

## بررسی مشخصات ظهورشناسی دارمازو در خارج از منطقه زاگرس جهت معرفی و ایجاد تنوع در فضای سبز شهری

عاطفه شهبازی<sup>۱\*</sup>، سید حمید متین خواه<sup>۲</sup>، مریم رهنمون فر<sup>۳</sup>  
۱. دانشجوی دکتری علوم مرتع، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

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

۳. استادیار دانشکده علوم کامپیوتر دانشگاه A&M تگزاس

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۲/۱۲ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۲/۴/۱۸)

### چکیده

فضای سبز شهری در مناطق گوناگون جهان جزء ضروریات روزمره و جذابیت‌های محلی است. انتخاب گونه‌های مقاوم به خشکی برای کاشت در فضای سبز شهری در مناطق خشک و نیمه‌خشک به منظور ایجاد تنوع امری ضروری است. یکی از آزمایش‌های مهم سازگاری، به منظور معرفی گیاهان در مناطق جدید، بررسی ظهورشناسی گونه‌هاست. هدف اصلی این تحقیق شناسایی خصیصه‌های ظهورشناسی گونه بلوط به دو روش توصیفی و با استفاده از سری زمانی عکس‌برداری است. به این منظور، ۱۰ پایه گونه دارمازو (*Quercus infectoria*) در محوطه فضای سبز دانشگاه صنعتی اصفهان به مدت دو سال و در فواصل زمانی حداقل هر دو هفته یک‌بار پایش شد. زمان وقوع رویدادهای ظهورشناسی در فرم‌های ثبت اطلاعات وارد شد و از بخش‌های گوناگون گیاه عکس‌برداری شد. برای بررسی اثر دما بر تغییرات رنگ در طول زمان، از شاخص (2G-RB) استفاده شد. نتایج مشاهدات توصیفی نشان داد که برگ‌دهی و گل‌دهی این گونه در اوایل فروردین اتفاق می‌افتد. نتایج حاصل از نمودارهای تغییرات رنگ برگ نشان داد که در اواسط آبان تلاقی دو کانال رنگی سبز و قرمز گویای تحول رنگ در برگ‌هاست. با توجه به نمودارهای مربوط به میوه، تمامی مراحل تبدیل گل به میوه ردیابی شد و زمان وقوع هر یک از این مراحل به دست آمد. همچنین، همبستگی بین دما و شاخص رنگ (2G-RB) مربوط به هر دو جزء گیاه (برگ و میوه) معنی‌دار است و می‌تواند ابزاری برای پایش ظهورشناسی این گونه به تغییرات اقلیمی در سال‌های آینده در نظر گرفته شود.

### واژگان کلیدی

بلوط، شاخص رنگ (2G-RB)، ظهورشناسی، عکس‌برداری دیجیتال، RGB.

## ۱. مقدمه

تاج پوشش جنگل کاربرد دارند، در تکمیل اندازه‌گیری‌های تبادل آب و دی‌اکسید کربن نیز مفیدند و به این ترتیب دانش ما را از فرآیندهای اکوسیستم بهبود می‌بخشند. در مطالعات مشابه دیگر، مناسب بودن تصاویر دوربین دیجیتال برای پایش ظهورشناسی در مطالعات اکوسیستم نشان داده شده است (برای مثال: Ahrends *et al.*, 2008)، (Shahbazi و Matinkhah, Richardson *et al.*, 2010). همچنین، استفاده از دوربین دیجیتال تغییرات ظهورشناسی گونه زیتون را در سال‌های ۲۰۰۶-۲۰۰۹ بررسی کردند و نشان دادند که می‌توان با استفاده از این روش زمان دقیق تحولات گیاهی را ثبت کرد.

رنگ از جمله پدیده‌هایی است که در اجزای گوناگون گیاهی طی زمان‌های گوناگون تغییر می‌کند و در مطالعات ظهورشناسی به دلیل کاربردهای گوناگون آن مورد توجه است. تغییرات رنگ گیاهان می‌تواند در تیپ‌بندی مناطق جنگلی و طراحی پارک‌ها و فضای سبز استفاده شود. در گذشته با رنگ پدیده‌ها به صورت پارامتری کیفی برخورد می‌شد که به مثابه یک پارامتر کمی در پژوهش‌های علمی استفاده‌شده نبود، برای مثال تبدیل رنگ برگ‌ها در فصل خزان به زرد یا قرمز تصریح شده است (Matinkhah, 2006).

