

پدیده‌شناسی درختان میوه بومی در باغ گیاه‌شناسی ملی ایران

پریسا پناهی^{*}، مریم حسنی‌نژاد، مهدی پور‌هاشمی^۱

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۲/۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۸/۲۷)

چکیده

پدیده‌شناسی (فنولوژی) یکی از موضوعات مهم در علم بوم‌شناسی است که به مطالعه مراحل مختلف دوره زندگی گیاهان (پدیده‌های حیاتی) و ارتباط آن با شرایط اقلیمی و اکولوژیکی می‌پردازد. در این پژوهش پدیده‌شناسی ۵ گونه از درختان میوه متعلق به تیره Rosaceae شامل بادام، گیلاس، زردآلو، آلو و گلابی در کلکسیون درختان میوه بومی در باغ گیاه‌شناسی ملی ایران به مدت ۵ سال (۱۳۸۷ تا ۱۳۸۳) مطالعه شد. از هر گونه ۱۰ پایه انتخاب و پدیده‌های حیاتی مربوط به برگ، گل و میوه از نیمه دوم بهمن‌ماه هر سال تا اوایل آذرماه سال بعد با فواصل زمانی مشخص ثبت شد. پس از تبدیل زمان بروز پدیده‌ها به گذشت روز از ابتدای سال و تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها مشخص شد که اختلاف معنی‌داری در ظهرور پدیده‌های حیاتی بین گونه‌های مختلف وجود دارد. زودترین و دیرترین زمان ظهرور برگ، گل و میوه به ترتیب مربوط به بادام و گیلاس بود. بیشترین و کمترین زمان استقرار پدیده‌های حیاتی مربوط به برگ و گل نیز به ترتیب متعلق به گونه‌های بادام و گیلاس بود. هم‌چنین پس از بررسی همبستگی بین زمان وقوع پدیده‌های حیاتی با فاکتورهای اقلیمی (دما و بارندگی) مشخص شد که ارتباط معنی‌داری بین برخی فاکتورهای اقلیمی با برخی پدیده‌های حیاتی در تعدادی از گونه‌های مورد مطالعه وجود دارد.

واژه‌های کلیدی: پدیده‌های حیاتی، تیره رز، کلکسیون درختان میوه بومی، فاکتورهای اقلیمی، همبستگی

۱. موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، تهران

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: panahi@rifr.ac.ir

مقدمه

مطالعه قرار داد و دو نوع الگوی رفتاری مشخص برای هر یک از پدیده‌های اوج گلدهی و ظهور سه مؤلفه گل، برگ و میوه شناسایی نمود. گنجی مقدم و همکاران (۱۰) زمان ظهور غنچه و خودناسازگاری را در ۲۵ کولتیوار گیلاس در ایران مطالعه نموده و زمان آنرا اواخر اسفند ماه گزارش نمودند.

در سایر نقاط دنیا پژوهش‌های مختلفی در این زمینه انجام شده که به عنوان مثال می‌توان به موارد زیر اشاره نمود. چمیلوسکی و همکاران (۷) به تأثیر تغییرات دمایی طی سال‌های ۱۹۶۱ تا ۲۰۰۰ بر فنولوژی درختان میوه در کشور آلمان اشاره نمودند. اندرسون و همکاران (۱) تأثیر دما و بارندگی را بر گلدهی، میوه‌دهی و برگ‌دهی پایه از ۳۸ گونه درختی در یک پارک ملی در غرب آفریقا مطالعه نمودند. پیداول و همکاران (۱۸) در پژوهشی دیگر فنولوژی و تولید میوه یک گونه نخل به نام *Astrocaryum jauari* را در جنگلهای آمازون بزریل بررسی نمودند. سن مارتینو و همکاران (۲۰) فنولوژی و تولید میوه ۹ کولتیوار از گونه *Prunus avium* را در کشورهای آرژانتین و شیلی مورد مطالعه قرار دادند. لگاو و همکاران (۱۲) نیز تأثیر گرم شدن اقلیم را بر فنولوژی جوانه‌های کولتیوارهای مختلف درختان میوه سیب و هلло در اروپا مطالعه نمودند.

از آنجائی که از زمان احداث کلکسیون میوه‌های بومی در باغ گیاه‌شناسی ملی ایران تاکنون مطالعه‌ای در خصوص پدیده‌شناسی گونه‌های مختلف این مجموعه انجام نشده است، در این پژوهش سعی شد بررسی فنولوژیکی تعدادی از گونه‌های متعلق به تیره Rosaceae صورت پذیرد تا با استفاده از نتایج حاصل بتوان اطلاعات سودمندی در مورد پدیده‌های حیاتی گونه‌های مورد بررسی، نوسانات آنها و هم‌چنین تأثیرپذیری آنها از شرایط اقلیمی شهر تهران کسب نمود. این باغ با وسعت ۱۴۵ هکتار در ۵ کیلومتری اتوبان تهران-کرج و در مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مرانع کشور واقع شده است (۲ و ۱۷) و کلکسیون باغ میوه یکی از مهم‌ترین کلکسیون‌های درختی باغ محسوب می‌شود.

پدیده‌شناسی (فنولوژی) شاخه‌ای بین‌رشته‌ای از علم بوم‌شناسی است که به ثبت رشد و نمو گیاهان تحت تأثیر شرایط اقلیمی و اکولوژیکی می‌پردازد. در واقع پدیده‌شناسی را می‌توان تقویمی از تاریخ زندگی گیاهان دانست که از طریق آن تغییرات فصلی، توپوگرافی و ریخت‌شناسی در گیاهان مورد بررسی قرار می‌گیرد. با توجه به اهمیت مطالعات پدیده‌شناسی، در پژوهش‌های متعددی به بررسی تأثیر تغییرات اقلیمی و اکولوژیکی بر پدیده‌های حیاتی گیاهان پرداخته شده است که به عنوان مثال می‌توان به مطالعات بردلی و همکاران (۵)؛ بیوین و فریلنند (۳)؛ چمیلوسکی و رتر (۸)؛ براسلاوسکا و کامنسکی (۶)؛ شوارتز و ریتر (۲۱) و دفیلا و کلات (۹) اشاره نمود. در گونه‌های درختی و درختچه‌ای مثمر که تولید میوه آنها حائز اهمیت است، پدیده‌شناسی به خصوص در مورد پدیده‌های حیاتی مرتبط با تولید میوه (مانند تولید گل) ارزش ویژه‌ای دارد که حاکی از ضرورت اجرای چنین پژوهش‌هایی است.

