

## بررسی میزان نرخ فتوسنتز کل و الگوی رشد در ۹ رقم گلابی آسیایی (*Pyrus serotina* Rhed.) در شرایط آب و هوایی تهران

موسی رسولی<sup>۱</sup> و کاظم ارزانی<sup>۲\*</sup>

۱، استادیار گروه مهندسی فضای سبز دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه ملایر

۲، استاد دانشگاه تربیت مدرس، تهران

(تاریخ دریافت: ۹۰/۱/۲۸ - تاریخ تصویب: ۹۰/۷/۱۰)

### چکیده

شناخت نیازهای اکولوژیکی، فرایندهای رشد و نمو درختان میوه برای حصول به عملکردی مطلوب در صنعت میوه‌کاری ضروری می‌باشد. همچنین با تعیین الگوی رشد می‌توان طول دوره رشد و نمو میوه و مراحل بحرانی رشد جهت اعمال مدیریت صحیح در باغ را مشخص کرد. در این تحقیق، نرخ فتوسنتز کل و تغییرات الگوی رشد رویشی و زایشی (میوه) در ۹ رقم گلابی آسیایی اندازه‌گیری شد. آزمایش در قالب یک طرح کرت خرد شده در زمان بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی (RCBD) با ۹ رقم در ۵ تکرار و در ۱۴ هفته انجام شد. بر اساس نتایج بدست آمده بین ارقام، زمان‌های مختلف اندازه‌گیری و اثر متقابل زمان و رقم، تفاوت معنی‌داری در میزان نرخ فتوسنتز کل مشاهده گردید ( $P \leq 0/01$ ). در بین ارقام مورد آزمایش، 'KS<sub>13</sub>' با ۱۷/۱۰ و 'KS<sub>14</sub>' با ۱۱/۱۵ میکرو مول دی‌اکسیدکربن بر مترمربع بر ثانیه ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )، به ترتیب بیشترین و کمترین میزان نرخ فتوسنتز کل را در طی ۱۴ هفته اندازه‌گیری نشان دادند. همچنین حداکثر میزان فتوسنتز در هفته چهاردهم ( $24/25 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) و حداقل میزان آن در هفته دوم ( $7/37 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) ثبت گردید. با توجه به نتایج بدست آمده ارقام 'KS<sub>13</sub>' و 'KS<sub>6</sub>' دارای میزان نرخ فتوسنتز کل بالایی بودند. همچنین رشد تجمعی رویشی (شاخه) و زایشی (میوه) با توجه به تغییرات در طول فصل رشد و نمو اندازه‌گیری شد. نتایج، الگوی رشد ساده و کامل سیگموئیدی را برای تمام ارقام مورد بررسی مشخص نمود. مدت زمان هر یک از فازهای رشد تجمعی میوه با توجه به رقم مورد مطالعه متفاوت بود. بطوریکه فاز رکود رشدی ۶۲ روز پس از تمام گل در ارقام KS<sub>13</sub>، KS<sub>14</sub> و KS<sub>12</sub> و ۷۲ روز پس از تمام گل در ارقام KS<sub>6</sub>، KS<sub>7</sub>، KS<sub>8</sub>، KS<sub>9</sub>، KS<sub>10</sub> و KS<sub>11</sub> اتفاق افتاد. همچنین نتایج نشان داد که از نظر زمان رسیدن میوه، ارقام KS<sub>10</sub>، KS<sub>11</sub> و KS<sub>14</sub> زودرس، ارقام KS<sub>6</sub>، KS<sub>9</sub> و KS<sub>13</sub> میان‌رس و دو رقم KS<sub>8</sub> و KS<sub>12</sub> دیررس بودند. با توجه به نرخ فتوسنتز مطلوب اکثر ارقام در شرایط آب و هوایی تهران چنین به نظر می‌رسد که این ارقام از نظر تولید محصول کافی و با توجه به منابع تولید شده حاصل از فتوسنتز سازگاری خوبی را نشان می‌دهند. از طرفی با توجه به نتایج حاصل از رشد رویشی و زایشی می‌توان اطلاعات بدست آمده را برای مدیریت باغ‌های گلابی آسیایی در شرایط آب و هوایی تهران استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: گلابی آسیایی (*Pyrus serotina* Rhed.)، فتوسنتز، رشد تجمعی، هدایت

روزنه‌ای، تنظیم اسمزی

## مقدمه

گلابی آسیایی (*Pyrus serotina* Rehd.) از زیر خانواده مالوئیده و از خانواده گل سرخیان می‌باشد. مناطق بومی محل رویش این درخت دارای آب و هوای معتدل نیمه گرمسیری، رطوبت بالای هوا و بارندگی زیاد می‌باشد. ارقام گلابی آسیایی همچون سیب ترد و آبدار هستند و تا حدودی طعم و مزه سیب را دارند اما دارای بافت متمایز و مشخصی نظیر گلابی هستند (از این جهت سیب - گلابی نیز نامیده می‌شوند) همچنین آنها به گلابی سالادی، شرقی و بالاخره گلابی چینی یا ژاپنی نیز شهرت دارند (Beutel, 1990; Brown et al., 1996). بخش اعظمی از گلابی دنیا را گلابی آسیایی تشکیل می‌دهد (Nee et al., 2002) و به طور عمده در چین، ژاپن و کره کشت می‌شود (Subhadrabandhu, 2002; Jun & Hangsheng, 2002; Shenxi & Xianshi, 2003). چین اولین تولیدکننده گلابی آسیایی در دنیا است و گونه‌های غالب آنها *P. bretschneider* Rehd, *P. ussuriensis* و *P. serotina* Rehd. می‌باشد. پاکوتاهی، عملکرد بالا، زود باردهی، تولید میوه در گستره‌ای طولانی از زمان (از اوایل تابستان تا آبان ماه) و امکان ایجاد باغ‌های متراکم، آینده روشنی از لحاظ گسترش سطح کشت و تولید این نوع میوه در مناطقی از ایران را دارد.

موفقیت در صنعت میوه، لازمه داشتن اطلاع کامل از نیازهای اکولوژیکی، شامل فیزیولوژی رشد و نمو، باردهی درختان میوه و عوامل مؤثر بر آن می‌باشد. عوامل اقلیمی با تأثیر بر عوامل ژنتیکی، درختان سازگار با شرایط آب و هوایی منطقه خاص را بوجود می‌آورند. یکی از فرآیندهای مهم فیزیولوژیکی در تمام گیاهان و بویژه درختان میوه که لازمه حیات آنها می‌باشد، فتوسنتز است.

