

## بررسی رابطه برخی صفات با باردهی در تعدادی از ارقام و ژنوتیپ‌های گردو

راضیه محمودی<sup>۱\*</sup>، داراب حسنی<sup>۲</sup>، محمد اسماعیل امیری<sup>۱</sup>، محمد جعفرآقائی<sup>۲</sup> و کوروش وحدتی<sup>۳</sup>

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۴/۲۵؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۱/۱۸)

## چکیده

گردو یکی از مهم‌ترین محصولات خشکباری به شمار می‌آید. با توجه به تکثیر بذری گردو، در حال حاضر این گونه در ایران دارای تنوع بسیار بالایی است. مطالعه رابطه میزان محصول با سطح مقطع شاخه، سطح مقطع تنه، سطح مقطع تاج و سطح برگ در گردو از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد. با بررسی این رابطه، امکان گزینش ژنوتیپ‌های برتر گردو با دقت بیشتری امکان‌پذیر خواهد بود. در این مطالعه سطح مقطع تنه، سطح مقطع تاج، نسبت تراکم میوه بر سطح مقطع تنه و تاج، نسبت تعداد برگ و سطح برگ به ازای هر میوه، نسبت تعداد میوه به سطح مقطع شاخه، نسبت تعداد برگ به سطح مقطع شاخه، نسبت سطح برگ به سطح مقطع شاخه و درصد سال آوری در هشت ژنوتیپ با عادت باردهی انتهایی و جانبی از کلکسیون گردوی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر در دو سال (۹۰-۱۳۸۹) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج به‌دست آمده نشان داد که میانگین دو ساله نسبت تعداد میوه به سطح مقطع تنه ( $\text{cm}^2/\text{تعداد}$ ) و تاج ( $\text{m}^2/\text{تعداد}$ ) به ترتیب برابر ۱/۶۸ و ۱۹/۴۳ بود. میانگین نسبت تعداد برگ به میوه، ۴/۴۲ و سطح برگ به میوه ۱۳۴۶/۳۳ سانتی‌مترمربع به ازای هر میوه بود. کمترین و بیشترین تراکم میوه به ترتیب مربوط به ژنوتیپ HI-1 با مقدار ۲/۷۴ و رقم پدرو با مقدار ۴/۳۶ بود. همبستگی ساده بین تراکم میوه و نسبت سطح برگ به میوه ۰/۷- به‌دست آمد. بیشترین درصد سال آوری، در رقم هارتلی با ۱۵/۳۸ درصد دیده شد. این بررسی نشان داد که تعداد میوه با سطح مقطع شاخه، تعداد میوه با سطح برگ، سطح برگ با سطح مقطع شاخه دارای رابطه معنی‌داری بوده و مدل رگرسیونی پلی‌نومیال (Polynomial) روابط بین صفات مورد مطالعه را به خوبی توجیه نموده و از ضریب تبیین ( $R^2$ ) بالایی برخوردار بود.

واژه‌های کلیدی: سطح برگ، سطح مقطع شاخه، گردو، مدل‌های رگرسیونی

۱. به‌ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی‌ارشد و دانشیار علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

۲. به‌ترتیب دانشیار و استادیار پژوهشی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج

۳. دانشیار باغبانی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران

\*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: mahmoodi.razie@gmail.com

## مقدمه

گردوی ایرانی با نام علمی *Juglans regia* L. در عرض جغرافیایی ۲۹ تا ۳۹ درجه شمالی و طول جغرافیایی ۴۵ تا ۶۴ درجه شرقی، تا ارتفاع ۲۵۰۰ متر از سطح دریا (در مناطق شمال، غرب و مرکز کشور)، به صورت اهلی یا وحشی در فلات ایران یافت می‌شود (۸). ایران بعد از چین، آمریکا و ترکیه با سطح زیر کشت ۶۵۰۰۰ هکتار و میزان تولید ۱۷۰۰۰۰ تن در سال در سال ۲۰۱۰، مقام چهارم را در بین کشورهای تولید کننده گردو در جهان دارد (۶).

میزان محصول در درختان میوه به عوامل ژنتیکی و محیطی متعددی بستگی دارد. برآورد میزان محصول می‌تواند در زمان‌های مختلف و با استفاده از صفات متعدد از زمان خزان درختان تا پس از گلدهی و تشکیل میوه انجام گیرد. رابطه موجود بین عملکرد و سایر صفات درختان گردو با استفاده از روش‌های رگرسیون (جبر ماتریسی، رگرسیون‌های چندگانه و پلی‌نومیال) انجام می‌گیرد (۱۵). با بررسی رابطه رشد رویشی و باردهی در درختان میوه، می‌توان نسبت به دسته‌بندی صفات مؤثر در رشد رویشی و زایشی درختان اقدام نمود. رابطه بین باردهی در درختان میوه و فاکتورهای مؤثر در گلدهی و هم‌چنین خصوصیات مربوط به رشد درخت (رشد قطری تنه، سطح مقطع شاخه، سطح برگ) مورد ارزیابی قرار گرفته است (۷). با توجه به این‌که سطح برگ یکی از فاکتورهای مهم در کارایی فتوسنتز، متابولیسم کربوهیدرات، تجمع ماده خشک، عملکرد و کیفیت رشد گیاه به شمار می‌آید (۲، ۹ و ۱۱) برآورد سطح برگ برای ارزیابی رشد رویشی و تخمین پتانسیل عملکرد ضروری است (۱۰). در مطالعه دیگری اندازه‌گیری دقیق سطح برگ برای درک اثر متقابل محصول و محیط ضروری ذکر شده است (۳). هم‌چنین میزان سطح برگ با اندازه و پر شدن میوه پکان رابطه معنی‌داری نشان داده است و تغییرات سطح برگ یک عامل مهم در سال آوری ذکر گردیده است (۱۸). با اندازه‌گیری سطح واقعی چندین برگ به صورت تصادفی در یک درخت، می‌توان سطح کلی برگ در یک شاخه

یا یک درخت را تعیین نمود. بدیهی است درختان بزرگ‌تر دارای سطح برگ بیشتری هستند. هم‌چنین قطر شاخه یا تنه به‌عنوان یک شاخص مهم برای تخمین عملکرد مورد استفاده قرار می‌گیرد که به دلیل تنوع در اندازه درختان، تخمین عملکرد براساس سطح مقطع تنه یا پیرامون تنه در درختان میوه، توسط محققان زیادی توصیه شده است (۵).

