مجله به‌زراعی نهال و بذر
جلد ۲-۲۸، شماره ۴، سال ۱۳۹۱

ارزیابی پومولوژیک و تغییرات فصلی رشد و نمو میوه برخی از ارقام گلابی آسیایی در شرایط آب و هوایی تهران

Pomological Evaluation and Seasonal Variation in Fruit Growth and Development of Some Asian Pear Cultivars Under Tehran Environmental Conditions

بهنام دهقانی[۱]، کاظم ارزانی[۲] و سعادت ساریخانی خرمی[۳]

۱- دانشجوی دکتری دانشگاه تربیت مدرس، تهران
۲- استاد دانشگاه تربیت مدرس، تهران (نگارنده مسئول)
۳- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس، تهران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۰/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۹/۱۶

چکیده

دهقانی، ب.، ارزانی، ک. و ساریخانی خرمی، س. ۱۳۹۱. ارزیابی پومولوژیک و تغییرات فصلی رشد و نمو میوه برخی از ارقام گلابی آسیایی در شرایط آب و هوایی تهران. **مجله به‌زراعی نهال و بذر ۲-۲۸ (۴):** ۴۳۳ - ۴۱۹.

گلابی آسیایی یک محصول جدید در ایران است و توجه به مدیریت آن در جهت افزایش عملکرد و کیفیت محصول می‌تواند نقش بسزایی در تولید اقتصادی این محصول در مناطق مساعد کشت آن داشته باشد. این پژوهش به منظور برازش یک مدل ریاضی بین قطر با حجم و وزن تر میوه و همچنین ارزیابی پومولوژیکی شش رقم زودرس (KS_7 و KS_6)، میان‌رس (KS_{11} و KS_{13}) و دیررس (KS_8 و KS_{12}) گلابی آسیایی صورت گرفت. این آزمایش در باغ تحقیقاتی گروه علوم باغبانی دانشگاه تربیت مدرس طی سالهای ۱۳۸۸-۱۳۸۷ انجام گرفت. بدین منظور قطر، حجم و وزن‌تر میوه به دو صورت تخریبی و غیرتخریبی اندازه‌گیری شد. نتایج بررسی روابط بین قطر با حجم و وزن تر میوه، گواه وجود یک رابطه قوی بین قطر با حجم و وزن تر میوه در تمام ارقام مورد مطالعه بود. اختلاف معنی‌داری در مقایسه حجم و وزن تر اندازه‌گیری شده و داده‌های محاسبه شده از روی قطر میوه، مشاهده نشد که حاکی از مطلوبیت معادلات برازش شده برای برآورد وزن و حجم میوه از روی قطر میوه بود. معادلات کلی حاصل از ترکیب داده‌های شش رقم مورد مطالعه نشان داد که $Y= -۶/۴۳ + ۲/۷۰X$ و $Y = -۶/۳۱ + ۲/۶۸X$ به ترتیب بهترین برازش برای برآورد حجم و وزن تر میوه براساس قطر میوه می‌باشند. ارزیابی صفات پومولوژیکی نشان داد که درصد ریزش میوه در ارقام دیررس بیشتر و بنابراین درصد تشکیل میوه نهایی در این ارقام پائین بود. همچنین اختلاف معنی‌داری از نظر عملکرد بین ارقام مشاهده گردید. به طوری‌که رقم KS_{13} با ۶/۰۱ کیلوگرم میوه به ازای هر درخت بیشترین و رقم KS_{12} با ۲/۹۱ کیلوگرم به ازای هر درخت کمترین میزان عملکرد را به خود اختصاص دادند.

واژه‌های کلیدی: گلابی آسیایی، عملکرد، مدل ریاضی، الگوی رشد میوه و درصد تشکیل میوه.

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: arzani_k@modares.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

گلابی یکی از مهم‌ترین درختان میوه مناطق متعدله محسوب می‌شود که به دلیل طعم مناسب و ارزش اقتصادی بالای آن، سالیان متمادی است که در ایران پرورش می‌یابد (Roozban *et al.*, 2002). گلابی آسیایی (*Pyrus serotina* Rehd.) از خانواده گل‌سرخیان (Rosaceae) و از شرق آسیا منشاء گرفته است. بخش عظیمی از تولید گلابی دنیا را گلابی آسیایی تشکیل می‌دهد، تولید و پرورش گلابی آسیایی طی سه دهه اخیر در بسیاری از کشورها از جمله استرالیا، نیوزیلند، تایلند، کانادا، برزیل، شیلی، ایتالیا، فرانسه و ایالات متحده رو به گسترش است. مصرف گلابی آسیایی به خاطر کیفیت آن به سرعت در حال افزایش می‌باشد (Chen *et al.*, 2006).

رشد در گیاهان به عنوان افزایش غیر قابل برگشت در حجم و وزن تعریف می‌گردد (Arzani *et al.*, 2008). در واقع رشد تغییرات کمی و غیر قابل برگشت می‌باشد که شامل دو پدیده تقسیم سلولی و طویل شدن سلول است. تقسیم سلولی در گیاهان محدود به نواحی رشد فعال (مریستم‌ها) می‌گردد و بزرگ شدن سلول در پائین‌تر از منطقه مریستمی، یعنی در منطقه رشد طولی، صورت می‌گیرد (Salisbury and Ross, 1992). در زمان تولید میوه تمام نگرانی باغدار، تامین کیفیت خوب میوه همراه با کاهش هزینه‌های تولید است. به منظور دستیابی به یک عملکرد قابل قبول با حداکثر کیفیت و کاهش هزینه‌های تولید، مدیریت تاج درخت و قدرت رشد آن ضروری می‌باشد. در واقع هدف نهایی از مدیریت درخت، ممارست برای دستکاری نسبت رشد رویشی و رشد زایشی است (Arzani *et al.*, 2000). به عبارت دیگر بهبود در تولید میوه به توانایی ما در مطالعه رشد میوه بستگی دارد (Arzani *et al.*, 1999). اعمال تیمارهای مختلف باغبانی اعم از کم آبیاری تنظیم شده (Regulated Deficit Irrigation)، تنک میوه، هرس و بسیاری از اعمال زراعی دیگر، به منظور بهبود عملکرد و کیفیت میوه، نیاز به آگاهی کامل از الگوی رشد میوه و رشد رویشی دارد (Bramardi *et al.*, 1998).