فضای سبز شهری در مناطق گوناگون جهان جزء ضروریات روزمره و جذابیت‌های محلی است. یکی از اهداف اصلی محققان و صاحب‌نظران این است که با مطالعه سازگاری گیاهان در مقابل تنش‌ها و شرایط نامساعد محیطی، مقاوم‌ترین آنها را شناسایی کنند و با توسعه آنها در جهت حفظ پوشش گیاهی و احیای آن به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک قدم‌های اساسی بردارند. پژوهش‌های گوناگونی درباره انتخاب گونه برای کشت در مناطق خشک و نیمه‌خشک صورت گرفته است. Khahjaldin (2006) نتیجه گرفت گونه دارمازو با داشتن میزان پتانسیل آب برگ پایین، جزء گونه‌های با مقاومت بالا به خشکی است. آنها همچنین بیان کردند که می‌توان، از بین گونه‌های جنگلی، گونه‌های با پتانسیل مقاومت بالا به خشکی را انتخاب و برای فضای سبز شهری و جنگل‌کاری حاشیه شهرها در مناطق خشک و نیمه خشک معرفی کرد. گونه بلوط دارمازو (*Quercus infectoria*) یکی از

تغییرات در ظهورشناسی گیاهان به علت حساسیت بیشتر شاخص مشاهده‌پذیری برای واکنش گیاهان به تغییرات اقلیمی است (Linderholm, 2006). مشکلات عمده تغییرات اقلیمی در جهان موجب توجه روزافزون به ظهورشناسی و توسعه مطالعات در این زمینه شده است (Fitter & Fitter, 2002, Chuine *et al.*, 1998). مراحل فنولوژی در گیاهان از الگویی منظم و پیش‌بینی‌پذیر پیروی می‌کند. از این پیش‌بینی می‌توان به مثابه ابزاری برای ارزیابی کیفی شرایط رویش استفاده کرد (Mirhaji *et al.*, 2010). فصل رشد تغییرات سالانه زیادی دارد و مشخص‌ترین تغییرات در پارامترهای فصل رشد در ۳۰ سال آخر قرن بیستم اتفاق افتاده است. اکثر پژوهش‌های ظهورشناسی جلوفاتدان بهار را ناشی از بهار و زمستان‌های گرم‌تر و آخرین یخبندان زودرس گزارش کرده‌اند (Linderholm, 2006).

یکی از روش‌هایی که در سال‌های اخیر برای پایش ظهورشناسی گیاهان مورد توجه قرار گرفته است روش استفاده از سری زمانی عکس‌برداری است. Crimmins در سال ۲۰۰۸، ضمن بیان مشکلات ثبت مشاهدات روزانه ظهورشناختی، عکس‌برداری به صورت مکرر را راه‌حل مناسبی برای پایش رویدادهای ظهورشناختی در گیاهان عنوان کرد. وی با استفاده از این روش به تخمین سبزی‌نگی و شمارش گل‌های انفرادی مبادرت کرد و به این نتیجه رسید که عکس‌برداری مکرر می‌تواند برای فهم دقیق‌تر روابط بین ظهورشناختی با متغیرهای هواشناسی و خاک‌شناسی به‌کار رود. Richardson و همکاران (2007)، با استفاده از دوربین دیجیتال، به تعیین سبزی‌نگی در جنگل ملی نیوهمشایر آمریکا اقدام کردند و نتیجه گرفتند که می‌توان از دوربین‌ها به مثابه ابزارهایی ارزان برای کمی‌کردن تغییرات ظهورشناسی تاج پوشش گیاهان استفاده کرد. همچنین آنها شبکه‌ای از دوربین‌ها را برای اجرا کردن برنامه پایش ظهورشناسی در سطح منطقه‌ای و ملی پیشنهاد کردند. Ahrends و همکاران (2009) بیان کردند که دوربین‌های دیجیتال علاوه بر اینکه به مثابه ابزاری عینی در تعیین حالت فیزیولوژی