با توجه به ارتباط مستقیم فرآیند فتوسنتز با رشد، نمو و عملکرد درختان میوه، به نوعی میوه‌کاری را مدیریت فتوسنتز می‌نامند که به عنوان مهمترین عامل تأثیرگذار در تولید اقتصادی سایر محصولات کشاورزی نیز شناخته شده است. بهره‌وری فتوسنتز در درختان میوه به عوامل زیادی بستگی دارد که برخی از آنها شبیه هم و در کلیه گیاهان شناخته شده‌اند، در حالی که

برخی دیگر ویژه گیاهان دائمی و مخصوص درختان میوه می‌باشند (Bertamini et al., 2006).

با توجه با این که اقلیم، ژنوتیپ و اثر متقابل بین این دو عامل، در رشد و بهره‌وری فتوسنتز تعیین‌کننده است، لذا انتخاب درختانی سازگار با شرایط آب و هوایی منطقه مورد کشت، با فتوسنتز بالا، که دارای کار آیی آب بالاتری هستند، امری اجتناب‌ناپذیر است. در مناطقی با شرایط آب و هوایی ویژه که همه شرایط مناسب برای تولید (فتوسنتز) فراهم نیست، ارقامی که سازگار و دارای حداکثر قدرت تطابق با محیط (بهره‌وری فتوسنتزی بالا) را دارند باید کشت شوند. بنابراین درک کامل از روابط بین تولید و فتوسنتز همراه با اثر عوامل محیطی در این امر برای تولید اقتصادی در میوه‌کاری لازم است (Arzani, 2005).

اندازه‌گیری و بررسی الگوی رشد رویشی و زایشی در طول فصل از نظر مدیریت باغ‌های میوه از اهمیت بالایی برخوردار است (Bourland et al., 1997; Arzani, 2005). عوامل محیطی، ژنوتیپ، سن، زمان باز شدن گل‌ها و میزان تشکیل میوه، بر مراحل رشد و نمو میوه اثر می‌گذارند. با تعیین الگوی رشدی میوه در شرایط آب و هوایی مختلف می‌توان زمان رسیدن میوه به اندازه نهایی و تاریخ برداشت میوه را برآورد نمود (Kashefi, 2004). همچنین با تعیین الگوی رشد و توجه به نیازهای اکولوژیکی می‌توان طول دوره رشد و نمو میوه و مراحل بحرانی رشد جهت اعمال مدیریت صحیح در باغ را مشخص کرد.

منحنی رشد تجمعی که معمولاً از تغییرات حجم یا وزن نسبت به زمان ترسیم می‌گردد سه فاز رشدی لگاریتمی، خطی و پیری را مشخص می‌سازد (Salisbury & Ross, 1992). فاز لگاریتمی رشد که با تقسیم سلولی و ایجاد فضای سلولی و بزرگ شدن سلولی همراه است به یک فاز رشد خطی و ثابت متصل می‌شود. پس از آن فاز پیری نمایان می‌گردد که سرعت رشد کاهش یافته و یا در یک حد معین باقی می‌ماند. در این مرحله بدون تغییر در اندازه میوه، میزان رسیدگی و ترکیبات تشکیل‌دهنده آن کامل می‌گردد (Ogawa et al., 2006). Kashefi (2004) الگوی رشد میوه چهار رقم گلابی آسیایی (*Pyrus serotina*) را در شرایط آب و هوایی

ماندن، عدد خوانده شده توسط دستگاه ثبت می‌شود. نکته مهم اینکه در پژوهش حاضر برگ‌های شاداب و کامل توسعه یافته و فاقد بیماری یا آفت برای اندازه‌گیری میزان فتوسنتز انتخاب شدند.

به منظور بررسی الگوی رشد، بر روی هر درخت ۳ شاخه و ۳ میوه در قسمت وسط تاج و در جهات مختلف برای اندازه‌گیری رشد رویشی (شاخه) و رشد زایشی (میوه)، انتخاب گردیدند. چگونگی رشد شاخه و میوه با فواصل ۷ روز تا زمان برداشت میوه اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری قطر میوه‌ها به روش غیرتخریبی (روی درخت) و با استفاده از کولیس دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ در محل حداکثر قطر عرضی میوه ثبت گردید. اندازه‌گیری طول شاخه و ارتفاع درخت توسط متر نواری انجام شد. برای تعیین رشد تجمعی<sup>۲</sup> مقدار طول رشد در واحد زمان بعلاوه مقدار طول رشد در زمان قبل مورد محاسبه قرار گرفت.

داده‌های بدست آمده بصورت طرح کرت خرد شده در زمان در قالب طرح پایه بلوک کامل تصادفی تجزیه گردید. همچنین جهت ارزیابی ارتفاع درختان مورد آزمایش از طرح بلوک کامل تصادفی چند مشاهده‌ای استفاده گردید. تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS<sup>۳</sup> صورت گرفت.

## نتایج

### میزان نرخ فتوسنتز کل

نتایج تجزیه واریانس بین ارقام، زمان و اثر متقابل بین ارقام و زمان تفاوت معنی‌داری را در تبادل گاز دی‌اکسیدکربن در سطح ۱٪ نشان داد (جدول ۱) که با نتایج سایر محققین مطابقت داشت (Shenxi & Xianshi, 2003). در بین ارقام مورد آزمایش، رقم 'KS<sub>13</sub>' با ۱۷/۱۰ میکرومول دی‌اکسیدکربن تبدالی در مترمربع در ثانیه بیشترین و 'KS<sub>14</sub>' با ۱۱/۱۵ میکرومول دی‌اکسیدکربن تبدالی در مترمربع در ثانیه، کمترین میزان نرخ فتوسنتز را در طی ۱۴ هفته اندازه‌گیری نشان دادند. شکل ۱ مقایسه میانگین میزان نرخ فتوسنتز در ارقام مورد آزمایش را بر اساس حداقل

تهران بررسی نمود. نتایج او نشان داد که هر چهار رقم مورد بررسی دارای الگوی رشد ساده و کامل سیگموئیدی بودند. هر چند مدت زمان هر یک از فازهای رشد میوه با توجه به رقم مورد مطالعه متفاوت بود.