عوامل زیادی رشد رویشی و زایشی درختان میوه را تحت تاثیر قرار می‌دهند. این عوامل در دو گروه درونی و بیرونی بررسی می‌شوند (Fahimi, 2011). عوامل درونی مربوط به ژنوتیپ گیاه بوده که بین ارقام مختلف متفاوت می‌باشد و عوامل بیرونی شامل شرایط آب و هوایی، تنظیم کننده‌های رشد و مدیریت درختان است. با تعیین الگوی رشد برای هر میوه در شرایط آب و هوایی مختلف، می‌توان زمان رسیدن میوه به اندازه نهایی و طول دوره رشد میوه را برآورد کرد (Mattiuz *et al.*, 1997; Mitchell, 1986). الگوی رشد میوه برای گونه‌های مختلف به دو صورت سیگموئید و سیگموئید مضاعف می‌باشد (Westwood, 1993). الگوی رشد میوه‌های

Archive of SID

www.SID.ir

دانه‌دار به صورت سیگموئید می‌باشد. الگوی رشد گلابی نیز سیگموئید است، با این تفاوت که دوره رشد کند در انتهای الگوی رشد را ندارد. علت این امر برداشت میوه گلابی در حالت سبز بالغ و رسیدن میوه پس از برداشت از روی درخت می‌باشد (Westwood, 1993). الگوی رشد گلابی آسیایی نیز مانند سایر ارقام گلابی از نوع سیگموئیدی است. در تحقیقات صورت گرفته روی ارقام میان رس(KS_{13} و KS_{14}) و دیررس(KS_8 و KS_{12}) گلابی آسیایی، مشخص گردیده است که منحنی رشد گلابی آسیایی برخلاف گلابی اروپایی به صورت کامل می‌باشد (Arzani *et al.*, 2008).

در درختان میوه، رشد رویشی و زایشی به ترتیب بر مبنای رشد رویشی سال جاری و رشد میوه بیان می‌گردد. به طور کلی در مطالعه رشد زایشی درختان میوه، اگر میوه یک شکل هندسی منظم داشته باشد، می‌توان حجم آن را با یک یا دو رابطه خطی محاسبه کرد (Arzani *et al.*, 1999). از آنجائی‌که شکل اکثر میوه‌ها کروی نمی‌باشد، بنابراین همیشه بین قطر با حجم و وزن تر میوه رابطه خطی وجود ندارد. بنابراین بایستی روابط بین آنها بررسی گردیده و یک مدل ریاضی تعریف گردد (Kashefi *et al.*, 2007; Arzani *et al.*, 1999). جهت بررسی رشد و نمو میوه دو روش تخریبی و غیرتخریبی وجود دارد. در روش تخریبی در فواصل زمانی معینی، بین شروع رشد میوه تا زمان برداشت، تعدادی میوه را برداشت کرده و قطر، حجم و وزن تر و خشک آن را اندازه‌گیری می‌کنند. مشکل روش تخریبی این است که نیاز به برداشت میوه می‌باشد و نمی‌توان با کمک آن تغییرات روزانه و روند رشد را در یک میوه مشخص کرد (Kashefi, 2004).

به منظور اندازه‌گیری غیرتخریبی رشد میوه در میوه‌هایی که شکل هندسی منظمی دارند (مانند کروی)، نمونه‌های میوه به صورت تصادفی انتخاب و برچسب زده می‌شوند. سپس قطر یا طول میوه بر روی درخت تا زمان برداشت اندازه‌گیری می‌شود و نهایتاً با استفاده از فرمول و براساس داده‌های حاصل، حجم میوه برآورد می‌گردد (Mitchell, 1986). در اندازه‌گیری غیرتخریبی رشد میوه، بایستی علاوه بر این که میوه به صورت هندسی منظم باشد، شکل میوه نیز بدون تغییر در طول مدت رشد میوه باقی بماند. در میوه‌هایی که شکل هندسی منظمی ندارند، می‌توان از نمونه‌گیری تخریبی میوه و تعیین یک معادله بر مبنای داده‌های تخریبی قطر با حجم و وزن‌تر میوه استفاده کرد. در هر دو روش با کمک تجزیه رگرسیون، مدل ریاضی برازش شده و با کمک این معادلات حجم و وزن تر میوه تخمین زده می‌شود (Arzani *et al.*, 1999).

ارزانی و همکاران (Arzani *et al.*, 1999) برای بررسی الگوی رشد میوه زردآلوی ساندراپ تحت شرایط آب و هوایی نیوزیلند، از ۳۰ روز پس از مرحله تمام گل تا زمان برداشت، دو میوه با فواصل یک هفته‌ای در طول دو فصل

Archive of SID

www.SID.ir

زراعی برداشت نموده و در آزمایشگاه حجم، وزن تر و قطر میوه را اندازه‌گیری کردند. سپس داده‌های اندازه‌گیری شده به دو بخش داده‌های اصلی (Main data) و داده‌های اعتبارسنجی (Validation data) خرد شدند. با استفاده از داده‌های اصلی که شامل ۷۰٪ داده‌ها بود، یک مدل ریاضی برازش و با ۳۰٪ مابقی داده‌ها (داده‌های اعتبارسنجی) مدل تست گردید. نتایج ایشان گواه از یک رابطه قوی (R^2= 0.98) بین قطر میوه، حجم و وزن تازه میوه در هر دو فصل بود.

تحقیقات مشابهی توسط نجاتیان و ارزانی (Nejatian and Arzani, 2003) بر روی یازده رقم زردآلوی بومی ایران شامل شصتی، نصیری، حسینی، کریمی، نخجوان، شاهرودی، میرزایی، ۳۵ شاهرودی، شمسی، نوری، اردوباد و قیسی اصفهان صورت گرفت. در این آزمایش ۴ درخت از هر رقم انتخاب و در هر درخت، تعداد ۸ میوه در قسمت وسط تاج برچسب زده شد. از ۳۰ روز پس از آغاز مرحله تمام گل تا زمان برداشت، با فواصل زمانی ۱۰ روز، وزن تر، حجم و قطر میوه اندازه‌گیری شد. براساس داده‌های کل ارقام، روابط قوی بین قطر با حجم و وزن تر میوه زردآلو گزارش گردید. به طوری‌که در طول فصل روند تغییرات وزن تر و حجم با روند تغییرات قطر میوه یکسان بود. انجام آزمون یکنواختی ضرایب رگرسیون‌ها و عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین معادلات ارقام نیز دلیل تعیین معادلات کل بود (Nejatian and Arzani, 2003).