در داخل کشور عمده مطالعات انجام شده در مورد پدیده‌شناسی مربوط به گونه‌های جنگلی، تزیینی و غیرمثمر بوده است که به برخی از آنها اشاره می‌شود. خاتمساز (۱۱) پدیده‌شناسی ۲۹۹ گونه و واریته را که از نظر جنگلکاری و جنگلداری و نیز از نظر زیستی ارزش بیشتری داشتند، در آربوراتوم نوشهر به مدت پنج سال (۱۳۵۳ تا ۱۳۵۷) مورد بررسی قرار داد. میربادین و دستمالچی (۱۶) پدیده‌شناسی ۳۰۲ اصله درخت از گونه‌های جنگلی راش، بلندمازو، انجیلی، توسکای بیلاقی، ممرز و پلت را از سال ۱۳۵۳ در مناطق ساحلی، میان‌بند و بالابند جنگل‌های هیرکانی مورد مطالعه قرار داده و تاریخ ظهور برگ، گلدهی و ریختن بذر را در این گونه‌ها تعیین کردند. مردانی و یوسفی (۱۴) پدیده‌شناسی گونه بلوط ایرانی (*Quercus brantii*) را در سه محدوده ارتفاعی و دو جهت جغرافیایی مختلف در جنگل‌های مریوان و بانه در استان کردستان بررسی نمودند. متین خواه (۱۵) فنولوژی ۳۵ گونه درختی و درختچه‌ای را در فضای سبز شهر اصفهان مورد

متناظر، متوسط دمای ماه قبل، متوسط دمای فصل متناظر و متوسط دمای فصل قبل) و سطح معنی‌داری آنها با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون بررسی شد.

نتایج و بحث

آماره‌های توصیفی و زمان بروز پدیده‌های حیاتی در گونه‌های مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود نوسانات وقوع پدیده‌های مختلف حیاتی در گونه‌های مختلف متفاوت است، به‌طوری‌که در مورد برخی پدیده‌ها مانند باز شدن برگ‌ها در دو گونه گیلاس و آلو هم دامنه مذکور کمترین مقدار (به‌ترتیب ۸ و ۱۶ روز) و هم ضریب تغییرات کمترین مقدار (به‌ترتیب ۰/۸ و ۱/۴ درصد) را داشتند، اما در مورد برخی پدیده‌های دیگر مانند ریزش برگ‌ها در آلو و گیلاس به رغم این‌که دامنه وقوع پدیده در طول سال‌های اجرای تحقیق بیشترین مقدار را دارد (به‌ترتیب ۵۵ و ۵۲ روز)، اما با توجه به ضریب تغییرات محاسبه شده مشخص شد که بیشترین مقدار این ضریب مربوط به پدیده ظهر گل در گیلاس و پدیده گلدۀ بیشینه در گونه گلابی می‌باشد (به‌ترتیب ۴۴/۶ و ۳۸/۹ درصد).

نتایج به دست آمده از آزمون ناپارامتری کروسکال والیس نشان داد که بین ۵ گونه مورد مطالعه، اختلاف معنی‌داری در زمان بروز تمام پدیده‌های حیاتی وجود دارد ($P < 0/001$) (جدول ۲). مدت زمان استقرار پدیده‌های حیاتی به تفکیک گونه در جدول ۳ آورده شده است که براساس آن مشخص شد طولانی‌ترین زمان استقرار پدیده‌های حیاتی مرتبط با برگ (از باز شدن برگ تا ریزش آن) و گل (از زمان ظهر گل تا خاتمه گلدۀ) مربوط به بادام بوده ولی در مورد میوه (از زمان ظهر گل تا بلوغ آن) طولانی‌ترین زمان استقرار مربوط به گلابی می‌باشد. نتایج به دست آمده از گروه‌بندی میانگین‌های زمان بروز پدیده‌های حیاتی به تفکیک سال‌های اجرای طرح نیز در جدول ۴ ارائه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود در برخی گونه‌ها، زمان وقوع بعضی از پدیده‌ها در طول ۵ سال

مواد و روش‌ها

این پژوهش طی ۵ سال متوالی (۱۳۸۷ تا ۱۳۸۳) در مورد ۵ گونه میوه بومی از تیره Rosaceae که در کلکسیون باغ میوه ایرانی در باغ گیاه‌شناسی ملی ایران کاشته شده بودند، انجام شد. گونه‌های مورد مطالعه عبارتند از: بادام (*Prunus dulcis*), آلو گلابی (*Prunus armeniaca*), زردآلو (*Pyrus communis*) و گیلاس (*Prunus domestica*). از هر گونه ۱۰ پایه انتخاب و شماره‌گذاری شد. از درختان منتخب روزانه بازدید به عمل آمده و زمان بروز پدیده‌های مختلف حیاتی شامل تاریخ باز شدن برگ، تاریخ کامل شدن برگده‌ی، تاریخ ظهر گل، تاریخ ظهر گل، تاریخ گلدۀ بیشینه، تاریخ خاتمه گلدۀ، تاریخ ظهر گل، تاریخ ریزش برگ و تاریخ ریزش برگ از نیمة دوم بهمن‌ماه هر سال تا اوایل آذرماه سال بعد در فرم‌های از پیش طراحی شده ثبت شد. در پایان هر سال اطلاعات جمع‌آوری شده دسته‌بندی و تاریخ شروع و پایان بروز هر پدیده حیاتی (دامنه ظهر) به تفکیک سال مشخص شد. اطلاعات اقلیمی مورد نیاز شامل بارندگی ماهانه (میلی‌متر) و متوسط دمای ماهانه (درجة سانتی‌گراد) نیز به تفکیک سال‌های مورد مطالعه با استفاده از آمار نزدیک‌ترین ایستگاه سینوپتیک هواشناسی (ایستگاه مهرآباد تهران) تهیه شد.