در راستای طرح ملی سازگاری ارقام گلابی آسیایی با شرایط آب و هوایی ایران که در مرحله دوم طرح، یعنی انجام آزمایش‌های اکوفیزیولوژیکی است، اندازه‌گیری نرخ فتوسنتز و بررسی الگوی رشد به عنوان یکی از مهمترین آزمایش‌ها برای انتخاب ارقام برتر و سازگار با شرایط آب و هوایی ایران، از اهداف انجام این تحقیق بود.

## مواد و روش‌ها

این آزمایش در باغ گلابی آسیایی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس واقع در تهران انجام شد. ثبت میزان نرخ فتوسنتز، رشد رویشی (شاخه) و رشد زایشی (میوه) در ۹ رقم گلابی آسیایی بالغ ۶ ساله شامل KS<sub>6</sub>، KS<sub>7</sub>، KS<sub>8</sub>، KS<sub>9</sub>، KS<sub>10</sub>، KS<sub>11</sub>، KS<sub>12</sub>، KS<sub>13</sub> و KS<sub>14</sub> در ۵ تکرار و در طول ۱۴ هفته (اول خرداد تا آخر شهریور) اندازه‌گیری شد. میزان نرخ فتوسنتز هر هفته یکبار در ساعت ۱۰ صبح روز بعد از آبیاری (از تاریخ ۲/۳/۱۳۸۵ تا ۶/۶/۱۳۸۵) و از هر رقم با ۵ تکرار اندازه‌گیری شد. میزان نرخ فتوسنتز کل با استفاده از دستگاه LCA-4 (مدل ADC ساخت کشور انگلستان) برحسب میکرومول دی‌اکسیدکربن بر مترمربع بر ثانیه ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )، اندازه‌گیری شد. علاوه بر میزان فتوسنتز، میزان دما، شدت نور، میزان رطوبت محیط و تبادلات گازی بین برگ و محیط (میزان O<sub>2</sub> و CO<sub>2</sub>) نیز توسط دستگاه ثبت گردید. روش کار با این دستگاه به این صورت است که برگ را در محفظه<sup>۱</sup> مخصوص دستگاه قرار داده و بعد از ۳۰ تا ۴۰ ثانیه عددی که میزان فتوسنتز را نشان می‌دهد، یادداشت می‌کنیم. این مقدار در ابتدای اندازه‌گیری منفی است و بعد از چند ثانیه یک افزایش سریع را نشان می‌دهد و سپس در یک دامنه ثابت باقی می‌ماند. لذا پس از ثابت

2. Cumulative growth  
3. Statistical Analysis System

1. Chamber

در گروه B، هفته ششم در گروه C، هفته هفتم در گروه DC، هفته دهم در گروه DE، هفته سوم و نهم در گروه DEF، هفته هشتم و یازدهم در گروه FEED، هفته دوازدهم در گروه GEF، هفته سیزدهم در گروه GF، هفته پنجم در گروه GH و در نهایت هفته دوم در گروه H با کمترین میزان نرخ فتوسنتز قرار گرفتند (شکل ۲).

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۱)، اثر متقابل رقم و زمان اختلاف معنی‌داری را در سطح احتمال ۱٪ نشان داد. برای مثال رقم 'KS<sub>6</sub>' در هفته چهارم بیشترین مقدار و در هفته سیزدهم کمترین میزان نرخ فتوسنتز را نشان داد. همچنین رقم 'KS<sub>14</sub>' در هفته دوم کمترین و در هفته چهاردهم بیشترین میزان فتوسنتز را نشان داد. با این حال از هفته ششم تا سیزدهم از یک روند نسبتاً ثابتی برخوردار بود که این حالت در بین سایر ارقام نیز مشاهده گردید.

بر اساس شکل ۳ میزان فتوسنتز ارقام مختلف در تاریخ‌های مختلف از یک روند کاهش و یا افزایش پیروی می‌کرد اما شدت این تغییرات در ارقام مختلف، متفاوت بود. مقدار فتوسنتز از هفته اول تا سوم کاهش و بعد از آن تا هفته چهارم افزایش یافت. میزان نرخ فتوسنتز در هفته پنجم روند کاهشی و سپس در هفته ششم یک افزایش نسبی را نشان داد.

از هفته هفتم تا دوازدهم یک روند کاهشی نسبی در میزان فتوسنتز مشاهده گردید، هر چند ارقام 'KS<sub>6</sub>'، 'KS<sub>8</sub>' و 'KS<sub>14</sub>' خارج از این روند بودند. در هفته سیزدهم میزان فتوسنتز کاهش و در نهایت در هفته چهاردهم بیشترین میزان فتوسنتز ثبت گردید.

تفاوت معنی‌داری (LSD)<sup>۱</sup> نشان می‌دهد. بر این اساس ارقام 'KS<sub>13</sub>' و 'KS<sub>6</sub>' در گروه A و به عنوان دارنده بیشترین میزان نرخ فتوسنتز، رقم 'KS<sub>10</sub>' در گروه B، ارقام 'KS<sub>11</sub>'، 'KS<sub>7</sub>'، 'KS<sub>8</sub>'، 'KS<sub>9</sub>' و 'KS<sub>12</sub>' در گروه BC که از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با گروه قبلی (B) نداشتند و در نهایت رقم 'KS<sub>14</sub>' در گروه C، هر چند با گروه BC تفاوت معنی‌داری از نظر آماری نداشت اما حداقل میزان فتوسنتز را در بین همه ارقام مورد آزمایش نشان داد (شکل ۱). همچنین بر اساس نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس، میزان فتوسنتز اندازه‌گیری شده در زمان‌های مختلف اندازه‌گیری (از تاریخ ۱۳۸۵/۳/۲ تا ۱۳۸۵/۶/۲۵) اختلاف معنی‌داری را در سطح احتمال ۱٪ نشان دادند (جدول ۱). به عبارت دیگر میزان فتوسنتز در بین زمان‌های مختلف اندازه‌گیری این صفت، تفاوت معنی‌داری با اطمینان ۹۹٪ را نشان داد (جدول ۱) که نشان از واکنش متفاوت ارقام به شرایط آب و هوایی محل آزمایش دارد (شکل ۲).