اکثر ارقام گلابی آسیایی دارای میوه‌ای شبیه سیب می‌باشند، اما با توجه به این‌که شکل تمام میوه‌ها کروی نمی‌باشد رابطه خطی بین قطر با حجم و وزن میوه وجود ندارد. بهترین راه برای مطالعه غیرتخریبی و تعیین الگوی رشد میوه گلابی آسیایی، برازش یک مدل ریاضی بر مبنای قطر و حجم میوه می‌باشد. آزمایشی به منظور بررسی تغییرات فصلی رشد و نمو ۴ رقم گلابی آسیایی، شامل ۲ رقم میان رس (KS_{13} و KS_{14}) و دو رقم دیررس (KS_8 و KS_{12}) تحت شرایط آب و هوایی تهران، ایران، توسط ارزانی و همکاران (Arzani *et al.*, 2008) صورت گرفت. ارزانی و همکاران (Arzani *et al.*, 2008) بیان کردند که الگوی رشد میوه در هر ۴ رقم یکسان و از نوع سیگموئید ساده و کامل می‌باشد و تفاوت موجود بین آن‌ها ناشی از مدت زمان هر مرحله است. آنها همچنین بیان کردند که یک رابطه قوی بین قطر و طول میوه با حجم، وزن تر و وزن خشک میوه وجود دارد. به طوری‌که رگریسیون داده‌ها برای رقم‌های میان‌رس و دیررس از ۰/۹۴۶ تا ۰/۹۹۸ بود (Arzani *et al.*, 2008).

با وجود این‌که تغییرات فصلی رشد و نمو برخی ارقام میان‌رس و دیررس گلابی آسیایی پیش از این مورد بررسی قرار گرفته است، اما تاکنون مطالعاتی بر روی تغییرات فصلی رشد و نمو ارقام زودرس گلابی آسیایی صورت نگرفته

Archive of SID

www.SID.ir

است. از طرف دیگر لازم است تا در سال‌ها و شرایط آب و هوایی مختلف، تغییرات فصلی رشد و نمو این ارقام مجدداً بررسی گردد تا به یک مدل کلی جهت مطالعه رشد میوه دست یافت.

هدف از انجام این آزمایش بررسی تغییرات فصلی رشد و نمو میوه شش رقم زودرس (KS_6 و KS_7)، میان‌رس (KS_{11} و KS_{13}) و دیررس (KS_8 و KS_{12}) گلابی آسیایی تحت شرایط آب و هوایی تهران، جهت برازش مدل ریاضی مناسب بین قطر با حجم و وزن تر میوه و همچنین ارزیابی برخی صفات پومولوژیکی مرتبط با عملکرد از قبیل درصد تشکیل اولیه و نهایی میوه، درصد ریزش، اندازه و وزن تر و خشک میوه، شاخص برداشت و عملکرد بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش طی دو سال (۱۳۸۸-۱۳۸۷) در باغ تحقیقاتی گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس واقع در پیکان شهر (ارتفاع از سطح دریا ۱۲۱۵ متر، طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۸ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۳ دقیقه شمالی)، ۲۰ کیلومتری غرب تهران، بر روی درختان شش رقم زودرس (KS_6 و KS_7)، میان رس (KS_{11} و KS_{13}) و دیررس (KS_8 و KS_{12}) گلابی آسیایی صورت گرفت.

پیوندک این ارقام در سال ۱۹۹۸ توسط گروه علوم باغبانی دانشگاه تربیت مدرس از کشور بلژیک به ایران وارد شد (Arzani, 2002) و پس از پیوند روی پایه دانهالی گلابی اروپایی (*Pyrus communis* L.) در قالب طرح ملی در ۲۶ استان کشور کشت گردید. تحقیقات زیادی به منظور بررسی سازگاری آن با شرایط آب و هوایی ایران انجام شده و هم اکنون نیز در حال انجام می‌باشد. بافت خاک محل آزمایش از نوع لومی شنی (شن ۶۵٪، رس ۱۲٪ و سیلت ۲۳٪) با وزن مخصوص ظاهری ۱/۴۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب بود. درختان به صورت سیستم کشت متراکم با فاصله بین ردیف ۲ متر و فاصله روی ردیف ۱ متر کشت شده و آبیاری باغ بسته به شرایط آب و هوایی و نیاز درختان به صورت قطره‌ای صورت گرفت.

به منظور تعیین تغییرات فصلی رشد و نمو و ارتباط بین قطر با حجم و وزن میوه، از هر شش رقم (KS_6، KS_7، KS_8، KS_{11}، KS_{12} و KS_{13}) موجود در این آزمایش، تعداد ۱۵ درخت انتخاب و هر ۱۰ روز یک بار به صورت تصادفی ۵-۳ میوه برداشت و جهت اندازه‌گیری متغیرهای آزمایشگاهی، در کیسه‌های برچسب‌دار مجزا به آزمایشگاه منتقل گردید. به منظور اعتبار سنجی معادلات مربوط به قطر با حجم و وزن تر میوه، علاوه بر میوه‌های فوق، از هر رقم تعداد ۴ میوه از قسمت وسط تاج درخت انتخاب و به صورت غیر تخریبی در بازه‌های زمانی یک ماهه، قطر آن‌ها اندازه‌گیری شد.

صفات مورد مطالعه جهت تعیین تغییرات

Archive of SID
www.SID.ir

فصلی رشد و نمو شامل قطر، طول، حجم، وزن تر و وزن خشک میوه بود که برای مدت دو سال (۱۳۸۸-۱۳۸۷) اندازه‌گیری شد. پس از انتقال میوه‌ها به آزمایشگاه، قطر و طول هر میوه به صورت مجزا و با استفاده از کولیس دیجیتالی (Mitutoyo, Japan) با دقت ۰/۰۲ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. همچنین وزن تر میوه با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم توزین شد. جهت تعیین وزن خشک، میوه به قطعات کوچک‌تر تقسیم گردید و پس از قرار دادن در پاکت‌های کاغذی و برچسب زدن، به داخل آون با دمای ۶۵ درجه سانتی گراد انتقال یافت. مدت زمان قرارگیری نمونه در آون در طول دوره رشد و نمو میوه متغییر و بین ۴۸ ساعت تا ۴ روز بود. پس از خروج نمونه از آون، وزن خشک میوه با کمک ترازوی دیجیتالی اندازه‌گیری شد. به منظور اندازه‌گیری حجم میوه از روش جایگزینی آب (Water displacement technique) که توسط ارزانی و همکاران (Arzani *et al.*, 1999) گزارش شده است، استفاده گردید.