در تحقیق دیگری تراکم گل، شاخص گلدهی، درصد تشکیل میوه، نسبت تعداد میوه به سطح مقطع شاخه یا طول شاخه، اندازه و شکل میوه، عملکرد بر سطح مقطع تنه و عملکرد در واحد سطح در تعدادی از محصولات دانه‌دار، هسته‌دار و خشکبار و آجیلی بررسی شده است (۱۱).

استفاده از سطح مقطع شاخه در درخت و استاندارد کردن داده‌ها بر مبنای آن با تعیین رابطه بین سطح مقطع شاخه و میزان گل یا باردهی در مطالعات دیگر نیز مورد توجه بوده است (۱۹). در مطالعه‌ای که توسط میراندا و همکاران روی آلو ژاپنی صورت گرفت، رابطه سطح مقطع تنه درختان، سطح مقطع تنه درختان در هکتار، تراکم جوانه‌های گل (تعداد جوانه‌های گل در سطح مقطع تنه)، تراکم محصول (تعداد میوه در سطح مقطع شاخه) میزان عملکرد به سطح مقطع تنه و عملکرد در هکتار مورد بررسی قرار گرفت.

رابطه بین تراکم محصول و سطح مقطع تنه درختان در هکتار معنی‌دار گزارش شده است. (۱۴)

با توجه به اهمیت بررسی روابط صفات مختلف و کاربرد آنها در برآورد میزان عملکرد و از آنجائی‌که در گردو چنین مطالعاتی صورت نگرفته است، در این پژوهش رابطه بین عملکرد با سطح برگ، سطح مقطع تنه و سطح مقطع شاخه و معادله‌های رگرسیونی مربوط به آنها بررسی شده است.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش در ایستگاه تحقیقاتی باغبانی کمال شهر بخش تحقیقات باغبانی مؤسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر روی سه ژنوتیپ هیبرید امیدبخش کشت شده در قطعه ارزیابی و

مطالعه میانگین دو ساله تعداد میوه به سطح مقطع تنه  $1/68$   $(\text{cm}^2/\text{تعداد})$  به دست آمد. در مطالعه دیگری تعداد میوه به سطح مقطع تنه از  $0/5$  تا  $3$  گزارش شده است (۱۱).

میانگین دو ساله سطح مقطع تاج در درختان مورد بررسی  $36/44$  مترمربع بود. میانگین میزان سطح برگ (LA (Leaf area)) به ازای هر میوه برابر با  $1346/33$  سانتی مترمربع و نسبت تعداد برگ به ازای هر میوه در ژنوتیپ‌ها و ارقام مورد مطالعه برابر با  $4/42$  بود. در مطالعه روی پکان در رقم wasterن، این نسبت دو برگ به ازای هر میوه و در رقم Mohawk 4 برگ گزارش شده است (۱۲).

سطح مقطع تنه، سطح مقطع تاج، تعداد میوه در سطح مقطع تاج، تعداد میوه در سطح مقطع تنه و درصد سال‌آوری در ارقام و ژنوتیپ‌های مورد بررسی گردو در سال‌های  $1389-1390$  در جدول ۲ نشان داده شده است. بیشترین تعداد میوه در سطح مقطع تنه مربوط به ژنوتیپ H2-1 با مقدار  $3/54$  و کمترین مربوط به ژنوتیپ B-11 با مقدار  $0/79$   $(\text{cm}^2/\text{تعداد})$  بود. بیشترین تعداد میوه در سطح مقطع تاج نیز مربوط به ژنوتیپ H2-1 با مقدار  $41/09$  مشاهده شد. گردو گونه‌ای است که اگرچه نوسانات عملکرد از سالی به سال دیگر در میان ژنوتیپ و ارقام دیده می‌شود، در گزارش‌های سال‌آوری برای ارقام و ژنوتیپ‌های آن گزارش نشده است. به منظور مطالعه میزان سال‌آوری تفاوت در عملکرد دو سال در ژنوتیپ‌ها و ارقام دیر برگ ده که دچار سرمزدگی بهاره نشده بودند مورد ارزیابی قرار گرفت. بیشترین درصد سال‌آوری مربوط به رقم هارتلی ( $15/38$  درصد) بود. کمترین درصد سال‌آوری نیز مربوط به ژنوتیپ B-11 با مقدار  $2/13$  بود. برآورد تعداد میوه در سطح مقطع تاج در گردو تاکنون مورد بررسی قرار نگرفته است. محاسبه این شاخص در برآورد میزان عملکرد بسیار مهم و در گونه‌های دیگر همانند درختان میوه هسته دار قبلاً استفاده شده است (۱۴).

کمترین تراکم میوه (تعداد میوه در سطح مقطع شاخه) در ژنوتیپ‌ها و رقم‌های مورد مطالعه مربوط به ژنوتیپ HI-1 با  $2/74$  و بیشترین مربوط به رقم پدرو که مقدار آن برابر با  $4/36$

گزینش، سه ژنوتیپ کشت شده در کلسیون و دو رقم خارجی که به همراه ۱۳ رقم دیگر در قالب طرح آماری آلفا لاتیس  $5 \times 3$  در واحد آزمایشی در سال ۱۳۷۲ کشت شده بودند، در سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ انجام گرفت. درختان انتخابی حدوداً ۱۵ ساله بوده و با فاصله  $8 \times 8$  کاشته شده‌اند. از هر ژنوتیپ و رقم تعداد ۱۵ شاخه در جهات مختلف درخت به‌طور تصادفی انتخاب گردید. قطر شاخه با کولیس اندازه‌گیری و تعداد میوه و تعداد برگ آن شمارش شد. محیط تنه در ارتفاع  $30$  سانتی متر از سطح زمین و هم‌چنین سطح سایه انداز درخت اندازه‌گیری شد. تعداد ۱۵ برگ به تصادف از هر درخت جهت اندازه‌گیری سطح برگ در تیرماه انتخاب شد. صفات مورد بررسی شامل: سطح مقطع تاج، سطح مقطع تنه، سطح برگ به سطح مقطع شاخه، تعداد برگ به سطح مقطع شاخه، تعداد میوه به سطح مقطع شاخه، سطح برگ به ازای هر میوه، تعداد برگ به ازای هر میوه، تعداد میوه به سطح مقطع تنه و تاج و درصد سال‌آوری بود. درصد سال‌آوری با استفاده از روش بلاس (۱) محاسبه شد.

$$\text{Alternate Bearing} = \frac{(\text{absolute } y_1 - y_2)}{(y_1 + y_2) \text{ etc.} \times 100 / (n-1)} \quad [1]$$

$y_1$ : عملکرد در سال اول

$y_2$ : عملکرد در سال دوم

$n$ : تعداد سال‌های مورد ارزیابی

اطلاعات مربوط به صفات مورد بررسی توسط نرم‌افزارهای Excel و SPSS مورد ارزیابی قرار گرفته و برای رسم نمودار پراکنش، برازش خط رگرسیونی و تعیین روابط نیز از نرم‌افزار Sigma Plot استفاده شد.