زمان بروز کلیه داده‌های فنولوژیکی تبدیل به گذشت روز از سال شدند به‌طوری‌که روز اول فروردین به عنوان پایه در نظر گرفته شد. فرض نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-سمیرنوف در محیط نرم‌افزار آماری SPSS 17 بررسی شد. با توجه به این‌که داده‌های فنولوژیکی نرمال نبودند، بررسی معنی‌دار بودن اختلاف بین زمان بروز پدیده‌های حیاتی با استفاده از آزمون ناپارامتری کروسکال والیس و مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از روش مقایسات چندگانه دانکن انجام شد. همچنین با توجه به نرمال بودن داده‌های اقلیمی، همبستگی بین زمان وقوع پدیده‌های حیاتی با این داده‌ها (شامل بارندگی ماه متناظر، بارندگی ماه قبل، بارندگی فصل متناظر، بارندگی فصل قبل، متوسط دمای ماه

جدول ۱. آمارهای توصیفی زمان بروز پدیده‌های حیاتی گونه‌های مورد مطالعه

پدیده حیاتی											آماره	گونه
ریزش برگ	رسیدن میوه	ظهور میوه	پایان گلدهی	گلدهی بیشینه	ظهور گل	ظهور غنجه	کامل شدن برگدهی	باز شدن برگ	روز از سال			
۲۱۵ ^d	۹۰ ^c	۳۷۱ ^c	۳۷۸ ^d	۳۶۲ ^b	۳۵۵ ^b	۳۴۶ ^a	۶۳ ^b	۳۵۳ ^{a*}	روز از سال	میانگین		
چهارم مهر	چهارم خرداد	اول فروردين	دوم فروردين	چهارم اسفند	سوم اسفند	اول اسفند	اول خرداد	دوم اسفند	هفتاه	<i>Prunus dulcis</i>		
-۲۳۱	-۱۰۸	-۳۹۰	-۳۹۵	-۳۷۹	-۳۷۱	-۳۶۶	۳۵-۸۲	-۳۶۴	روز از سال			
۱۸۹	۶۶	۳۵۲	۳۵۵	۳۴۶	۳۴۰	۳۲۷	۳۵-۸۲	۳۳۸	دامنه			
۵/۳	۱۳/۳	۲/۴	۲/۵	۲/۸	۲/۸	۳/۱	۱۵/۲	۱/۵	ضریب تغییرات (درصد)			
۲۰۴ ^b	۷۶ ^b	۳۶۷ ^b	۳۷۲ ^c	۳۶۴ ^{bc}	۳۵۷ ^{bc}	۳۵۱ ^b	۶۲ ^b	۳۵۷ ^b	روز از سال	میانگین		
سوم مهر	دوم خرداد	اول فروردين	اول فروردين	چهارم اسفند	سوم اسفند	سوم اسفند	چهارم اردیبهشت	سوم اسفند	هفتاه	<i>Prunus armeniaca</i>		
-۲۱۶	۶۴-۸۵	-۳۸۰	-۳۹۰	-۳۷۷	-۳۷۲	-۳۶۵	-۳۶۵	-۳۶۵	روز از سال			
۱۸۷	۳۵۷	۳۶۳	۳۵۶	۳۵۱	۳۳۲	۵۰-۷۵	۳۵۰	۳۵۰	دامنه			
۴/۳	۶/۹	۱/۷	۱/۸	۱/۵	۱/۶	۱/۹	۱۳/۱	۱/۴	ضریب تغییرات (درصد)			
۱۹۸ ^a	۶۹ ^a	۲۰ ^a	۳۰ ^b	۱۷ ^a	۱۰ ^a	۳۶۲ ^c	۷۱ ^c	۳۶۷ ^c	روز از سال	میانگین		
دوم مهر	اول خرداد	سوم فروردين	چهارم فروردين	سوم فروردين	دوم فروردين	چهارم اسفند	دوم خرداد	اول فروردين	هفتاه	<i>Prunus avium</i>		
-۲۱۱	۶۲-۸۰	۱۵-۳۱	۲۱-۳۸	۸-۲۶	۴-۱۹	-۳۷۸	۵۸-۸۰	-۳۷۱	روز از سال			
۱۶۱	۳۵۱	۳۵۱	۳۵۱	۳۳۷	۳۶۳	۳۶۳	۳۶۳	۳۶۳	دامنه			
۷/۹	۹/۱	۲۲/۲	۱۴/۷	۲۹/۳	۴۴/۶	۲	۷/۵	۰/۸	ضریب تغییرات (درصد)			
۲۰۹ ^c	۶۷ ^a	۳۷۰ ^c	۳۷۵ ^d	۳۴۶ ^c	۳۶۰ ^c	۳۵۲ ^b	۶۱ ^b	۳۵۵ ^{ab}	روز از سال	میانگین		
چهارم مهر	اول خرداد	اول فروردين	دوم فروردين	دوم اسفند	چهارم اسفند	سوم اسفند	چهارم اردیبهشت	سوم اسفند	هفتاه	<i>Prunus domestica</i>		
-۲۴۵	۴۵-۸۸	-۳۸۳	-۳۸۷	-۳۷۷	-۳۷۲	-۳۶۲	-۳۵-۷۵	-۳۶۱	روز از سال			
۱۹۶	۳۵۸	۳۶۲	۳۵۶	۳۵۱	۳۳۷	۳۴۵	۳۴۵	۳۴۵	دامنه			
۴/۸	۱۸/۰	۱/۹	۱/۹	۱/۹	۱/۷	۲	۱۶/۱	۱/۳	ضریب تغییرات (درصد)			
۲۱۷ ^d	۱۷۷ ^d	۲۰ ^a	۲۵ ^a	۱۵ ^a	۳۷۴ ^d	۳۶۷ ^c	۵۵ ^a	۳۵۶ ^b	روز از سال	میانگین		
چهارم مهر	سوم شهریور	سوم فروردين	چهارم فروردين	سوم فروردين	دوم فروردين	اول فروردين	چهارم اردیبهشت	سوم اسفند	هفتاه	<i>Pyrus communis</i>		
-۲۲۶	-۱۸۷	۱۰-۲۵	۳-۳۶	۵-۲۵	-۳۸۳	-۳۷۷	۳۴-۷۷	-۳۷۰	روز از سال			
۲۰۰	۱۷۰	۳۵۲	۳۶۳	۳۵۲	۳۵۲	۳۴۰	۳۴۰	۳۴۰	دامنه			
۳/۸	۳/۲	۲۴/۵	۳۱/۲	۳۸/۹	۱/۵	۱/۸	۱۶/۴	۲/۵	ضریب تغییرات (درصد)			

*: حروف مختلف الفبا در ستون، نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۹۵ درصد می باشد.