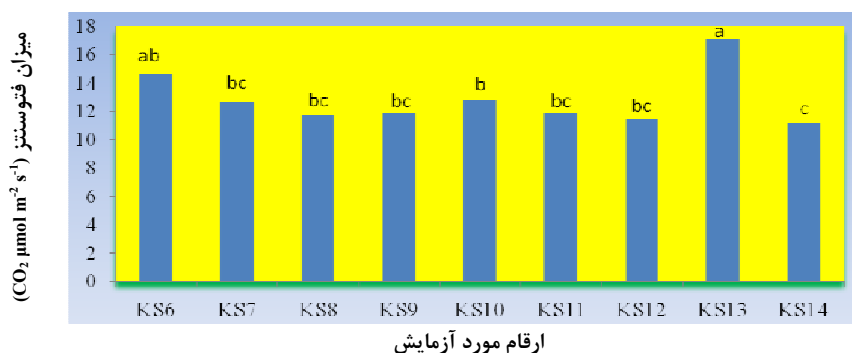
بر اساس حداقل تفاوت معنی‌داری (LSD)، میزان نرخ فتوسنتز اندازه‌گیری شده در هفته چهاردهم ( $24/25 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) و هفته چهارم ( $22/64 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) بیشترین مقدار و در هفته دوم ( $7/37 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) و هفته پنجم ( $8/62 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) کمترین مقدار را نشان داد (شکل ۲). بر این اساس میزان نرخ فتوسنتز اندازه‌گیری شده در هفته چهاردهم و چهارم در گروه A، هفته اول

#### 1. Least Significant Difference

جدول ۱- جدول نتایج تجزیه واریانس میزان نرخ فتوسنتز در ارقام مورد آزمایش گل‌ابی آسیایی در طول ۱۴ هفته آزمایش

F	میانگین مربعات (MS)	مجموع مربعات (SS)	درجه آزادی (DF)	منابع تغییر (S.O.V)
۷/۸۸**	۱۸۶/۳۸	۷۴۵/۵۱	۴	تکرار
۱۰/۸۶**	۲۵۶/۸۸	۲۰۵۵/۰۸	۸	رقم
	۸۹/۳۶	۲۸۵۹/۶۳	۳۲	اشتباه آزمایشی (a)
۴۹/۵۶**	۱۱۷۱/۹۷	۱۵۲۳۵/۶۲	۱۳	زمان
۱/۶۸**	۳۹/۷۷	۴۱۳۶/۳۶	۱۰۴	رقم × زمان
۲/۸۶**	۶۷/۵۴	۳۵۱۲/۳۲	۵۲	تکرار × زمان
	۲۳/۶۴	۹۸۳۶/۴۹	۴۱۶	اشتباه آزمایشی (b)
		۳۸۳۸۱/۰۳	۶۲۹	کل
			۱۷/۹۱	درصد ضریب تغییرات (CV)

n.s.، \* و \*\* به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۵ و ۱٪.



شکل ۱- نمودار مقایسه میانگین میزان نرخ فتوسنتز در ارقام مختلف گلایی آسیایی در طول ۱۴ هفته آزمایش میانگین‌ها با حروف مشابه در سطح احتمال ۱٪ دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

سایر محققین بر روی ارقام مختلف گلایی مطابقت داشت (Bertelsen, 2002; Marsal et al., 2002). همچنین برآورد رشد تجمعی میوه ارقام مورد مطالعه نشان داد که ۶۲ روز پس از تمام گل (زمان تمام گل ۱۳۸۵/۱/۱۲) یک مرحله از رکود رشد در ارقام KS<sub>13</sub>، KS<sub>14</sub> و KS<sub>12</sub> و ۷۲ روز پس از تمام گل در ارقام KS<sub>6</sub>، KS<sub>7</sub>، KS<sub>8</sub>، KS<sub>9</sub>، KS<sub>10</sub> و KS<sub>11</sub> وجود دارد و طول دوره رکود رشد در ارقام مختلف متفاوت بوده و از ۱۰-۷ روز متغیر می‌باشد (شکل ۱).

طول دوره فاز خطی رشد که پس از گذراندن دوره رکود رشدی آغاز شد، در ارقام مورد مطالعه متفاوت بود و به مدت ۲۵-۱۰ روز ادامه داشت (شکل ۵). طول دوره این فاز رشد در ارقام دیررس طولانی‌تر و در ارقام زودرس و میان‌رس کوتاه‌تر بود. در فاز خطی رشد تجمعی، سرعت رشد به طور ثابتی افزایش یافت. پس از فاز خطی گیاهان وارد مرحله پیری شدند در این مرحله سرعت رشد بتدریج کم شده تا جایی که رشد متوقف می‌شود. بررسی منحنی رشد تجمعی شاخه نشان داد که در تمام ارقام رشد شاخه در طول فصل روند ثابتی داشته و زمانی که رشد میوه کاهش یافته، رشد شاخه در حال افزایش بوده است.

#### زمان رسیدن میوه

از نظر زمان رسیدن میوه، ارقام مورد مطالعه به سه دسته تقسیم شدند. ارقام زودرس شامل: KS<sub>7</sub>، KS<sub>10</sub>، KS<sub>11</sub> و KS<sub>14</sub> که میوه آنها از اواخر تیر ماه قابل برداشت می‌باشد. ارقام میان‌رس شامل: KS<sub>6</sub>، KS<sub>9</sub> و KS<sub>13</sub> که میوه آنها از اواسط شهریور ماه قابل برداشت می‌باشد و ارقام دیررس KS<sub>8</sub> و KS<sub>12</sub> که میوه آنها را می‌توان آذر ماه برداشت کرد (شکل ۱).