## نتایج و بحث

پارامترهای آماری مهم برای سطح مقطع تاج، سطح مقطع تنه، سطح برگ به سطح مقطع شاخه، تعداد برگ به سطح مقطع شاخه، تعداد میوه به سطح مقطع شاخه، سطح برگ به ازای هر میوه، تعداد برگ به ازای هر میوه، تعداد میوه به سطح مقطع تنه و تاج و درصد سال‌آوری محاسبه شد (جدول ۱). در این

جدول ۱. میانگین، حداقل، حداکثر و اشتباه استاندارد میانگین، در صفات مورد بررسی در سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۹۰

میانگین دو سال	اشتباه استاندارد $\pm$	میانگین	حداکثر	حداقل	دامنه	تعداد	سال	واحد	صفات
۴۰۰/۰۴	۵۸/۱۷۵	۳۸۳/۵۹	۶۴۴/۹	۱۷۵/۸۸	۴۶۹/۰۲	۸	۱۳۸۹	cm <sup>2</sup>	سطح مقطع تنه
	۵۷/۶۲۱	۴۱۶/۴۹	۶۷۳/۸۹	۲۱۵/۲۹	۴۵۸/۶	۸	۱۳۹۰		
۳۶/۴۴	۵/۰۵۸	۲۴/۲۸	۵۵/۰۶	۱۱/۴۹	۴۳/۵۸	۸	۱۳۸۹	m <sup>2</sup>	سطح مقطع تاج
	۵/۰۴	۳۸/۶۱	۶۰/۴۵	۱۶/۷۹	۴۳/۶۵	۸	۱۳۹۰		
۱/۶۸	۰/۳۱۰	۱/۷۷	۳/۳۷	۰/۸	۲/۵۷	۸	۱۳۸۹	No Nut/cm <sup>2</sup>	تعداد میوه به سطح
	۰/۳۰۶	۱/۶	۳/۵۳	۰/۷۷	۲/۷۵	۸	۱۳۹۰		مقطع تنه
۱۹/۴۳	۴/۳۵	۲۰/۹۴	۴۱/۸۷	۷/۹۴	۳۳/۹۳	۸	۱۳۸۹	No Nut/m <sup>2</sup>	تعداد میوه به سطح
	۳/۹۵۲	۱۷/۹۲	۴۰/۲۴	۷/۹۳	۳۲/۳۲	۸	۱۳۹۰		مقطع تاج
۱۱/۴۸	۰/۳۹۴	۱۰/۷۷	۲۶/۰۱	۱/۹۴	۲۴/۰۷	۸	۱۳۸۹	No Leaf/cm <sup>2</sup>	تعداد برگ به سطح
	۰/۵۲۲	۱۲/۹۱	۴۰/۷	۲/۳۳	۳۸/۳۷	۸	۱۳۹۰		مقطع شاخه
۳/۱۵	۰/۱۴۳	۲/۷۲	۹/۵	۰/۲۹	۹/۲	۸	۱۳۸۹	No Nut/cm <sup>2</sup>	تعداد میوه به سطح
	۰/۱۷۹	۳/۵۷	۹/۶۶	۱/۱۲	۸/۵۴	۸	۱۳۹۰		مقطع شاخه
۳۵۳۷/۹۳	۱۱۶/۵۳	۵۷/۳۲۷۲	۸۰۹۴/۷۲	۷۵۳/۶۷	۷۳۵۹/۰۴	۸	۱۳۸۹	cm <sup>2</sup> /cm <sup>2</sup>	سطح برگ به سطح
	۱۷۱/۳۲	۳۸۰۳/۲۹	۱۵۱۲۸/۰۶	۸۶۷/۴۸	۱۴۲۶۰/۵۸	۸	۱۳۹۰		مقطع شاخه
۱۳۴۶/۳۳	۷۷/۴۵	۱۴۷۷/۸۳	۶۰۲۷/۰۲	۲۶۹/۰۶	۵۷۵۷/۹۵	۸	۱۳۸۹	cm <sup>2</sup> /Nut	سطح برگ به ازاء
	۴۵/۷۲	۱۲۱۴/۸۴	۲۷۱۳/۳۲	۲۶۵/۴۹	۲۴۴۷/۸۴	۸	۱۳۹۰		هر میوه
۴/۴۲	۰/۲۱۴	۴/۷۲	۱۶	۰/۷۱	۱۵/۲۹	۸	۱۳۸۹	cm <sup>2</sup> /Nut	تعداد برگ به ازای
	۰/۱۴۴	۴/۱۲	۸/۴	۰/۷۱	۷/۶۹	۸	۱۳۹۰		هر میوه
۶/۵۴	۱/۶۶۳	۶/۵۴	۱۵/۳۸	۲/۱۳	۱۳/۲۶	۸	۱۳۸۹ -۱۳۹۰	%	درصد سال آوری

و سطح مقطع شاخه از مدل‌های رگرسیونی استفاده گردید. در بررسی‌های انجام شده مدل رگرسیونی نمایی (Polynomial) که از ضریب تبیین ( $R^2$ ) بالایی نیز برخوردار بود برآزش بسیار خوبی را نشان داد، اگرچه رابطه بین صفات گاهی از مدل‌های دیگر رگرسیونی در چند مورد، کمی ضریب تبیین بالاتری را نیز نشان داد ولی برای آن‌که امکان مقایسه بین ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف مقدور باشد همه روابط با استفاده از مدل پلی نومیال و به صورت زیر محاسبه شد:

$$Y = a + b_1x + b_2x^2$$

[۲]