علاوه بر درختان مورد نظر جهت بررسی تغییرات فصلی رشد و نمو، تعداد ۲۰ درخت از هر ۶ رقم گلابی آسیایی مورد مطالعه، به منظور بررسی عوامل مربوط به عملکرد در سال ۱۳۸۸ انتخاب شد. با توجه به پیاده شدن باغ گلابی آسیایی در قالب بلوک، این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۶ رقم (KS12، KS8، KS13، KS11، KS7 و KS6) و ۵ تکرار اجرا شد. همچنین به منظور کاهش خطا، در هر واحد آزمایش تعداد ۴ درخت در نظر گرفته شد. صفات مورد مطالعه شامل عملکرد، بار نهایی، P-Index (شاخصی جهت بیان رابطه بین عملکرد در واحد سطح و اندازه درختان می‌باشد) و درصد تشکیل میوه بود که در سال ۱۳۸۸ اندازه‌گیری شد. علاوه بر این صفات، روند تغییرات سطح مقطع تنه در طول مدت آزمایش مورد مطالعه قرار گرفت.

درصد تشکیل میوه اولیه و نهایی به ترتیب از تقسیم تعداد میوه پس از تشکیل میوه (بسته به رقم ۲۵-۲۰ روز پس از تمام گل) و در زمان برداشت به تعداد اولیه گل محاسبه گردید و در نهایت میانگین درصد تشکیل میوه ۴ درخت موجود در هر واحد آزمایشی گزارش گردید. عملکرد نهایی به ازای هر درخت، از حاصل‌ضرب تعداد میوه هر درخت در میانگین وزن میوه همان درخت بدست آمد. بدین منظور تعداد میوه در زمان برداشت مورد شمارش قرار گرفت و در میانگین وزن میوه ضرب گردید و در نهایت میانگین عملکرد ۴ درخت موجود در هر تکرار، نماینده آن واحد آزمایشی در نظر گرفته شد. P-Index که بیان کننده رابطه بین عملکرد در واحد سطح و اندازه درختان می‌باشد، از تقسیم عملکرد یک درخت بر میزان رشد سطح مقطع تنه محاسبه گردید (رابطه ۱). میزان رشد سطح مقطع تنه نیز از رابطه ۲ بدست آمد (Arzani, 1994).

www.SID.ir

رابطه ۱:

$$P - Index = \frac{Kg\ Yield}{TCSA\ GR}$$

رابطه ۲:

$$TCSA\ GR = \frac{TCSA_{T2} - TCSA_{T1}}{T2 - T1}$$

تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به قطر، حجم و وزن تر میوه به منظور دستیابی به معادلات قطر با حجم و وزن‌تر میوه به کمک نرم‌افزار آماری SPSS صورت گرفت و برای هر یک از ارقام بطور جداگانه ضرایب معادله برآورد گردید. باتوجه به این‌که اختلاف معنی‌داری بین داده‌های سال اول و دوم مشاهده نشد، داده‌های سال دوم به عنوان تکراری برای داده‌های سال اول در نظر گرفته شد.

به منظور اعتبارسنجی معادلات، داده‌های حاصل از آزمایش به ۲ دسته داده‌های اصلی و داده‌های اعتبارسنجی تقسیم شدند، که با داده‌های اصلی (۷۰ درصد از کل داده‌ها) معادله ساخته و با ۳۰ درصد مابقی داده‌ها (داده‌های اعتبارسنجی) اعتبار معادلات مورد سنجش قرار گرفت (Arzani *et al.*, 1999). علاوه بر آن جهت اعتبار سنجی معادلات با استفاده از معادلات بدست آمده، حجم میوه‌هایی که قطر آن‌ها در طول آزمایش به صورت غیر تخریبی اندازه‌گیری شده بود، محاسبه گردید و داده‌های حاصل با داده‌های بدست آمده از اندازه‌گیری‌ها در فواصل خاص مقایسه و با برقراری رگرسیون بین آنها اعتبار معادله سنجیده شد. از آنجا که بین قطر با حجم یا وزن‌تر میوه یک رابطه مکعب وجود دارد، ابتدا تبدیل لگاریتمی طبیعی روی داده‌های خام انجام شد (Kashefi *et al.*, 2007).

محاسبه خطای استاندارد و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C و آزمون چند دامنه‌ای جدید دانکن صورت پذیرفت. در مواردی که اختلاف معنی‌داری بین معادلات وجود نداشت، براساس کل داده‌های رقم‌ها، معادلات کل تعیین گردید. براساس ۷۰ درصد داده‌های اندازه‌گیری شده در همه رقم‌ها، ضرایب معادلات کل مربوط به قطر با حجم و وزن تر میوه برآورد شد. سپس معادلات کل در هر رقم به طور مجزا جهت محاسبه حجم و وزن تر میوه، برای ۳۰ درصد مابقی داده‌ها به کار گرفته شد و بین حجم و وزن تر محاسبه شده با حجم و وزن تر اندازه‌گیری شده، رابطه رگرسیون برقرار و اعتبار معادلات کل تعیین گردید (Nejatian and Arzani, 2003).

تجزیه داده‌های حاصل از بررسی صفات پومولوژیک با استفاده از نرم‌افزاری آماری MSTAT-C صورت گرفت و توسط همین نرم‌افزار و با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد مقایسه میانگین‌ها انجام شد و در نهایت نتایج حاصل در قالب جدول و توسط نرم‌افزار Microsoft Excel برای بدست آوردن نتیجه نهایی مقایسه گردیدند.

