

بررسی فنولوژی (ظهورشناسی) سی و پنج گونه درختی و درختچه‌ای در شهر اصفهان

سید حمید متین خواه^۱

چکیده

فنولوژی (ظهورشناسی)، زمان وقوع و توالی پدیده‌های را که به صورت ادواری در زندگی موجود زنده رخ می‌دهد، بررسی می‌کند. نحوه بروز این پدیده‌ها باعث ایجاد الگوهای رفتاری ظهورشناسی می‌شود. علی‌رغم اهمیت ظهورشناسی و کاربردهای گسترده دانستن موسم ظهور پدیده‌ها (فونوفاز) تاکنون مطالعات محدودی در زمینه ظهورشناسی گونه‌های چوبی در ایران صورت گرفته است. پژوهش حاضر به منظور شناخت و تعیین موسم ظهور پدیده‌ها و توالی آنها، بررسی الگوهای رفتاری ظهورشناسی و الگوهای ظهورشناسی روی ۳۵ گونه چوبی مشمر و غیر مشمر واقع در شمال شرقی شهر اصفهان طی سال‌های ۸۳-۸۱ انجام گردیده است. مشاهدات مربوط به تغییرات برگ، گل، میوه، جوانه، پوست و تغییرات رنگی هر گونه در دوره‌های هفتگی یا یک هفته در میان ثبت گردید. تجزیه و تحلیل نمودارهای حاصل از جداول مشاهدات ظهورشناسی نشان می‌دهد که با توجه به شرایط اقلیمی و محیطی عرصه مطالعاتی برای هر یک از پدیده‌های اوج گل‌دهی و ظهور سه مولفه گل، برگ و میوه دو نوع الگوی رفتاری مشاهده می‌شود. هم‌چنین سه نوع الگوی رفتاری دوام میوه و خزان برگ و الگوهای ظهورشناسی چهار نوع در گل و سه نوع در برگ و نیز سه نوع توالی وقایع ادواری به طور مقایسه‌ای قابل تشخیص است. تقویم‌های گل‌دهی و خزان نیز تدوین گردید.

واژه‌های کلیدی: فنولوژی (ظهورشناسی)، موسم ظهور، گونه چوبی، الگوی رفتاری، الگوی ظهورشناسی، توالی وقایع ادواری

مقدمه

جانوران تحت تأثیر اقلیم و آب و هوای یک محل جغرافیایی معین می‌پردازد. در زندگی موجود زنده وقایعی به صورت ادواری رخ می‌دهند که از آنها به موسم ظهور (Phenophase) تعبیر می‌شود (۱۰). در این تحقیق موسم ظهور و توالی آنها و هم‌چنین الگوهای رفتاری و الگوهای ظهورشناسی در ۳۵ گونه‌گیاهی مورد مطالعه قرار گرفته است. قدمت

گونه‌های مختلف گیاهی و جانوری با فرم‌های بیولوژیک متفاوت از هم در دوره زندگی خود وقایع طبیعی مختلفی را در فصول و زمان معینی به معرض ظهور درمی‌آورند (۸). ظهورشناسی (Phenology) شاخه‌ای بین‌رشته‌ای از علم اکولوژی است که به ثبت رشد و نمو عمومی گیاهان و

۱. استادیار جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

هر یک از موارد فوق الذکر دارای ارزش و اهمیت خاصی در برخی از گونه‌های مورد بررسی می‌باشدند. به عنوان مثال زمان شکوفایی و گردهافشانی برخی گونه‌ها با توجه به حساسیت زایی آنها می‌تواند در پیش‌گویی وقایعی که در سلامت انسان‌ها موثر می‌باشد، استفاده شود و هم‌چنین انتخاب گونه در پارک‌ها و مناظر عمومی با اطلاع از اوج و دوام گل و ترکیب گونه‌ها با در نظر گرفتن هم‌زمانی و جانشینی پدیده‌ها بسیار ساده خواهد بود. انتخاب برخی گونه‌های چوبی به منظورهای خاص (مانند حفاظ صوتی) می‌طلبد که ویژگی‌های گیاه از ثبات نسبی برخوردار باشد و بالاخره مسایل نهالستان از قبیل تهیه بذر مناسب بدون اطلاع از خصوصیات ظهورشناختی گونه‌ها مانند زمان رسیدن میوه، بذردهی و پراکنش بذر موفقیت‌آمیز نخواهد بود.

مواد و روش‌ها

بررسی حاضر در سال‌های ۱۳۸۱-۱۳۸۳ (معدل ۲۰۰۳-۲۰۰۵) در شمال شرقی اصفهان با عرض جغرافیایی $۴۲^{\circ} ۳۲'$ شمالي و طول جغرافیایي $۵۱^{\circ} ۲۸'$ شرقی و ارتفاع از سطح دریای $۱۶۲۶/۴$ متر انجام پذیرفت. میانگین بارندگی سالانه $۱۷۱/۶۶$ میلی‌متر، متوسط درجه حرارت سالانه $۱۷/۵۱$ درجه سانتی‌گراد، حداقل درجه حرارت مطلق $۳۹/۸$ درجه سانتی‌گراد، حداقل درجه حرارت مطلق $-۷/۴$ درجه سانتی‌گراد. خاک‌های منطقه بر اساس مطالعات انجام شده، عمدتاً در دو رده Entisols و Aridisols و گروه‌های بزرگ Calcigypsids، Haplocalcids و Torriorthents قرار می‌گیرند. بافت خاک منطقه مورد مطالعه متفاوت از لوم شنی (SL) تا لوم رسی شنی (SCL) با جرم مخصوص ظاهری $۱/۲$ تا $۱/۴$ گرم بر سانتی‌متر مکعب و میانگین $۷/۳$ pH $۷/۶$ می‌باشد. گونه‌های مورد مطالعه عبارت‌اند از:

اطلاعات مکتوب در زمینه ظهورشناسی در آمریکای شمالی به ۲۰۰ سال پیش بر می‌گردد. لافام (A. Lapham) اولین فنلوژیست در ویسکانسین امریکاست و پس از آن کشیشی به نام T. Brhin بسیاری از وقایع جانوران و گیاهان را در ایالت میلواکی (Milwaukee) در سال‌های ۱۸۷۰ تا ۱۸۹۰ ثبت کرده است در سال ۱۹۰۰ در آمریکا علاقه‌مندی نسبت به موضوع ظهورشناسی به اوج خود می‌رسد و دانشمندی به نام آaldo Leopold (Aldo Leopold) به طور سیستماتیک شروع به جمع آوری وقایع طبیعی در مزرعه خود در ویسکانسین مرکزی نمود(۱۰). در ایران ظهورشناسی درختان کرج در سال ۱۳۵۲ توسط کریم جوانشیر مورد بررسی قرار گرفته است. هم‌چنین بین سال‌های ۱۳۵۳ تا ۱۳۵۷ ظهورشناسی درختان و درختچه‌های نوشهر توسط محبوبه خاتم‌ساز مورد بررسی قرار گرفت و نتایج آن در مجموعه‌ای تحت عنوان "فنلوژی درختان و درختچه‌های آربوریتوم نوشهر" ثبت و انتشار یافته است. هم‌چنین طهماسبی ۱۳۸۳ فنلوژی گونه‌های بلوط و بنه را در جنگلهای استان ایلام و حسامی ۱۳۸۳ فنلوژی بلوط ایرانی را در طرح‌های تحقیقاتی مجزا بررسی نمودند. در انجام مطالعات ظهورشناختی حاضر اهداف زیر دنبال گردیده است:

- الف) ایجاد تقویم‌های ظهورشناسی
- ب) شناسایی الگوهای رفتاری موسم ظهور، اوج، دوام و خزان
- ج) شناسایی همزمانی و جانشینی اوج گل‌دهی به طور مقایسه‌ای در گونه‌های مورد بررسی.
- د) شناسایی گونه‌هایی که دارای کمترین تغییر در طول سال هستند (ثبات نسبی) و بالعکس.
- ه) شناسایی الگوهای ظهورشناسی در گل و برگ
- و) شناسایی زمان شکوفایی گل، رسیدن میوه، بذردهی و پراکنش بذر.
- ز) شناسایی نحوه بروز هر یک از پدیده‌ها تحت عنوان "الگوهای رفتاری ظهورشناختی"

<i>Fraxinus excelsior</i> L.	زبان گنجشک	<i>Caesalpinia gilliesii</i> (Wall. ex Hook.) D. Dietr.	ابریشم مصری
<i>Olea europaea</i> L.	زیتون	<i>Cercis siliquastrum</i> L.	ارغوان
<i>Cupressus sempervirens</i> L. var. <i>fastigiata</i> Dc.	سرو شیراز	<i>Juniperus polycarpos</i> C. Kock	ارس
<i>Platycladus orientalis</i> (L.) Franco	نوش	<i>Acer negundo</i> L.	افرا
<i>Photinia serrulata</i> Lindl.	سه رنگ	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	اقاقدا
<i>Albizia julibrissin</i> (Willd.) Durazz.	شب خسب	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh.	اکالیپتوس
<i>Euonymus japonicus</i> L. f.	شمشداد رسمی (شیمشیر)	<i>Punica granatum</i> L.	انار
<i>Pyracantha coccinea</i> Roemer	پیراکانتا	<i>Ficus carica</i> L.	انجیر
<i>Populus alba</i> L.	سپیدار	<i>Laurus nobilis</i> L.	برگ بو
<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle	عرعر	<i>Ligustrum vulgare</i> L.	برگ نو
<i>Pinus eldarica</i> Medw.	کاج	<i>Salix alba</i> L.	بید سفید
<i>Tamarix gallica</i> L.	گز	<i>Pistacia vera</i> L.	پسته
<i>Gleditsia caspica</i> Desf.	لیلکی	<i>Morus alba</i> L.	توت سفید
<i>Magnolia grandiflora</i> L.	ماگنولیا	<i>Lagerstroemia indica</i> L.	توری
<i>Pittosporum tobira</i> (Dryand) Ait.	میخک هندی	<i>Hibiscus syriacus</i> L.	ختمی درختی
<i>Ulmus carpinifolia</i> Borkh.	نارون	<i>Nerium indicum</i> Mill.	خرزهره
<i>Syringa persica</i> L.	پاس پنهان	<i>Catalpa speciosa</i> Warden	جوالدوز
		<i>Platanus orientalis</i> L.	چنار

تات ۱۰ درصد گلهای گونه مورد نظر چه به صورت منفرد و چه به صورت مجتمع باز شده است.

(د) علامت PB (Peak Bloom): زمانی که تقریباً همه گلهای گونه مورد نظر باز شده است.

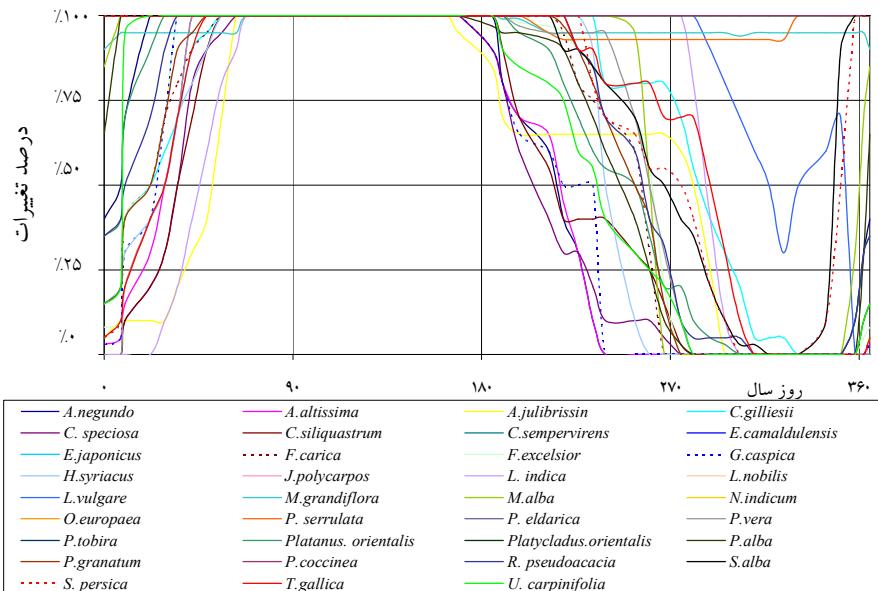
(ه) علامت EB (End of Bloom): زمان پایان گلهای و زمانی که حداقل ۹۰ درصد گلهای پژمرده و خشک شده است. رنگ از جمله پدیده‌هایی است که اجزای مختلف گیاهی در زمان‌های مختلف تغییر می‌نماید و در مطالعات فنولوژی به خاطر کاربردهای مختلف آن مورد توجه می‌باشد. تغییر رنگ پدیده‌های فنولوژیکی در مقالات علمی کمتر مورد توجه قرار گرفته و عمدهاً این تغییر به صورت کیفی بیان شده به عنوان مثال تبدیل رنگ برگ‌ها در فصل خزان به صورت زرد یا قرمز تصریح شده است. تغییر رنگ را می‌توان در هر یک از اجزاء گیاهان به عنوان مثال برگ، میوه، پوست تنہ مشاهده نمود. در مطالعه حاضر تغییر رنگ به صورت کمی مورد بررسی قرار گرفته است و تنها