بود. هم‌چنین از لحاظ شاخص نسبت تعداد برگ به میوه رقم پدرو با ۳/۴۲ کمترین مقدار را به خود اختصاص داد (جدول ۳). معمولاً با افزایش تراکم میوه، نسبت برگ به میوه کاهش یافته و در نتیجه میزان مواد فتوسنتزی کمتری برای میوه‌ها در دسترس خواهد بود (۵). همبستگی بین تعداد میوه به سطح مقطع شاخه و سطح برگ به میوه ۰/۷- به دست آمد. بیشترین سطح برگ به سطح مقطع شاخه در رقم پدرو با ۱۳/۷۵ و کمترین مربوط به ژنوتیپ C-25 با مقدار ۹/۰۸ بود. در بررسی رابطه بین سطح مقطع شاخه و تعداد میوه، سطح برگ و تعداد میوه، سطح برگ

جدول ۲. سطح مقطع تنه، سطح مقطع تاج، تعداد میوه به سطح مقطع تاج، تعداد میوه به سطح مقطع تنه و در صد سال آوری در ژنوتیپ‌ها و ارقام گردو در سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۹۰

ژنوتیپ/رقم	سال	سطح مقطع تنه		سطح مقطع تاج		تعداد میوه به سطح مقطع تنه	تعداد میوه به سطح مقطع تاج	درصد سال آوری
		میانگین	میانگین	میانگین	میانگین			
		m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>			
H1-1	۱۳۸۹	۲۴۰/۸۷	۲۶۳/۷۵	۱۱/۴۸	۱۴/۱۴	۱/۶۶	۳۱/۷	۹/۰۹
	۱۳۹۰	۲۸۶/۶۲	۱۶/۷۹	۲۶/۷۹	۲۹/۲۹	۱/۶۷	۲۸/۵۸	
H2-1	۱۳۸۹	۳۲۶/۱۱	۳۷۳/۱۳	۲۶/۲۷	۲۹/۲۹	۳/۳۷	۴۱/۰۶	۸/۳۳
	۱۳۹۰	۳۶۸/۱۵	۳۲/۳	۳۲/۳	۲۹/۲۹	۳/۵۳	۴۰/۲۴	
H2-11	۱۳۸۹	۱۷۵/۸۷	۱۹۵/۵۸	۳۰/۱۸	۳۲/۵۸	۲/۴۱	۱۴/۰۸	۳/۰۳
	۱۳۹۰	۲۱۵/۲۸	۳۴/۹۸	۳۴/۹۸	۳۲/۵۸	۱/۸۶	۱۱/۴۴	
B-10	۱۳۸۹	۲۶۷/۸۳	۲۷۷/۲۳	۲۱/۷۲	۲۲/۹۵	۱/۴۲	۱۷/۵	۲/۵۶
	۱۳۹۰	۲۸۶/۶۲	۲۴/۱۸	۲۴/۱۸	۲۲/۹۵	۱/۳۹	۱۶/۵۴	
B-11	۱۳۸۹	۵۷۵/۲۳	۵۷۵/۲۳	۴۳/۵۷	۴۶/۱۳	۰/۸	۱۰/۵۵	۲/۱۳
	۱۳۹۰	۶۱۶/۵۶	۴۸/۶۸	۴۸/۶۸	۴۶/۱۳	۰/۷۸	۹/۸۶	
C-25	۱۳۸۹	۳۶۰/۱۲	۴۰۱/۴۳	۴۱/۵۵	۴۲/۸۶	۰/۸۵	۷/۹۴	۲/۹۴
	۱۳۹۰	۴۱۲/۷۳	۴۴/۱۶	۴۴/۱۶	۴۲/۸۶	۰/۸۵	۷/۹۳	
Hartley	۱۳۸۹	۶۴۴/۸۹	۶۵۹/۳۹	۵۵/۰۶	۵۷/۷۶	۲/۳۳	۲۷/۲۴	۱۵/۳۸
	۱۳۹۰	۶۷۳/۸۸	۶۰/۴۵	۶۰/۴۵	۵۷/۷۶	۱/۶۳	۱۸/۲	
Pedro	۱۳۸۹	۴۴۷/۸۵	۴۵۹/۹۵	۴۴/۴۵	۴۵/۸۹	۱/۳۴	۱۳/۵	۹/۰۹
	۱۳۹۰	۴۷۲/۰۵	۴۷/۳۳	۴۷/۳۳	۴۵/۸۹	۱/۰۶	۱۰/۵۶	

مقطع، افزایش بیشتری نشان داد ولی در شاخه‌های با سطح مقطع بزرگ‌تر این افزایش کمتر بود. در رقم هارتلی ضریب b<sub>2</sub> مثبت بود، یعنی در شاخه‌های با سطح مقطع کم تعداد میوه کمتر اما در شاخه‌های بزرگ‌تر که سطح مقطع بیشتری داشتند تعداد میوه به ازاء افزایش سطح مقطع افزایش بیشتری را نشان داد (شکل ۱). مدل به‌دست آمده برای سطح مقطع شاخه و تعداد میوه در کلیه ارقام و ژنوتیپ‌ها به‌صورت زیر است.

