

## پدیده‌شناسی درختان میوه بومی در باغ گیاه‌شناسی ملی ایران

پریسا پناهی\*، مریم حسنی‌نژاد، مهدی پورهاشمی<sup>۱</sup>

(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 (۱۳۸۳ تا ۱۳۸۷) 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 ظهور پدیده‌های حیاتی بین گونه‌های مختلف وجود دارد. زودترین و دیرترین زمان ظهور 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

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 به‌عنوان مثال می‌توان به مطالعات بردلی و همکاران (۵)؛ بیوین و فریلند (۳)؛ چمیلوسکی و رتزر (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 به‌خصوص 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 زینتی ارزش بیشتری داشتند، در آذربایجان 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 ییلاقی، 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. متین‌خواه (۱۵) فنولوژی ۳۵ گونه درختی و درختچه‌ای را در فضای سبز شهر اصفهان مورد

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. گنجی‌مقدم 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 به‌عنوان 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 ۷۹۷ پایه از ۳۸ گونه درختی در یک پارک ملی در غرب آفریقا مطالعه نمودند. پیدادل و همکاران (۱۸) در پژوهشی دیگر فنولوژی و تولید میوه یک گونه نخل به نام *Astrocaryum jauari* را در جنگل‌های آمازون برزیل 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 هلو در اروپا مطالعه نمودند.

از آنجائی‌که 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 مراتع کشور واقع شده است (۲ و ۱۷) و کلکسیون باغ میوه یکی از مهم‌ترین کلکسیون‌های درختی باغ محسوب می‌شود.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش طی ۵ سال متوالی (۱۳۸۳ تا ۱۳۸۷) 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*)، گلابی (*Pyrus communis*)، زردآلو (*Prunus armeniaca*)، آلو (*Prunus domestica*) و گیلاس (*Prunus avium*). 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 ظهور غنچه، تاریخ ظهور گل، تاریخ گل‌دهی بیشینه، تاریخ خاتمه گل‌دهی، تاریخ ظهور میوه، تاریخ رسیدن میوه و تاریخ ریزش برگ از نیمه دوم بهمن ماه 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 ظهور) به تفکیک سال مشخص شد. اطلاعات اقلیمی مورد نیاز شامل بارندگی ماهانه (میلی‌متر) و متوسط دمای ماهانه (درجه 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 به طوری که 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 این که 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

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، به طوری که در مورد برخی پدیده‌ها مانند باز شدن برگ‌ها در دو گونه گیلاس و آلو هم دامنه مذکور کمترین مقدار (به ترتیب ۸ و ۱۶ روز) و هم ضریب تغییرات کمترین مقدار (به ترتیب ۰/۸ و ۱/۴ درصد) را داشتند، اما در مورد برخی پدیده‌های دیگر مانند ریزش برگ‌ها در آلو و گیلاس به‌رغم این که دامنه وقوع پدیده در طول سال‌های اجرای تحقیق بیشترین مقدار را دارد (به ترتیب ۵۵ و ۵۲ روز)، اما با توجه به ضریب تغییرات محاسبه شده مشخص شد که بیشترین مقدار این ضریب مربوط به پدیده ظهور گل در گیلاس و پدیده گل‌دهی بیشینه در گونه گلابی می‌باشد (به ترتیب ۴۴/۶ و ۳۸/۹ درصد).

نتایج به‌دست‌آمده 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 ظهور گل تا خاتمه گل‌دهی) مربوط به بادام بوده ولی در مورد میوه (از زمان ظهور میوه تا بلوغ آن) طولانی‌ترین زمان استقرار مربوط به گلابی می‌باشد. نتایج به‌دست‌آمده 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