تعداد پایه‌های مورد مطالعه از هر گونه بین ۲ تا ۵۰ پایه می‌باشد که هر یک از پدیده‌های بازشدن جوانه، زمان ظهور و خزان برگ، زمان ظهور، اوج و پایان گلهای دهنده، زمان ظهور و پایان میوه‌دهی و خزان پوست مشاهده شدند و اطلاعات میوه، پوست، جوانه، برگ و گل به تعداد ۴۶ بار در حدود دو سال از ۲۸ می ۲۰۰۳ (۸ خرداد ۸۲) تا ۹ فوریه ۲۰۰۵ (۲۱ بهمن ۸۳) حداقل هر هفته و حداقل هر ۱۵ روز یکبار می‌باشد که نتایج آن در فرم‌های مربوط پس از هر برداشت یادداشت شده است که فرم نمونه در جدول ۱ آمده است. قراردادهای استفاده شده در فرم‌های برداشت صحرایی مشاهدات فنولوژیک مأخوذه از انجمان پدیده‌شناسی ویسکانسین (۱۰) به شرح زیرند:

الف) علامت F (Fix): ثبات پدیده مورد نظر
 ب) علامت FL (First Leaf): زمانی که بخش پهنه برگ پدیدار شده و از انتهای جوانه زمستانی بیرون آمده است.
 ج) علامت FF (First Flower): زمانی که گلبرگ‌های حدود ۵

جدول ۱. فرم نمونه برداشت صحرایی مشاهدات فنولوژیک

ردیف	تاریخ	جهانه	برگ	گل	میوه	بدز	پوست	وضعیت نوری:	تعداد پایه:	نام گونه:
۱.										
۲.										



شکل ۱. نمودار تغییرات برگ‌دهی گونه‌ها

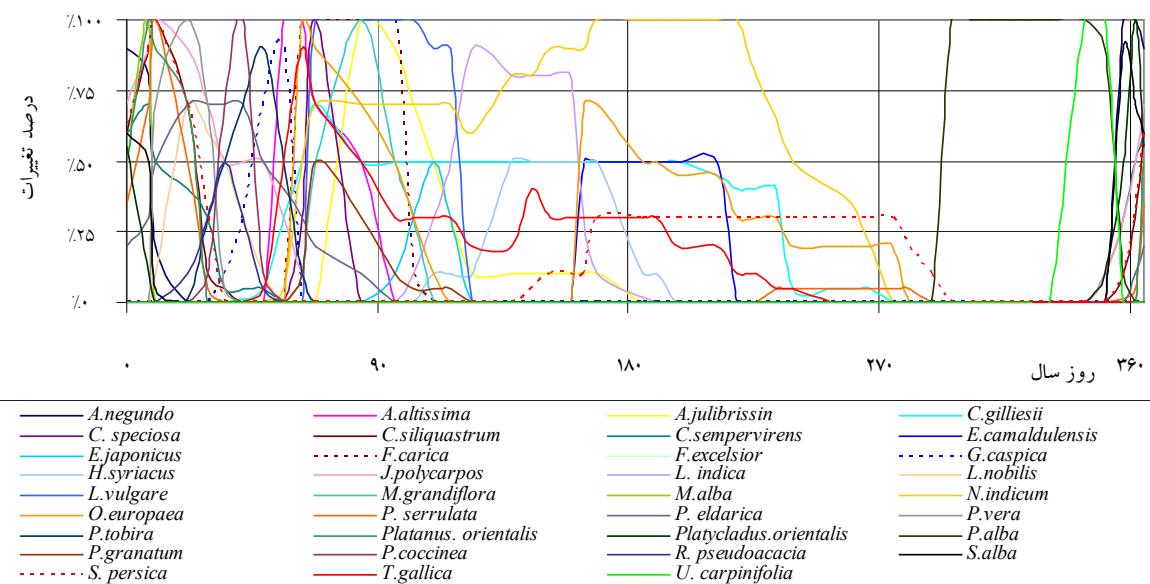
ارائه در این قسمت است. بنابراین جهت مقایسه بهتر، تغییرات هر پدیده در کلیه گونه‌های مورد بررسی به طور توان در نمودار واحدی در اینجا ارائه شده است. چنین اقدامی مشاهده همزمان تغییرات ظهورشناسی به لحاظ یک پدیده خاص در همه گونه‌ها می‌باشد و با استفاده از طبقه‌بندی آنها می‌توان الگوهای ظهور شناختی و توالی وقایع ادواری را به سهولت شناسایی نمود. لازم به ذکر است که جهت شناسایی توالی وقایع ادواری باید کلیه پدیده‌ها برای هر گونه به طور مستقل مورد بررسی قرار گیرد و با توجه به این‌که ارائه تک‌تک این نمودارها از حوصله مقاله حاضر خارج است تنها نتایج به‌دست آمده از آنها مورد بحث قرار خواهد گرفت. اهم نمودارهای حاصل به شرح زیر می‌باشند که تغییرات گونه‌های مورد بررسی در شکل ۱، به لحاظ برگ‌دهی و در شکل ۲، از نظر گل‌دهی و در شکل ۳، از نظر میوه‌دهی به نمایش درآمده است.

داده‌های حاصل از رنگ‌های برگ و میوه به شرح جدول ۲ و ۳ می‌باشد.

