

A Method for Analyzing the Role of Plant Color Variations in Developing an Optimal Nature Tourism Calendar

Atefeh Sahbazi  *

PhD in Rangeland Sciences, Faculty of
Natural Resources Engineering, Isfahan
University of Technology, Isfahan, Iran

Abstract

Phenology has increasingly gained attention in recent years as a valuable scientific discipline for tourism planning and management, particularly in the field of nature-based tourism. The attractiveness of many tourist destinations worldwide is directly linked to the synchronization of tourist visits with the peak aesthetic phases of seasonal phenological events, especially changes in plant coloration. Mahriz County, owing to its numerous plane tree (*Platanus orientalis*) gardens and picturesque garden alleys, attracts both domestic and international tourists throughout different seasons of the year. Accordingly, the present study investigates the role of color changes associated with the phenological stages of plane trees in Pahlavanpour Garden with the aim of developing an optimal nature tourism calendar. The research employed both descriptive and quantitative approaches, utilizing a photographic time-series method. The timing of phenological events was recorded in data collection forms, and photographs were taken from different parts of the plant throughout the observation period. Spectral images of plane tree leaves and fruits were obtained, and color characteristics were analyzed within the RGB color system at an image resolution level of 28 for each color channel. The results revealed that during most months of the year, the occurrence of various phenological phenomena—including bud formation, leaf emergence, budburst, flowering, and leaf senescence—together with a wide spectrum of

* Corresponding Author: Email Address: Shahbazi.atefe@gmail.com

How to Cite: xxxxxxxx

Original Research

Accepted:

Revised:

Received:

eISSN:2476-597X

ISSN: 2322-3294

color variations throughout the plant's life cycle, creates substantial potential for tourism development within the garden. In early spring, newly emerged leaves exhibited a green coloration, whereas during October, November, and December, the transition of leaf color from green to yellow and brown generated a richer and more diverse color spectrum. Quantitative analysis of color variation indicated that the leaf color transition period lasted approximately two months and twenty days, suggesting a sufficiently long-time window for tourist visitation and nature-based recreational activities.

Keywords: Color; Nature-Based Tourism; Photographic Time Series; Landscape; Phenology, Pahlavanpour Garden

1. Introduction

Color, as one of the most significant visual attributes, plays a crucial role in creating favorable mental images of urban spaces and enriching citizens' experiences in public environments. Human perception and interpretation of the environment occur through three sequential stages. In the first stage, color is perceived; in the second stage, form and volume are recognized; and in the third stage, symbolic aspects related to the functions of these volumes, namely different buildings and structures, are interpreted. Aesthetic experience is primarily formed during the first stage of perception, which is highly dependent on the element of color (Tadin et al., 2018).

Phenology is the scientific study of recurring life-cycle events in plants, such as flowering time, autumn leaf color change, and fruiting, as well as the relationships between these events and climatic conditions (Schwartz, 2003). In recent years, phenology has attracted increasing attention in tourism planning and management, particularly within the context of nature-based tourism. Plant phenological phenomena constitute valuable natural and cultural resources for tourism destinations, and the attractiveness of many destinations around the world is closely associated with the synchronization of tourist visits with the peak aesthetic expression of these seasonal events (Zexing et al., 2015).

2. Literature Review

Autumn foliage tourism is one of the most significant forms of nature-based tourism. According to the U.S. National Park Service, estimates indicate that this activity generates tens of billions of dollars in economic revenue annually, and its economic value is directly dependent on the quality, intensity, and duration of leaf color change (Spera et al., 2023).

Numerous studies have examined the timing of phenological events and the tourism industries associated with them. For instance, Nagai et al. (2019) investigated

the relationship between the flowering time of cherry trees and the scheduling of related spring festivals in the Japanese cities of Shinhidaka and Takayama under changing climatic conditions.

The relationship between seasonal plant color changes—particularly autumn foliage coloration—and tourism has emerged as an active and rapidly expanding field of research. A growing body of evidence suggests that autumn phenological phenomena, such as the color transformation of maple leaves and other deciduous tree species, constitute a valuable cultural ecosystem service with direct economic implications for the tourism sector (Zexing et al., 2015). These seasonal visual displays not only enhance the aesthetic appeal of landscapes but also serve as major attractions that influence tourist travel decisions and destination competitiveness.

3. Methodology

Both descriptive and quantitative approaches were employed to record the phenological events of plane trees. In the descriptive method, the observer visited the selected trees at regular time intervals and recorded phenological observations.

For the quantitative analysis of color, Adobe Photoshop software was utilized. High-quality photographs were selected, preferably those representing the overall condition of the plant. Areas of the leaves exhibiting relatively uniform coloration and adequate image clarity were identified and sampled. Subsequently, color values were extracted from these homogeneous regions, and their RGB values were recorded.