به منظور بررسی تغییرات رنگ برگ و میوه در گونه مورد نظر در فواصل زمانی نسبتاً منظم عکس برداری و ثبت مشاهدات مربوطه انجام شده است. بدین منظور، از دوربین دیجیتال Canon با قدرت تفکیک ۱۵۳۶×۲۰۴۸ استفاده شد. از زمان شروع پایش کمی، حداکثر هر دو هفته یکبار از پدیده‌های گیاهی (برگ و میوه) گونه مذکور به طور متوسط هشت عکس گرفته شده است. شایان ذکر است که این عکس‌ها در ساعت‌های گوناگونی از روز گرفته شده‌اند. باید این نکته را هم در نظر گرفت که برای پایش تغییرات برگ‌ها، بعضی از فصل‌ها اهمیت بیشتری دارند؛ برای مثال، تغییرات برگ‌ها در مورد درختان خزان‌کننده در فصل‌های پاییز و بهار به مراتب بسیار بیشتر و با اهمیت‌تر از فصل‌های تابستان و زمستان است. برای بررسی کمی رنگ از نرم‌افزار فتوشاپ استفاده شده است، به این صورت که عکس‌های مبین انتخاب می‌شوند و ترجیحاً از عکس‌هایی استفاده می‌شود که نشان‌دهنده وضعیت عمومی گیاه باشند. قسمت‌هایی از برگ‌ها و میوه انتخاب می‌شوند که رنگ یکنواخت‌تری داشته باشند و از وضوح کافی برخوردار باشند. سپس از رنگ یکنواخت‌شده نمونه برداری می‌شود و RGB آن قرائت می‌شود. سیستم RGB ترکیبی از کانال‌های رنگی قرمز (Red)، سبز (Green) و آبی (Blue) است و بین صفر تا ۲۵۶ تغییر می‌کند. از آنجایی که رنگ بخش‌های گوناگون گیاه در ارتباط با روشنایی محیط اطراف متفاوت خواهد بود، تهرنگ هر رنگی می‌تواند با محاسبه درصد هریک از کانال‌های رنگ محاسبه شود و در این صورت، صرف‌نظر از روشنایی محیط، می‌تواند خصوصیت پدیده‌ها را نشان دهد. از این مسئله در رسم نمودار تغییرات رنگ استفاده می‌شود که می‌تواند امکان آنالیز کمی را در آینده فراهم کند. این شیوه پیش‌تر در پژوهش‌های قبلی با عنوان "روشنی نرمال شده" شرح داده شده بود (Rechardson & Jenkins, 2007). با توجه به اینکه دما یکی از پارامترهای مهم تأثیرگذار بر رنگ اجزای گیاهی است، لازم است که تغییرات هر سه کانال رنگ اجزای گیاهی در هر زمان را به صورت یک شاخص بیان کرد تا بتوان همبستگی بین این شاخص و فاکتورهای محیطی مانند متوسط دما را به دست آورد. Rechardson

مهم‌ترین سازندهای جنگل‌های زاگرس و گونه‌ای با چوب صنعتی و دارای کاربردهای چندمنظوره در تولید محصولات فرعی از برگ و میوه، مان و گال است (Jazirehi & Ebrahimi Rostaghi, 2003) و بدین ترتیب از ارزش ویژه‌ای در احیای مناطق نیمه‌خشک و توسعه سیستم‌های آگروفارستری برخوردار است. درباره ظهورشناسی این گونه تاکنون پژوهش‌های محدودی انجام شده است و در اکثر این پژوهش‌ها برای بررسی ظهورشناسی فقط به تعیین زمان گل‌دهی اکتفا شده است. Ghahreman (1999) موسم گل در این گونه را اسفند- فروردین بیان کرده است. دانستن خصیصه‌های ظهورشناسی در انتخاب گونه نقش مؤثری دارد؛ از این رو، هدف از این تحقیق شناسایی خصیصه‌های ظهورشناسی این گونه به دو روش توصیفی و با استفاده از سری زمانی عکس برداری است.

## ۲. مواد و روش‌ها

### ۱.۲. منطقه مورد بررسی

دانشگاه صنعتی اصفهان واقع در شمال غرب شهر اصفهان، در عرض جغرافیایی ۳۲° ۴۳' شمالی و طول جغرافیایی ۵۱° ۳۱' شرقی و ارتفاع از سطح دریای ۱۶۲۶.۴ متر واقع شده است. میانگین بارندگی سالانه ۱۰۵.۶ میلی‌متر و متوسط درجه حرارت سالانه ۱۶.۳۴ درجه سانتی‌گراد است. خاک‌های منطقه براساس مطالعات انجام‌شده، عمدتاً در دو رده Entisols و Aridisols و گروه‌های بزرگ Calcigypsid و Haplocalcids، Torriorthents قرار می‌گیرند. بافت خاک منطقه مورد مطالعه شنی لومی (LS) با جرم مخصوص ظاهری ۱/۲ گرم بر سانتی‌متر مکعب و میانگین pH ۷/۸ و متوسط هدایت الکتریکی (EC) خاک ۱/۰۷ دسی‌زیمنس بر متر است.