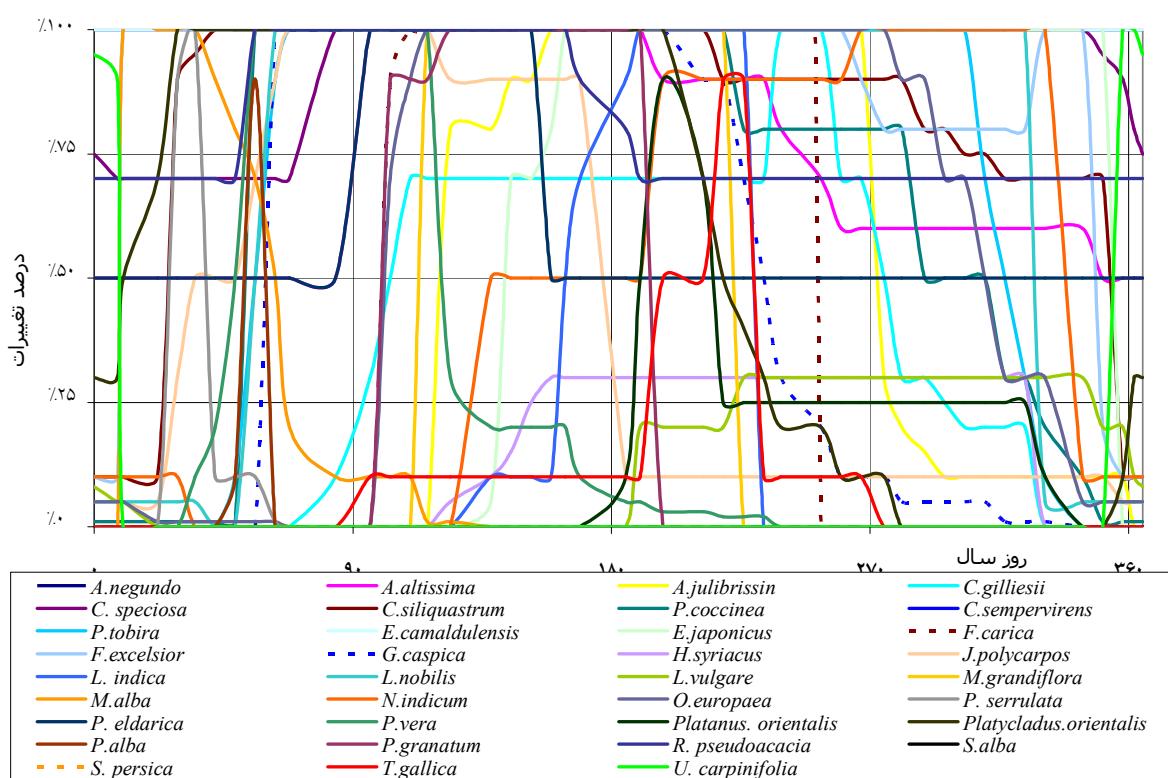
به مطالعه تغییر رنگ میوه و برگ بسته شده است. برای بررسی کمی رنگ برگ گونه‌های مورد مطالعه از سیستم RGB استفاده شده که ترکیبی از رنگ‌های قرمز (Red)، سبز (Green) و آبی (Blue) می‌باشد و به ازاء هر رنگ قدرت تفکیکی معادل ۲۵۶ استفاده گردید، برای انجام این کار با استفاده از نرم افزار Photoshop در بخش رنگ سیستم RGB شماره رنگ برگ اسکن شده تعیین گردید، رنگ حاصل از شماره به دست آمده برای هر برگ نهایتاً به طریق چشمی کنترل شد.

نتایج

مشاهدات ثبت شده در قالب جداول بسیاری تنظیم گردید. به منظور فهم بهتر این جداول لازم شد اطلاعات آنها به نمودار تبدیل گردد تا تغییرات وقایع ادواری به صورت بصری قابل فهم باشد. به این ترتیب به ازای هر گونه نموداری به‌دست آمد که کثرت آنها مانع



شکل ۲. نمودار تغییرات گل دهنده گونه ها



شکل ۳. نمودار تغییرات میوه دهنده گونه ها

جدول ۲. تغییرات رنگ میوه که در تاریخ‌های معینی به طور کمی و با استفاده از RGB ثبت شده‌اند.

گونه	تاریخ	RGB	رنگ
<i>L.vulgare</i>	۸۳/۱۱/۲۸	۱۱-۱-۱	
<i>C. speciosa</i>	۸۳/۷/۱	۲۶-۰-۰	
		۱۵۹-۱۹۴-۷۸	سبز
<i>C.siliquastrum</i>	۸۳/۷/۱	۲۳۸-۱۵۶-۱۰۲	پر نارنجی
<i>G.caspica</i>	۸۳/۷/۱	۸۹-۲۹-۰	برگی
	۸۳/۶/۲۵	۱۸۵-۱۶۹-۷۷	زرد
<i>C.semperfirens</i>	۸۳/۱۱/۲۸	۱۸۸-۱۸۰-۱۸۷	بلوطی
<i>E.japonicus</i>	۸۳/۱۱/۲۸	۲۳۰-۲۱۰-۱۳۸	زرد
		۲۴۱-۸۱-۳۰	نارنجی

گونه	تاریخ	RGB	رنگ
<i>P.coccinea</i>	۸۳/۵/۳۱	۲۵۳-۱۸۵-۲۶	زرد
	۸۳/۶/۲۵	۲۴۰-۱۲۰-۰	نارنجی
	۸۳/۷/۱	۲۵۲-۸۴-۳	نارنجی
<i>J.polycarpos</i>	۸۳/۱۱/۲۸	۱۴۹-۱۰۹-۱۷۷	بلوطی
<i>L.nobilis</i>	۸۳/۱۱/۲۸	۵۶-۴۱-۲۸	برگی
		۱۶۹-۱۰۰-۰۹	نارنجی
<i>O.europaea</i>	۸۳/۱۱/۲۸	۱۹-۲-۱	برگی
<i>A.negundo</i>	۸۳/۱۱/۲۸	۲۴۲-۲۱۰-۱۰۲	زرد

جدول ۳. تغییرات رنگ برگ که در تاریخ ۸۳/۷/۸ به طور کمی و با استفاده از RGB ثبت شده‌اند.