جدول ۲. آزمون بررسی معنی‌داری اختلاف بین بروز پدیده‌های حیاتی مختلف در گونه‌های مورد مطالعه

پدیده حیاتی												
برگ		برگدھی		غنجھے		ظہور گل		کامل شدن		باز شدن		
ریزش	رسیدن	پایان	ظهور	گلدهی	گلدهی	بیشینه	بیشینه	میوه	گلدهی	میوه	برگ	
۸۱/۲۹۴	۱۷۸/۲۳۸	۱۸۳/۱۹۰	۱۸۳/۹۵۰	۱۸۲/۶۱۹	۱۸۱/۲۶۱	۱۳۶/۷۱۲	۶۷/۴۱۶	۱۰۰/۲۰۴	آماره کای اسکور	درجہ آزادی	سطح معنی داری	
۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴				
...				

***: معنی دار در سطح ۰/۰۰۱ درصد خطأ

برگدھی تأثیر مثبت و معنی‌داری داشته است.

بحث

تعیین زمان و قوع پدیده‌های مختلف حیاتی گیاهان و بررسی نقش فاکتورهای اقلیمی بر چرخه‌های فنولوژیکی و تغییرات الگوی زمانی بروز هر پدیده از موضوعات مهمی هستند که همواره مدنظر پژوهشگران متعددی در نقاط مختلف دنیا قرار گرفته‌اند (۱). گونه‌های مثمر نیز که میوه آنها در جیره غذائی انسان و حیوانات و حتی وحوش حائز اهمیت می‌باشد، از این قاعده مستثنی نبوده و به خصوص در سالیان اخیر که روند افزایش دمای کره زمین محسوس می‌باشد و تأثیرات عمدی‌ای را بر پدیده‌های حیاتی وارد نموده، مطالعات فنولوژیکی ارزش بیشتری پیدا کرده است. در تحقیق حاضر نیز سعی شد اطلاعات مفیدی در مورد پدیده‌های حیاتی ۵ گونه کاشته شده در باع گیاه‌شناسی ملی ایران ارائه شود. هر یک از این ۵ گونه رفتارهای متفاوتی را در مورد بروز پدیده‌های حیاتی از خود نشان دادند که در مجموع تفسیر آنها به شرح زیر می‌باشد.

باز شدن برگ‌ها با دارا بودن کمترین ضریب تغییرات، کمترین نوسانات را در ۵ گونه نشان داد و پس از آن پدیده ظهور غنچه و ریزش برگ دامنه نوسانات محدودی داشتند، در حالی که پدیده‌های حیاتی مرتبط با گل نوسانات زیادی از خود نشان دادند (جدول ۱). در بین گونه‌های مطالعه شده، زودترین زمان ظهور برگ، گل و میوه مربوط به بادام بود که دو پدیده اول در هفته اول اسفند و پدیده ظهور میوه در هفته سوم اسفند

مطالعه از ثبات بیشتری برخوردار بوده است. به عنوان مثال ریزش برگ در دو گونه آلو و زردآلو و بلوغ میوه در گونه آلو که زمان رخداد آنها طی ۵ سال اختلاف آماری معنی‌داری (در سطح ۹۵ درصد اطمینان) با یکدیگر نداشته است، اما نوسانات وقوع برخی پدیده‌ها در تعدادی از گونه‌ها طی ۵ سال زیاد بوده است که از جمله آنها می‌توان به ظهور غنچه و باز شدن برگ در گونه گیلاس و باز شدن برگ و ظهور گل در گونه زردآلو اشاره نمود. هم‌چنین نتایج نشان داد که در سال ۱۳۸۶ که سرمای زودرس و نسبتاً شدیدی در تهران رخ داد، پدیده‌های حیاتی که ظهور آنها در فصل زمستان انجام می‌شود (شامل باز شدن برگ، ظهور غنچه، ظهور گل و گلدهی بیشینه) با تأخیر قابل ملاحظه‌ای نسبت به سال‌های دیگر مورد رخ داده‌اند.

ضریب‌های همبستگی محاسبه شده بین متغیرهای اقلیمی و زمان بروز پدیده‌های حیاتی و سطح معنی‌داری آنها (جدول ۵) نشان داد که در تعدادی از گونه‌ها ارتباط معنی‌داری بین برخی از متغیرهای اقلیمی با تعدادی از پدیده‌های حیاتی وجود دارد. به عنوان مثال در گونه بادام پدیده کامل شدن برگدھی با میانگین دمای اردیبهشت ماه همبستگی معنی‌دار مثبت و حداقل گلدهی با میانگین دمای اسفندماه همبستگی معنی‌دار منفی دارند. به عبارت دیگر با افزایش دمای اردیبهشت ماه کامل شدن برگدھی این گونه زودتر اتفاق افتاده ولی افزایش دمای اسفندماه، زمان وقوع حداقل گلدهی را به تأخیر می‌اندازد. گونه گیلاس نیز کاهش میزان بارندگی سه‌ماهه اسفند تا اردیبهشت و هم‌چنین افزایش دمای فروردین ماه بر کامل شدن