ثبت رویدادهای ظهورشناختی به روش توصیفی در سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۸۹ در محدوده دانشگاه صنعتی اصفهان به مدت دو سال روی ۱۰ پایه بلوط (*Quercus infectoria*) انجام پذیرفت. به این منظور مشاهده‌گر، در طول فواصل زمانی گوناگون، با مراجعه به پایه‌های گیاه به ثبت مشاهدات ظهورشناختی اقدام کرد و نتایج آنها را در فرم‌هایی از قبل تهیه‌شده وارد کرد و در هر بار مراجعه به گیاه این فرم‌ها تکمیل شد.

درک بهتر تغییرات رنگ استفاده شود. آنها شاخصی با عنوان 2G-RB را به صورت زیر تعریف کردند:

و Jenkins (2007) در بررسی سبزیبگی جنگل‌های خزان‌کننده با استفاده از تصاویر دوربین دیجیتال دریافتند که تفاضل بین کانال‌های رنگی می‌تواند برای

درصد کانال رنگ = عدد دیجیتال کانال رنگ / مجموع اعداد RGB

$$2G-RB = (\text{green DN} - \text{red DN}) + (\text{green DN} - \text{blue DN})$$

$$= 2 \times (\text{green DN}) - (\text{red DN} + \text{blue DN})$$

DN = (digital number)

نمودار تغییرات رنگ برگ و میوه گونه مذکور به تفکیک سال‌ها در شکل‌های ۵-۱ آورده شده است. همچنین، با استفاده از آمار ایستگاه اصفهان، متوسط دمای ماهانه در این سال‌ها به دست آمد که در جدول ۳ آمده است.

با توجه به اینکه عکس‌برداری، در تحقیق حاضر، در ساعت‌های گوناگونی از روزهای سال صورت گرفته است، برای حذف تأثیر نور در به دست آوردن شاخص رنگ 2G-RB از درصد نسبی کانال‌های رنگ به جای اعداد دیجیتال رنگ (DN) استفاده شد. همچنین به منظور بررسی همبستگی بین متوسط دما و شاخص 2G-RB (با در نظر گرفتن نرمال نبودن داده‌ها) در اجزای گیاهی (برگ و میوه) از آماره توصیفی ضریب همبستگی اسپیرمن در نرم‌افزار SPSS استفاده شد که نتایج آن در جدول ۴ آورده شده است. از آنجایی که عکس‌برداری در فواصل زمانی گوناگون صورت گرفته است، در هر یک از مقاطع زمانی عکس‌برداری، متوسط دمای یک‌ماه قبل از این تاریخ به دست آمد و از آن برای به دست آوردن همبستگی استفاده شد.

### ۳. نتایج

#### ۳.۱. نتایج توصیفی ظهورشناسی گونه بلوط

با استفاده از فرم‌های ثبت ظهورشناسی، جدول زمان ظهور رویدادهای ظهورشناسی گونه بلوط تهیه شد که در جدول‌های ۱ و ۲ آمده است.

جدول ۱. زمان ظهور رویدادهای ظهورشناسی گونه بلوط در سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۸۹

رویدادهای ظهورشناسی سال	ظهور برگ‌های اولیه	تغییر رنگ برگ‌ها	ظهور گل‌ها	پایان گل‌دهی	خزان برگ‌ها
۱۳۸۸	۷ فروردین	۸ آبان	۷ فروردین	۵ اردیبهشت	۱۸ دی
۱۳۸۹	۱ فروردین	۲۱ آبان	۱ فروردین	۲۳ فروردین	۲۳ دی

جدول ۲. زمان ظهور رویدادهای ظهورشناسی میوه گونه بلوط در سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۸۹

رویدادهای ظهورشناسی سال	ظهور کاسه گل به صورت سر بسته	ظهور میوه	پایان میوه‌دهی
۱۳۸۸	۱۸ اردیبهشت	۱ مرداد	۵ آذر
۱۳۸۹	۱ اردیبهشت	۵ تیر	۱۱ آذر