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

| پدیده حیاتی             |                     |                   |                 |                  |                   |                   |                  |                  |                  |                  |
|-------------------------|---------------------|-------------------|-----------------|------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| گونه                    | آماره               | باز شدن برگ       | کامل شدن برگدهی | ظهور غنچه        | ظهور گل           | گلدهی بیشینه      | پایان گلدهی      | ظهور میوه        | رسیدن میوه       | ریزش برگ         |
| <i>Prunus dulcis</i>    | روز از سال          | ۳۵۳ <sup>a*</sup> | ۶۳ <sup>b</sup> | ۳۴۶ <sup>a</sup> | ۳۵۵ <sup>b</sup>  | ۳۶۲ <sup>b</sup>  | ۳۷۸ <sup>d</sup> | ۳۷۱ <sup>c</sup> | ۹۰ <sup>c</sup>  | ۲۱۵ <sup>d</sup> |
|                         | میانگین هفته        | دوم اسفند         | اول خرداد       | اول اسفند        | سوم اسفند         | چهارم اسفند       | دوم فروردین      | اول فروردین      | چهارم خرداد      | چهارم مهر        |
|                         | دامنه روز از سال    | ۳۳۸-۳۶۴           | ۳۵-۸۲           | ۳۲۷-۳۶۶          | ۳۴۰-۳۷۱           | ۳۴۶-۳۷۹           | ۳۵۵-۳۹۵          | ۳۵۲-۳۹۰          | ۶۶-۱۰۸           | ۱۸۹-۲۳۱          |
|                         | ضریب تغییرات (درصد) | ۱/۵               | ۱۵/۲            | ۳/۱              | ۲/۸               | ۲/۸               | ۲/۵              | ۲/۴              | ۱۳/۳             | ۵/۳              |
| <i>Prunus armeniaca</i> | روز از سال          | ۳۵۷ <sup>b</sup>  | ۶۲ <sup>b</sup> | ۳۵۱ <sup>b</sup> | ۳۵۷ <sup>bc</sup> | ۳۶۴ <sup>bc</sup> | ۳۷۲ <sup>c</sup> | ۳۶۷ <sup>b</sup> | ۷۶ <sup>b</sup>  | ۲۰۴ <sup>b</sup> |
|                         | میانگین هفته        | سوم اسفند         | چهارم اردیبهشت  | سوم اسفند        | سوم اسفند         | چهارم اسفند       | اول فروردین      | اول فروردین      | دوم خرداد        | دوم مهر          |
|                         | دامنه روز از سال    | ۳۵۰-۳۶۵           | ۵۰-۷۵           | ۳۳۲-۳۶۵          | ۳۵۱-۳۷۲           | ۳۵۶-۳۷۷           | ۳۶۳-۳۹۰          | ۳۵۷-۳۸۰          | ۶۴-۸۵            | ۱۸۷-۲۱۶          |
|                         | ضریب تغییرات (درصد) | ۱/۴               | ۱۳/۱            | ۱/۹              | ۱/۶               | ۱/۵               | ۱/۸              | ۱/۷              | ۶/۹              | ۴/۳              |
| <i>Prunus avium</i>     | روز از سال          | ۳۶۷ <sup>c</sup>  | ۷۱ <sup>c</sup> | ۳۶۲ <sup>c</sup> | ۱۰ <sup>a</sup>   | ۱۷ <sup>a</sup>   | ۳۰ <sup>b</sup>  | ۲۰ <sup>a</sup>  | ۶۹ <sup>a</sup>  | ۱۹۸ <sup>a</sup> |