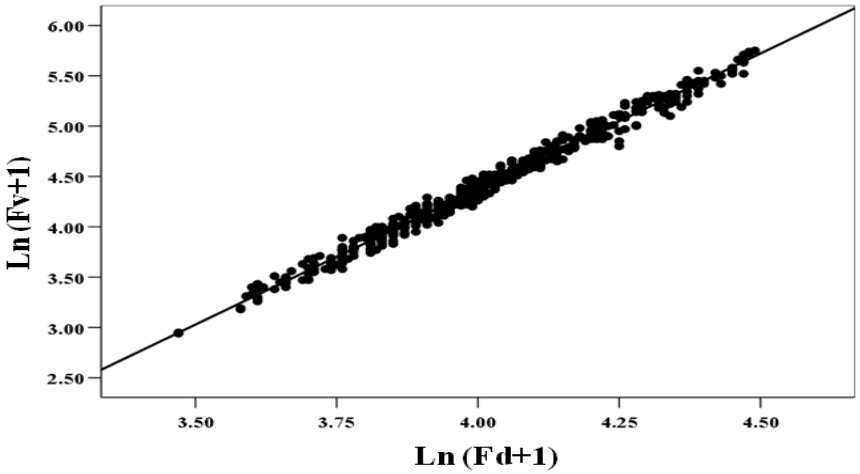
نتایج

بررسی روابط بین قطر با حجم و وزن تر میوه نشان داد که یک رابطه قوی بین قطر و طول

Archive of SID

www.SID.ir

میوه با حجم و وزن تر و خشک میوه در هر یک از ارقام مورد مطالعه وجود دارد. آزمون یکنواختی ضرایب رگرسیون بین معادلات مربوط به حجم در ارقام مختلف مورد مطالعه گواه عدم وجود اختلاف معنی‌دار بود. بنابراین داده‌های مربوط به حجم کل ارقام با هم ترکیب و براساس کل داده‌های ارقام، معادله کل قطر با حجم میوه تعیین گردید (شکل ۱). شرایط مشابهی نیز در مورد رابطه بین قطر با وزن تر میوه رقم‌های مورد مطالعه بدست آمد. بنابراین داده‌های مربوط به وزن تر کل ارقام با هم ترکیب و براساس تمام داده‌ها، معادله کل قطر با وزن تر میوه تعیین گردید (شکل ۲). بررسی معادلات کل نشان داد که روابط قوی و مثبتی بین قطر با حجم و وزن تر میوه در ارقام زودرس، میان‌رس و دیررس گلابی آسیایی وجود دارد. بطوریکه تغییرات ضرایب تبیین رگرسیون بین ۰/۹۳۶ تا ۰/۹۸۳ بود (جدول ۱ و ۲).



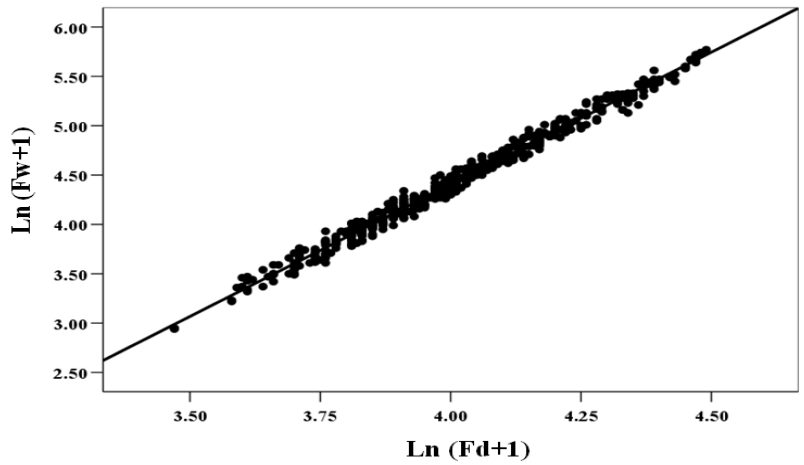
شکل ۱- رابطه بین میانگین قطر و حجم میوه شش رقم گلابی آسیایی (KS_6 ، KS_7، KS_8، KS_{11}، KS_{12} و KS_{13}) در سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۸۷.

(Fd= قطرمیوه، Fv= حجم میوه و Ln= لگاریتم طبیعی)

Fig. 1. The relationship between mean fruit diameter and volume of six cultivars of Asian pear (KS_7, KS_6, KS_{11}, KS_{13}, KS_8 and KS_{12}) during 2008-2009.
($Y = -6.430 + 2.703X$, $R^2 = 0.966$)
(Fd = Fruit diameter, Fv = Fruit volume, Ln = Natural logarithm)

مقایسه میانگین ارقام مختلف براساس قطر، طول، حجم، وزن تر و وزن خشک میوه در جدول ۳ ذکر شده است. از نظر قطر میوه، رقم KS_8 بیشترین قطر میوه را در این آزمایش به خود اختصاص داد و اختلاف معنی‌داری ($P<0.05$) با سایر تیمارها داشت. همچنین رقم KS_{12} با قطری معادل ۷۰/۵۰ میلی‌متر، بعد از رقم KS_8 بیشترین میزان قطر میوه را داشت. بین

www.SID.ir



شکل۲- رابطه بین میانگین قطر و وزن تر میوه شش رقم گلابی آسیایی (KS_6 ، KS_7، KS_8، KS_{11}، KS_{12} و KS_{13}) در سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۸۷.

(Fd= قطرمیوه، Fw= وزن تر میوه و Ln= لگاریتم طبیعی)

Fig 2- The relationship between mean fruit diameter and fresh weight of six cultivars of Asian pear (KS_7, KS_6, KS_{11}, KS_{13}, KS_8 and KS_{12}) during 2008-2009.
($Y= -6.306 + 2.68X$, $R^2 = 0.967$)
(Fd = Fruit diameter, Fw = Fruit fresh weight, Ln = Natural logarithm)

جدول ۱- ضرایب معادلات ($Y= a + bX$) مربوط به قطر میوه (X) با حجم میوه (Y) در شش رقم گلابی آسیایی

Table 1. Coefficients of equations ($Y = a + bX$) relating to fruit diameter (X) with fruit volume (Y) in six cultivars of Asian pears

Cultivars	Equation	a	b	F	R^2
KS_6	Y= -6.621+2.739 X	-6.621	2.739	2523.390**	0.960
KS_7	Y= -6.482+2.700 X	-6.482	2.700	1366.660**	0.981
KS_8	Y= -5.724+2.540 X	-5.724	2.540	2534.230**	0.961
KS_{11}	Y= -5.371+2.448 X	-5.371	2.448	429.212**	0.945
KS_{12}	Y= -5.988+2.611 X	-5.988	2.611	1951.300**	0.971
KS_{13}	Y= -5.600+2.481 X	-5.600	2.481	7801.470**	0.936

**: معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪.

**: Significant at the 1% probability level.

قطر میوه سایر رقم‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. از نظر طول میوه رقم KS_8 و KS_{12} اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند و بیشترین میزان طول میوه را دارا بودند.