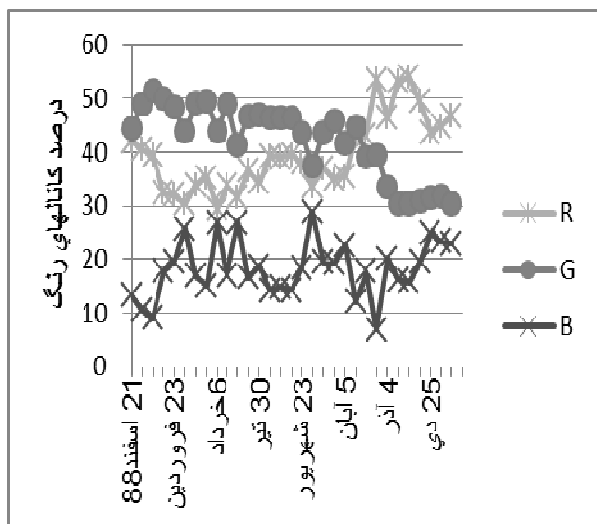
جدول ۳. دمای متوسط ماهانه سال در سالهای ۲۰۰۹-۲۰۱۰

سال	ماه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	ژولای	اگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
۲۰۰۹ (۱۳۸۸)		-۳/۶	۱/۹	۵/۶	۸/۸	۱۴/۸	۱۷/۳	۲۱/۳	۲۱/۹	۱۵/۵	۹/۸	۴/۵	۰
۲۰۱۰ (۱۳۸۹)		۰/۶	۳/۱	۸	۱۱/۲	۱۵/۴	۲۰/۱	۲۲/۱	۱۸/۳	۱۴/۹	۱۲/۲	۱/۲	-۲/۶

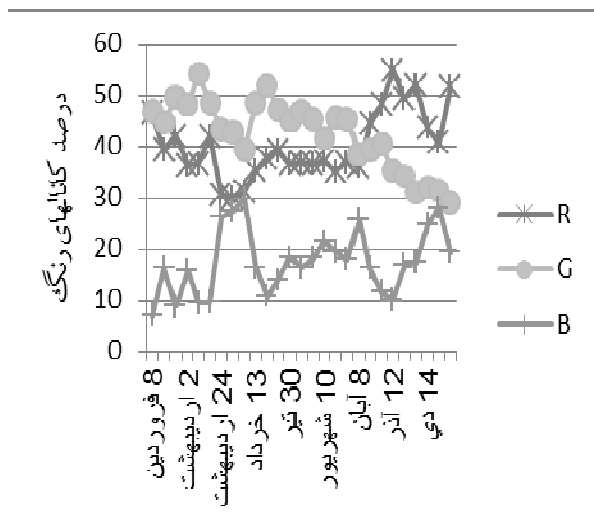
### ۲.۳. نتایج کمی ظهورشناسی گونه بلوط

با استفاده از شاخص روشنی نرمال شده رسم شد که در شکل ۴-۱ آورده شده است.

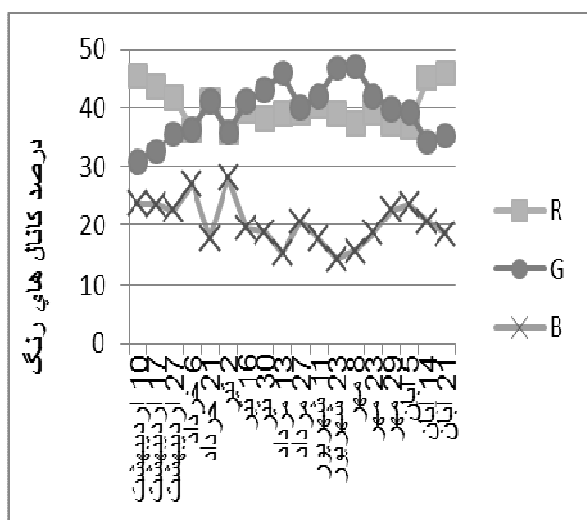
با توجه به اینکه برگ و میوه پدیده اصلی گونه بلوط است، تغییرات رنگ آن در طول زمان، در سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۸۹، به دست آمد و نمودار تغییرات رنگ آنها