|                         | میانگین هفته        | اول فروردین       | دوم خرداد       | چهارم اسفند      | دوم فروردین       | سوم فروردین       | چهارم فروردین    | سوم فروردین      | اول خرداد        | دوم مهر          |
|                         | دامنه روز از سال    | ۳۶۳-۳۷۱           | ۵۸-۸۰           | ۳۵۱-۳۷۸          | ۴-۱۹              | ۸-۲۶              | ۲۱-۳۸            | ۱۵-۳۱            | ۶۲-۸۰            | ۱۶۱-۲۱۱          |
|                         | ضریب تغییرات (درصد) | ۰/۸               | ۷/۵             | ۲                | ۴۴/۶              | ۲۹/۳              | ۱۴/۷             | ۲۲/۲             | ۹/۱              | ۷/۹              |
| <i>Prunus domestica</i> | روز از سال          | ۳۵۵ <sup>ab</sup> | ۶۱ <sup>b</sup> | ۳۵۲ <sup>b</sup> | ۳۶۰ <sup>c</sup>  | ۳۴۶ <sup>c</sup>  | ۳۷۵ <sup>d</sup> | ۳۷۰ <sup>c</sup> | ۶۷ <sup>a</sup>  | ۲۰۹ <sup>c</sup> |
|                         | میانگین هفته        | سوم اسفند         | چهارم اردیبهشت  | سوم اسفند        | چهارم اسفند       | دوم اسفند         | دوم فروردین      | اول فروردین      | اول خرداد        | چهارم مهر        |
|                         | دامنه روز از سال    | ۳۴۵-۳۶۱           | ۳۵-۷۵           | ۳۳۷-۳۶۲          | ۳۵۱-۳۷۲           | ۳۵۶-۳۷۷           | ۳۶۲-۳۸۷          | ۳۵۸-۳۸۳          | ۴۵-۸۱            | ۱۹۶-۲۴۵          |
|                         | ضریب تغییرات (درصد) | ۱/۳               | ۱۶/۱            | ۲                | ۱/۷               | ۱/۹               | ۱/۹              | ۱/۹              | ۱/۹              | ۴/۸              |
| <i>Pyrus communis</i>   | روز از سال          | ۳۵۶ <sup>b</sup>  | ۵۵ <sup>a</sup> | ۳۶۷ <sup>c</sup> | ۳۷۴ <sup>d</sup>  | ۱۵ <sup>a</sup>   | ۲۵ <sup>a</sup>  | ۲۰ <sup>a</sup>  | ۱۷۷ <sup>d</sup> | ۲۱۷ <sup>d</sup> |
|                         | میانگین هفته        | سوم اسفند         | چهارم اردیبهشت  | اول فروردین      | دوم فروردین       | سوم فروردین       | چهارم فروردین    | سوم فروردین      | سوم شهریور       | چهارم مهر        |
|                         | دامنه روز از سال    | ۳۴۰-۳۷۰           | ۳۴-۷۷           | ۳۵۲-۳۷۷          | ۳۶۳-۴۱۳           | ۵-۲۵              | ۳-۳۶             | ۱۰-۲۵            | ۱۷۰-۱۸۷          | ۲۰۰-۲۲۶          |
|                         | ضریب تغییرات (درصد) | ۲/۵               | ۱۶/۴            | ۱/۸              | ۱/۵               | ۳۸/۹              | ۳۱/۲             | ۲۴/۵             | ۳/۲              | ۳/۸              |