$$FrNo. = 2.97 + 1.69 \times BCSA - 0.018 \times (BCSA)^2 \quad [3]$$

FrNo. = تعداد میوه در شاخه

BCSA = سطح مقطع شاخه

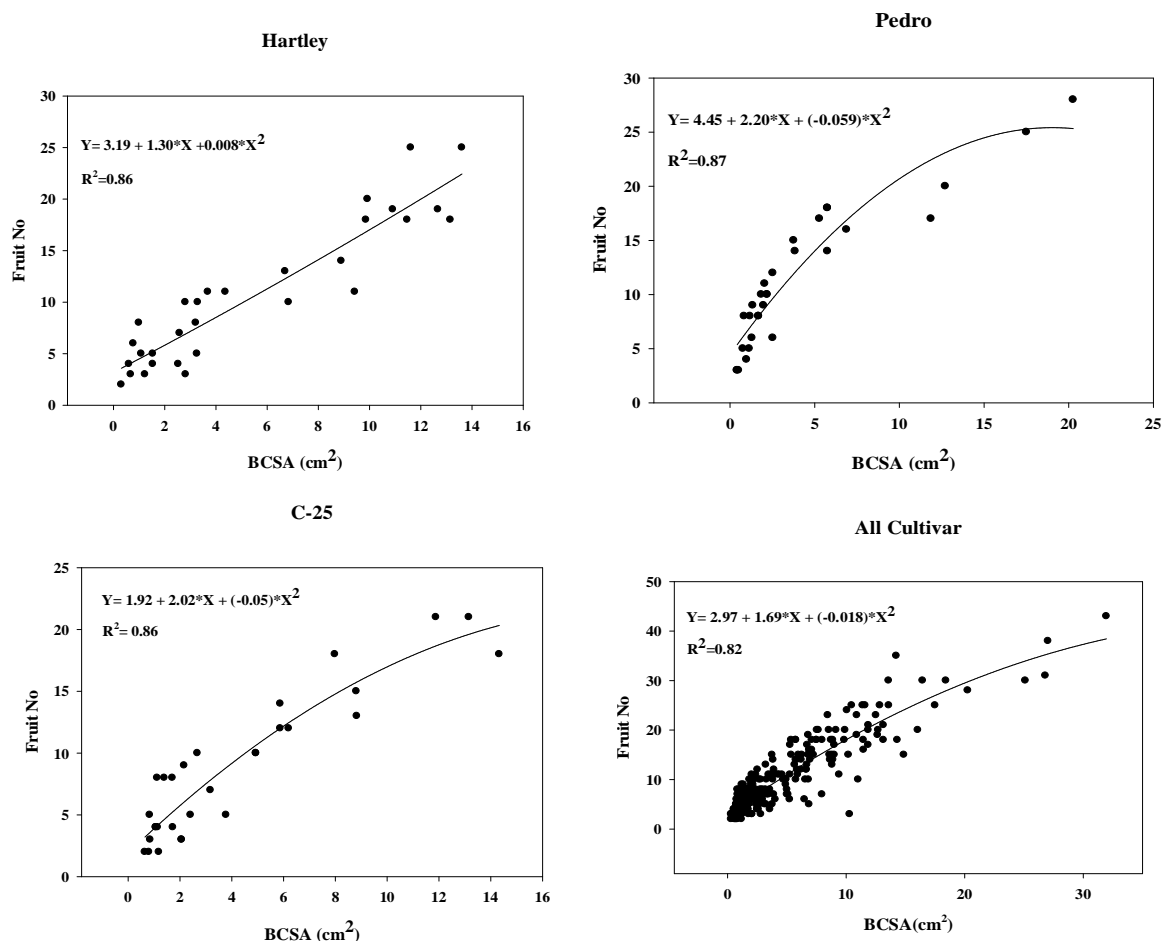
ضریب منفی b<sub>2</sub> در نمودارهای کلی برای هر یک از روابط، بیانگر شکل کاهشی در روند رگرسیونی است. بدان معنی که با افزایش عامل مستقل (X) مقدار افزایش در متغیر تابع به‌تدریج کاهش یافت. این نوع روند نشان داد که میزان تغییرات متغیر وابسته به ازاء تغییرات متغیر مستقل در ابتدا افزایش و سپس کاهش نشان داده است.

در بررسی رابطه بین سطح مقطع شاخه با تعداد میوه در شاخه برای رقم پدرو و ژنوتیپ‌های H1-1, H2-1, H2-11, C-25, B-10, B-11 ضرایب b<sub>2</sub> منفی به‌دست آمد (جدول ۴). رابطه موجود در این رقم و ژنوتیپ‌ها نشان داد که در شاخه‌های با سطح مقطع کمتر تعداد میوه به ازای افزایش سطح



جدول ۴. ضرایب رگرسیون به‌دست آمده بین سطح مقطع شاخه (BCSA) به‌عنوان متغیر مستقل و تعداد میوه در شاخه به‌عنوان متغیر وابسته در ارقام و ژنوتیپ‌های گردوی مورد مطالعه

سطح مقطع شاخه و تعداد میوه				
ژنوتیپ/رقم	a	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	R <sup>2</sup>
Pedro	۴/۴۵	۲/۲	-۰/۰۵۸	۰/۸۷
Hartley	۳/۱۹	۱/۳	۰/۰۰۹	۰/۸۶
B-10	۱/۷۷	۲/۲۷	-۰/۰۱۴	۰/۸۹
B-11	۲/۰۹	۱/۶۴	-۰/۰۰۵	۰/۷۹
C-25	۱/۹۲	۲/۰۲	-۰/۰۵۱	۰/۸۶
H1-1	۲/۴۳	۱/۳۸	-۰/۰۰۹	۰/۸۵
H2-1	۳/۵۳	۱/۶۷	-۰/۰۱۶	۰/۸۶
H2-11	۱/۴۳	۲/۳۳	-۰/۰۲۹	۰/۹۳
All	۲/۹۷	۱/۶۹	-۰/۰۱۸	۰/۸۲



شکل ۱. رابطه بین سطح مقطع شاخه (BCSA) و تعداد میوه در ارقام هارتلی، پدرو، ژنوتیپ C-25 و نمودار کلی برای همه ارقام و ژنوتیپ‌ها

جدول ۵. ضرایب رگرسیون بین سطح برگ به عنوان متغیر مستقل و تعداد میوه در شاخه به عنوان متغیر وابسته در ارقام و ژنوتیپ‌های گردو مورد مطالعه

سطح برگ و تعداد میوه				
ژنوتیپ/رقم	a	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	R <sup>2</sup>
Pedro	۲/۷	۰/۰۰۰۹	-۵/۶۳×۱۰ <sup>-۹</sup>	۰/۹۲
Hartley	۱/۱۳	۰/۰۰۰۷	-۱/۳۱×۱۰ <sup>-۹</sup>	۰/۸۸
10.B	۱/۲۸	۰/۰۰۰۷	-۳/۸۳×۱۰ <sup>-۹</sup>	۰/۹۲
11.B	۲/۸۵	۰/۰۰۰۲	۸/۷×۱۰ <sup>-۹</sup>	۰/۸۴
25.C	۲/۱۴	۰/۰۰۰۸	-۷/۶۸×۱۰ <sup>-۹</sup>	۰/۸۲
1.1H	۴/۵۲	۰/۰۰۰۰۴	۵/۶۹×۱۰ <sup>-۹</sup>	۰/۹
2.1H	۴/۳۴	۰/۰۰۰۴	۲/۰۱×۱۰ <sup>-۹</sup>	۰/۸۸
2.11H	-۰/۱۶	۰/۰۰۱	-۱/۳۷×۱۰ <sup>-۸</sup>	۰/۸۹
All	۲/۴۷	۰/۰۰۰۶	-۱/۹۵×۱۰ <sup>-۹</sup>	۰/۸۲