گونه	RGB	رنگ
<i>M.alba</i>	۰-۶۶-۰ ۲۴۱-۲۲۶-۴۸	
<i>N.indicum</i>	۲۱-۶۷-۱۶	
<i>O.europaea</i>	۵۶-۹۶-۳۲	
	۲۱۲-۲۳۶-۱۹۸	
<i>P. serrulata</i>	۱۹۰-۴۶-۳	
	۲۳-۵۴-۵	
	۳۳-۷۷-۶	
<i>P. eldarica</i>	۲-۷۹-۴	
<i>P.vera</i>	۱۳۰-۱۷۴-۱۰۸	
<i>P.tobira</i>	۷-۶۳-۱	
<i>Platanus. orientalis</i>	۹۷-۱۴۶-۳۱	
	۱۸۹-۱۱۳-۳۶	
<i>Platycladus. orientalis</i>	۵۶-۱۰۲-۱۱	
<i>P.alba</i>	۸۵-۱۱۲-۷	
<i>P.granatum</i>	۳۳-۷۷-۶	
<i>R.pseudoacacia</i>	۳۸-۸۳-۳۰	
<i>S.alba</i>	۶۳-۱۴۷-۳۸	
<i>S.persica</i>	۲۹-۸۳-۱۱	
<i>T.gallica</i>	۲۰۸-۲۱۶-۶۷	
	۴۵-۱۶۸-۸۲	
<i>U.carpinifolia</i>	۲۰-۴۶-۰	

گونه	رنگ
<i>A.negundo</i>	۸۴-۱۵۲-۱۶
	۲۰۵-۱۰۰-۵
	۲۵۲-۲۲۷-۱۲۹
<i>A.altissima</i>	۲-۱۰۶-۴
<i>A.julibrissin</i>	۰-۱۳۸-۶۳
<i>C.gilliesii</i>	۳-۸۰-۳۴
<i>C.speciosa</i>	۵۷-۱۱۷-۰
<i>C.siliquastrum</i>	۱۱۲-۱۶۷-۱۲۴
<i>P.coccinea</i>	۱۸-۵۸-۱
	۹۵-۱۴۹-۰۵
<i>C.semperfirens</i>	۳-۱۲۲-۳۹
<i>E.camaldulensis</i>	۱۴۰-۱۷۹-۱۳۰
<i>E.japonicus</i>	۱۹-۷۹-۰
<i>F.carica</i>	۰-۸۹-۳۱
<i>G.caspica</i>	۲۸-۵۸-۲۱
<i>H.syriacus</i>	۴۷-۱۰۵-۷
<i>J.polycarpos</i>	۱۰۷-۲۱۱-۱۶۷
<i>L.indica</i>	۲۸-۹۰-۱۲
<i>L.nobilis</i>	۱۷-۵۱-۰
<i>L.vulgare</i>	۱-۶۹-۱۲
	۴۷-۱۳۲-۴۵
	۲۵۳-۲۳۰-۸۷

ب) گل‌ها به مرور زمان و به تدریج کاهش می‌یابند: عرعر، برگ‌نو، ارس، ارغوان، شب‌خسب

۲-۲ شروع گل‌دهی به تدریج با ۵ یا ۱۰ درصد حضور گل و مجزا از مرحله اوج گل‌دهی که به ۴ صورت می‌یابند:

(الف) گل‌ها به تدریج به اوج و به تدریج به پایان می‌رسند: ختمی درختی، کاج، میخک‌هندي، یاس‌بنفس

(ب) گل‌ها به تدریج به اوج و به سرعت به پایان می‌رسند: توری، شمشاد رسمی، لیلکی

(ج) گل‌ها به سرعت به اوج و به تدریج به پایان می‌رسند: زیتون، ابریشم‌مصری، انار، بید، برگ‌بو، خرزهره، سرو

شیراز، گز

و) گل‌ها به سرعت به اوج و پایان می‌رسند: افاقیا، برگ‌نو، جوالدوز، لیلکی، اکالیپتوس

۳. الگوهای رفتاری اوج گل‌دهی

۱-۳ گونه‌هایی که اوج گل‌دهی در آنها هرگز به ۱۰۰ درصد نمی‌رسد:

(الف) دارای اوج گل‌دهی طولانی مدت: برگ‌بو، ابریشم‌مصری، ختمی درختی، اکالیپتوس، توری، کاج.

(ب) دارای اوج گل‌دهی کوتاه مدت: افاقیا، انار، بید، سرو شیراز، شمشاد رسمی، گز، میخک‌هندي، لیلکی، برگ‌نو، جوالدوز.

۲-۳ گونه‌هایی که اوج گل‌دهی در آنها دارای پیک ۱۰۰ درصد می‌یابند:

(الف) دارای اوج گل‌دهی طولانی مدت: انجیر، خرزهره، شب‌خسب، صنوبر.

(ب) دارای اوج گل‌دهی کوتاه مدت: سایر گونه‌های مورد بررسی.

۴. الگوهای رفتاری ظهور میوه

۱-۴ ظهور ناگهانی

(الف) با اوج ۱۰۰ درصد می‌یابند (هم‌زمانی شروع و اوج): افاقیا، توت، زبان‌گنجشک، پیراکانتا، مانگولیا، نارون، عرعر، شب‌خسب، ارغوان، شمشاد رسمی، انجیر، لیلکی، برگ‌بو، انار، پسته، سهرنگ، کاج، زیتون.

