آغاز رشد (Rakngan et al., 2002)، مقاومت به سرمای زمستانه (Sivaci, 2006; Spann et al., 2007)، آفات و بیماری‌ها (Thomas et al., 2005) و رشد اندام‌های مختلف گیاه (Rakngan et al., 2002) دارد. غلظت کربوهیدرات در گیاهان چوبی توسط نوع بافت نمونه‌گیری شده، تفاوت در روش اندازه‌گیری، سن گیاه، شرایط فصلی و فنولوژیکی گیاه در زمان نمونه‌گیری تحت تأثیر قرار می‌گیرد. به طوری که مقدار آن در درختان معتدله در زمان رکود بالا بوده و پس از آغاز رشد افزایش یافته و سپس با پایان فصل رشد کاهش می‌یابد (Latt et al., 2001). از جمله عوامل دیگری که بر روی کربوهیدرات محلول گیاه تأثیرگذار است مقدار عناصر غذایی مصرف شده در گیاه می‌باشد (Thomas et al., 2005). تغییرات سالیانه کربوهیدرات و عناصر غذایی در درختان میوه در بسیاری از مناطق رویشی مورد بررسی قرار گرفته است و در اکثر این مطالعات رشد عمومی درخت میوه شبیه هم می‌باشد. تلقیح با قارچ همزیست میکوریز (*Glomus* sp.) باعث افزایش رشد ساقه، ریشه، وزن خشک و اصلاح شدن متابولیسم کربوهیدرات‌ها (قندهای محلول و نامحلول) و تقسیم سلولی در گیاه می‌شود (Rapparini et al., 1996). در یک بررسی مشخص شد که غرقاب کردن درخت سیب باعث افزایش مقدار کربوهیدرات‌های محلول ریشه و برگ و کاهش مقدار ازت ریشه می‌گردد (Hsu et al., 1999). همچنین در تحقیقی پس از اندازه‌گیری تغییرات سالیانه کربوهیدرات در گونه‌های مختلف کیوی، مشخص گردید که گونه‌های مقاوم به سرما دارای مقدار کربوهیدرات بیشتری در ریشه خود می‌باشند (Boldingh et al., 2000). مقدار کربوهیدرات محلول ریشه و ساقه در هلو با مقدار ازت مصرفی رابطه مستقیم دارد (Graham, 2002). میزان ازت ساقه از اردیبهشت تا دی ماه در گلابی آسیایی ثابت باقی می‌ماند، اما میزان کربوهیدرات‌ها در طول سال نوسان داشته و نسبت C/N قبل از رکود افزایش پیدا می‌کند که ذخیره غذایی هر رقم را جهت رشد در سال بعد مشخص می‌کند (Lakso et al., 1999). مشخص شده که در هلو بیشترین مقدار کربوهیدرات در ریشه مشاهده می‌شود (Yano et al., 2002). بیشترین مقدار کربوهیدرات در ساقه در دی ماه و کمترین مقدار در اردیبهشت و آغاز رشد مشاهده می‌شود (Sivaci, 2006). از طرفی گزارش شده است که مقدار ازت بخش‌های شاخه در گلابی دو برابر ریشه‌ها بوده، علاوه براینکه مقدار ماده خشک تولید شده در بخش‌های مختلف گیاه نیز مورد بررسی قرار گرفته است (Neto et al., 2006). در راستای بررسی سازگاری ارقام گلابی آسیایی با شرایط آب و هوایی ایران که توسط گروه علوم باغبانی دانشگاه تربیت مدرس در دست انجام است پژوهش حاضر به منظور بررسی سازگاری ۹ رقم گلابی آسیایی در دو منطقه اصفهان انجام شد هدف از این بخش بررسی چگونگی تغییرات عناصر غذایی و کربوهیدرات‌های محلول بوده است.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی مورد استفاده در این پژوهش، ارقام گلابی آسیایی (*Pyrus serotina* Rehd.) که شامل ۹ رقم به نام‌های KS_6، KS_7، KS_8، KS_9، KS_{10}، KS_{11}، KS_{12}، KS_{13} و KS_{14} و دو رقم گلابی در حال کشت در اصفهان یعنی سبری (SB) و شاه میوه (SH) بود. پیوندک این ارقام در مرداد سال ۱۳۸۶ از کلکسیون ارقام گلابی آسیایی دانشگاه تربیت مدرس دریافت و به

1. Recovery

خزانه تکثیر نهال در پیربکران اصفهان برده شده و بر روی پایه یکساله دانهالی گلابی اروپایی رقم درگزی (*P. communis*) با فواصل بین ردیف ۸۰ سانتی‌متر، فواصل نهال‌ها بر روی ردیف ۱۵-۱۰ سانتی‌متر و در قالب طرح آزمایشی بلوک کامل تصادفی با ۵ تکرار پیوند خورد. هر واحد آزمایشی که ارقام می‌باشند، شامل ۶ نهال پیوندی بود که در کل ۳۳۰ نهال مورد استفاده قرار گرفت. این منطقه با موقعیت جغرافیایی ۳۲ درجه و ۲۵ دقیقه تا ۳۲ درجه و ۳۶ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۲۶ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۳۶ دقیقه شرقی در ۲۰ کیلومتری شهر اصفهان قرار گرفته است. مشخصات آب و هوایی آن نشان می‌دهد سردترین ماه سال دی ماه با متوسط درجه ۹/۱، گرمترین ماه مرداد ماه با دمای متوسط ۲۳/۴، حداقل دما ۱۹/۴- و حداکثر دما ۴۳ درجه سانتی‌گراد، میانگین درجه حرارت ۱۶/۲ و میانگین بارش سالیانه ۱۲۲/۸ میلی‌متر می‌باشد.

در طول فصل رشد سال ۱۳۸۷، کلیه عملیات به زراعی از جمله آبیاری (۱۵ روز یک بار از زمان آغاز رشد پیوندک‌ها تا آغاز فصل تابستان و هفته‌ای یک بار از آغاز تابستان تا آغاز فصل رکود) و وجین علف‌های هرز انجام شد. همچنین نسبت به تقویت نهال‌ها از طریق کودپاشی به صورت سرک توسط کودهای محلول و جامد نیز اقدام شد. در طول فصل جهت مبارزه با آفات و بیماری‌ها از سموم توصیه شده توسط جهاد کشاورزی نیز استفاده شد. در سه زمان از تاریخ‌های اوایل رشد یعنی ۳/۱۶/ (مرحله اول)، اواسط رشد، یعنی زمانی که رشد پیوندک‌ها متوقف می‌شود، تقریباً در تاریخ ۵/۳/ و اواخر رشد زمانی که گیاه خود را آماده به خواب رفتن در تاریخ ۷/۷/ می‌کند، برگ‌هایی از ارقام گلابی تهیه شده و به آزمایشگاه منتقل شدند. پس از شستشوی کامل با آب معمولی و آب مقطر و خشک کردن سطحی، به مدت حداکثر ۳ هفته در آون ۶۵ درجه سانتی‌گراد قرار دادیم تا تمام رطوبت خود را از دست دهد (Bates et al., 2002). پس از آن نمونه‌های خشک شده را توسط آسیاب، کاملاً خرد کرده و از الک ۲ مش عبور دادیم. نمونه‌های الک شده سپس در فریزر ۱۵- درجه سانتی‌گراد ذخیره شده و جهت سنجش میزان کربوهیدرات‌های محلول و عناصر غذایی مهم یعنی ازت، فسفر و پتاسیم به کار برده شد. آزمایش در سال ۱۳۸۷ با پیوند این ارقام (همانند شرایط پیوند در منطقه پیربکران) و مشاهده رشد در سال ۱۳۸۸ در مرکز آموزش جهاد کشاورزی اصفهان (کبوترآباد) واقع در ۲۰ کیلومتری شرق اصفهان (°۳۰ و '۴۲ تا °۳۴ و '۳۰ عرض شمالی و ۴۹ تا °۵۵ درجه و' ۳۲ طول شرقی) تکرار شد. با این تفاوت که نهال گلابی از خاک خارج شده و جهت انجام پژوهش به کار برده شد. در این منطقه سردترین ماه سال دی ماه با متوسط درجه حرارت ۶/۹ درجه سانتی‌گراد و گرمترین ماه مرداد ماه با دمای متوسط ۲۴/۴ درجه سانتی‌گراد، حداقل مطلق دمای مشاهده شده ۱۸/۴- و حداکثر مطلق دما ۴۲/۶ درجه سانتی‌گراد و میانگین درجه حرارت ۱۴/۹ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. میانگین بارش سالیانه بلند مدت در طی دوره آماری موجود ۱۱۰ میلی‌متر می‌باشد. مشخصات خاک و آب این دو منطقه در جدول ۱ آورده شده است. مقدار ازت کل به روش تیتراسیون بعد از تقطیر با استفاده از سیستم اتوماتیک کجل‌تک اتوآنالیزر[1] اندازه‌گیری شد (Emami, 1996).