رابطه بین این دو صفت را توجیه نمود. در کلیه ارقام و ژنوتیپ‌ها ضریب b<sub>2</sub> منفی بود (جدول ۶) که نشان داد افزایش در سطح برگ در شاخه‌های کوچک‌تر به مراتب بیشتر از شاخه‌های بزرگ‌تر می‌باشد (شکل ۳). مدل به دست آمده برای سطح مقطع شاخه و سطح برگ در کلیه ارقام و ژنوتیپ‌ها به صورت زیر است.

$$LA = 1141.62 + 3054.64 \times BCSA - 30.47 \times (BCSA)^2 \quad [5]$$

$$LA = \text{سطح برگ}$$

$$BCSA = \text{سطح مقطع شاخه}$$

ضریب تبیین مدل (R<sup>2</sup>) برابر با ۰/۸۴ عرض از مبدا و ضرایب b<sub>1</sub> و b<sub>2</sub> در این دو صفت نیز در سطح احتمال آماری ۱٪ معنی‌دار بودند. نتایج به دست آمده نشان داد که در گردو رابطه رگرسیونی پلی نومیال در مورد صفات مستقل و وابسته مورد بررسی برآزش مناسبی را داشته است. سن تستیان و همکاران (۱۷) صفات مؤثر در برآورد پتانسیل محصول در گیلان، سطح مقطع تنه، سطح مقطع تاج، تعدد اسپورها و تعداد گل‌ها در اسپور مورد بررسی قرار دادند. براساس این مطالعه میزان تراکم محصول در سطح مقطع تاج ((CDSA (Crop density on scaffold area)، تابعی از سطح مقطع تاج (SCA (Scaffold Cross Area) و

ضریب تبیین مدل (R<sup>2</sup>) برابر با ۰/۸۲ و عرض از مبدا و ضرایب b<sub>1</sub> و b<sub>2</sub> در سطح احتمال آماری ۱٪ معنی‌دار بودند.

رابطه سطح برگ با تعداد میوه در ژنوتیپ‌های B-11, C-25, H1-1, H2-1 که دارای ضریب b<sub>2</sub> مثبت بودند نشان داد که با افزایش سطح برگ، تعداد میوه و عملکرد افزایش بیشتری را نسبت به واحدهای قبلی متغیر مستقل نشان می‌دهد (جدول ۵). در رقم پدرو و هارتلی و ژنوتیپ‌های B-10 و H2-11 ضریب b<sub>2</sub> منفی بود که بیانگر اثر کمتر متغیر مستقل در مقادیر بالاتر بر میزان تغییرات تعداد میوه بوده است (شکل ۲). مدل به دست آمده برای سطح برگ و تعداد میوه در کلیه ارقام و ژنوتیپ‌ها به صورت زیر است.

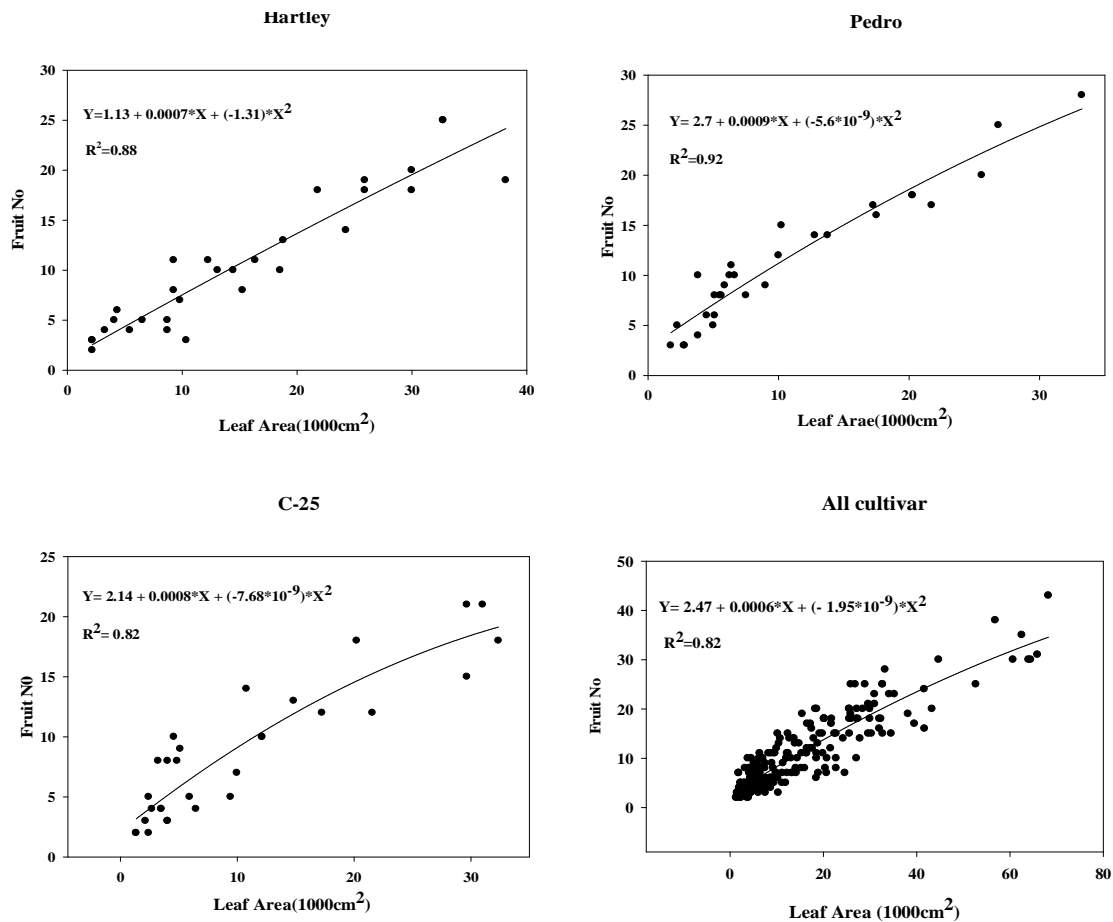
$$FrNo. = 2.47 + 0.0006 \times LA - 1.95 \times (LA)^2 \quad [4]$$

$$FrNo = \text{تعداد میوه در شاخه}$$

$$LA = \text{سطح برگ}$$

ضریب تبیین مدل (R<sup>2</sup>) برابر با ۰/۸۲ و عرض از مبدا و ضرایب b<sub>1</sub> و b<sub>2</sub> در سطح احتمال آماری ۱٪ معنی‌دار بودند. رابطه بین سطح مقطع شاخه و سطح برگ نیز مورد بررسی قرار گرفت. معادله رگرسیونی پلی نومیال درجه دوم به خوبی