جدول ۴. مقایسه میانگین بروز پدیده‌های حیاتی طی سال‌های مورد بررسی

پدیده حیاتی (روز از سال)											گونه
سال	باز شدن برگ	کامل شدن	ظهور غنچه	ظهور گل	گلدھی بیشینه	پایان گلدھی	ظهور میوه	ظهور میوه	رسیدن میوه	ریزش برگ	
۲۰۲ ^a	۷۶ ^a	۳۶۶ ^{ab}	۳۷۱ ^a	۳۵۳ ^a	۳۴۶ ^a	۳۳۵ ^a	۵۴ ^a	۳۴۹ ^{a*}	۱۳۸۳		
۲۱۷ ^{bc}	۸۸ ^b	۱۴ ^c	۳۸۳ ^b	۳۶۹ ^b	۳۶۲ ^c	۳۵۶ ^b	۵۴ ^a	۳۵۳ ^b	۱۳۸۴	<i>Prunus dulcis</i>	
۲۱۳ ^b	۸۸ ^b	۳۶۹ ^b	۳۷۴ ^a	۳۵۶ ^a	۳۵۰ ^b	۳۴۱ ^c	۷۰ ^b	۳۵۲ ^{ab}	۱۳۸۵		
۲۲۱ ^{bc}	۱۰۴ ^c	۱۵ ^c	۳۸۹ ^c	۳۷۵ ^c	۳۶۸ ^d	۳۶۰ ^b	۶۹ ^b	۳۵۹ ^c	۱۳۸۶		
۲۲۲ ^c	۹۳ ^b	۳۶۲ ^a	۳۷۲ ^a	۳۵۶ ^a	۳۴۹ ^{ab}	۳۴۰ ^c	۶۷ ^b	۳۵۵ ^b	۱۳۸۷		
۲۰۳ ^a	۷۶ ^{ab}	۳۶۳ ^{ab}	۳۶۷ ^a	۳۵۹ ^a	۳۵۲ ^a	۳۴۶ ^a	۵۲ ^a	۳۵۳ ^a	۱۳۸۳		
۲۰۱ ^a	۷۵ ^{ab}	۳۶۶ ^{bc}	۹ ^b	۳۶۶ ^b	۳۵۸ ^c	۳۵۳ ^b	۵۸ ^b	۳۵۹ ^c	۱۳۸۴	<i>Prunus armeniaca</i>	
۲۰۲ ^a	۷۲ ^a	۳۶۲ ^a	۳۶۶ ^a	۳۶۰ ^a	۳۵۴ ^{ab}	۳۴۸ ^a	۷۵ ^c	۳۶۱ ^{cd}	۱۳۸۵		
۲۰۵ ^a	۷۹ ^b	۱۲ ^d	۱۷ ^c	۷ ^c	۳۶۷ ^d	۳۶۱ ^c	۶۰ ^d	۳۶۲ ^d	۱۳۸۶		
۲۰۹ ^a	۷۷ ^b	۳۶۸ ^c	۷ ^b	۳۶۴ ^b	۳۵۵ ^b	۳۴۹ ^a	۶۴ ^e	۳۵۱ ^b	۱۳۸۷		
۲۱۱ ^a	۷۹ ^a	۱۶ ^a	۲۷ ^a	۱۱ ^a	۶ ^a	۳۵۳ ^a	۶۷ ^a	۳۶۳ ^a	۱۳۸۳		
۱۹۲ ^b	۷۰ ^b	۲۷ ^b	۲۹ ^{ab}	۲۲ ^c	۱۶ ^c	۹ ^b	۷۲ ^{abc}	۶ ^b	۱۳۸۴	<i>Prunus avium</i>	
۱۸۲ ^b	۶۵ ^c	۲۰ ^c	۲۷ ^a	۱۵ ^b	۸ ^b	۳۶۶ ^c	۷۳ ^{bc}	۳ ^c	۱۳۸۵		
۲۱۱ ^a	۶۴ ^c	۲۰ ^c	۳۱ ^b	۱۷ ^b	۷ ^{ab}	۳۶۳ ^d	۷۰ ^{ab}	۳۶۵ ^d	۱۳۸۶		
۱۹۲ ^b	۶۵ ^c	۱۹ ^c	۳۵ ^c	۲۰ ^c	۱۱ ^d	۴ ^e	۷۵ ^c	۳ ^c	۱۳۸۷		
۲۰۹ ^a	۶۶ ^a	۳۶۶ ^a	۳۶۸ ^a	۳۵۸ ^a	۳۵۳ ^a	۳۴۶ ^a	۴۹ ^a	۳۵۰ ^a	۱۳۸۳		
۲۰۸ ^a	۶۲ ^a	۸ ^b	۱۴ ^b	۳۷۰ ^b	۳۶۴ ^b	۳۵۵ ^{bc}	۶۳ ^b	۳۵۷ ^c	۱۳۸۴	<i>Prunus domestica</i>	
۲۰۶ ^a	۷۲ ^a	۳۶۵ ^a	۳۶۹ ^a	۳۶۰ ^a	۳۵۵ ^a	۳۴۵ ^a	۶۸ ^b	۳۵۳ ^b	۱۳۸۵		
۲۱۳ ^a	۷۰ ^a	۹ ^b	۱۶ ^b	۶ ^b	۳۶۴ ^b	۳۵۹ ^c	۶۶ ^b	۳۵۷ ^c	۱۳۸۶		
۲۰۹ ^a	۶۳ ^a	۸ ^b	۱۶ ^b	۳۷۱ ^b	۳۶۳ ^b	۳۵۳ ^b	۶۲ ^b	۳۵۹ ^c	۱۳۸۷		
۲۰۴ ^a	۱۷۶ ^a	۲۰ ^a	۲۷ ^a	۱۰ ^a	۳۶۹ ^a	۳۶۱ ^a	۵۰ ^a	۳۴۷ ^a	۱۳۸۳		
۲۲۰ ^b	۱۸۱ ^{bc}	۲۵ ^b	۲۷ ^a	۱۷ ^b	۱۱ ^b	۶ ^b	۵۴ ^{ab}	۳۵۷ ^b	۱۳۸۴	<i>Pyrus communis</i>	
۲۲۵ ^c	۱۷۷ ^{ab}	۱۴ ^c	۱۴ ^b	۹ ^a	۳۶۹ ^a	۳۶۱ ^a	۵۱ ^a	۳۵۰ ^a	۱۳۸۵		
۲۲۰ ^b	۱۸۲ ^c	۲۰ ^a	۳۱ ^a	۲۱ ^b	۱۴ ^b	۳۷۱ ^b	۶۵ ^c	۳۶۸ ^c	۱۳۸۶		
۲۱۵ ^d	۱۷۷ ^{abc}	۲۱ ^a	۲۹ ^a	۱۹ ^b	۱۳ ^b	۳۷۲ ^b	۵۸ ^{bc}	۳۵۹ ^b	۱۳۸۷		

*: برای هر گونه حروف مختلف الفبا در ستون، نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد می‌باشد.