#### الگوی رشد رویشی (شاخه) و زایشی (میوه)

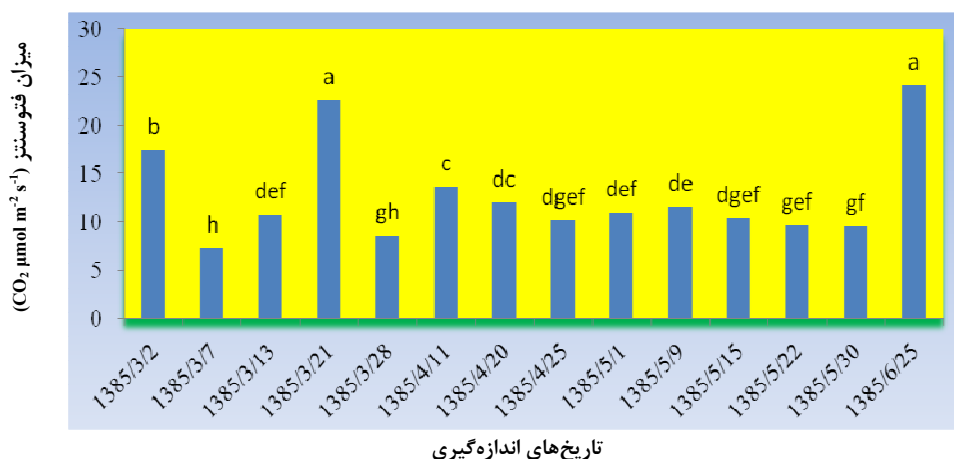
بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها مربوط به ارتفاع درختان در شروع آزمایش (جدول ۲) بین ارقام اندازه‌گیری شده از نظر میزان ارتفاع اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ از وجود داشت. اختلاف ارتفاع ارقام مورد آزمایش در بین بلوک‌ها نیز در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۲). همان طور که در شکل ۴ مشاهده می‌گردد تمام ارقام مورد آزمایش به جز رقم 'KS<sub>7</sub>' از نظر میزان ارتفاع بر اساس حداقل تفاوت معنی‌داری (LSD) در گروه A قرار گرفتند و رقم 'KS<sub>7</sub>' در گروه B قرار گرفت که ارتفاع کمتری نسبت به سایر ارقام داشت.

جدول ۲- جدول تجزیه واریانس ارتفاع درخت در ارقام مورد آزمایش در شروع اندازه‌گیری میزان فتوسنتز و الگوی رشد

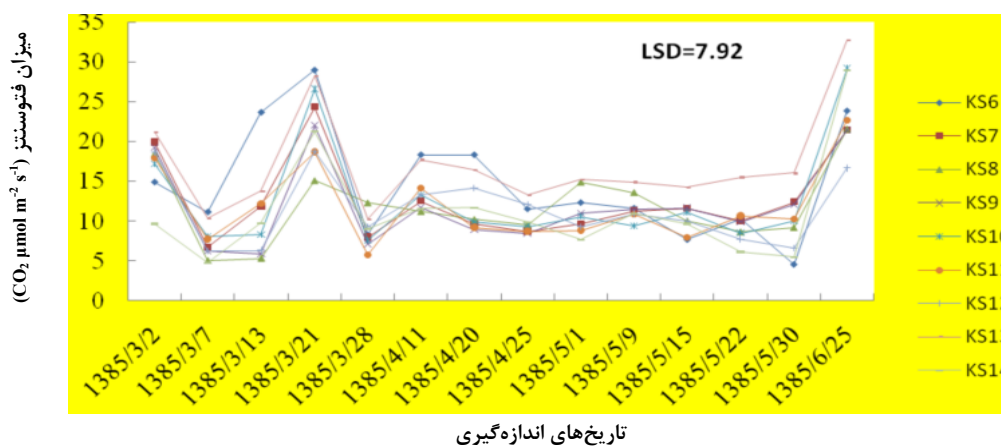
ارتفاع (MS)	درجه آزادی (DF)	منابع تغییر (S.O.V)
۱/۱۶**	۴	تکرار
۱/۴۷**	۸	تیمار
۰/۵۲	۳۲	اشتباه آزمایشی
۰/۳۱	۲۷۰	اشتباه نمونه برداری
	۳۱۴	کل
	۱۴/۴۴	درصد ضریب تغییرات

a, s. \* و \*\* به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۵ و ۱٪.

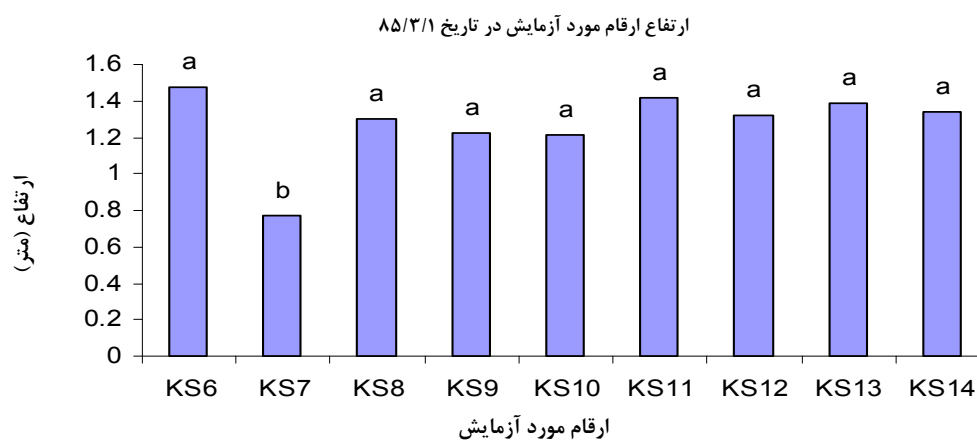
با توجه به نتایج حاصل از منحنی‌های رشد در ارقام مورد مطالعه می‌توان بیان داشت که بطور کلی الگوی رشد میوه در آنها یکسان و از نوع سیگموئید ساده و کامل بوده و تفاوت موجود بین آنها ناشی از مدت زمان هر فاز می‌باشد (شکل ۱). این یافته با نتایج تحقیقات