مقدار فسفر در نمونه‌ها به روش کالیمتری (رنگ زرد مولیبدات وانادات در طول موج ۴۷۰ نانومتر توسط اسپکتروفتومتر) اندازه‌گیری شد. مقدار پتاسیم نمونه‌ها با استفاده از دستگاه نشر شعله‌ای[2] مشخص شد (Emami, 1996). برای اندازه‌گیری کربوهیدرات محلول، ۰/۵ گرم ماده خشک شده با ترازوی دقیق وزن شده و با استفاده از ۵ میلی‌لیتر اتانول ۹۵ درصد در هاون چینی کوبیده شدند و قسمت بالایی محلول حاصله جدا شد و عمل استخراج دو بار دیگر و در هر بار با ۵ میلی‌لیتر اتانول ۷۰ درصد بر روی رسوبات انجام گردید. محلول بدست آمده در سانتریفوژ به مدت ده دقیقه با سرعت ۳۵۰۰ دور در دقیقه قرار داده شد. پس از جدا کردن فاز مایع از جامد، قسمت مایع برای استخراج کربوهیدرات به کار رفت (Irigoyen et al., 1992). برای اندازه‌گیری کربوهیدرات‌های محلول کل ۰/۱ میلی‌لیتر عصاره الکلی با ۳ میلی‌لیتر آنترون تازه تهیه شده (۱۵۰ میلی‌گرم آنترون + ۱۰۰ میلی‌لیتر اسید سولفوریک ۷۲٪ V/V)

1. Kjeltec Auto 1030 Analyzer manual
2. Flame Emission Spectrometry

واکنش داده شد. سپس محلول حاصله به مدت ده دقیقه در حمام آب جوش قرار داده شد تا محلول رنگی شود. پس از تشکیل محلول رنگی میزان جذب آن با اسپکتروفتومتر در طول موج ۶۲۵ نانومتر قرائت گردیده و مقدار قندهای محلول محاسبه شد (Paquin & Lechasseur, 1979). داده‌های بدست آمده ابتدا توسط نرم‌افزار آماری MINITAB14 از نظر نرمال بودن مورد بررسی قرار گرفته و سپس تجزیه واریانس و مقایسه میانگین آنها به ترتیب توسط نرم‌افزار SPSS13 (GLM یک طرفه) و MSTATC مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. از آزمون دانکن در سطح ۵٪ به منظور مقایسه میانگین‌ها استفاده شد.

نتایج و بحث

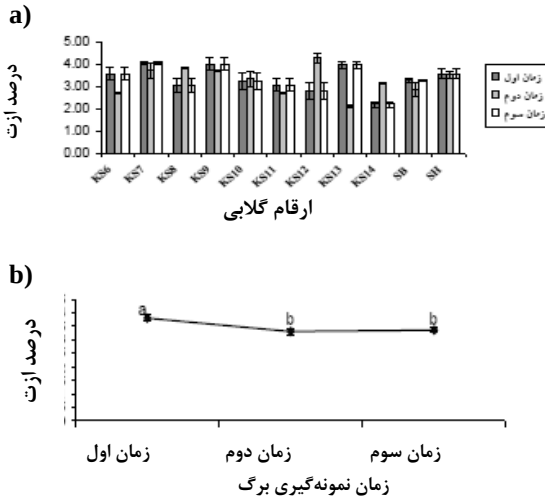
نتایج تجزیه واریانس مقدار درصد ازت، فسفر، پتاسیم و کربوهیدرات برگ حاکی از معنی‌دار بودن در سطح بسیار بالای ۱٪ می‌باشد (نتایج نشان داده نشده است).

درصد ازت برگ موجود در ارقام گلابی آسیایی در منطقه کبوترآباد (۵-۲/۴ درصد) بالاتر از پیربکران (۴/۲-۲/۱ درصد) می‌باشد (شکل a-۱ و a-۲) و مطابق با تحقیق Dichio et al. (2007) بوده اما نسبت به پژوهش Arzani et al. (2005) در منطقه تهران و Klein et al. (1999) و Fernandez Escobar et al. (1999) بالاتر می‌باشد. همچنین درصد ازت برگ در اوایل فصل بالا بوده و به تدریج تا اواسط فصل کاهش یافته و تا اواخر فصل به صورت ثابت باقی می‌ماند (شکل ۲ و ۱) و نیز نسبت C/N در این حالت افزایش پیدا می‌کند که مطابق با پژوهش Clark & Smith (1990) در خرمالو، Dris & Niskanen (1998) در سیب، Castillo Gonzalez et al. (2000) بر روی آواکادو، Mediavilla & Escudero (2003) در برخی از گونه‌های جنگلی، Vemmos (2005) در پسته، Fernandez Escobar et al. (1999) بر روی زیتون و Buwalda & Meekings (1990) در گلابی آسیایی، Neto et al. (2006, 2008) و Toselli et al. (2002) در گلابی می‌باشد.

دامنه مقدار ازت برگ در ارقام گلابی در سال اول و مرحله اول، دوم و سوم نمونه‌گیری به ترتیب ۴-۲/۲، ۴/۲-۲/۱ و ۴-۲/۲ و سال دوم به ترتیب ۵-۳/۵، ۳/۶-۲/۴ و ۳/۲-۲/۵ بود که مطابق با دامنه مقدار ازت اندازه‌گیری شده در مراحل مختلف رشدی توسط Toselli et al. (2002) بود اگرچه میزان ازت نرمال در این زمان‌ها کمتر از مقدار نامبرده می‌باشد (شکل a-۱ و a-۲).