بین ارقام KS_6، KS_7، KS_{11} و KS_{13} نیز از نظر طول میوه، اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. بررسی مقایسه میانگین‌های مربوط به حجم و وزن تر میوه، نتایج یکسانی را نشان داد. بطوریکه ارقام مورد مطالعه از نظر حجم و وزن تر میوه در سه سطح قرار داشتند. رقم‌های KS_8 و KS_{12} با یکدیگر و با سایر رقم‌ها اختلاف معنی‌داری داشتند و به ترتیب در سطح

www.SID.ir

جدول ۲- ضرایب معادلات (Y= a + bX) مربوط به قطر میوه (X) با وزن تر میوه (Y) در شش رقم گلابی آسیایی

Table 2. Coefficients of equations (Y = a + bX) relating to fruit diameter (X) with fruit fresh weight (Y) in six cultivars of Asian pears

Cultivars	Equation	a	b	F	R^2
KS_6	Y= -6.590+2.740 X	-6.590	2.740	3598.800**	0.957
KS_7	Y= -6.657+2.758 X	-6.657	2.758	1552.150**	0.983
KS_8	Y= -5.523+2.498 X	-5.523	2.498	2628.970**	0.962
KS_{11}	Y= -5.322+2.446 X	-5.322	2.446	400.537**	0.941
KS_{12}	Y= -5.911+2.599 X	-5.911	2.599	1939.540**	0.971
KS_{13}	Y= -5.532+2.474 X	-5.532	2.474	7801.470**	0.962

**: معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪.

**: Significant at the 1% probability level.

جدول۳- صفات پومولوژیکی شش رقم گلابی آسیایی تحت شرایط آب و هوایی تهران در سال ۱۳۸۸

Table 3. Pomological traits of six Asian pear cultivars under Tehran environmental conditions in 2009

Cultivars	قطر میوه (میلی‌متر) Fruit diameter (mm)	طول میوه (میلی‌متر) Fruit length (mm)	حجم میوه (سانتی‌مترمکعب) Fruit volume (cm^3)	وزن‌تر میوه (گرم) Fruit fresh weight (g)	وزن خشک میوه (گرم) Fruit fresh weight (g)
KS_6	50.50b	43.25b	64.15c	66.21c	3.20bc
KS_7	49.75c	44.25b	66.46c	68.65c	3.07c
KS_8	77.51a	67.97a	203.90a	206.20a	3.10bc
KS_{11}	53.50c	46.13b	73.29c	79.35c	3.27b
KS_{12}	70.50b	63.88a	175.40b	177.10b	3.13bc
KS_{13}	52.88c	44.88b	81.32c	84.99c	3.67a

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حرف مشابه می‌باشند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means, in each column followed by the same letter are not significantly different in the 5 % level- Using Duncan's Multiple Range Test.

اول و دوم از نظر حجم و وزن تر میوه قرار گرفتند. سایر ارقام با یکدیگر اختلاف معنی‌داری از نظر حجم و وزن تر میوه نداشتند. اختلاف معنی‌داری بین ارقام از نظر وزن خشک میوه مشاهده گردید. بطوریکه رقم KS_{13} و KS_7 به ترتیب با ۳/۶۷ و ۳/۰۷ گرم بیشترین و کمترین میزان وزن خشک میوه را در این آزمایش به خود اختصاص دادند (جدول ۳).

مقایسه میانگین‌های ۶ رقم گلابی آسیایی مورد مطالعه نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین ارقام از نظر عملکرد وجود داشت. به طوری‌که رقم KS_{13} (۶/۰۱ کیلوگرم به ازای هر درخت) دارای بیشترین میزان عملکرد بود (جدول ۴). ارقام KS_{11} و KS_{12} نیز به ترتیب با ۲/۹۸ و ۲/۹۱ کیلوگرم به ازای هر درخت، کمترین میزان عملکرد را به خود اختصاص

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴- صفات پومولوژیکی مرتبط با عملکرد در شش رقم گلابی آسیایی در شرایط آب و هوایی تهران در سال ۱۳۸۸

Table 4. Pomological traits related to yield of six Asian pear cultivars under Tehran environmental conditions in 2009

Cultivars	عملکرد (کیلوگرم بر درخت) Yield ($Kg\ tree^{-1}$)	درصد تشکیل میوه اولیه Primary fruitset (%)	درصد تشکیل میوه نهایی Final fruitset (%)	P-index	درصد ریزش میوه Fruit drop (%)
KS_6	3.57c	20.38	9.68b	4.39	24.15b
KS_7	4.00b	34.00	12.97a	6.28	23.47b
KS_8	3.26cd	19.01	5.20b	6.14	32.00a
KS_{11}	2.98d	31.99	10.29ab	4.62	28.00ab
KS_{12}	2.91d	26.47	7.99b	5.34	24.30b
KS_{13}	6.01a	18.89	11.49ab	5.52	19.97b

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حرف مشابه می‌باشند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means, in each column followed by the same letter are not significantly different in the 5 % level- Using Duncan's Multiple Range Test.

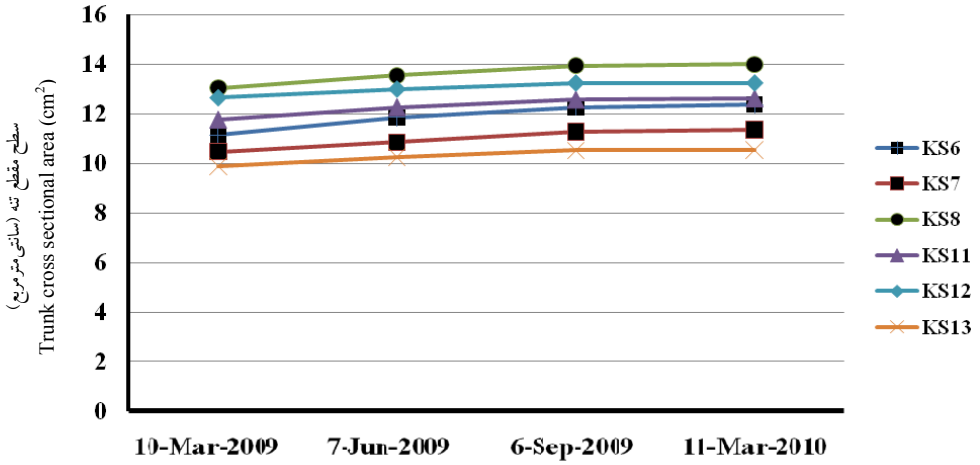
دادند. از نظر درصد تشکیل میوه اولیه و P-index نیز بین تمام ارقام اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. اختلاف معنی‌دار بین برخی از ارقام مورد مطالعه از نظر درصد تشکیل میوه نهایی وجود داشت. بطوریکه ارقام KS_6، KS_8 و KS_{12} با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند ولی با سه رقم KS_7، KS_{11} و KS_{13} اختلاف معنی‌داری داشتند.