جدول ۵. همبستگی بین داده‌های اقلیمی و پدیده‌های حیاتی

ضریب همبستگی و سطح معنی‌داری پدیده‌های حیاتی									گونه	
برگ	رسیدن	میوه	ظهور میوه	پایان گلدهی	گلدهی پیشینه	ظهور گل	ظهور غوجه	کامل شدن برگ	باشدن برگ	
-0/10 ns	0/810 ns	0/467 ns	0/184 ns	0/286 ns	0/983 **	0/857 ns	-0/662 ns	0/603 ns	بارندگی ماه منتظر	<i>Prunus dulcis</i>
0/484 ns	-0/121 ns	0/744 ns	0/105 ns	0/722 ns	-0/277 ns	-0/448 ns	0/120 ns	-0/489 ns	بارندگی ماه قبل	
-0/05 ns	0/218 ns	0/454 ns	0/486 ns	0/098 ns	0/137 ns	0/154 ns	-0/1391 ns	-0/174 ns	بارندگی سه ماه منتظر	
-0/318 ns	-0/449 ns	-0/080 ns	-0/076 ns	-0/236 ns	0/749 ns	0/949 **	0/128 ns	0/589 ns	بارندگی سه ماه قبل	
0/051 ns	-0/110 ns	-0/823 ns	0/525 ns	-0/915 **	0/223 ns	0/509 ns	0/985 **	-0/539 ns	میانگین دمای ماه منتظر	
0/690 ns	0/650 ns	-0/184 ns	0/037 ns	-0/392 ns	0/016 ns	0/404 ns	0/417 ns	-0/012 ns	میانگین دمای ماه قبل	
0/030 ns	0/393 ns	-0/520 ns	0/377 ns	-0/755 ns	0/133 ns	0/287 ns	0/424 ns	-0/219 ns	میانگین دمای سه ماه منتظر	
0/641 ns	-0/181 ns	0/238 ns	-0/402 ns	0/348 ns	-0/705 ns	-0/803 ns	0/187 ns	-0/763 ns	میانگین دمای سه ماه قبل	
-0/187 ns	-0/208 ns	0/146 ns	0/173 ns	0/104 ns	0/240 ns	0/827 ns	-0/137 ns	0/264 ns	بارندگی ماه منتظر	
0/884 *	-0/903 *	0/396 ns	0/669 ns	0/597 ns	0/649 ns	-0/450 ns	-0/193 ns	-0/884 *	بارندگی ماه قبل	
-0/376 ns	-0/192 ns	-0/328 ns	0/131 ns	-0/233 ns	-0/047 ns	-0/051 ns	-0/559 ns	0/582 ns	بارندگی سه ماه منتظر	<i>Prunus armeniaca</i>
-0/587 ns	-0/535 ns	-0/116 ns	-0/512 ns	-0/145 ns	-0/379 ns	0/779 ns	0/723 ns	-0/867 ns	بارندگی سه ماه قبل	
-0/403 ns	0/663 ns	-0/884 **	0/682 ns	-0/897 **	-0/972 **	0/267 ns	0/857 ns	-0/658 ns	میانگین دمای ماه منتظر	
0/382 ns	0/846 ns	-0/321 ns	-0/096 ns	-0/480 ns	-0/252 ns	0/559 ns	0/606 ns	0/216 ns	میانگین دمای ماه قبل	
-0/205 ns	0/729 ns	-0/705 ns	0/365 ns	-0/848 ns	-0/715 ns	0/172 ns	0/696 ns	-0/280 ns	میانگین دمای سه ماه منتظر	
0/222 ns	0/572 ns	0/253 ns	-0/496 ns	0/390 ns	0/366 ns	-0/704 ns	0/229 ns	0/499 ns	میانگین دمای سه ماه قبل	
0/962 **	-0/179 ns	-0/351 ns	-0/499 ns	-0/833 ns	-0/684 ns	-0/641 ns	-0/056 ns	-0/832 ns	بارندگی ماه منتظر	
-0/672 ns	-0/543 ns	-0/147 ns	-0/908 ns	0/283 ns	0/335 ns	0/635 ns	-0/749 ns	0/558 ns	بارندگی ماه قبل	
-0/471 ns	-0/164 ns	0/206 ns	-0/588 ns	-0/354 ns	-0/197 ns	-0/323 ns	-0/907 **	-0/109 ns	بارندگی سه ماه منتظر	
-0/017 ns	0/479 ns	-0/467 ns	-0/908 ns	0/29 ns	0/424 ns	0/254 ns	0/577 ns	0/231 ns	بارندگی سه ماه قبل	<i>Prunus avium</i>
-0/964 **	0/748 ns	-0/580 ns	0/51 ns	0/082 ns	0/121 ns	-0/020 ns	0/633 ns	0/169 ns	میانگین دمای ماه منتظر	
-0/914 *	0/634 ns	-0/895 *	0/072 ns	-0/289 ns	-0/139 ns	-0/777 ns	0/983 **	-0/674 ns	میانگین دمای ماه قبل	
-0/966 **	0/752 ns	-0/863 ns	0/012 ns	-0/241 ns	-0/592 ns	-0/766 ns	0/873 ns	-0/572 ns	میانگین دمای سه ماه منتظر	
0/902 *	0/677 ns	-0/915 *	-0/186 ns	0/528 ns	0/358 ns	0/772 ns	-0/522 ns	0/670 ns	میانگین دمای سه ماه قبل	
-0/604 ns	-0/495 ns	-0/174 ns	-0/306 ns	-0/340 ns	-0/290 ns	0/597 ns	0/36 ns	-0/662 ns	بارندگی ماه منتظر	
-0/070 ns	0/663 ns	0/431 ns	0/180 ns	0/442 ns	0/512 ns	-0/112 ns	-0/084 ns	0/449 ns	بارندگی ماه قبل	
-0/758 ns	0/279 ns	-0/311 ns	-0/397 ns	-0/620 ns	-0/524 ns	-0/218 ns	-0/138 ns	-0/725 ns	بارندگی سه ماه منتظر	
0/246 ns	0/210 ns	-0/022 ns	0/249 ns	0/361 ns	0/289 ns	0/111 ns	0/323 ns	0/421 ns	بارندگی سه ماه قبل	<i>Prunus domestica</i>
-0/935 *	0/595 ns	0/331 ns	0/575 ns	-0/050 ns	-0/524 ns	0/76 ns	0/789 ns	-0/316 ns	میانگین دمای ماه منتظر	
-0/193 ns	-0/261 ns	-0/573 ns	0/098 ns	-0/863 ns	-0/861 ns	0/435 ns	0/534 ns	-0/865 ns	میانگین دمای ماه قبل	
-0/905 *	-0/094 ns	-0/120 ns	0/390 ns	-0/947 **	-0/985 **	-0/202 ns	0/360 ns	0/901 *	میانگین دمای سه ماه منتظر	
-0/310 ns	0/809 ns	-0/160 ns	-0/395 ns	0/057 ns	0/516 ns	-0/657 ns	-0/105 ns	0/657 ns	میانگین دمای سه ماه قبل	
0/518 ns	-0/331 ns	-0/124 ns	0/268 ns	-0/209 ns	-0/250 ns	-0/322 ns	-0/138 ns	-0/102 ns	بارندگی ماه منتظر	
-0/126 ns	0/499 ns	-0/103 ns	-0/278 ns	0/204 ns	0/358 ns	0/336 ns	0/273 ns	0/421 ns	بارندگی ماه قبل	
0/645 ns	-0/259 ns	-0/224 ns	-0/244 ns	-0/300 ns	-0/642 ns	-0/649 ns	0/51 ns	-0/423 ns	بارندگی سه ماه منتظر	
-0/319 ns	0/248 ns	0/208 ns	0/217 ns	0/146 ns	0/340 ns	0/452 ns	-0/672 ns	-0/011 ns	بارندگی سه ماه قبل	<i>Pyrus communis</i>
0/563 ns	0/229 ns	0/020 ns	0/281 ns	0/584 ns	-0/582 ns	-0/450 ns	0/411 ns	-0/808 ns	میانگین دمای ماه منتظر	
0/241 ns	-0/704 ns	-0/335 ns	0/142 ns	0/127 ns	-0/887 ns	-0/900 *	0/070 ns	-0/526 ns	میانگین دمای ماه قبل	
0/478 ns	0/150 ns	-0/087 ns	0/448 ns	0/456 ns	-0/930 ns	-0/942 *	-0/224 ns	-0/879 *	میانگین دمای سه ماه منتظر	
0/855 ns	-0/208 ns	-0/273 ns	-0/805 ns	-0/538 ns	0/408 ns	0/409 ns	-0/798 ns	-0/475 ns	میانگین دمای سه ماه قبل	