جدول ۱- مشخصات خاک و آب مورد آزمایش در سال اول (۱۳۸۷) و دوم (۱۳۸۸) آزمایش

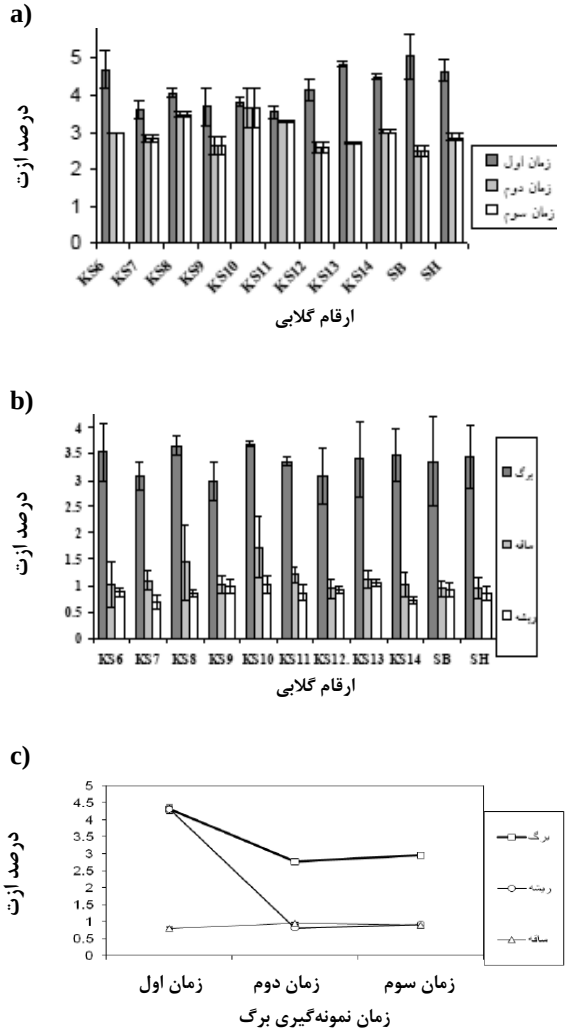
مشخصات خاک (عمق ۶۰-۰)	سال آزمایش		مشخصات آب	سال اول (پیربکران)	سال دوم (کبوترآباد)
	اول (پیربکران)	دوم (کبوترآباد)		۱۳۸۷	۱۳۸۸
EC ds/m	۱/۳	۳/۹	EC	۱/۶	۱/۱
pH	۷/۶	۷/۵	pH	۷/۲۹	۷/۷۵
O.C %	۰/۴۶	۱/۳۱	کربنات (meq/l)	۰	۰
N %	۰/۰۴	۰/۱۳	بی کربنات (meq/l)	۵/۲	۵/۶
P p.p.m	۱۶/۵	۱۵/۳	کلر (meq/l)	۷/۷	۲/۳
K p.p.m	۱۳۸	۲۱۳	سولفات (meq/l)	۷/۵	۳
بافت	لوم رسی	رسی	مجموع آنیون‌ها	۱۷۴۶	۷۵۰
Fe p.p.m	۱۷/۸	۱۸/۳	کلسیم (meq/l)	۶/۳	۴/۸
Zn p.p.m	۰/۸۶	۱/۶	منیزیم (meq/l)	۶/۱	۲/۵
Cu p.p.m	۲/۷۱	۲/۹	سدیم (meq/l)	۵/۶	۴/۴
B p.p.m	۰/۴۲	۱/۸	SAR	۲/۰۳	۲/۳



شکل ۱- a مقایسه درصد ازت برگ و b مقایسه تغییرات ازت برگ ارقام گلابی آسیایی در طول فصل رشد سال ۱۳۸۷

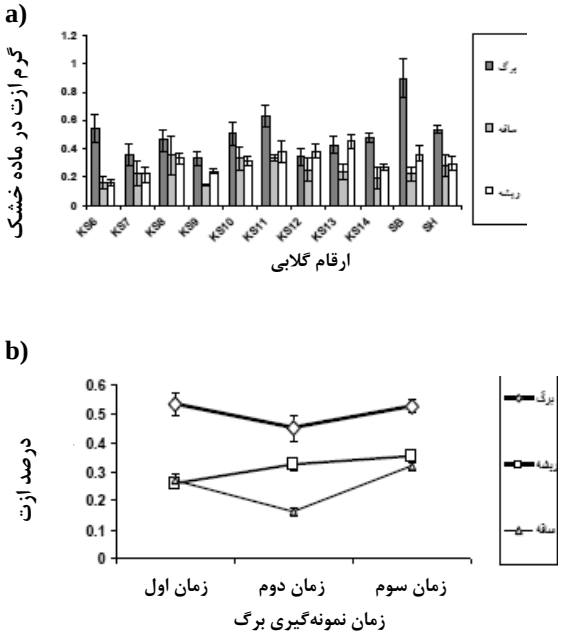
مقدار درصد ازت ساقه در ارقام گلابی در اوایل فصل حداکثر بوده و تا اواسط فصل مقدار آن کاهش معنی‌دار یافته و تا اواخر فصل مقدار آن ثابت می‌ماند (شکل ۲) که مطابق با Neto et al. (2008) و بر خلاف Rakngan et al. (2002) می‌باشد که مقدار ازت ساقه در طول سال ثابت بود.

به علاوه مقدار گرم ازت[1] موجود در ریشه تقریباً بیشتر از مقدار ازت موجود در ساقه می‌باشد (شکل ۳-a و۳-b) که نشان‌دهنده این است که بخش‌های زیرزمینی مهم‌ترین اندام‌های ذخیره‌کننده ازت می‌باشند و ازت ذخیره شده در بخش‌های ریشه نقش مهمی در رشد جدید در سال بعد دارد. این تحقیق مطابق گزارش‌های موجود در مورد هلو (Baherle et al., 1994)، شلیل (Tagliavini et al., 1999; Tagliavini & Millard, 2005)، گردو (Frak et al., 2002)، گلابی (Quartieri et al., 2002; Sanches, 2002) و گیلاس (Grassi et al., 2003) می‌باشد که بیان می‌کند ریشه مهم‌ترین بخش ذخیره‌کننده ازت می‌باشد که در سال بعد، رشد مجدد را کنترل می‌کند. بر خلاف یافته‌های موجود در مورد سیب یکساله پایه M26 (Millard & Neilsen, 1989) و گلابی (Neto et al., 2006; Neto et al., 2008) که ساقه‌ها مهم‌ترین بخش ذخیره‌کننده ازت جهت آغاز رشد در سال بعد است، می‌باشد. اگرچه در درختان مسن‌تر ریشه مهم‌ترین بخش ذخیره ازت و رشد در سال بعد می‌باشد (Neto et al., 2008). مقدار جذب ازت در گیاه وابسته به دمای هوا و مقدار رشد گیاه، مراحل فیزیولوژیکی، محتوای عناصر غذایی و نیازهای غذایی گیاه می‌باشد که با مراحل رشدی گیاه تغییر می‌کند. بدین صورت که با افزایش دمای خاک جذب ازت نیز افزایش می‌یابد. در طول تابستان ازت جذب شده و نیز ازت برگ در گیاه به ریشه و شاخه‌های ۴-۲ ساله منتقل می‌شود. در حالی که در بهار ازت این مناطق به برگ‌ها منتقل می‌شود.



شکل ۲- a مقایسه درصد ازت برگ و b مقایسه درصد ازت برگ ساقه و ریشه و c تغییرات سالیانه ازت برگ ساقه و ریشه ارقام گلابی آسیایی در طول فصل رشد سال ۱۳۸۸. منظور از مرحله اول (اوایل رشد در خرداد)، مرحله دوم (اواسط رشد در مرداد) ومرحله سوم (اواخر رشد در مهرماه) می‌باشد.

۱. منظور مقدار وزن ازتی است که در کل اندام و رقم مورد نظر وجود دارد.



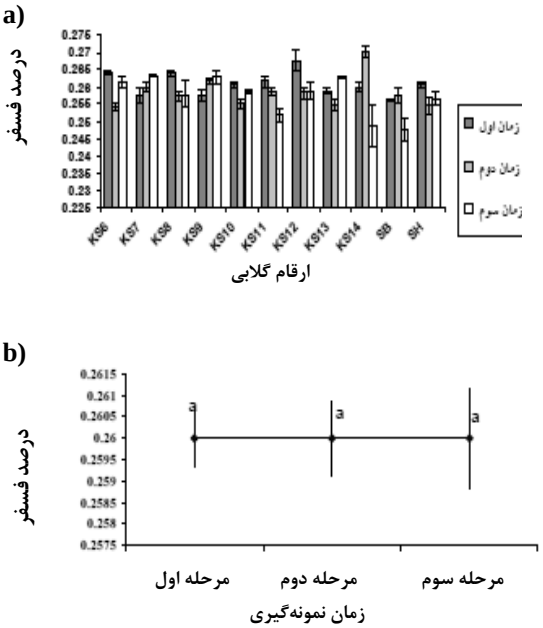
شکل ۳- a مقدار ازت کل در برگ ساقه و ریشه و b تغییرات ازت سالیانه برگ ساقه و ریشه ارقام گلابی آسیایی در طول فصل رشد سال ۱۳۸۸.