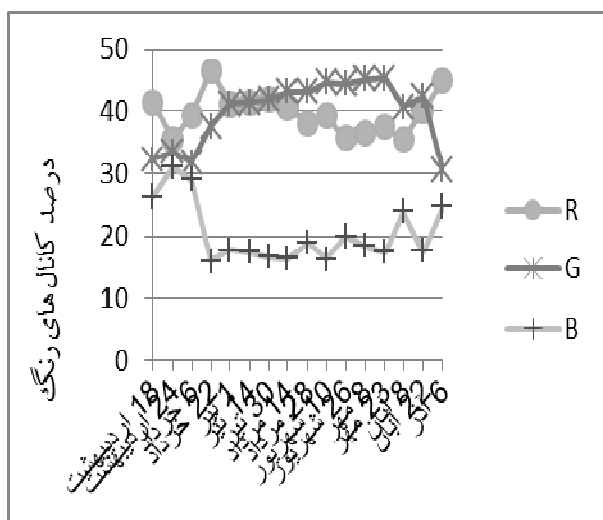
شکل ۲. نمودار تغییرات رنگ برگ درخت بلوط در سال ۱۳۸۹



شکل ۱. نمودار تغییرات رنگ برگ درخت بلوط در سال ۱۳۸۸



شکل ۴. نمودار تغییرات رنگ میوه درخت بلوط در سال ۱۳۸۹



شکل ۳. نمودار تغییرات رنگ میوه درخت بلوط در سال ۱۳۸۸

جدول ۴. مقادیر همبستگی اسپیرمن (F2) بین شاخص 2G-RB و متوسط دمای ماهانه در سال‌های ۲۰۰۶-۲۰۰۹

زمان پایش (سال میلادی)	ضریب همبستگی (میوه)	سطح معنی‌داری	ضریب همبستگی (برگ)	سطح معنی‌داری
۲۰۰۹	۰/۶۲*	۰/۰۱۱	۰/۶۵**	۰/۰۰۰
۲۰۱۰	۰/۷۵**	۰/۰۰۰	۰/۶۴**	۰/۰۰۵

\* : معنی‌داری در سطح پنج درصد

\*\* : معنی‌داری در سطح یک درصد

سبب تفوق کانال رنگ سبز بر دیگر کانال‌های رنگ شده است. همچنین، دوام برگ‌ها به این رنگ نسبتاً طولانی است و تا آخر فصل تابستان ادامه دارد. با پیش‌رفتن به سمت پاییز مشاهده شده است که دو کانال رنگ سبز و قرمز به همدیگر نزدیک می‌شوند تا اینکه حدود ۱۳ آبان همدیگر را قطع کنند. در اینجا در رنگ برگ‌ها انقلابی رخ داده است. از این تاریخ به بعد، به دلیل تغییر رنگ برگ‌ها و قهوه‌ای شدن آنها کانال رنگ قرمز بر دیگر کانال‌های رنگ تفوق پیدا کرده است. با توجه به جدول ۱ می‌توان دریافت که تغییر رنگ برگ‌ها به روش توصیفی در روزهای متفاوتی در آبان ثبت شده است و این تا حد زیادی ناشی از فواصل زمانی بین مشاهدات است. ولی با رسم کانال‌های رنگ، زمان دقیق آن را می‌توان روی نمودار ردیابی کرد. همچنین، مشاهده شده است که با نزدیک شدن به موقع خزان کانال رنگ قرمز روند افزایشی در پیش گرفته است که این ناشی از تیره‌تر شدن رنگ برگ‌ها و سوخته‌تر شدن آنهاست. این در حالی است که کانال رنگ سبز روند نزولی دارد و نشان‌دهنده این مطلب است که از سبزی‌نگی برگ‌ها، هرچه به سمت خزان پیش می‌روند، کاسته شده است.

همان‌طور که از شکل ۳ مشخص است، در ابتدا کانال رنگ قرمز بر دیگر کانال‌های رنگ تفوق دارد که این ناشی از رنگ جام‌های میوه در این مدت است. معمولاً جام‌های بلوط در ابتدا به صورت قهوه‌ای و کوچک‌اند، سپس با گذشت زمان بزرگ‌تر و سبزرنگ می‌شوند. در این موقع، به دلیل پوشیده شدن با کرک‌های قهوه‌ای، دو کانال رنگی سبز و قرمز روی نمودار بر هم منطبق می‌شوند. بعد از گذشت مدتی، میوه بلوط از درون کرک‌ها بیرون می‌آید که به رنگ سبز تیره است. در اینجا است که کانال رنگ سبز بر