بحث و نتیجه‌گیری

به طور کلی نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که با توجه به شرایط اقلیمی و محیطی منطقه مورد بررسی، برای هر یک از پدیده‌های اوج گل‌دهی و ظهور سه مولفه گل، برگ و میوه دو نوع الگوی رفتاری مشاهده می‌شود. هم‌چنین سه نوع الگوی رفتاری دوام میوه و خزان برگ و الگوهای ظهورشناسی چهار نوع در گل و سه نوع در برگ و نیز سه نوع توالی پدیده‌های ظهورشناسی به طور مقایسه‌ای به شرح زیر قابل تشخیص‌اند:

۰ الگوهای رفتاری

در گیاهان باز شدن جوانه برگ، گل‌دهی، میوه‌دهی، خزان، رسیدن بذر و رویش سالانه، موسیمهای ظهور (Phenophases) مختلفی هستند که در گیاهان مختلف با فرم‌های بیولوژیکی متفاوت به شکل‌های متنوعی ظاهر می‌شوند و در نتیجه رفتارهای مختلفی را بروز می‌دهند. به طور مثال گاهی کلیه گل‌های یک گیاه به طور هم‌زمان شکوفا می‌گردد (پیک ۱۰۰ درصد) درحالی که در برخی دیگر در دوره طولانی گل‌ها به تدریج ظاهر شده و هم‌زمان با ظهور میوه در گیاه، همچنان گل‌های تازه‌ای شکفته می‌گردند. از این تفاوت در نحوه پدیدار شدن و قایع ادواری به عنوان "الگوهای رفتاری ظهورشناسی" (Phenological behavior patterns) یاد می‌شود (۵).

۱. الگوی رفتاری ظهور برگ در خزان‌کننده‌ها

۱-۱ ظهور دیررس (بهاره): توری، ارغوان، پسته، جوالدوز.

۱-۲ ظهور زودرس (زمستانه): سایر گونه‌های مورد بررسی.

۲. الگوی رفتاری ظهور گل

۲-۱ ظهور گل‌دهی به صورت ناگهانی (شروع و اوج هم‌زمان) که به دو صورت می‌یابند:

(الف) گل‌ها به سرعت پس از این پیک گل‌دهی، کاهش می‌یابند: افرا، توت، چنار، زبان‌گنجشک، پسته، نارون، مانگولیا، انجیر، نوش، صنوبر.

- رسمی، زیتون، کاج، مانگولیا، میخک هندی.
 ب) نیمه همیشه سبز (semi evergreen): برگ نو.
 ج) خزان کننده (deciduous): سایر گونه های مورد بررسی.

۲. الگوهای ظهورشناسی گل

- الف) دوبار گل دهی: زیتون و سه رنگ (بهاره و پاییزه)،
 یاس بنفس (بهاره و تابستانه).

- ب) گل دهی تابستانه: توری، ختمی درختی، اکالیپتوس.
 ج) گل دهی زمستانه: صنوبر، نارون، نوش، سرو شیراز، افرا،
 ارغوان، کاج، زبان گنجشک، ارس.
 د) گل دهی بهاره: سایر گونه های مورد مطالعه.

• توالی مقایسه ای و قایع ادواری

- در موجودات زنده مختلف هم زمانی و جانشینی موسوم ظهور متفاوت می باشند که می توان از آن به عنوان "توالی و قایع ادواری" یاد کرد (۱۰). به عنوان مثال در برخی گیاهان بعد از دوره خواب زمستانه ابتدا گل ها و سپس برگ ها ظاهر می شوند در برخی دیگر همزمان با افزایش ظهور برگ ها گل ها نیز به تدریج به اوج شکوفایی خود می رستند و نوعی هم زمانی در ظهور برگ و گل دیده می شود اما در اکثر گیاهان برگ ها به طور کامل ظاهر شده و سپس گل دهی آغاز می گردد.
 ۱. گل ها قبل از برگ ها ظاهر می شوند: ارغوان، نارون،
 زبان گنجشک.

۲. برگ ها و گل ها با هم ظاهر می شوند: صنوبر پسته.
 ۳. گل ها بعد از ظاهر شده برگ ها ظاهر می شوند: سایر گونه های مورد مطالعه.

• هم زمانی و جانشینی مقایسه ای گل دهی

- بیشترین حضور گل به ترتیب در حدود روزهای ۲۷ مارس، ۲۸ می، ۱۳ روزن و ۳ آوریل می باشد و تقریباً در تمام طول سال گل حضور داشته غیر از ۱۱ ژانویه تا ۱۵ فوریه (دی - بهمن) که حضور هیچ گلی ثبت نشده است. بیشترین

- ب) به اوج ۱۰۰ درصد نمی رسد: صنوبر، چنار
 ۲-۴ ظهور تدریجی با ۵ یا ۱۰ درصد میوه در ابتداء:
 الف) میوه دهی به اوج ۱۰۰ درصد می رسد: ابریشم مصری،
 نوش، جوالدوز، ارس، میخک هندی، خرزهره، توری
 ب) میوه دهی هیچ گاه به ۱۰۰ درصد نمی رسد: گز،
 ختمی درختی، برگ نو

۵. الگوهای رفتاری دوام میوه

- ۱-۵ میوه در تمام طول سال بر روی درخت حضور دارد (پایا):
 ارس، اکالیپتوس، ارغوان، جوالدوز، زبان گنجشک، افacia،
 کاج، نوش، عرعر، سرو شیراز
 ۲-۵ میوه تقریباً در نیمی از سال یا کمی بیشتر بر روی درخت
 حضور دارد (نیمه پایا): ابریشم مصری، برگ بو، برگ نو،
 خرزهره، سرو شیراز، شب خسب، شمشاد رسمی، لیلکی،
 پیراکانتا، میخک هندی، ختمی درختی، زیتون، پسته، چنار، گز
 ۳-۵ میوه به مدت کمی روی درخت حضور دارد (کم دوام):
 سایر گونه های مورد بررسی

۶. الگوهای رفتاری خزان برگ

- ۱-۶ خزان به سرعت و یکباره صورت می پذیرد: یاس بنفس،
 توری، انجیر، توت.
 ۲-۶ خزان در مدت طولانی و به تدریج صورت می پذیرد: سایر گونه های مورد بررسی.

• الگوهای ظهورشناسی

- گیاهان متفاوت در مقابل شرایط محیطی رفتارهای مشابهی دارند که این رفتارها با الگوهای ظهورشناسی (Phenological pattern) قابل توصیف است، مانند: همیشه سبزی یا خزان زمستانه (۱۰).