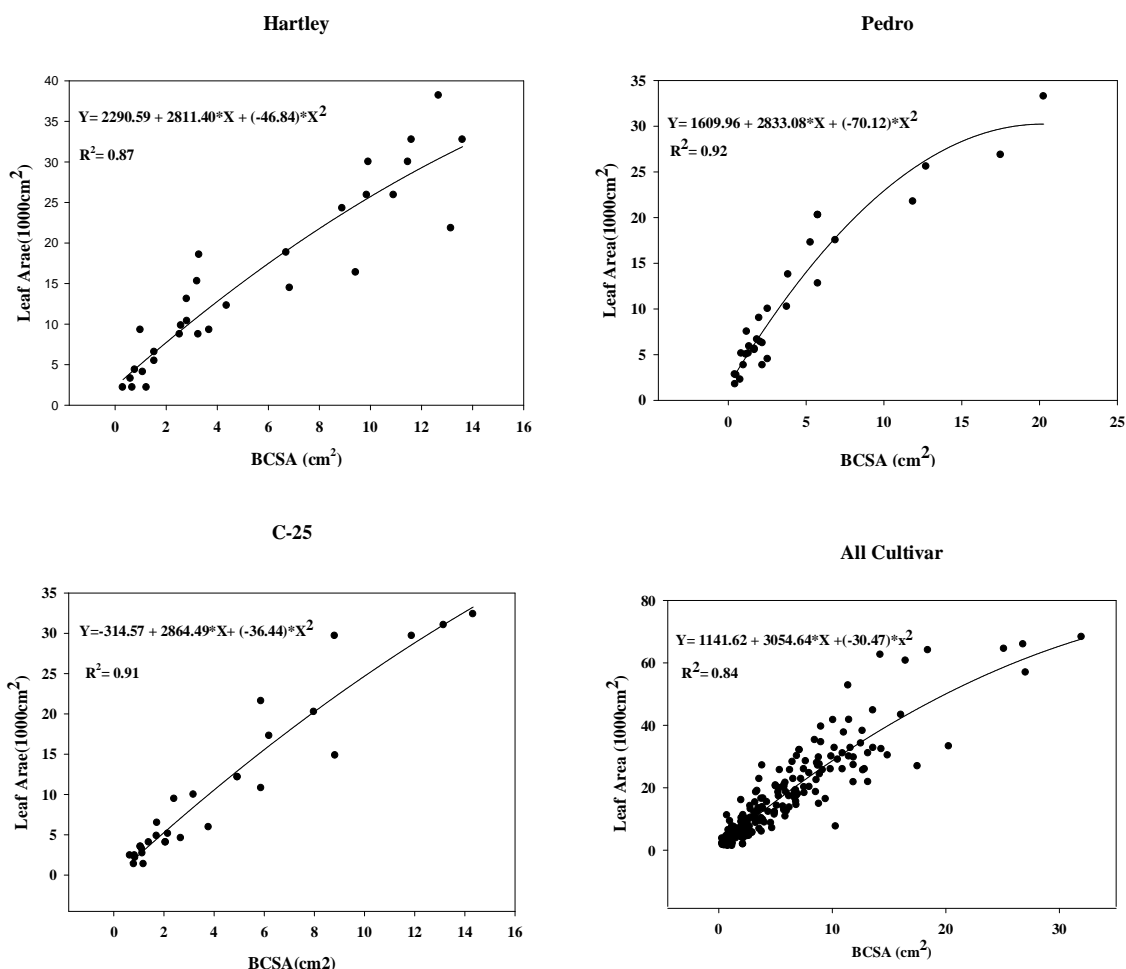




شکل ۲. رابطه بین سطح برگ (LA) و تعداد میوه در ارقام هارتلی، پدرو، ژنوتیپ C25 و نمودار کلی برای همه ارقام و ژنوتیپ‌ها

جدول ۶. ضرایب رگرسیون بین سطح مقطع شاخه (BCSA) به‌عنوان متغیر مستقل و سطح برگ (LA) به‌عنوان متغیر وابسته

ژنوتیپ/رقم	a	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	R <sup>2</sup>
Pedro	۱۶۰۹/۹۶	۲۸۳۳/۰۸	-۷۰/۱۲	۰/۹۳
Hartley	۲۲۹۰/۵۹	۲۸۱۱/۴	-۴۶/۸۴	۰/۸۷
B-10	۴۰۶/۶۹	۳۹۸۵/۸	-۹۳/۶۹	۰/۸
B-11	-۶۷۴/۵۹	۴۸۴۳/۶۴	-۱۶۷/۷۷	۰/۸۷
C-25	-۳۱۴-۵۷	۲۸۶۴/۴۹	-۳۶/۴۴	۰/۹۲
H1-1	-۱۰۴۲/۵	۴۷۳۵/۵۲	-۸۲/۵۶	۰/۹۲
H2-1	-۸۶۵/۳	۴۰۱۴/۷۵	-۵۹/۲	۰/۹۲
H2-11	-۶۰۵/۳۷	۲۷۸۹/۶۱	-۳۴/۲۵	۰/۹
All	۱۱۴۱/۶۲	۳۰۵۴/۶۴	-۳۰/۴۷	۰/۸۴



شکل ۳. رابطه بین سطح مقطع شاخه و سطح برگ در ارقام هارتلی، پدرو، ژنوتیپ C-25 و نمودار کلی برای همه ارقام و ژنوتیپ‌ها

سیب گلدن دلشس و رویال گالا قبل از گلدهی پیشنهاد کردند. براساس این تحقیق میزان عملکرد پیش‌بینی شده بر واحد سطح برابر با سطح مقطع تنه درهکتار ضربدر تعداد خوشه در سطح مقطع تنه، ضربدر عملکرد خوشه در نظر گرفته شده است.