#### ۴. بحث و نتیجه‌گیری

همان‌طور که از جدول‌های ۱ و ۲ مشخص است، برگ‌های بلوط در اوایل فروردین ظاهر می‌شود و هم‌زمان با آن گل‌ها روی درخت ظاهر می‌شوند. Ghahreman (1999) موسم گل در این گونه را فروردین بیان کرده است. دوام گل‌ها روی درخت تا اواخر فروردین و یا اوایل اردیبهشت است. سپس کاسه گل تشکیل می‌شود که در ابتدا کوچک و به رنگ قهوه‌ای است و زمان آن در سال‌های پایش متفاوت بوده است و به‌طور معمول در اردیبهشت رخ می‌دهد. بعد از آن، کاسه گل بزرگ‌تر می‌شود و فلس‌هایی به رنگ سبز آن را می‌پوشاند. میوه بلوط بعد از گذشت مدت زمانی با باز شدن این فلس‌ها به رنگ سبز پدیدار می‌شود. همان‌طور که مشخص است پایان میوه‌دهی در این گونه در اوایل آذر است و میوه‌ها در این موقع از درخت می‌ریزند. معمولاً رنگ میوه‌ها در این موقع قهوه‌ای سوخته است. می‌توان اظهار کرد که مراحل برگ‌دهی، گل‌دهی، پایان گل‌دهی، ظهور کاسه گل به صورت سربسته و ظهور میوه در سال ۱۳۸۹ زودتر از سال قبل اتفاق افتاده است. با توجه به جدول ۳ مشخص است که در ماه‌های ژانویه تا ژولای (معادل ۱۰ دی تا ۱۰ مرداد) متوسط دمای هوا در سال ۱۳۸۹ بیشتر از سال قبل بوده است و شاید بتوان این ظهور زودتر در مراحل ظهورشناسی را به آن ارتباط داد.

همان‌طور که در شکل‌های ۱ و ۲ مشاهده می‌شود، در ابتدای ظهور برگ‌ها، به دلیل اینکه رنگ آنها کمی به نارنجی متمایل است، کانال رنگ قرمز و سبز به همدیگر نزدیک‌اند، ولی با گذشت زمان و بزرگ شدن اندازه برگ‌ها رنگ آنها کاملاً سبز می‌شود که با فاصله گرفتن دو کانال رنگی از همدیگر همراه است و

قهوه‌ای شدن حدود ۱۶ آبان است. جداسدن میوه‌ها نیز در ۲۳ آبان اتفاق افتاده است. با توجه به نمودارها مشخص است که مرحله‌ای که میوه‌های سبز از درون کرک‌ها بیرون می‌آیند تا هنگام تغییر رنگ آنها به سمت قهوه‌ای شدن طولانی‌ترین زمانی است که معمولاً میوه‌ها به صورت ثابت روی درخت باقی مانده‌اند. همچنین، با مقایسه این دو نمودار می‌توان دریافت که زمان وقوع هر یک از این مرحله‌ها در سال ۱۳۸۹ زودتر از سال ۱۳۸۸ بوده است.

گزارش رنگ اجزای گیاهی در طول زمان با سه عدد RGB بیان می‌شود، ولی با استفاده از شاخص 2G-RB تغییرات هر سه کانال به‌طور هم‌زمان با یک عدد بیان می‌شود. حسن این کار در این است که می‌توان با استفاده از این شاخص، همبستگی پارامترهای محیطی از جمله دما را روی تغییرات رنگ بررسی کرد. با توجه به جدول ۴، می‌توان دریافت که رابطه مثبت و معنی‌داری بین متوسط دما و شاخص رنگ مربوط به هر دو جزء گیاه (برگ و میوه) وجود دارد. روش کمی ثبت رویدادهای ظهورشناسی از طریق آنالیز عکس‌ها و تعیین رنگ اجزای گیاهی به صورت کمی و رسم نمودارهای تغییرات رنگ برگ و میوه امکان بررسی به صورت کمی را فراهم می‌کند که تا حدی می‌تواند مشکلات روش توصیفی از جمله تعیین زمان دقیق پدیده‌ها و خطاهای ناشی از ثبت مشاهده‌گر را رفع کند.