دمای هوا نقش بسیار مهمی در رشد اندام‌های گیاه و تبدیل شدن این قسمت‌ها به میدان جذب ازت ایفا می‌کند و در اواسط فصل که دمای هوا بسیار بالا رفته و رشد متوقف می‌شود مقدار ازت مورد نیاز برگ نیز کاهش می‌یابد (Dong et al., 2001). مقدار درصد ازت در بخش ریشه نسبت به بخش‌های هوایی گیاه (برگ و ساقه) در طول فصل کمتر بود (شکل b-۲) که مطابق با Bollmark et al. (1999) می‌باشد. در درختان خزان‌دار، ازت از برگ‌هایی که در حال ریزش می‌باشند جذب و ذخیره می‌شود. و نیز ۸۰-۷۳٪ از ازت کل در زمان پاییز در بخش ریشه ذخیره می‌شود (شکل b-۳) که باعث افزایش ازت ریشه می‌شود (Kim et al., 2009). به طور کلی در ارقام گلابی میزان ازت برگ به تدریج در طول فصل کاهش یافته و در اواخر فصل، یعنی پاییز به کمترین میزان ممکن رسید و نیز میزان ازت ریشه به تدریج در طول فصل افزایش یافته و در اواخر فصل در ارقام گلابی به حداکثر میزان رسید که یکی از دلایل آن ذخیره شدن ازت جهت آغاز رشد در سال بعد می‌باشد (شکل a-۳ و b-۳) و مطابق با گزارش Bollmark et al. (1999) و Quartieri et al. (2002) بود.

همچنین در تحقیقی که توسط Tagliavini & Millard (2005) و Tagliavini et al. (1997) بر روی گلابی اروپایی صورت گرفت مشاهده شد که بیش از نیمی از ازت مورد مصرف در گیاه در اوایل بهار توسط ازت ذخیره شده در سال قبل تأمین می‌شود. بنابراین وجود مقدار کافی ازت در گیاه نقش مهمی در آغاز رشد و نمو در سال‌های بعد دارد.

فسفر

میزان فسفر برگ در ارقام گلابی در طول فصل به طور متوسط در سال اول بین ۰/۲۷-۰/۲۵ و در سال دوم ۰/۲۸-۰/۱۵ بود (شکل a-۴ و a-۵) که دامنه آن مطابق با Dris & Niskanen (1998) و Raese (1998) در سیب و Lee et al. (2006) در گلابی بوده ولی نسبت به مطالعه Arzani et al. (2005) و نیز Klein et al. (1999) بیشتر می‌باشد که احتمالاً یکی از دلایل آن شرایط مناسب‌تر خاک (Wojcik & Wojcik, 2007) و آب و هوای منطقه اصفهان نسبت به شرایط تهران جهت کشت و کار ارقام مختلف گلابی می‌باشد که در پژوهش‌های آتی بایستی مدنظر قرار گیرد (جدول ۱).

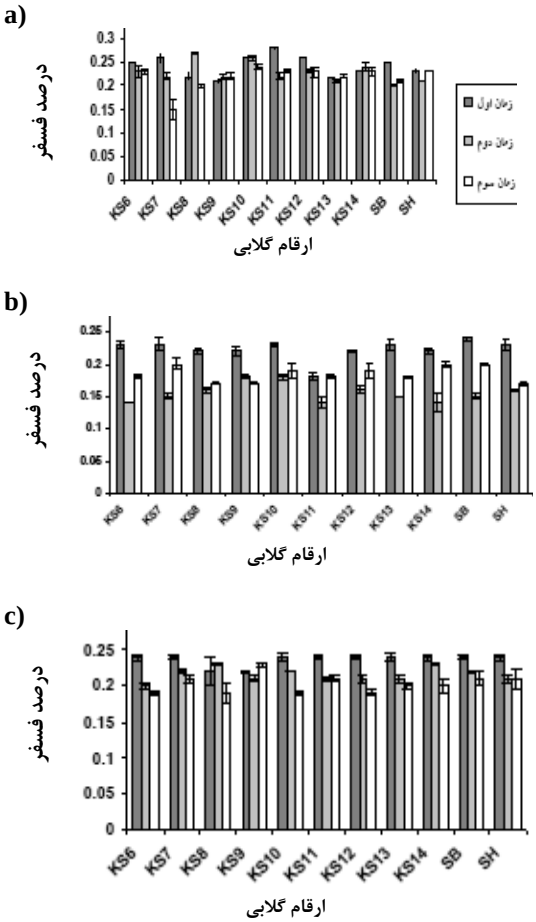


شکل۴-a مقایسه درصد فسفر برگ و b مقایسه تغییرات فسفر برگ ارقام گلابی آسیایی در طول فصل رشد سال ۱۳۸۷

همچنین میزان فسفر برگ در سال اول در طول فصل در ارقام گلابی تقریبا ثابت بوده اما در سال دوم به تدریج با افزایش فصل شروع به کاهش پیدا کرد که

مطابق با گزارش Clark & Smith (1990) در خرمالو، Dris & Niskanen (1998) در سیب، Castillo Gonzalez et al. (2000) بر روی آواکادو، Vemmos (2005) بر روی پسته، Fernandez Escobar et al. (1999) بر روی زیتون، Buwalda & Meekings (1990) در گلابی آسیایی و Toselli et al. (2002) در مورد ارقام گلابی بود (شکل b-۴ و ۶).

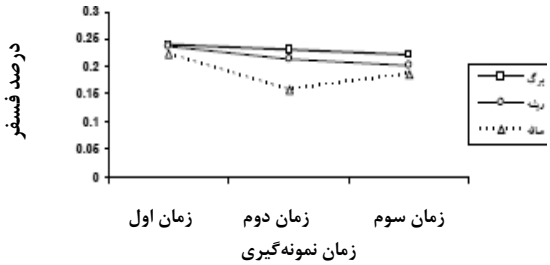
دامنه مقدار فسفر برگ در ارقام گلابی در سال اول و مرحله اول، دوم و سوم نمونه‌گیری به ترتیب ۰/۲۶-۰/۲۷، ۰/۲۵-۰/۲۷ و ۰/۲۵-۰/۲۶ و سال دوم به ترتیب ۰/۲۱-۰/۲۸، ۰/۲-۰/۲۷ و ۰/۱۵-۰/۲۴ بود که مطابق با دامنه مقدار فسفر اندازه‌گیری شده در مراحل مختلف رشدی توسط Toselli et al. (2002) بود (شکل a-۴ و a-۵).



شکل ۵- a مقایسه درصد فسفر برگ و b مقایسه درصد فسفر ساقه و c مقایسه درصد فسفر ریشه ارقام گلابی آسیایی در طول فصل رشد سال ۱۳۸۸. منظور از مرحله اول (اوایل رشد در خرداد)، مرحله دوم (اواسط رشد در مرداد) ومرحله سوم (اواخر رشد در مهرماه) می‌باشد.

مقدار درصد فسفر ساقه در اوایل فصل رشد حداکثر مقدار را داشته و در اواسط فصل رشد به صورت معنی‌داری کاهش یافته و به تدریج تا اواخر فصل رشد به میزان جزئی افزایش معنی‌دار پیدا می‌کند (شکل۶) که مطابق با گزارش Chelik & Herceg (2002) و Cheng & Fuchigami (2002) بر روی آلو و بر خلاف نتایج Vemmos (2005) بر روی پسته می‌باشد.

مقدار فسفر محلول ریشه در ارقام گلابی در طول فصل کاهش معنی‌دار کرد که نشان‌دهنده تطابق مقدار فسفر ریشه در مقابل تغییرات محیطی می‌باشد (شکل c-۵ و ۶). در مطالعه‌ای که توسط Hokmabadi (2003) بر روی تنش شوری ارقام پسته صورت گرفت نتایج نشان داد که مقدار فسفر ریشه در این ارقام با گذشت فصل کاهش جزئی پیدا می‌کند که مطابق با پژوهش حاضر می‌باشد.