\*: حروف مختلف الفبا در ستون، نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۹۵ درصد می‌باشد.

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

| پدیده حیاتی |          |           |         |              |             |           |            |          |                 |
|-------------|----------|-----------|---------|--------------|-------------|-----------|------------|----------|-----------------|
| باز شدن     | کامل شدن | ظهور غنچه | ظهور گل | گلدهی بیشینه | پایان گلدهی | ظهور میوه | رسیدن میوه | ریزش برگ | آماره کای اسکور |
| ۱۰۰/۲۰۴     | ۶۷/۴۱۶   | ۱۳۶/۷۱۲   | ۱۸۱/۲۶۱ | ۱۸۲/۶۱۹      | ۱۸۳/۹۵۰     | ۱۸۳/۱۹۰   | ۱۷۸/۲۳۸    | ۸۱/۲۹۴   |                 |
| ۴           | ۴        | ۴         | ۴       | ۴            | ۴           | ۴         | ۴          | ۴        |                 |
| ***         | ***      | ***       | ***     | ***          | ***         | ***       | ***        | ***      |                 |

\*\*\*: معنی‌دار در سطح ۰/۰۰۱ درصد خطا

برگدهی تأثیر مثبت و معنی‌داری داشته است.

### بحث

تعیین زمان وقوع 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 غذایی انسان و حیوانات و حتی وحوش حائز اهمیت می‌باشد، از این قاعده مستثنی نبوده و به‌خصوص در سالیان اخیر که روند افزایش دمای کره زمین محسوس می‌باشد و تأثیرات عمده‌ای 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 باغ 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. به‌عنوان 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. به‌عنوان مثال در گونه بادام پدیده کامل شدن برگدهی با میانگین دمای اردیبهشت ماه همبستگی معنی‌دار مثبت و حداکثر گلدهی با میانگین دمای اسفندماه همبستگی معنی‌دار منفی دارند. به‌عبارت دیگر با افزایش دمای اردیبهشت‌ماه کامل شدن برگدهی این گونه زودتر اتفاق افتاده ولی افزایش دمای اسفندماه، زمان وقوع حداکثر گلدهی را به تأخیر می‌اندازد. در گونه گیلاس نیز کاهش میزان بارندگی سه‌ماهه اسفند تا اردیبهشت و هم‌چنین افزایش دمای فروردین‌ماه بر کامل شدن



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

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

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





اتفاق افتاد. هم‌چنین دیرترین زمان ظهور پدیده‌های فوق مربوط به گیلان بود که به‌ترتیب در هفته چهارم اسفند، هفته اول فروردین و هفته سوم فروردین رخ داد. هرچند زودترین و دیرترین زمان ظهور میوه به‌ترتیب مربوط به گونه‌های بادام و گیلان 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 گیلان بود. در گونه گیلان فاصله زمانی شروع گلدهی تا خاتمه آن حدود یک ماه (از ۴ فروردین تا ۷ اردیبهشت) به‌طول می‌انجامد که با نتایج به‌دست 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 گنجی‌مقدم و همکاران (۱۰) زمان ظهور غنچه در ۲۵ کولتیوار گیلان در ایران را اواخر اسفندماه و دامنه ظهور آن را ۸ تا ۱۱ روز گزارش نموده‌اند که نتایج تحقیق پیش‌رو در مورد گونه گیلان نیز این موضوع را تأیید نمود. در مجموع پدیده‌های حیاتی در دو گونه گلابی و گیلان 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، ۷، ۱۸، ۲۳ و ۱۳). روابط مذکور اغلب پیچیده بوده (۷) و بررسی آنها مستلزم پایش درازمدت است. در مناطقی که به‌دلیل 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 آنجائی‌که فاکتورهای فیزیوگرافی منطقه مورد مطالعه در این پژوهش برای تمام گونه‌ها یکسان بودند، قاعدتاً بررسی نقش آنها در پدیده‌های حیاتی امکانپذیر نبود، اما فاکتورهای

اقلیمی تأثیرات مختلفی بر گونه‌های مورد مطالعه داشتند. به‌طوری‌که در سال ۱۳۸۶ که توأم با سرمای زودرس و نسبتاً شدید بود، زمان بروز پدیده‌های حیاتی با تأخیر قابل ملاحظه‌ای 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. به‌عنوان مثال در گونه زردآلو همبستگی بین میانگین دمای فصل زمستان با باز شدن برگ‌ها مثبت و معنی‌دار بود، بدین معنی که افزایش دمای فصل زمستان باعث شده که برگ‌دهی 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 گیلان مشاهده شد. در این گونه پدیده ریزش برگ نسبت به سایر پدیده‌ها بیشترین تأثیرپذیری را از فاکتورهای اقلیمی نشان داد، به‌طوری‌که این پدیده با بارندگی مهرماه و میانگین دمای سه ماه بهار ارتباط مثبت و معنی‌دار داشته، ولی با میانگین دمای مهرماه، میانگین دمای شهریورماه و میانگین دمای سه ماه تابستان ارتباط منفی و معنی‌دار داشت. گونه گلابی نیز کم‌ترین واکنش‌ها را در برابر تغییرات فاکتورهای اقلیمی از خود نشان داد، به‌نحوی‌که 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 معنی‌دار نشان داد.

در انتها 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 به‌دلیل 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 به‌دلیل اهمیت تولید میوه در درختان مثمر به‌عنوان هدف اصلی از کاشت آنها، توصیه می‌شود تولید میوه این درختان نیز مورد مطالعه قرار گیرد.

## 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 Taï 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. Braslavská, 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 phenological 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 Biologia 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. Garcia and G. Salato. 2008. Phenology and fruit quality of nine sweet cherry cultivars in south Patagonia. In: Proceedings of 5<sup>th</sup> 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. Cesaraccio, 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.