کانال رنگ قرمز تفوق پیدا کرده است. معمولاً زمان بیشتری می‌برد تا رنگ میوه‌ها قهوه‌ای شود. دوام میوه‌ها به این رنگ تا هنگام ریزش میوه‌ها از درون این کرک‌های فنجانی‌مانند ادامه دارد. بنابراین، می‌توان مراحل زیر را روی نمودار دنبال کرد:

حدود ۱۸ اردیبهشت، زمان ظهور جام‌های کوچک و قهوه‌ای و سپس حدود اول تیر، زمان تغییر شکل جام‌های بلوط است که با بزرگ‌تر شدن و کرک‌دار شدن آن همراه است. بعد در اول مرداد، ظهور میوه بلوط به رنگ سبز از درون کرک‌ها و در نهایت حدود ۲۳ آبان، تغییر رنگ میوه‌های بلوط به سمت قهوه‌ای شدن مشاهده شده است. جداسدن میوه‌ها از این فنجان کرک‌مانند حدود هفتم آذر اتفاق افتاده است. البته شایان ذکر است که تمامی میوه‌ها به‌طور هم‌زمان جدا نمی‌شوند. بنابراین، می‌توان گفت که در فاصله زمانی بعد از تلاقی دو کانال قرمز و سبز ریزش میوه‌ها شروع شده است و از تاریخ هفتم آذر به بعد، تمامی میوه‌ها از روی درخت ریخته شده‌اند. با توجه به نمودار شکل ۴، زمان وقوع هر یک از این مراحل در سال ۱۳۸۹ به صورت زیر است: حدود ۱۰ اردیبهشت زمان ظهور جام‌های کوچک و قهوه‌ای و سپس حدود پنج خرداد زمان تغییر شکل جام‌های بلوط است که با بزرگ‌تر شدن و کرک‌دار شدن آن همراه است. زمان ظهور میوه بلوط به رنگ سبز از درون کرک‌ها حدود پنج تیر و در نهایت تغییر رنگ میوه‌های بلوط به سمت

## References

1. Jazirehi, M. H & Ebrahimi Rostaghi, M (2003) *Silviculture in Zagros*, University of Tehran press, 559 (In Persian).
2. Khajealdin, S.,J (2006) "Evaluation of drought resistance of woody species in a greenbelt and forests of Zagros and Alborz," *Final report of the project to identify plant species suitable for green space of Isfahan city*, Vol 2, 112 (In Persian).
3. Matinkah, S.H (2006) "Survey of phenology of thirty-five species of trees and shrubs in Esfahan," *Journal of Science and Technology of Agriculture and Resources*, 10(4): 503-516 (In Persian).
4. Mirhaji, T., Sanadgol, A.A., Ghasemi, M.H. and Nouri, S (2010) "Application of Growth Degree-Days in determining phenological stages of four grass species in Homand Absard Research Station," *Iranian journal of Range and Desert Reseach*, 17(3): 362-376 (In Persian).
5. Ghahreman, A (1999) *Colorful Flora of Iran*, Research Institute of Forests and Rangelands, Vol 19, 655 (In Persian).
6. Ahrends H. E., Brügger, R., Stöckli, R., Schenk, J and others (2008) "Quantitative phenological observations of a mixed beech forest in northern Switzerland with digital photography," *Journal*

- of Geophysical Research: Biogeosciences*, 113, IssueG4:121-139
7. Ahrends H. E., Etzold, s., Kutsch, W. L., Stoeckli, R., Bruegger, R and others (2009) "Tree phenology and carbon dioxide fluxes: use of digital photography for process-based interpretation at the ecosystem scale," *Climate Research*, 39: 261-274
  8. Crimmins, M. A., Crimmins, T. M (2008) "Monitoring Plant Phenology Using Digital Repeat Photography," *Environmental Management*, 41: 949-958
  9. Chuine, I., Cour, P. and Rousseau, D. D (1998) "Fitting models predicting dates of flowering of temperate-zone trees using simulated annealing," *Plant, Cell and Environment*, 21: 455-466.
  10. Fitter, A. H. and Fitter, R. S. R (2002), *Science*, 296: 1689-1691.
  11. Linderholm, W (2006) "Growing season changes in the last century," *Agricultural and Forest Meteorology*, 137:1-14
  12. Matinkhah, S.H and Shahbazi. A (2010) "Quantitative phenology an exact tool for showing effects of climatic changes on the plants – A case study on Olive tree in Isfahan, Iran," *Vikas Vani Journal*, vol. IV, Issue2: 21-39
  13. Richardson, A. D., J. P., Jenkins, B. H., Braswell, D.Y., Hollinger & S.V., Ollinger (2007) "Use of digital webcam images to track spring green-up in a deciduous broadleaf forest," *Oecologia*, 152: 323-334.
  14. Richardson AD, Hollinger DY, Dail DB, Lee JT, Munger JW, O'Keefe J (2009a) "Influence of spring phenology on seasonal and annual carbon balance in two contrasting New England forests," *Tree Physiol*, 29:321-331