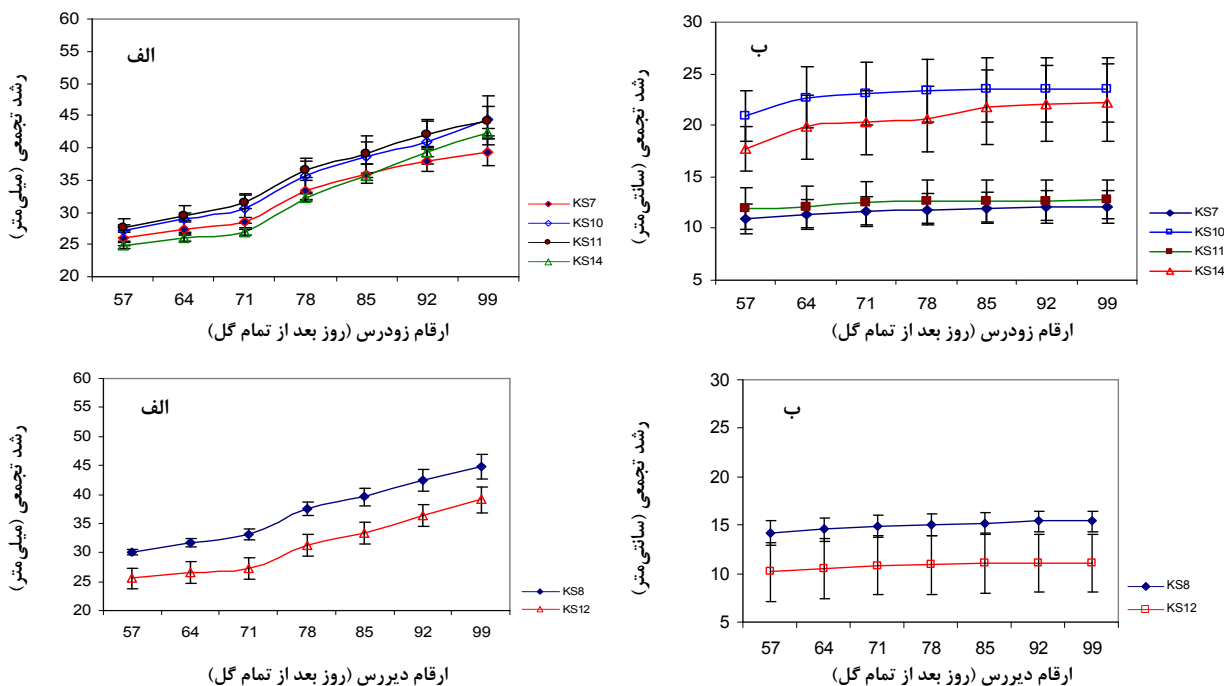
شکل ۲- نمودار مقایسه میانگین میزان فتوسنتز در تاریخ‌های مختلف اندازه‌گیری در ارقام مورد آزمایش میانگین‌ها با حروف مشابه در سطح احتمال ۱٪ دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.



شکل ۳- نمودار مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و زمان اندازه‌گیری بر میزان فتوسنتز در ارقام گلابی آسیایی مورد بررسی



شکل ۴- نمودار مقایسه میانگین ارتفاع ارقام مورد آزمایش قبل از شروع اندازه‌گیری میزان نرخ فتوسنتز و الگوی رشد میانگین‌ها با حروف مشابه در سطح احتمال ۱٪ دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.



شکل ۵- نمودارهای روند رشد تجمعی به ترتیب در ارقام زودرس، میان‌رس و دیررس گلایی آسیایی در شرایط آب و هوایی تهران، (الف) میوه و (ب) شاخه در فصل رشد ۱۳۸۵

هوا ثبت گردید. از طرفی در هفته‌های اول، چهارم و چهاردهم، روزهای پرتابش همراه با سایر شرایط مناسب محیطی فراهم بود که موجب افزایش میزان نرخ فتوسنتز گردید. این موارد نشان‌دهنده این نکته است که برای بدست آوردن حداکثر محصول، بهره‌وری فتوسنتزی باید در تمام طول دوره رشدی مورد توجه قرار گیرد.

عوامل مختلف مثل در دسترس بودن آب کافی، شرایط رطوبتی مناسب، عدم وجود تنش آبی و بالا بودن پتانسیل آب برگ به طور مستقیم یا غیرمستقیم بر میزان فتوسنتز تأثیر می‌گذارد (Behboudian, et al., 1994; Bertamini et al., 2006). برای مثال رقم 'KS<sub>13</sub>' نسبت به رقم 'KS<sub>9</sub>' و 'KS<sub>7</sub>' میزان پتانسیل آب برگ بیشتری را دارا می‌باشد (Arzani, 2005) ولی پتانسیل آب سلول‌های برگ رقم 'KS<sub>9</sub>' و 'KS<sub>7</sub>' بیشتر منفی هستند که نشان از قدرت تنظیم اسمزی کمتر این ارقام می‌باشد (Arzani, 2005). بنابراین یکی از دلایل بالا بودن میزان فتوسنتز در رقم 'KS<sub>13</sub>' می‌تواند به طور مستقیم ناشی از توانایی این رقم در تنظیم فشار اسمزی و بالا بودن پتانسیل آب برگ این رقم باشد. سطح برگ، سن برگ، موقعیت برگ روی شاخه، تاج

### بحث

فتوسنتز در گیاهان متأثر از عوامل داخلی و درونی و شرایط محیطی است. عوامل درونی هر رقم ظرفیت بالقوه فتوسنتز را تعیین می‌نماید. یکی از عوامل داخلی مؤثر بر میزان فتوسنتز سالم بودن برگ‌ها و میزان کافی کلروفیل برگ می‌باشد که در صورت شادابی برگ‌ها موجب افزایش میزان نرخ فتوسنتز می‌گردد (Herralde et al., 2003). در رقم 'KS<sub>13</sub>' بالا بودن میزان نرخ فتوسنتز و متفاوت بودن آن نسبت به سایر ارقام به دلیل شاداب بودن برگ‌ها و کافی بودن کلروفیل و از طرفی عدم زردی برگ‌ها در طول دوره آزمایش بود.