۱. الگوهای ظهورشناسی برگ

- الف) همیشه سبز (evergreen): اکالیپتوس، ارس، برگ بو،
 خرزهره، سه رنگ، سرو شیراز، نوش، پیراکانتا، شمشاد

- زبان‌گنجشک دارای دو اوج کامل میوه‌دهی (پیک ۱۰۰ درصد) به شرح زیر است:

• **تقویم ظهورشناختی**

با استفاده از تغییر و تحول گیاهانی خاص که در دوره‌های طولانی مورد مشاهده قرار گرفته‌اند می‌توان شروع و پایان فصول طبیعی و دوره‌های کوچک‌تر از آن مثل نوبهار و اوج بهار و غیره را تعیین نمود. تقویم‌های ظهورشناختی برخلاف تقویم‌های نجومی کاملاً محلی هستند (۱۰). با داشتن تقویم‌های ظهورشناختی، بررسی تغییرات اقلیمی مانند جلو افتادن بهار و غیره عملی خواهد شد (۶). جوانشیر ۱۳۵۲ برای اولین بار تقویم گل‌دهی درختان در کرج را تهیه نمود و سال‌ها در تدریس مورد استفاده قرار می‌داد. تقویم‌های تهیه شده بر اساس مطالعه حاضر به شرح زیر است:

۱. **تقویم گل‌دهی**

ژانویه (دی- بهمن): مشاهده نشد.
فوریه (بهمن- اسفند): نارون.

مارس (اسفند- فروردین): توت، سه‌رنگ، زبان‌گنجشک، ارس، کاج، یاس‌بنفس، نارون، چنار، سرو شیراز، نوش، افرا، ارغوان، بید.

آوریل (فروردین- اردیبهشت): برگ‌بو، سه‌رنگ، لیلکی، ارس، میخک‌هندي، کاج، یاس‌بنفس، پسته، چنار، صنوبر، افرا، افاقیا، ارغوان، پیراکانتا، سرو شیراز.

می (اردیبهشت- خرداد): برگ‌بو، برگ‌نو، ماگنولیا، خرزهره، زیتون، لیلکی، ارس، میخک‌هندي، انجیر، گز، صنوبر، افاقیا، انار، ابریشم‌مصری، جوالدوز، پیراکانتا، سرو شیراز، عرعر. زوئن (خرداد- تیر): برگ‌نو، ماگنولیا، خرزهره، زیتون، شمشاد رسمی، انجیر، گز، شب‌خسب، انار، ابریشم‌مصری، عرعر.

ژوئیه (تیر- مرداد): توری، برگ‌نو، ماگنولیا، خرزهره، زیتون، ختمی درختی، شمشاد رسمی، گز، شب‌خسب، انار، ابریشم‌مصری.

هم‌زمانی از لحاظ اوج گل‌دهی (پیک ۱۰۰ درصد) به شرح زیر است:

۱۳ ژوئن (۲۴ خرداد): شب‌خسب، انجیر، ماگنولیا، برگ‌نو

۱۴ آوریل (۱۵ فروردین): ارغوان، سه‌رنگ، یاس‌بنفس، ارس

۲۷ مارس (۸ فروردین): توت، زبان‌گنجشک، چنار

۲۸ می (۸ خرداد): جوالدوز، انجیر، برگ‌نو

۲۲ می (۲ خرداد): عرعر، زیتون، انجیر

• **پدیده‌های ویژه**

در یک منطقه مشخص با ارتفاع و طول و عرض جغرافیایی مشخص، تغییرات اقلیمی مانند: درجه حرارت، بارندگی، رطوبت هوا و نیز ویژگی‌های خاک، فتوپریودیسم و غیره روی موسیم ظهور موثرند (۷). شرایط محیطی یک منطقه با ارجاع به باز بودن نسبت به باد و آفتاب و یا تأثیر سایه ساختمان‌های بلند و یا مراقبت بیشتر از نظر هرس یا آبیاری و سایر عملیات مواظبti، باعث تفاوت در موسیم‌های ظهور پدیده‌های یک گونه در دو مکان مختلف می‌گردد (۱۰).

- شرایط محیطی سایه دائم و دمای کمتر ناشی از محدودیت تابش آفتاب مانند واقع شدن در سایه ساختمان‌های بلند اقلیم خرد متفاوتی ایجاد می‌نماید. به عنوان مثال دوام گل در چنین شرایطی تا مدت طولانی‌تری افزایش می‌یابد. مانند: سه‌رنگ و پیراکانتا.

- همواره بخش کمی از برگ‌های گونه‌ماگنولیا و سه‌رنگ در حال خزان است.

- گونه‌های اکالیپتوس، برگ‌بو، کاج و سروشیراز کمترین تغییر را در طول سال نشان می‌دهند.

- میوه تعدادی از گونه‌های مشاهده شده دارای تغییر رنگ فاحش می‌باشد: زیتون، لیلکی، افاقیا، شمشاد رسمی، برگ‌بو، برگ‌نو. (این مشاهده به طور کمی ثبت نشده است).

- برگ تعدادی از گونه‌ها به طور همزمان چند رنگی نشان می‌دهند: افرا، سه‌رنگ، برگ‌نو، پیراکانتا، زیتون، توت، چنار، گز.

آخرین خزان کننده: ابریشم مصری در ۱۵ فوریه (۲۷ بهمن ماه).

اوت (مرداد- شهریور): توری، خرزهره، ختمی درختی،
اکالیپتوس، یاس بنفس، گز، شب خسب، ابریشم مصری.

۳. مدت استقرار پدیده‌های فنولوژیک

در جدول ۴ مدت زمان استقرار پدیده‌های مختلف ظهورشناسی روی گیاه به تفکیک نمایش داده شده است. این تقویم به منظور مقایسه بین المللی به میلادی تهیه شده است.

سپتامبر (شهریور- مهر): توری، خرزهره، ختمی درختی،
اکالیپتوس، گز، یاس بنفس، ابریشم مصری، زیتون.
اکتبر (مهر- آبان): خرزهره، اکالیپتوس، گز، یاس بنفس،
ابریشم مصری، زیتون.

نوامبر (آبان- آذر): خرزهره، گز، یاس بنفس، سه‌رنگ،
ابریشم مصری، زیتون.

دسامبر (آذر- دی): خرزهره، یاس بنفس، سه‌رنگ،
ابریشم مصری، زیتون.