شکل ۶- مقایسه درصد تغییرات سالیانه فسفر برگ ساقه و ریشه ارقام گلابی آسیایی در طول فصل رشد سال ۱۳۸۸

پتاسیم

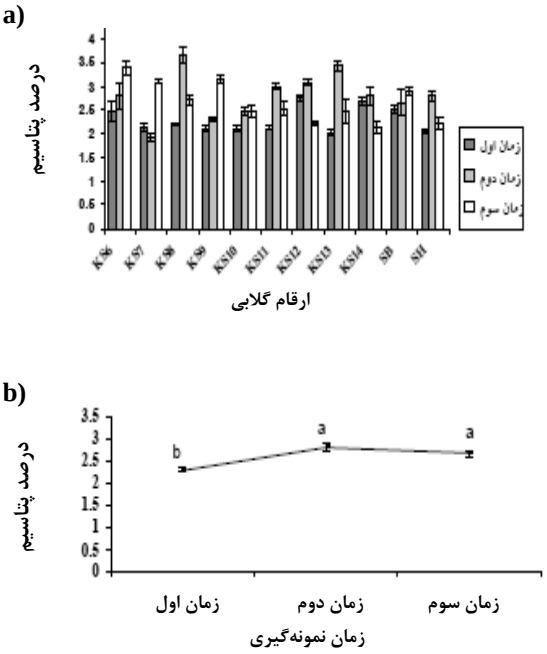
مقدار پتاسیم برگ در ارقام گلابی در سال اول بین ۳/۶-۱/۹ و سال دوم ۵/۸-۱/۱۶ درصد بود که نسبت به میزان دامنه گزارش شده قبلی در منطقه تهران (Arzani et al., 2005) بیشتر می‌باشد که نشان دهنده خاک و آب و هوای بهتر جهت کشت و گسترش این ارقام در منطقه اصفهان می‌باشد (شکل a-۷ و a-۸). اگرچه در اصفهان نیز دامنه وسیع‌تری از آب و هوا و شرایط خاک نسبت به شرایط محل انجام پژوهش حاضر وجود دارد که بایستی توجه شود. در این پژوهش مقدار پتاسیم برگ در ارقام گلابی آسیایی تفاوت معنی‌داری در طول فصل رشد در هر دو منطقه رویشی از خود نشان داده‌اند و در منطقه اول میزان پتاسیم برگ به تدریج از اوایل فصل تا اواسط فصل افزایش یافته و تا

اواخر فصل به صورت ثابت باقی ماند (شکل b-۷) که مطابق با Clark & Smith (1990) در خرمالو، و Vemmos (2005) در پسته بود اما در سال دوم تغییرات سالیانه به این صورت بود که در اوایل فصل میزان پتاسیم برگ حداکثر بوده و به تدریج میزان آن کاهش پیدا می‌کند (شکل b-۸) که نشان‌دهنده تطبیق با شرایط آب و هوایی در طول فصل رشد می‌باشد که مطابق با Buwalda & Meekings (1990) در گلابی آسیایی، Dris & Niskanen (1998) در سیب، Toselli et al. (2002) و Fernandez Escobar et al. (1999) در مورد زیتون بود. دامنه مقدار پتاسیم برگ در ارقام گلابی در سال اول و مرحله اول، دوم و سوم نمونه‌گیری به ترتیب ۲/۷-۲، ۳/۶-۱/۹ و ۳/۳-۲/۱ و سال دوم به ترتیب ۵/۵۸-۲/۱، ۲/۳-۱/۴ و ۲/۸-۱/۱ بود که مطابق با دامنه مقدار پتاسیم اندازه‌گیری شده در مراحل مختلف رشدی توسط Toselli et al. (2002) بود (شکل a-۷ و a-۸). مقدار پتاسیم ساقه در ارقام گلابی در طول فصل رویش به طور معنی‌دار از اوایل فصل رشد تا آخر کاهش می‌یابد (شکل b-۸) که برخلاف پژوهش صورت گرفته بر روی پسته توسط Vemmos (2005) می‌باشد. کاهش پتاسیم ساقه بیانگر مورد استفاده قرار گرفتن این عنصر در ساقه جهت رشد می‌باشد (Vemmos, 2005). مقدار پتاسیم محلول ریشه در ارقام گلابی در طول فصل کاهش معنی‌دار پیدا می‌کند (شکلb-۸) که نشان‌دهنده تطابق مقدار پتاسیم ریشه در مقابل تغییرات محیطی می‌باشد. در مطالعه‌ای که توسط Hokmeabadi (2003) بر روی تنش شوری ارقام پسته صورت گرفت مشخص شد که مقدار پتاسیم ریشه در این ارقام با گذشت فصل کاهش جزئی پیدا می‌کند که مطابق با پژوهش حاضر می‌باشد.

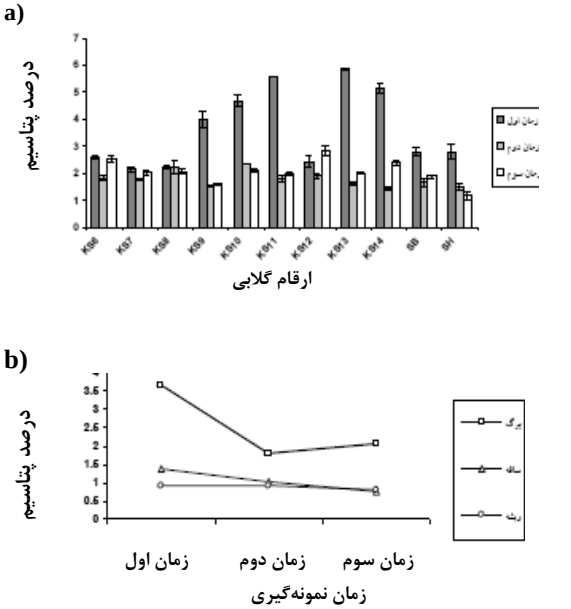
کربوهیدرات

میزان کربوهیدرات برگ ارقام گلابی در طول فصل سال اول در طی ماه های اول، دوم و سوم نمونه‌گیری به ترتیب بین ۶۲/۳-۴۷/۶۶، ۷۹/۶۹-۴۷/۲۵ و ۷۹/۶۹-۴۷/۲۵ میلی‌گرم در گرم ماده خشک بود و در سال دوم میزان این کربوهیدرات‌ها به ترتیب بین ۱۳۷/۶۷-۳۰، ۴۶/۲۴-۲۵/۵۱ و ۹۲/۱۲-۳۹/۶۵ میلی‌گرم در گرم ماده خشک بود (شکل a-۹ و a-۱۰) که نشان‌دهنده سوخت و ساز بیشتر ارقام گلابی در منطقه رویشی دوم نسبت به منطقه رویشی اول می‌باشد. همچنین دامنه کربوهیدرات ارقام گلابی مطابق با دامنه کربوهیدرات برگ در آزمایش صورت گرفته بر روی پسته توسط Vemmos (2005) و Bollmark et al. (1999) در بید بود.