### نتیجه‌گیری

رابطه تعداد میوه با سطح مقطع شاخه، سطح مقطع تنه، سطح مقطع تاج و سطح برگ در گردو معنی‌دار به‌دست آمد. نتایج به‌دست آمده در این تحقیق نشان داد که این صفات تأثیر زیادی در تعداد میوه و نهایتاً عملکرد گردو دارند. اگرچه با افزایش سطح مقطع شاخه، تعداد میوه؛ با افزایش سطح برگ، تعداد میوه و با افزایش سطح مقطع شاخه، سطح برگ افزایش نشان داد

تعداد اسپور (SSA) در سطح مقطع تاج پیشنهاد شده است.

$$CDSA = 2.82 + 0.03 \times SCA + 1.85 \times SSA \quad [۶]$$

همچنین رابطه به‌دست آمده بین صفات مؤثر در عملکرد در مطالعات میراندا و همکاران (۱۳) روی آگوی ژاپنی نیز به‌صورت یک رابطه ساده خطی به‌دست آمده است. این در حالی است که در مطالعه حاضر این رابطه در گردو به‌صورت پلی‌نومیال به‌دست آمده است.

همچنین اوزکان و سلپ (۱۶) به بررسی صفات برخی از سلکسیون‌های گردو در ترکیه پرداخته‌اند که در این بررسی، صفاتی همانند عرض تاج، ارتفاع، سطح مقطع تنه و سطح مقطع شاخه مورد بررسی قرار گرفته است. میراندا و رویو دیاز (۱۳) با بررسی صفات مختلف مدلی را جهت تعیین عملکرد ارقام

افزایش عامل مستقل (X) مقدار افزایش در متغیر تابع به تدریج کاهش یافت. این نوع روند نشان داد که میزان تغییرات متغیر وابسته به ازای تغییرات متغیر مستقل در ابتدا بیشتر و سپس کاهش نشان داده است.

ولی این رابطه به صورت درجه دوم بوده و از مدل رگرسیونی نمایی (Polynomial) که از ضریب تبیین ( $R^2$ ) بالایی نیز برخوردار بود تبعیت نمود.

ضریب منفی  $b_2$  در نمودارهای کلی برای هر یک از روابط، بیانگر شکل کاهشی در روند رگرسیونی است. بدان معنی که با

### منابع مورد استفاده

1. Blasse, W. 1964. Investigations on the phenology, fruiting biology and cytology of varieties of sour cherry. *Garland Architektur* 12: 58-147.
2. Centritto, M., F. Loreto, A. Massacci, F. Pietrini, M. C. Villani and M. Zacchine. 2000. Growth and water use efficiency of cherry saplings under reduced light intensity. *Journal of Ecology Research* 15: 385-392.
3. De Jesus, J., F. X. R. do Vale, R. R. Coelho and L. C. Costa. 2001. Comparison of two methods for estimating leaf area index on common bean. *Agronomy Journal* 93: 989-991.
4. Dicenta, F. and J. E. Garcia. 1992. Phenotypical correlation among some traits in almond. *Journal of Genetic and Breeding* 46: 241-246.
5. Faust, M. 1989. Physiology of Temperate Zone Fruit Trees. Wiley-Interscience, USA.
6. FAO. 2010: <http://www.fao.org/Walnut Production>.
7. Forshey, C. G. and D. C. Elfving. 1989. The relationship between vegetative growth and fruiting in apple trees. *Horticultural Reviews* 12: 128-229.
8. Hassani, D. 2011. Nut crops, PP.187-192. In: E. Ganji Moghadam (Ed.), Temperate Zone Pomology. Agricultural Education and Extension Pub. (In Farsi).
9. Heerema, R.J., S. A. Weinbaun, F. Pernice and T. M. DeJong. 2008. Spur survival and return bloom in almond (*Prunus dulcis* (Mill) D.A. Webb) varied with spur fruit load, specific leaf weight, and leaf area. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 83: 274-281.
10. Kozalowski, T. T., P. J. Kramer and S. G. Pallardy. 1991. The Physiological Ecology of Woody Plants. Academic press, San Diego.
11. Lombard, P. B., W. C. Nancy, F. G. Dennis, N. E. Looney, G. C. Martin, A. R. Renquist and E. A. Mielke. 1988. Towards a standardized nomenclature, procedures, values and units in determining fruit and nut tree yield performance. *Journal of Horticultural Science* 23: 813-817.
12. Marquard, R. D. 1987. Influence of leaf to fruit ratio on nut quality, shoot carbohydrates and photosynthesis of pecan. *Journal of Horticultural Sciences* 22: 256-257.
13. Miranda Jimenez, C. and J. B. Royo Diaz. 2004. Statistical model estimates potential yields in 'Golden Delicious' and 'Royal Gala' apples before bloom. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 129:20-25.
14. Miranda, C., L. G. Santesteban and J. B. Royo. 2008. Establishment of a model to estimate crop load on Japanese plum (*Prunus salicina* Lindl.) before bloom. *Acta Horticulturae* 803: 307-312.
15. Moghadam, M. 1993. Biometry 2, graduate tuition leaflet breeding. College of Agric., Univ. of Tabriz, Tabriz. (in Farsi).
16. Ozkan, Y. and C. Celep 2001. Investigation of some characteristics related to yield of some walnut cultivars and types (*Juglans regia* L.) grown in Tokat ecological conditions. *Acta Horticulturae* 544: 101- 108.
17. Santesteban, L. G., C. Miranda and J. B. Royo. 2000. Establishment of a model to estimate crop load on sweet cherry (*Prunus avium* L.) before bloom. *Acta Horticulturae* 803: 313-318.
18. Spark, D. 1974. The alternate fruit bearing problem in pecans. *Annual Report of the Northern Nut Growers Association* 65:145-157.
19. Uriu, K. and O. Lilleland. 1959. Limb circumference measurements as an aid in the better evaluation of apple fruit thinning data. Proceeding of American Society, *Journal of Horticultural Science* 74: 67-71.