در طول فصل رشد نور یکی از عوامل مهم بیرونی است که بر روی میزان مواد فتوسنتزی اثر می‌گذارد. در روزهای پرتابش در صورت مساعد بودن سایر شرایط محیطی میزان مواد فتوسنتزی بالا است و بالعکس در روزهای کم تابش این میزان تا ۲۵٪ کاهش پیدا می‌کند (Akmal & Janssens, 2004). در طول آزمایش مشاهده گردید در روزهایی که شرایط ابری بود و میزان نور کم بود، میزان فتوسنتز به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش پیدا می‌کرد به طوری که در هفته دوم کمترین میزان نرخ فتوسنتز ( $7/37 \mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) به دلیل ابری بودن

درخت، تغییر در تبادلات  $CO_2$  و تعرق متفاوت در ارقام دلایل اختلاف در میزان فتوسنتز آنها می‌تواند باشد. با توجه به موارد ذکر شده، دلیل اختلاف در مقدار فتوسنتز ارقام مورد آزمایش می‌تواند ناشی از این موارد باشد. برای مثال رقم 'KS<sub>7</sub>' و 'KS<sub>14</sub>' دارای زردی و ریزش برگ در طول تابستان و بخصوص در اواخر تابستان بودند و لذا این عارضه می‌تواند یکی از دلایل پایین بودن میزان فتوسنتز در این ارقام نسبت به رقم 'KS<sub>13</sub>' و 'KS<sub>6</sub>' باشد. تفاوت در میزان فتوسنتز دو رقم گلایی آسیایی 'Huanghua' و 'Jingshiu II' نیز به خاطر سطح برگ، سن برگ، موقعیت برگ روی شاخه، تاج درخت، تغییر در تبادلات  $CO_2$  و تعرق متفاوت گزارش شده است (Shenxi & Xianshi, 2003) که با نتایج بدست آمده در این تحقیق مطابقت داشت.

از دلایل پایین بودن میزان فتوسنتز در هفته‌های دوم، سیزدهم و پنجم نسبت به سایر زمان‌های اندازه‌گیری، به خاطر شرایط گرم و خشک و دمای بالا در هفته دوم، هفته پنجم و سیزدهم بود (در زمان اندازه‌گیری میزان فتوسنتز در هفته پنجم دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد ثبت شد). در هفته‌های چهارم و چهاردهم شرایط آب و هوایی مطلوب حاکم بود هر چند که درختان در طول آزمایش معمولاً یک روز قبل از اندازه‌گیری میزان فتوسنتز آبیاری می‌شدند.

در شرایط آب و هوایی منطقه مورد مطالعه در ابتدای فصل رشد شرایط برای فتوسنتز مساعد و قدرت سینک میوه کمتر بود. با ادامه رشد، در مرحله سوم رشدی میوه، که مصادف با مرحله بزرگ شدن آن و افزایش حجم سلولی است، به آب و کربوهیدرات‌های محلول بیشتری نیاز دارد و انتظار افزایش میزان فتوسنتز بود اما شرایط محیطی مثل دمای بالا و کمبود فشار بخار اشباع باعث تعرق بیشتر و افزایش نیاز آبی و سبک بودن بافت خاک محل مورد آزمایش، موجب کاهش نسبی میزان فتوسنتز از هفته هفتم تا هفته سیزدهم گردید. وجود میوه به عنوان سینک قوی از تجمع نشاسته در کلروپلاست برگ‌ها جلوگیری می‌کند و میزان فتوسنتز را بالا می‌برد (Desmone & Flore, 1995; Wei et al., 2008). در واقع هرچه میزان تقاضا برای مواد هیدروکربنی زیاد باشد، میزان فتوسنتز بیشتر

می‌گردد (Wei et al., 2008).

میزان فتوسنتز در رقم 'KS<sub>13</sub>' تحت شرایط آب و هوایی ایستگاه محل آزمایش از دیگر ارقام بالا بود که حاکی از سازگاری بهتر این رقم به شرایط آب و هوایی دانشکده بوده و شرایط تنش را بهتر تحمل کرده است. این نتیجه با نتایج Arzani (2005) مطابقت دارد. علت کمی فتوسنتز در فصل تابستان در این ایستگاه نسبت به پاییز را می‌توان به اثر درجه حرارت زیاد و کمبود آب و تحت استرس بودن میوه نسبت داد (Arzani, 2002). کمبود کربوهیدرات‌ها و کمبود آب باعث بالا رفتن غلظت هورمون‌های ABA و اتیلن در برگ‌ها می‌شود که علاوه بر تأثیر در بسته شدن روزنه، در بلندمدت درخت برای بقاء بیشتر در شرایط تنش با ریزش برگ، پیچیدن برگ، پایین آوردن هدایت روزنه‌ای تعرق را کم می‌کند (Lawlor, 2002). فتوسنتز در طول فصل تحت شرایط آب و هوایی درجه حرارت و آب در دسترس گیاه، مواد غذایی، میزان نور و کیفیت آن قرار گرفته و برهم کنش آنها اثر مستقیم و مضاعف در میزان فتوسنتز دارند (Kiniry et al., 2005). کمبود سطح برگ و ماده خشک واکنشی به کمبود آب است، همچنین کاهش در پتانسیل آب سلول، منجر به کاهش در اندازه، تعداد و سطح برگ می‌گردد و برگ‌ها زودتر بلوغ یافته و زودتر پیر شده (Bertamini et al., 2006) و در نتیجه کاهش فتوسنتز را بدنبال دارد.

با تعیین الگوی رشد برای میوه و قسمت رویشی هر رقم و تعیین دوره رکود رشدی در شرایط آب و هوایی کشور می‌توان تا حد ممکن میزان آبیاری را کاهش داد. با توجه به نتایج حاصل از اندازه‌گیری رشد رویشی در پژوهش حاضر ارقام گلایی آسیایی مورد مطالعه ۵ تا ۱۵ روز پس از تمام گل یک رکود رشدی دارند (شکل ۵) که با مدیریت صحیح باغ می‌توان میزان آب مصرفی را در این مرحله از رشد کاهش داد. رسم الگوی رشدی می‌تواند در تعیین طول فصل رشد و مدیریت مورد نیاز باغ استفاده گردد. در ضمن بررسی رشد در طول فازهای مختلف می‌تواند اختلافات بین فازها در ارقام مختلف در یک درخت را مشخص نماید. تعیین طول هر فاز از لحاظ زمان اعمال عملیات باغی قابل توجه و اهمیت می‌باشد.



با منطقه مورد مطالعه نشان داده و محصول کافی تولید نمایند. نتایج پژوهش حاضر و پژوهش‌های قبلی انجام شده در باغ تحقیقاتی گلابی آسیایی در دانشگاه تربیت مدرس در زمینه روند و الگوی تغییرات فصلی رشد و نمو رویشی و زایشی (میوه) در جهت بهبود بخشیدن به مدیریت باغ گلابی آسیایی از جمله آبیاری، کوددهی و عملیات باغداری قابل استفاده و کاربرد خواهد بود.