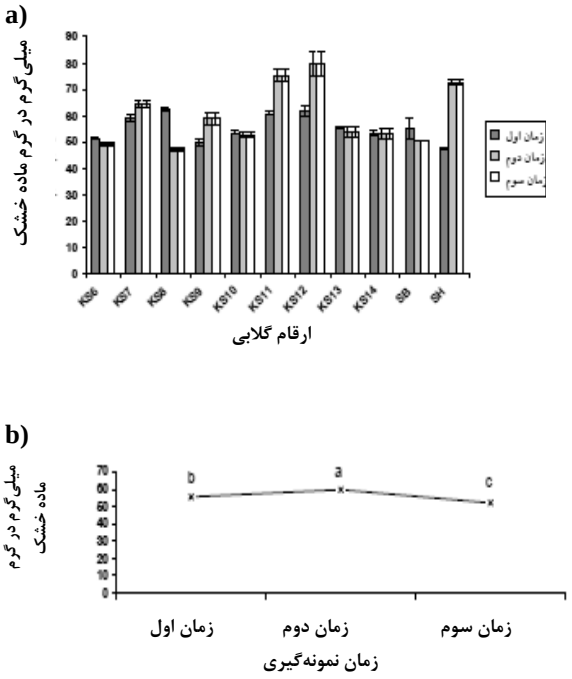
میزان کربوهیدرات برگ در سال اول در اوایل فصل کم بوده و در اواسط فصل به حداکثر مقدار خود رسیده و در اواخر فصل به طور معنی‌دار کاهش پیدا می‌کند (شکل b-۹) اما در سال دوم مقدار کربوهیدرات محلول برگ در اوایل فصل حداکثر مقدار بوده و در اواسط فصل کاهش یافته و در اواخر فصل دوباره رو به افزایش می‌یابد (شکل ۱۱) که مطابق با پژوهش صورت گرفته توسط Rapparini et al. (1996) در گلابی و Vemmos (2005) در پسته می‌باشد. مقدار کربوهیدرات برگ در سال دوم بیشتر از سال اول می‌باشد که یکی از دلایل مهم آن غلظت بیشتر مقدار ازت خاک در این خاک نسبت به سال اول می‌باشد (Thomas et al., 2005).



شکل ۷- a مقایسه درصد پتاسیم برگ و b مقایسه تغییرات پتاسیم برگ ارقام گلابی آسیایی در طول فصل رشد سال ۱۳۸۷. منظور از مرحله اول (اوایل رشد در خرداد)، مرحله دوم (اواسط رشد در مرداد) و مرحله سوم (اواخر رشد در مهرماه) می‌باشد.

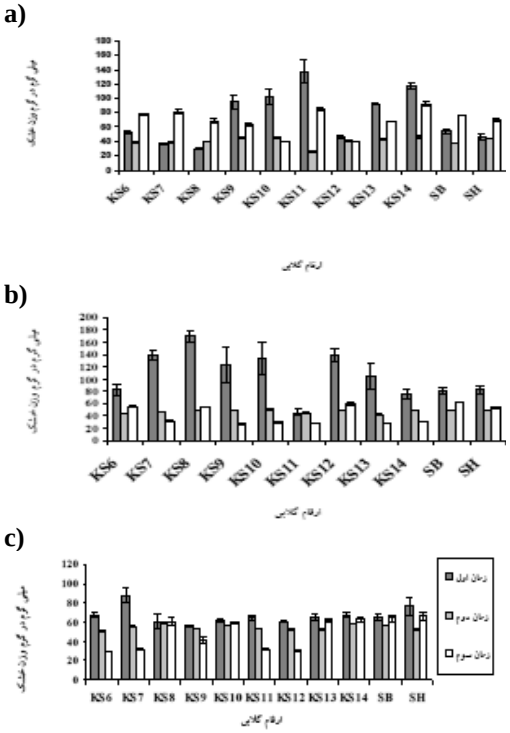


شکل ۸- a مقایسه درصد پتاسیم برگ و b مقایسه تغییرات پتاسیم برگ ساقه و ریشه ارقام گلابی آسیایی در طول فصل رشد سال ۱۳۸۸. منظور از مرحله اول (اوایل رشد در خرداد)، مرحله دوم (اواسط رشد در مرداد) ومرحله سوم (اواخر رشد در مهرماه) می‌باشد.



شکل ۹- a مقایسه درصد کربوهیدرات محلول برگ و b مقایسه تغییرات کربوهیدرات محلول برگ ارقام گلابی آسیایی در طول فصل رشد سال ۱۳۸۷. منظور از مرحله اول (اوایل رشد در خرداد)، مرحله دوم (اواسط رشد در مرداد) و مرحله سوم (اواخر رشد در مهرماه) می‌باشد.

رابطه همبستگی غیرمعنی‌دار بین ازت برگ و کربوهیدرات محلول برگ وجود دارد (R^2=۱۶۵ در سال اول و R^2=۲۰۳ در سال دوم) که به دلیل مصرف شدن کربوهیدرات تولید شده جهت آسیمیلاسیون ازت می‌باشد. علاوه بر اینکه کربوهیدرات‌ها در این حالت جهت تشکیل ساختمان گیاهی مصرف می‌شود. در شرایطی که غلظت ازت خاک زیاد باشد غلظت این عنصر نیز در گیاه افزایش پیدا می‌کند. با افزایش غلظت ازت ذخیره و کاهش کربوهیدرات ذخیره، میزان رشد برگ در سال بعد نیز افزایش پیدا می‌کند که نشان‌دهنده اهمیت ازت ذخیره در بخش‌های چند ساله می‌باشد (Cheng et al., 2004).



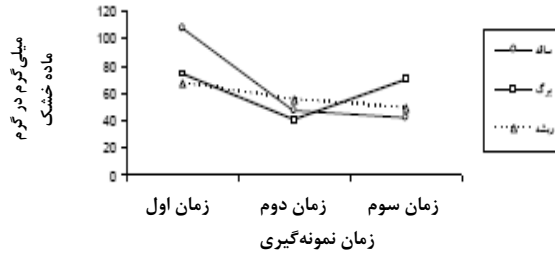
شکل ۱۰- a مقایسه درصد کربوهیدرات محلول برگ و b مقایسه درصد کربوهیدرات محلول ساقه و c مقایسه درصد کربوهیدرات محلول ریشه ارقام گلابی آسیایی در طول فصل رشد سال ۱۳۸۸. منظور از مرحله اول (اوایل رشد در خرداد)، مرحله دوم (اواسط رشد در مرداد) ومرحله سوم (اواخر رشد در مهرماه) می‌باشد.

مقدار کربوهیدرات ساقه در اوایل فصل رشد حداکثر مقدار را داشته و در اواسط فصل رشد به کمترین مقدار خود رسیده و تا اواخر فصل رشد به همین مقدار باقی

می‌ماند (شکل ۱۱) که با Vemmos (2005) بر روی پسته، Berman &Dejong (2003) بر روی هلو، Gardin (2002)، Rapparini et al. (1996) و Rakngan et al. (2002) بر روی گلابی تطابق دارد که به دلیل مصرف کربوهیدرات ساقه جهت رشد بخش‌های جدید می‌باشد (Gardin, 2002) ولی برخلاف Sivaci (2006) بود.

دامنه میزان کربوهیدرات ساقه ارقام گلابی آسیایی در طول فصل سال دوم در طی ماه‌های اول، دوم و سوم نمونه‌گیری به ترتیب بین ۱۶۹/۵۳-۴۵/۳۵، ۴۹/۵-۴۲/۴ و ۵۹/۷-۲۶/۱۳ میلی‌گرم در گرم ماده خشک بود (شکل b-۱۰) که نشان‌دهنده سوخت و ساز بیشتر ارقام گلابی در آغاز رشد رویشی ساقه نسبت به مراحل دیگر رشد می‌باشد. همچنین دامنه کربوهیدرات ارقام گلابی در ساقه بجز مرحله اول مطابق با دامنه کربوهیدرات ساقه در آزمایش صورت گرفته بر روی پسته توسط Vemmos (2005) بود.