ns: عدم معنی‌داری، *: معنی‌دار در سطح ۵ درصد خطأ، **: معنی‌دار در سطح یک درصد خطأ

اقليمی تأثیرات مختلفی بر گونه‌های مورد مطالعه داشتند. به طوری که در سال ۱۳۸۶ که توأم با سرمای زودرس و نسبتاً شدید بود، زمان بروز پدیده‌های حیاتی با تأخیر قابل ملاحظه ای رخ داد (جدول ۴) و این موضوع تأیید می‌نماید که درختان برای شروع فعالیت‌های حیاتی خود نیاز به آستانه مشخصی از دما دارند (۱۴، ۱۹، ۷، و ۱). علاوه بر این گونه‌های مورد مطالعه به فاکتورهای اقلیمی واکنش‌های متفاوتی نشان دادند. به عنوان مثال در گونه زردآلو همبستگی بین میانگین دمای فصل زمستان با باز شدن برگ‌ها ثابت و معنی دار بود، بدین معنی که افزایش دمای فصل زمستان باعث شده که برگ‌هی زردآلو زودتر آغاز شود، اما در مورد گونه گلابی عکس این حالت مشاهده شد. در مجموع بیشترین همبستگی بین فاکتورهای اقلیمی با پدیده‌های حیاتی در گونه گیلاس مشاهده شد. در این گونه پدیده ریزش برگ نسبت به سایر پدیده‌ها بیشترین تأثیرپذیری را از فاکتورهای اقلیمی نشان داد، به طوری که این پدیده با بارندگی مهرماه و میانگین دمای سه ماه بهار ارتباط ثابت و معنی دار داشته، ولی با میانگین دمای مهرماه، میانگین دمای شهریورماه و میانگین دمای سه ماه تابستان ارتباط منفی و معنی دار داشت. گونه گلابی نیز کمترین واکنش‌ها را در برابر تغییرات فاکتورهای اقلیمی از خود نشان داد، به نحوی که در این گونه فقط پدیده ظهور غنچه با میانگین دمای بهمن‌ماه و میانگین دمای سه ماه زمستان و پدیده باز شدن برگ با میانگین دمای سه ماه زمستان ارتباط منفی و معنی دار نشان داد.

در انتهای پیشنهاد می‌شود در صورت امکان مطالعات پدیده‌شناسی گونه‌های مورد مطالعه در این پژوهش، در مدت زمان طولانی‌تری بررسی شوند تا امکان کسب نتایج دقیق‌تر فراهم شود. علاوه بر این به دلیل تفاوت بروز پدیده‌های حیاتی در ارقام و واریته‌های مختلف یک گونه، بهتر است برای کسب نتایج سودمندتر، مطالعه پدیده‌شناسی در سطح واریته و رقم انجام شود. هم‌چنین به دلیل اهمیت تولید میوه در درختان مشمر به عنوان هدف اصلی از کاشت آنها، توصیه می‌شود تولید میوه این درختان نیز مورد مطالعه قرار گیرد.

اتفاق افتاد. هم‌چنین دیرترین زمان ظهور پدیده‌های فوق مربوط به گیلاس بود که به ترتیب در هفته چهارم اسفند، هفته اول فروردین و هفته سوم فروردین رخ داد. هرچند زودترین دیرترین زمان ظهور میوه به ترتیب مربوط به گونه‌های بادام و گیلاس بود، اما بلوغ میوه در گونه آلو زودتر و در گلابی دیرتر از سایر گونه‌ها صورت گرفت. کوچک بودن میوه آلو و درشت بودن میوه گلابی می‌تواند دلیل این امر باشد. بررسی مدت زمان استقرار پدیده‌های حیاتی نیز بیانگر این بود که بیشترین و کمترین زمان استقرار پدیده‌های حیاتی مربوط به برگ و گل به ترتیب متعلق به گونه‌های بادام و گیلاس بود. در گونه گیلاس فاصله زمانی شروع گلدهی تا خاتمه آن حدود یک ماه (از ۴ فروردین تا ۷ اردیبهشت) به طول می‌انجامد که با نتایج به دست آمده از پژوهش انجام شده توسط سن‌مارتینو و همکاران (۲۰) در مورد ۹ کولتیوار از همین گونه در کشورهای آرژانتین و شیلی مطابقت دارد. هم‌چنین گنجی مقدم و همکاران (۱۰) زمان ظهور غنچه در ۲۵ کولتیوار گیلاس در ایران را اواخر اسفندماه و دامنه ظهور آن را ۸ تا ۱۱ روز گزارش نموده‌اند که نتایج تحقیق پیش رو در مورد گونه گیلاس نیز این موضوع را تأیید نمود. در مجموع پدیده‌های حیاتی در دو گونه گلابی و گیلاس توأم با تغییرات زیادی بود که بیانگر تأثیرپذیری بیشتر این دو گونه از شرایط اقلیمی است.