بیشترین درصد تشکیل میوه نهایی، متعلق به رقم KS_7 بود و پس از آن، دو رقم KS_{11} و KS_{13} به ترتیب با درصد تشکیل میوه ۱۰/۲۹ و ۱۱/۴۹ در یک سطح قرار داشتند (جدول ۴). رقم KS_8 بیشترین درصد ریزش میوه را به خود اختصاص داد و اختلاف معنی‌داری ($P<0.05$) با سایر رقم‌ها داشت. پس از آن، رقم KS_{11} با درصد ریزش میوه معادل ۲۸٪ دارای بیشترین ریزش میوه بود. سایر ارقام مورد مطالعه از نظر درصد ریزش میوه در یک سطح قرار داشتند. رقم KS_{13} دارای کمترین درصد ریزش میوه بود (جدول ۴).

همانطوریکه شکل ۳ نشان داده شده است، سطح مقطع تنه (Trunk Cross Sectional Area = TCSA) در ارقام مورد مطالعه از یک روند یکسان و مشخصی پیروی کرد. در تمام رقم‌ها با گذشت زمان یک روند افزایشی در سطح مقطع تنه مشاهده می شود. به طوری‌که این افزایش در سطح مقطع تنه در ۶ ماه اول سال (فروردین تا شهریور ماه) بیشتر بوده و خط دارای شیب تندتری می‌باشد. همچنین در زمانی که درختان با دوره سرما مواجه شده‌اند (۶ ماه دوم سال) روند افزایش در سطح مقطع تنه بسیار بطئی و ناچیز بود.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۳- تغییرات سطح مقطع تنه در شش رقم گلابی آسیایی در شرایط آب و هوایی تهران در سال ۱۳۸۸.

Fig. 3. Variation in trunk cross sectional area in six cultivars of Asian pear under Tehran environmental conditions in 2009-2010.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که روابط قوی و مثبتی بین قطر و طول میوه با حجم، وزن تر و وزن خشک میوه در تمام ارقام مورد مطالعه وجود داشت (جدول ۱و۲) که با نتایج ارزانی و همکاران (Arzani *et al.*, 2008) که تغییرات فصلی رشد و نمو چهار رقم میان‌رس (KS_{13} و KS_{14}) و دیررس (KS_8 و KS_{12}) گلابی آسیایی را مورد بررسی قرار دادند، مطابقت دارد. در مقایسه حجم و وزن تر اندازه‌گیری شده و داده‌های محاسبه شده از روی قطر میوه، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد که گواه مطلوبیت معادلات برازش شده برای برآورد وزن و حجم میوه از روی قطر میوه بود.

بر اساس نتایج می‌توان بیان کرد که معادلات کل نمونه‌گیری غیرتخریبی و تبدیل داده قطر میوه به حجم میوه، بدون نیاز به اندازه‌گیری آزمایشگاهی و با صرف هزینه و وقت کمتر، جهت بررسی رشد و نمو میوه در طول فصل رشد قابل استفاده است و به کمک آن می‌توان نیازهای زراعی و عملکرد درخت را از ابتدای فصل رشد مشخص نمود. البته باید توجه داشت که شرایط آب و هوایی روند رشد میوه و کل گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهد. بنابراین باید این معادلات را در شرایط آب و هوایی دیگر نیز مورد ارزیابی قرار داد. با پیشرفت تکنولوژی و اهمیت کاربرد کامپیوتر در دنیای امروز، می‌توان با شبیه‌سازی از شکل میوه ضمن تعیین الگوی رشد، عملکرد محصول و راه‌های دستیابی به کیفیت مناسب محصول را شناسایی کرد. بدین منظور از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی و سیستم با دیدگاه جهانی جهت

Archive of SID
www.SID.ir

درک داده‌ها و تقاضای بازار می‌توان استفاده نمود (Kashefi *et al.*, 2007).

بین عملکرد ارقام مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید. عوامل متعددی بر عملکرد درختان میوه موثر می‌باشند. از جمله این عوامل می‌توان به تراکم کاشت درخت، تراکم گل در هر درخت، تشکیل میوه نهایی و اندازه درخت اشاره کرد. اگر چه تراکم گل بخصوص در ارقامی که سال‌آوری دارند، اهمیت دارد ولی میزان تشکیل میوه بیشتر از تراکم گل و یا اندازه میوه با عملکرد همبستگی دارد (Jackson, 2002). بنابراین مطالعه تشکیل میوه می‌تواند نقش بسزایی در تعیین ارقام مناسب یک منطقه، از نظر میزان عملکرد داشته باشد. در این مطالعه ارقام KS_6 و KS_7 به علت زودرسی و پائین بودن درصد ریزش میوه قبل از برداشت، درصد تشکیل میوه بالا داشتند (جدول ۴).

میزان ریزش میوه در رقم KS_6 بیشتر از رقم KS_7 بوده (جدول ۴) و همین امر سبب پائین‌تر بودن عملکرد آن نسبت به KS_7 گردید. بعلاوه رقم KS_7 دارای حجم بیشتری نسبت به KS_6 می‌باشد (جدول ۳). رقم KS_7 علی‌رغم داشتن حداکثر تشکیل میوه نهایی، ولی حداکثر عملکرد را نداشت. علت این امر کوچک بودن میوه یا به عبارت دیگر وزن پائین میوه است (جدول ۳). عدم تنک میوه می‌تواند دلیل احتمالی کوچک بودن حجم میوه در رقم KS_7 باشد. می‌توان حالت مشابه را در رقم KS_{11} مشاهده کرد. در این رقم نیز با وجود تشکیل میوه بالا، ولی عملکرد پائین بود.