نتایج همبستگی بین غلظت ازت برگ با مقدار کربوهیدرات برگ، ساقه و ریشه نشان می‌دهد که مقدار ازت برگ با کربوهیدرات ساقه (R^2=۰/۶۳۱) و ریشه (R^2=۳۹۹) رابطه ای مثبت و معنی‌دار دارد که مطابق با Graham (2002) در هلو می‌باشد. میزان کربوهیدرات ریشه در ارقام گلابی در طول فصل نسبت به هم و نیز نسبت به زمان نمونه‌گیری تفاوت معنی‌داری دارند که هر رقم جهت سازگاری با شرایط متغیر محیطی مقدار کربوهیدرات خود را تنظیم می‌کند. بدین صورت که در اوایل و اواسط به ترتیب KS_7 و KS_8 و در اواخر فصل KS_8, KS_{10}, KS_{13} و KS_{14} بیشترین میزان کربوهیدرات ریشه را از خود نشان داده و کمترین میزان در این زمان‌ها به ترتیب در ارقام KS_9 و KS_6 و KS_9 مشاهده شد (شکل c-۱۰). نتایج نشان داده‌اند که ارقام پر رشد از نظر غلظت کربوهیدرات ریشه بسیار بیشتر از ارقام کم رشد می‌باشند که این حالت علاوه بر افزایش وزن خشک، سازگاری ارقام را نسبت به شرایط آب و هوایی منطقه مشخص می‌کند (Yano et al., 2002). به طور کلی غلظت کربوهیدرات ریشه گونه‌های مقاوم به شرایط غرقاب، مواد فتوسنتزی یعنی کربوهیدرات محلول بیشتری تولید کرده و بنابراین غلظت کربوهیدرات ریشه در ارقامی که از مقاومت بیشتری برخوردار می‌باشند بالاتر است و بهتر می‌توانند در مقابل استرس‌های خاکی از خود مقاومت نشان دهند (Hsu et al., 1999; Kogawara et al., 2006). همچنین نتایج Boldingh et al. (2000) بر روی کیوی نشان داد که ارقامی که دارای کربوهیدرات بیشتری در ریشه می‌باشند در مناطق سرد سازگاری بیشتری دارند. بیشترین و کمترین میزان میانگین کل کربوهیدرات محلول ریشه در طول فصل رشد به ترتیب در ارقام KS_{14} و KS_{12} مشاهده شد (شکل c-۱۰). غلظت کربوهیدرات ریشه ارقام گلابی در آغاز بهار حداکثر می‌باشد و با افزایش فصل رو به کاهش می‌گذارد (شکل۱۱) که برخلاف نتایج Rapparini et al. (1996) در گلابی و مطابق با Latt et al. (2001) در مورد برخی از گونه‌های درختان جنگلی بود که یکی از دلایل آن مصرف توسط بخش‌های دیگر گیاه می‌باشد. اما در طول زمستان، ریشه‌ها دوباره شروع به ذخیره‌سازی و افزایش کربوهیدرات می‌کنند (Yano et al., 2002).



شکل ۱۱- مقایسه تغییرات سالیانه کربوهیدرات محلول برگ ساقه و ریشه ارقام گلابی آسیایی در طول فصل رشد سال ۱۳۸۸.

نتیجه گیری

تغییرات سالیانه کربوهیدرات محلول و عناصر غذایی ازت، فسفر و پتاسیم در برگ درختان گلابی در منطقه پیربکران در سال اول و در سال دوم در تمام اندام‌های این ارقام در سال دوم در منطقه کبوترآباد اصفهان مورد بررسی قرار گرفت. نتایج اختلاف معنی‌داری را در این موارد در طول فصل نشان داد که در مقایسه با ارقام گلابی شاهد، یعنی سبری و شاه میوه که بومی این منطقه می‌باشند وضعیت بسیار مناسب‌تری دارند. ازت و نیز فسفر برگ در ارقام گلابی در طول فصل دوم شروع به کاهش کرده اگرچه مقدار فسفر در طول فصل سال

اول تقریبا ثابت بود. پتاسیم برگ در سال اول با گذشت فصل شروع به افزایش کرده در حالی که در سال دوم مقدار آن با گذشت فصل کاهش یافت. مقدار کربوهیدرات محلول برگ در اواسط فصل اول افزایش یافت، در حالی که در سال دوم در اواسط فصل مقدار آن در برگ و ساقه به ترتیب به حداکثر و حداقل مقدار خود رسید. مقدار کربوهیدرات محلول ساقه، ریشه و نیز فسفر و پتاسیم ریشه در طول فصل رشد شروع به کاهش نمود. مقدار درصد ازت و پتاسیم ساقه در طول فصل کاهش یافته و مقدار فسفر آن ابتدا کاهش و سپس افزایش یافت. مقدار ازت ریشه نیز در طول فصل افزایش پیدا کرد.

سپاسگزاری

مواد گیاهی مورد استفاده در این پژوهش از پروژه ملی گلابی آسیایی به شماره ۸۴۰۰۶ (صندوق پژوهشگران کشور) که توسط گروه باغبانی دانشگاه تربیت مدرس در دست اجراست تهیه شده است، و همچنین از نهالستان شرکت آبنوس جهت همکاری در پژوهش تشکر و قدردانی می‌گردد.

REFERENCES

1. Arzani, K., Khoshghalb, H. & Karimzadeh, G. (2005). Scion/rootstock influence on grafting success, early performance, tree survival and efficiency of nutrient uptake of some Asian pear (*Pyrus serotina* Rehd.) cultivars. *Acta Horticulturae*, 671, 477-480.
2. Baherle, P., Nunez, I. P., Zapata, F. & Glenn, D. M. (1994). Effect of 15N application time on the distribution of absorbed 15N in peach trees. In: Proceedings of *IFA/FAO Symposium*, 709–710.
3. Bates, T. R., Dunst, R. M. & Joy, P. (2002). Seasonal dry matter, starch, and nutrient distribution in Concord grapevine roots. *Hort Science*, 37(2), 313-316.
4. Berman, M. E. & Dejong, T. M. (2003). Seasonal patterns of vegetative growth and competition with reproductive sinks in peach (*Prunus persica*). *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 78(3), 303-309.
5. Boldingh, H., Smith, G. S. & Klages, K. (2000). Seasonal concentrations of non-structural carbohydrates of five *Actinidia* species in fruit, leaf and fine root tissue. *Annals of Botany*, 85, 469-476.
6. Bollmark, L., Sennerbyforsse, L. & Ericsson, T. (1999). Seasonal dynamics and effects of nitrogen supply rate on nitrogen and carbohydrate reserves in cutting-derived *Salix viminalis* plants. *Canadian Journal for Research*, 29, 85–94.
7. Buwalda, J. G. & Meekings, J. S. (1990). Seasonal accumulation of mineral nutrients in leaves and fruit of Japanese pear (*Pyrus serotina* Rehd.). *Scientia Horticulturae*, 41(3), 209-222.
8. Castillo Gonzalez, A. M., Tiradotorres, J. L., Rubiarriaga, M. & Avitiagarcia, E. (2000). Seasonal variation in nutrient concentration in leaves and inflorescences of Avocado. *Journal of Plant Nutrition*, 23(5), 663- 671.
9. Chelik, Z. & Herceg, N. (2002). Seasonal changes in phosphorus concentration of bearing plum shoots. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 67(3), 125-130.
10. Cheng, L. & Fuchigami, L. H. (2002). Seasonal changes in phosphorus concentration of bearing plum shoots. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 67(3), 125-130.
11. Cheng, L., Ma, F. & Ranwala, D. (2004). Nitrogen storage and its interaction with carbohydrates of young apple trees in response to nitrogen supply. *Tree Physiology*, 24, 91-98.
12. Clark, C. J. & Smith, G. S. (1990). Seasonal changes in the mineral nutrient content of persimmon leaves. *Scientia Horticulturae*, 42(1), 85-97.
13. Dichio, B., Xiloyannis, C., Sofo, A. & Montanaro, G. (2007). Effects of post-harvest regulated deficit irrigation on carbohydrate and nitrogen partitioning, yield quality and vegetative growth of peach trees. *Plant and Soil*, 290, 127–137.
14. Dong, S., Scagel, C. F., Cheng, L., Fuchigami, L. H. & Rygiewic, P. T. (2001). Soil temperature and plant growth stage influence nitrogen uptake and amino acid concentration of apple during early spring growth. *Tree Physiology*, 21, 541–547
15. Dris, R. & Niskanen, R. (1998). Nutritional status of commercial apple orchards in the Aland Islands. *Acta Agriculture Scandinavia, Section B, Soil and Plant Science*, 48, 100-106.
16. Emami, A. (1996). Plant and mineral analysis manual. p. 1-50. Soil and Water Research Institute of Iran, Tehran, Iran. (In Farsi).
17. Fernaandez Escobar, R., Moreno, R. & Garcoaacreus, M. (1999). Seasonal changes of mineral nutrients in olive leaves during the alternate-bearing cycle. *Scientia Horticulturae*, 82, 25-45.