### 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 که بدین وسیله تشکر می‌گردد. همچنین از آقای مهندس محمد کاوند و خانم دکتر فریال وارسته به جهت همکاری در اجرای این پژوهش تشکر و قدردانی می‌گردد.

به طور کلی می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که در طول انجام آزمایش شرایط آب و هوایی دارای نوسان نسبتاً بالایی بود و تفاوت دمایی زیاد موجب تفاوت در میزان فتوسنتز اندازه‌گیری شده گردید. البته نوع رقم نیز در این تفاوت کاملاً تأثیرگذار بود. رقم 'KS<sub>13</sub>' نسبت به دیگر ارقام سازگاری بهتری به شرایط آب و هوایی منطقه مورد مطالعه نشان داد، اما نمی‌توان تنها یک جنبه را مورد توجه قرار داد و علاوه بر رشد و میزان فتوسنتز، سایر خصوصیات درخت مثل چگونگی گرده‌افشانی (Arzani et al., 2004) میزان محصول و کیفیت میوه را نیز باید در نظر گرفت. با توجه به نتایج بدست آمده ارقام 'KS<sub>13</sub>' و 'KS<sub>6</sub>' دارای میزان نرخ فتوسنتز کل بالایی بودند. همچنین با توجه به نرخ فتوسنتز مطلوب اکثر ارقام در شرایط آب و هوایی تهران، چنین به نظر می‌رسد که این ارقام با توجه به منابع تولید شده حاصل از فتوسنتز، سازگاری خوبی را

### REFERENCES

1. Akmal, M. & Janssens, M. J. (2004). Productivity and light use efficiency of perennial ryegrass with contrasting water and nitrogen supplies. *Field Crop Research*, 88, 143-155.
2. Arzani, K. (2002). Introduction of some Asian pear cultivars (*Pyrus serotina* Rhed.) to Iran. *Acta Horticulturae*, 596, 287-290.
3. Arzani, K., Koushesh Saba, M. & Ghanati, F. (2005). Study on compatibility and pollen tube growth of some Asian pear (*Pyrus serotina* Rhed.) cultivars. *Acta Horticulturae*, 671, 159-163.
4. Arzani, K. (2005). Progress in the national Asian pear Project, a study on the adaptation of some Asian pear cultivar to Iranian environmental conditions. *Acta Horticulturae*, 671, 209-212.
5. Behboudian, M. H., Lawes, G. S. & Griffiths, K. M. (1994). The influence of water relation, photosynthesis and fruit growth in Asian pear (*Pyrus serotina*) *Scientia Horticulturae*, 60, 89-99.
6. Beutel, J. A. (1990). Asian pears. In: J. Janick, and J.E. Simon (Eds.). *Advances in new crops*. Timber Press, Portland, Oregon, pp. 304-309.
7. Bertamini, M., Zulini, L., Muthuchelian, K. & Nedunchezian, N. (2006). Effect of water deficit on photosynthetic and other physiological responses in grapevine (*Vitis vinifera* L. cv. Riesling) *Plants Photosynthetic*, 44, 151-154.
8. Bertelsen, M. (2002). Growth of *Clara frijs* pear in nordisghl c climate. *Acta Horticulturae*, 596, 783-787.
9. Bourland, F. M., Oosterhuis, D. M., Tugwell, N. P., Cochran, M. J. & Danforth, D. M. (1997). *Interpretation of crop growth patterns generated by CATMAN*. University of Arkansas. Pp: 214.
10. Brown, S. K., Iezzoni, A. F. & Fogle, H. W. (1996). *Fruit Breeding*, vol. 1. Tree and tropical fruits. J. Janick and J. N. Moore, (Eds.). John Wiley & Sons, New York, USA. Pears, pp. 441-474
11. Desmond, R. L. & Flore, J. A. (1995). End-product inhabitation of photosynthesis in (*Prunus cerasus* L). In response to whole plant source sink manipulation. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 120, 538-599.
12. Herralde, D. E., Biel, F. & SAVE, R. (2003). Leaf photosynthesis in eight almond cultivars. *Biologia Plantarum*, 46, 557-561.
13. Jun, W. & Hongsheng, G. (2002). The production of Asian pear in China. *Acta Horticulturae*, 587, 71-80.
14. Kashefi, B. (2004). *Seasonal changes in growth and development of some Asian pear (Pyrus serotina Rehd.)*. M. Sc. thesis, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, 92p.
15. Kiniry, J. R., Simpson, C. E., Schubert, A. M. & Reed, J. D. (2005). Peanut leaf area index, light interception, radiation use efficiency, and harvest index at three sites in Texas. *Field Crops Research*, 91,

- 297-306.
16. Lawlor, D. W. (2002). Limitation to photosynthesis carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants. *Plant, Cell and Environment*, 25, 275-294.
  17. Marsal, J., Arbones, M. A., Rufat J. & Girona, J. (2002). Regulated deficit irrigation and rectification of irrigation scheduling in young pear trees: an evaluation based on vegetative and reproductive response. *European Journal of Agronomy*, 17, 111-122.
  18. Nee, C. C., Tasi, C. H. & Anstine, D. D. (2002). Asian pear cultivars-future trend and current research in the industry. *Acta Horticulturae*, 587, 61-69.
  19. Ogawa, K., Makmom, A., Awang, M. & Furukawa, A. (2006). Relationship between fruit growth and peduncle cross-sectional area in durian (*Durio zibethinus* Murray). *Ecological Modelling*, 200(1-2), 254-258.
  20. Salisbury, F. B. & Ross, C. W. (1992). *Plant physiology*. (4<sup>th</sup> Ed.) Belmont, USA, Wadsworth. Pp: 540.
  21. Shenxi, X. & Xianshi, L. (2003). Effect of leaf position and age on anatomical structure, photosynthesis, stomatal conductance and transpiration of Asian pear. *Botanical Bulletin of Academia Sinica*, 44, 297-303.
  22. Subhardabandhu, S. (2002). Asian pear production and future trend of industry and research trend in Korea. *International symposium on Asian pear*. 25-29 August. Kuaryoshi. Totori. Japan. Pp: 8-9.
  23. Wei, D., Pei, G., Fan, L. I., Wang, J., Wei, L. I., Shu, T. & Shao, H. (2008). Photosynthetic response to low sink demand after fruit removal in relation to photo inhibition and photo protection in peach trees. *Tree Physiology*, 28, 123-132.