ظهور پدیده‌های حیاتی به عوامل مختلفی از جمله شرایط اقلیمی، فیزیوگرافی و خاکی بستگی دارد و در این بین تأثیر دو عامل درجه حرارت و بارندگی بسیار حائز اهمیت می‌باشد (۱۹، ۴، ۲۲، ۱۸، ۷، ۲۳ و ۱۳). روابط مذکور اغلب پیچیده بوده (۷) و بررسی آنها مستلزم پایش درازمدت است. در مناطقی که به دلیل تغییرات فاکتورهای فیزیوگرافی همانند ارتفاع از سطح دریا شرایط اقلیمی متفاوت می‌باشد، برای یک گونه مشخص، تغییرات قابل ملاحظه‌ای در ظهور پدیده‌های حیاتی اتفاق می‌افتد. از آنجائی که فاکتورهای فیزیوگرافی منطقه مورد مطالعه در این پژوهش برای تمام گونه‌ها یکسان بودند، قاعده‌تاً بررسی نقش آنها در پدیده‌های حیاتی امکان‌پذیر نبود، اما فاکتورهای

منابع مورد استفاده

1. Anderson, D. P., E. V. Nordheim, T. C. Moermond, Z. B. Gone Bi and C. Boesch. 2005. Factors influencing tree phenology in Tai national park. *Biotropica* 37: 631-640.
2. Anonymous. 2011. National Botanical Garden of Iran. Research Institute of Forests and Rangelands of Iran, Tehran. (In Farsi).
3. Beaubien E. G. and H. J. Freeland. 2000. Spring phenology trends in Alberta, Canada: links to ocean temperature. *International Journal of Biometeorology* 44: 53-59.
4. Bhat, D. M. 1992. Phenology of tree species of tropical moist forest of Uttara Kannada district, Karnataka, India. *Journal of Biosciences* 17: 325-352.
5. Bradley, N. L., A. C. Leopold, J. Ross and W. Huffaker. 1999. Phenological changes reflect climate change in Wisconsin. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. *Ecology* 96: 9701-9704.
6. Bráslavská, O. and L. Kamenský. 1999. Leafing of forest trees and shrubs in the period 1986–1999, in Czech. *Atmosféra* 21. Storočia, *Organizmy a Ekosystéma* 67-71.
7. Chmielewski, F. M., A. Müller and E. Bruns. 2004. Climate changes and trends in phenology of fruit trees and field crops in Germany, 1961–2000. *Agricultural and Forest Meteorology* 121: 69-78.
8. Chmielewski, F. M. and T. Rötzer. 2002. Annual and spatial variability of the beginning of growing season in Europe in relation to air temperature changes. *Agrarmeteorologische Schriften, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät, Institut für Pflanzenbauwissenschaften*.
9. Defila, C. and B. Clot. 2001. Phytophenological trends in Switzerland. *International Journal of Biometeorology* 45: 203-207.
10. Ganji Moghadam, E., P. Hosseini and A. Mokhtarian. 2009. Blooming phenology and self-incompatibility of some commercial cherry (*Prunus avium* L.) cultivars in Iran. *Scientia Horticulturae* 123: 29-33.
11. Khatamsaz, M. 2004. Phenology of native and ornamental tree and shrub species in Nowshahr arboretum. Research Institute of Forests and Rangelands of Iran, Tehran. (In Farsi).
12. Legave, J. M., D. Christen, D. Giovannini and R. Oger. 2009. Global warming in Europe and its impacts on floral bud phenology in fruit Species. In: Proceedings of the workshop on Berry Production in Changing Climate Conditions and Cultivation Systems. *Acta Horticulturae* 21-26.
13. Lesica, P. and P. M. Kittelson. 2010. Precipitation and temperature are associated with advanced flowering phenology in a semi-arid grassland. *Journal of Arid Environments* 74: 1013-1017.
14. Mardani, F. and B. Yousefi. 2005. Phenology of *Quercus brantii* Lindl. in Kurdistan forests. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research* 13: 251-278. (In Farsi).
15. Matinkhah, S. H. 2006. Phenological study of 35 tree and shrub species in Isfahan. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources* 10: 503-516. (In Farsi).
16. Mirbadin, A. and M. Dastmalchi. 2001. Investigation on phonological stages of some tree species in the Caspian region. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research* 5: 33-54. (In Farsi).
17. Panahi, P. 2007. Quantitative and qualitative study of Hyrcanian section of the National Botanical Garden of Iran in support of its optimum management. Research Institute of Forests and Rangelands of Iran, Tehran. (In Farsi).
18. Piedadel, M. T. F., P. Parolin and W. J. Junk. 2006. Phenology, fruit production and seed dispersal of *Astrocaryum jauari* (Arecaceae) in Amazonian black water floodplains. *Revista de Biología Tropical (International Journal of Tropical Biology and Conservation)* 54: 1171-1178.
19. Rostamikia, Y. and A. A. Imani. 2009. Phenology of *Pistacia atlantica* Desf subsp. *mutica* (F. & M.) Rech. at Khalkhal forests. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research* 17: 358-367. (In Farsi).
20. San Martino, L., F. A. Manavella, D. A. García and G. Salato. 2008. Phenology and fruit quality of nine sweet cherry cultivars in south Patagonia. In: Proceedings of 5th International Cherry Symposium. *Acta Horticulturae* 795: 841-848.
21. Schwarz, M. D. and B. E. Reiter. 2000. Changes in North American spring. *International Journal of Biometeorology* 20: 929-932.
22. Spano, D., C. Cesarcio, P. Duce and R. L. Snyder. 1999. Phenological stages of natural species and their use as climate indicators. *International Journal of Biometeorology* 42: 124-133.
23. Yeo, C.K. and H. T. W. Tan. 2009. Variation in reproductive output of *Ficus superba* despite aseasonal reproduction. *Plant Ecology* 205: 235-248.