با توجه به پتانسیل بالای ارقام گلابی آسیایی در تشکیل میوه، احتمالاً تنک میوه نقش بسزایی در دستیابی به عملکرد بالا و میوه با اندازه بازارپسند داشته باشد. رقم‌های KS_8 و KS_{12} دیررس بوده و میوه آن‌ها اواسط تا اواخر پائیز به مرحله برداشت می‌رسند (Dehghani, 2010)، بنابراین درصد ریزش میوه در این ارقام نسبتاً بالا بود و این امر سبب پائین بودن درصد تشکیل میوه نهایی این رقم‌ها نسبت به ارقام زودرس و میان‌رس می‌شود (جدول ۴). احتمالاً علت درصد بالای ریزش میوه در ارقام دیررس تغییرات شرایط محیطی می‌باشد. تغییر شرایط محیطی به عنوان یک محرک تولید هورمون در گیاهان، بر تشکیل هورمون اتیلن در قسمت دم میوه اثر گذاشته و سبب ریزش میوه می شود. بنابراین مشاهده می‌شود که یکی از مشکلات عمده در ارقام دیررس بویژه در رقم KS_8، ریزش میوه در انتهای فصل و درصد تشکیل نهایی میوه پائین می‌باشد.

از آنجایکه رقم KS_8 دارای میوه با حجم زیاد می‌باشد (جدول ۳)، بنابراین عملکرد آن نسبت به رقم KS_{12} بیشتر و عملکرد متوسطی را دارا بود. رقم KS_{13} دارای درصد تشکیل میوه نهایی بالایی بود. KS_{13} رقمی میان‌رس و درصد ریزش میوه در آن تقریباً کم و پائین‌تر از KS_{11} بود (جدول ۴). از طرف دیگر حجم میوه در

www.SID.ir

ایـن رقـم بیـشتر از رقـم میـانرس KS_{11} بـود (جدول ۳) و همین امر سبب شد تـا عملکـرد آن بیـشتر از رقـم KS_{11} باشـد (جـدول ۴). در رقـم KS_{13} درصـد ریـزش پـائین میـوه و دارا بـودن حجم متوسـط سـبب شـد تـا ایـن رقـم حـداکثر عملکرد را به خود اختصاص دهد.

سپاسگزاری

مواد گیاهی مورد استفاده در این پـژوهش از طرح ملی به شماره **۴۲۲۵** (شورای علمی کشور) و همچنین طرح ملی به شماره **۸۴۰۰۶** (صـندوق حمایـت از پژوهـشگران کـشور) تحـت عنـوان مطالعه سـازگاری چنـد رقـم گلابـی آسـیایی بـا شرایط آب و هوایی ایران که در دانشگاه تربیت مـدرس در حـال اجـرا اسـت، تـأمین شـده کـه بدینوسیله تشکر و سپاسگزاری می‌شود.

References

Arzani, K. 1994. Horticultural and physiological aspects of vigor control in apricot (*Prunus armeniaca* L.) under orchard and controlled environment conditions. Ph.D. Thesis. Massey University. New Zealand. 355 pp.

Arzani, K. 2002. Introduction of some Asian pear cultivars (*Pyrus pyrifolia*) to Iran. Acta Horticulturae 596: 278-290.

Arzani, K., Kashefi, B., and Nejatian, M. A. 2008. Seasonal changes in fruit growth and development of some Asian pear (*Pyrus serotina* Rehd.) genotypes under Tehran environmental conditions. Acta Horticulturae 769 (1): 231-236.

Arzani, K., Lawes, G. S., and Wood, D. E. S. 1999. Estimation of `Sundrop' apricot fruit volume and fresh weight from fruit diameter. Acta Horticulturae 488: 321-326.

Arzani, K., Lawes, G. S., and Wood, D. E. S. 2000. Seasonal vegetative and fruit growth pattern of mature close planted 'Sundrop' apricot trees grown under humid climate. Acta Horticulturae 516: 75-82.

Bramardi, S. J., Castro, H. R., and Zanelli, M. L. 1998. Fruit growth pattern of pear *cv*. Bartlett and Packham to improve hand thinning. Acta Horticulturae 475: 283-294.

Chen, J., Wang, Z., Wu, J., Wang, Q., and Hu, X. 2006. Chemical compositional characterization of eight pear cultivars grown in China. Food Chemistry 104: 268-275.

Dehghani, B. 2010. Study of some vegetative, flowering and fruit characteristic of

Archive of SID

www.SID.ir

(KS6, KS7, KS8, KS11, KS12 and KS13) Asian pear (*Pyrus serotina* Rehd.) under Tehran environmental condition. M. Sc. Thesis. Tarbiat Modares University. 109 pp. (In Persian).

Fahimi, H. 2011. Plant growth regulators. Tehran University Press. 44 pp. (In Persian).

Jackson, J. E. 2002. Biology of horticultural crops (Biology of apples and pears). Cambridge Press. 501 pp.

Kashefi, B. 2004. Seasonal changes in fruit growth and development of some mid and late season maturing fruits genotypes of Asian pear (*Pyrus serotina* Rehd.). M. Sc. Thesis. Tarbiat Modares University. 9 pp. (In Persian).

Kashefi, B., Arzani, K., and Nejatian, B. 2007. Seasonal changes in fruit growth and development in some Asian pear (*Pyrus serotina* Rehd.) genotypes under Tehran conditions. Iranian Journal of Agriculture Science 38 (4): 623-630 (In Persian).

Mattiuz, B., Neto, L., and Filho, J. 1997. Fruit development of three Guava cultivars (*Psidium guajava* L.). Acta Horticulturae 452: 83-86.

Mitchell, P. D. 1986. Pear fruit growth and the use of diameter to estimate fruit volume and weight. Horticultural Science 21 (4): 1003-1005.

Nejatian, M. A., and Arzani, K. 2003. Estimation of apricot fruit volume and fresh weight from fruit diameter. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resource 10(3): 109- 115. (In Persian).

Roozban, M. R., Arzani, K., and Moeini, A. 2002. Study on in vitro propagation of some Asian pear (*Pyrus serotina* Rehd.) cultivars. Seed and Plant 18 (3): 348-361 (In Persian).

Salisbury, F. B., and Ross, C. W. 1992. Plant physiology. 4th Edition. Wadsworth Publishing Company, California. 682 pp.

Westwood, M. N. 1993. Temperate-zone pomology: Physiology and culture. 3rd Edition. Timber Press, Portland, Oregon, USA. 523 pp.

Archive of SID

www.SID.ir