18. Flore, J. A. & Layne, D. R. (1999). Photo assimilates production and distribution in Cherry. *Hort Science*, 34(6),1015-1019.
19. Frak, E., Millard, P., Le Roux, X., Guillaumie, S. & Wendler, R. (2002). Coupling sap flow velocity and amino acid concentrations as an alternative method to ^{15}N labeling for quantifying nitrogen remobilization by walnut trees. *Plant Physiology*, 130, 1043–1053.
20. Gardin, J. P. (2002). Determination of the sugar levels in buds and branches of pears Housui and Nijisseiki, during the phase that precedes flowing in Pelotas-Rs and Soajaoquim-Sc, Brazil. *Acta Horticulturae*, 587, 363-368.
21. Graham, G. J. (2002). Nonstructural carbohydrate and prunasin composition of peach seedlings fertilized with different nitrogen sources and aluminum. *Scientia Horticulturae*, 94, 21–32.
22. Grassi, G., Millard, P., Gioacchini, P. & Tagliavini, M. (2003). Recycling of nitrogen in the xylem of *Prunus avium* trees start when spring remobilization of internal reserves declines. *Tree Physiology*, 23, 1061–1068.
23. Hokmabadi, H. (2003). *Response of different pistachio rootstocks to sodium chloride and boron excess in irrigation water*. Ph.D. Thesis. Faculty of Agriculture Tarbiat Modares University, Iran. (In Farsi).
24. Hsu, Y. M., Tseng, M. J. & Lin, C. H. (1999). The fluctuation of carbohydrates and nitrogen compounds in flooded wax apple tress. *Botanical Bulletin of Academia Sinica*, 40, 193-198
25. Irigoyen, J. I., Emerich, D. W. & Sanchez-Diaz, M. (1992). Water stress induces changes in concentration of proline and total soluble sugar in modulated alfalfa (*Medicago sativa*) plants. *Physiologia Planatarum*, 84, 55-60.
26. Kim, Y. K., Lim, C. S., Kang, S. M. & Cho, J. L. (2009). Root storage of nitrogen applied in autumn and its remobilization to new growth in spring of persimmon trees (*Diospyros kaki* cv. Fuyu). *Scientia Horticulturae*, 119, 193–196.
27. Klein, I., Meimon, A. & Skedi, D. (1999). Drip nitrogen, phosphorus, and potassium fertigation of Spadona pear. *Journal of Plant Nutrition*, 22(3), 489- 499.
28. Kogawara, S., Yamnoshita, T., Norisad, M., Masumori, M. & Kojima, K. (2006). Photosynthesis and photo assimilate transport during root hypoxia in *Melaleuca cajuputi*, a flood-tolerant species, and in *Eucalyptus camaldulensis*, a moderately flood-tolerant species. *Tree Physiology*, 26, 1413–1423
29. Lakso, A. N., Wunsche, J. N., Palmer, J. W. & Grappadelli, L. C. (1999). Measurement and modeling of carbon balance of the apple tree. *Hort Science*, 34(6), 1040-1047.
30. Latt, C. R., Nair, P. K. R. & Kang, B. T. (2001). Reserve carbohydrate levels in the boles and structural roots of five multipurpose tree species in a seasonally dry tropical climate. *Forest Ecology and Management*, 146, 145-158.
31. Lee, S. H., Choi, J. H., Kim, W. S., Han, T. H., Park, Y. S. & Gemma, H. (2006). Effect of soil water stress on the development of stone cells in pear (*Pyrus pyrifolia* cv. 'Niitaka') flesh. *Scientia Horticulturae*, 110, 247–253.
32. Mediavilla, S. & Escudero, A. (2003). Relative growth rate of leaf biomass and leaf nitrogen content in several Mediterranean woody species. *Plant Ecology*, 168, 321–332.
33. Millard, P. & Neilsen, G. H. (1989). The influence of nitrogen supply on the uptake and remobilization of stored N for the seasonal growth of apple trees. *Annals of Botany*, 63, 301–309.
34. Neto, C ., Carranca, C., Clemente, J. & Varennes, A. (2008). Nitrogen distribution, remobilization and re-cycling in young orchard of non-bearing 'Rocha' pear trees. *Scientia Horticulturae*, 118, 299–307.
35. Neto, C., Carranca, C., Varennes, A., Oliveira, C., Clemente, J. & Sobreiro, J. (2006). Nitrogen use efficiency of drip-irrigated 'Rocha' pear trees. *Acta Horticulturae*, 721, 337-341.
36. Paquin, R. & Lechasseur, P. (1979). Observations sur une methode dosage de la praline libre dans les extradite de plantes. *Canadian Journal of Botany*, 57, 1851-1854. (In French).
37. Quartieri, M., Millard, P. & Tagliavini, M. (2002). Storage and remobilization of nitrogen by pear (*Pyrus communis* L.) trees as affected by timing of N supply. *European Journal of Agronomy*, 17, 105–110.
38. Raese, J. T. (1998). Response of apple and pear trees to nitrogen, phosphorus, and potassium fertilizers. *Journal of Plant Nutrition*, 21(12), 2671-2696.
39. Rakngan, J., Gemma, H. & Subhadrabandhu, S. C. (2002). Phenology of introduced oriental pears grafted onto a local pear cultivar and their carbohydrate and nitrogen statute. *Acta Horticulturae*, 587, 405-411
40. Rapparini, F., Baraldi, R. & Bertazza, G. (1996). Growth and carbohydrate statues of *Pyrus communis* L plantlets inoculated with *Glomus* sp. *Agronomie: Plant Genetics and Breeding*, 16, 653-661.
41. Sanches, E. E. (2002). Nitrogen nutrition in pear orchards. *Acta Horticulturae*, 596, 653-658.
42. Sivaci, A. (2006). Seasonal changes of total carbohydrate contents in three varieties of apple (*Malus sylvestris* Miller) stem cuttings. *Scientia Horticulturae*, 109, 234–237.

43. 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.
44. Tagliavini, M. & Millard, P. (2005). Fluxes of nitrogen within deciduous fruit trees. *Acta Scientiarum Poloronum Hortorum Cultus*, 4(1), 21-30.
45. Tagliavini, M., Millard, P., Quartieri, M. & Marangoni, B. (1999). Timing of nitrogen uptake affects winter storage and spring remobilization of nitrogen in nectarine (*Prunus persica* var. Nectarina) trees. *Plant and Soil*, 211, 149–153.
46. Tagliavini, M., Quartieri, M. & Millard, P. (1997). Remobilized nitrogen and root uptake of nitrate for spring leaf growth, flowers and developing fruits of pear (*Pyrus communis* L.) trees. *Plant and Soil*, 195, 137–142.
47. Thomas, V. F. D., Braun, S. & Fluckiger, W. (2005). Effects of simultaneous ozone exposure and nitrogen loads on carbohydrate concentrations, biomass, and growth of young spruce trees (*Picea abies*). *Environmental Pollution*, 137, 507-516.
48. Toselli, M., Mazzanti, F. & Marango, B. (2002). Determination of leaf standards for mineral diagnosis in pear orchards in the Po Valley, Italy. *Acta Horticulturae*, 596, 665-670.
49. Vemmos, S. N. (2005). Effects of shoot girdling on bud abscission, carbohydrate and nutrient concentration in pistachio (*Pistacia vera* L.). *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 80(5), 529-536
50. Wojcik, P. & Wojcik, M. (2007). Response of mature phosphorus-deficient Apple trees to phosphorus fertilization and liming. *Journal of Plant Nutrition*, 30(10), 1623-1637.
51. Yano, T., Inoue, H., Shimizu, Y. & Shinkai, S. (2002). Dry matter partitioning and carbohydrate statuts of Kawanakajima Hakuto peach tress grafted onto different rootstocks or with an interstock at pre bloom period. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 71 (2), 164-170.