• ثبت کمی رنگ پدیده‌های ظهورشناسی

در بررسی‌های انجام شده در متون تخصصی ظهورشناسی هیچ گزارشی از ثبت کمی رنگ پدیده‌ها در دوره‌های زمانی مختلف یافت نشد. این در حالی است که این روش امکان بازسازی رنگ، تبادل اطلاعات و ثبت بهتر تغییرات ظهورشناسی را فراهم آورده و حتی می‌توان از آن به عنوان یک اصل شناسایی در گیاه‌شناسی و درخت‌شناسی استفاده نمود.

سپاسگزاری

کلیه هزینه‌های این تحقیق از طریق دانشگاه صنعتی اصفهان پرداخت گردیده و کلیه حقوق آن متعلق به این دانشگاه می‌باشد. مؤلف بر خود فرض می‌داند از خدمات خانم‌ها منصوره قوام، افسانه جبار زارع و سمیه خلیل آبادی که جمع‌آوری و پردازش مشاهدات را به عهده داشتند، صمیمانه تشکر نماید. هم‌چنین از همکاری‌های علمی دکتر حمید رضا کریم‌زاده سپاسگزاری می‌شود.

۲. تقویم خزان

نوامبر (آبان- آذر): عرععر، لیلکی، افرا.
دسامبر (آذر- دی): جوالدوز، ارغوان، پسته، ختمی درختی،
نارون، انار، صنوبر، توت، انجیر، زیان گنجشک.
ژانویه (دی- بهمن): شب خسب، گز، یاس بنفس، افاقیا،
چنار، توری.

فوریه (بهمن- اسفند): ابریشم مصری، بید.
دوره خزان در سال از ماه نوامبر (آبان- آذر) شروع شده و در فوریه (بهمن- اسفند) به پایان می‌رسد که بیشترین خزان در ماه دسامبر (آذر- دی) رخ داده است.
اولین خزان کنندگان: عرععر، لیلکی، افرا در ۱۵ نوامبر (۲۵ آبان).

جدول ۴. مدت زمان استقرار پدیده‌های فنولوژیک به تفکیک گونه

گونه	پدیده	ماههای سال به میلادی											
		Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Agu	Sep	Oct	Nov	Des
ابریشم مصری	برگ												
	گل												
	میوه												
ارغوان	برگ												
	گل												
	میوه												
ارس	برگ												
	گل												
	میوه												
قرنا	برگ												
	گل												
	میوه												
اقاقا	برگ												
	گل												
	میوه												
آمالپیتوس	برگ												
	گل												
	میوه												
اتار	برگ												
	گل												
	میوه												
لینین	برگ												
	گل												
	میوه												
بُرگ	برگ												
	گل												
	میوه												
بُرگ زن	برگ												
	گل												
	میوه												
بُرگ نم	برگ												
	گل												
	میوه												

ادامه جدول ۴. مدت زمان استقرار پدیده‌های فنولوژیک به تفکیک گونه

گونه	پدیده	ماههای سال به میلادی											
		Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Agu	Sep	Oct	Nov	Des
برگ	برگ												
	گل												
سبزه	برگ												
	گل												
	میوه												
پودر	برگ												
	گل												
	میوه												
تُری	برگ												
	گل												
	میوه												
خنثی درختی	برگ												
	گل												
	میوه												
خرزهه	برگ												
	گل												
	میوه												
بوالدوز	برگ												
	گل												
	میوه												
گلزار	برگ												
	گل												
	میوه												
زبانگنجهشک	برگ												
	گل												
	میوه												
زینون	برگ												
	گل												
	میوه												

ادامه جدول ۴. مدت زمان استقرار پدیده‌های فنولوژیک به تفکیک گونه

گونه	پدیده	ماههای سال به میلادی											
		Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Agu	Sep	Oct	Nov	Des
سرمه‌شیراز	برگ												
	گل												
	میوه												
خوش	برگ												
	گل												
	میوه												
سده‌زنج	برگ												
	گل												
	میوه												
تبت‌خسب	برگ												
	گل												
	میوه												
شماده‌زاده رسمی	برگ												
	گل												
	میوه												
پیراکانا	برگ												
	گل												
	میوه												
صنوبر	برگ												
	گل												
	میوه												
بُر	برگ												
	گل												
	میوه												
کان	برگ												
	گل												
	میوه												
بُز	برگ												
	گل												
	میوه												

ادامه جدول ۴. مدت زمان استقرار پدیده‌های فنولوژیک به تفکیک گونه

گونه	پدیده	ماههای سال به میلادی											
		Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Agu	Sep	Oct	Nov	Des
برگ	برگ												
	گل												
	میوه												
ماگنولیا	برگ												
	گل												
	میوه												
مینخه‌هایی	برگ												
	گل												
	میوه												
نارون	برگ												
	گل												
	میوه												
باتلاق پنهان	برگ												
	گل												

منابع مورد استفاده

- جوانشیر، ک. ۱۳۵۲. درخت‌شناسی، جزء درسی، کتابخانه دانشکده منابع طبیعی کرج.
- حسامی، س.م. ۱۳۸۳. فنولوژی بلوط ایرانی. پوستر، هشتاد و پنجمین گردهمایی علمی مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، کرج.
- اختام ساز، م. ۱۳۶۳. فنولوژی درختان و درختچه‌های آریوریتوم نوشهر. موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، کرج.
- طهماسبی، م. ۱۳۸۳. فنولوژی گونه‌های بلوط و بنه در جنگل‌های ایلام. پوستر، هشتاد و پنجمین گردهمایی علمی مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، کرج.
- Abd EL-Ghani, M.M. 1997. Phenology of ten common plant species in western Saudi Arabia. *J. Arid Environ.* 35(4): 673-683.
- Chmielewski, M.F. and T. Rotzer. 2001. Response of tree phenology to climate change across Europe. *Agric. and Forest Meteorol* 108 (2): 101-112.
- Friedel, H.M. and J.D. Nelson and O.A. Sparrow and E.J. Kinloch and R.J. Maconochie. 1994. Flowering and fruiting of arid zone species of Acacia in central Australia. *J. Arid Environ.* 27(3): 221-239.
- Harlow, W. M. et al. 1991. Text book of Dendrology. McGrawHill, USA.
- Pavon P.N. and O. Briones. 2001. Phenological patterns of nine perennial plants in an intertropical semi-arid Mexican scrub. *J. Arid Environ.* 49(2): 265-277.
- Schwart, M. D. 2003. Manual for phenological observers. Wisconsin Phenol. Soc., USA.