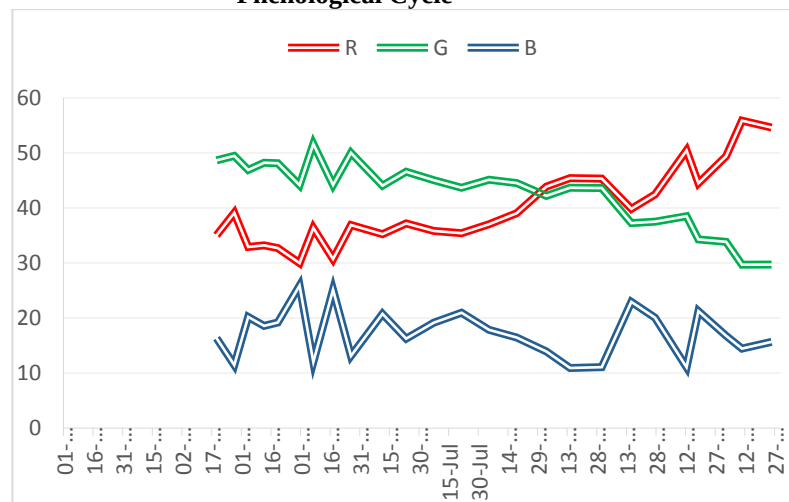
4. Results

Based on Figure 1, the intersection between the green and red color channels can be observed on 29 August (corresponding to 7 Shahrivar in the Iranian calendar). This transitional phase continues until 10 October (18 Mehr), after which the red channel exhibits an increasing trend. The dominance of the red channel indicates the progressive transformation of leaf coloration toward red and brown hues, representing the onset of the autumnal color transition, commonly referred to as the “color revolution” in leaves.

Given that the autumn coloration of plane tree leaves has a direct influence on tourist attraction, the period extending from late October to late December can be proposed as the optimal autumn tourism season for this site. The duration of leaf color change in the plane trees was approximately two months and twenty days.

The length of plant color-transition periods—such as autumn leaf coloration or seasonal flowering and blooming events—has a direct impact on tourism demand. Longer periods of visual transformation provide greater opportunities for visitation, thereby increasing the likelihood of attracting a larger number of tourists.

Figure 1: Leaf Color Changes in *Platanus orientalis* throughout a Phenological Cycle



5. Discussion

Considering the relatively long duration of leaf color change in plane trees, an autumn tourism calendar for this site can be defined from late October through late December. When a natural phenomenon remains observable for several weeks or months, tourists are able to plan their visits within a broader time frame.

Destinations characterized by extended periods of foliage color change also benefit from greater opportunities for the dissemination of photographs and promotional content through social media platforms and other media outlets.

Furthermore, increasing the diversity of colors within plant compositions—particularly warm colors such as red, orange, and yellow—enhances the aesthetic evaluation of landscapes. Such visual qualities can contribute to greater tourist satisfaction and encourage longer visitor stays within gardens and recreational landscapes (Ma et al., 2022; Kuper, 2020).

6. Conclusion

The methodology and findings of the present study can be applied to other plant species in Iran's garden cities and in locations with high tourism potential. The results may provide valuable guidance for tourism planners, landscape managers, and decision-makers seeking to enhance visual attractiveness, optimize seasonal tourism calendars, and increase visitor numbers through the strategic utilization of plant phenological characteristics and seasonal color variations.

ارایه روشی جهت تحلیل نقش رنگ گیاهان به منظور ارائه تقویم بهینه گردشگری طبیعت

دکتری علوم مرتع، دانشکده مهندسی منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران

ID عاطفه شهبازی *

چکیده

دانش ظهورشناسی در سال‌های اخیر به‌طور فزاینده‌ای در برنامه‌ریزی و مدیریت گردشگری، به‌ویژه گردشگری طبیعت‌محور، مورد توجه قرار گرفته است. جذابیت بسیاری از مقاصد گردشگری در سراسر جهان، مستقیماً به هماهنگی سفر گردشگران با اوج زیبایی مراحل ظهورشناسی فصلی بویژه تغییرات رنگ گیاهان وابسته است. شهرستان مهریز به دلیل داشتن باغ‌های متعدد چنار و کوچه باغ‌های زیبایش در فصول مختلف سال مورد توجه گردشگران داخلی و خارجی است. لذا پژوهش حاضر به تحلیل نقش رنگ در مراحل ظهورشناسی درختان چنار در باغ پهلوانپور به منظور ارائه تقویم بهینه گردشگری طبیعت پرداخته است. روش پژوهش به دو شیوه توصیفی و کمی (سری زمانی عکسبرداری) است. زمان وقوع رویدادهای ظهورشناسی در فرم‌های ثبت اطلاعات وارد شد و عکسبرداری از بخشهای مختلف گیاه انجام شد. طیف عکس برگ و میوه درخت چنار تهیه شد و رنگ در سیستم RGB با وضوح تصویر ۲^۸ برای هر رنگ آنالیز شد. نتایج نشان داد که در اکثر ماه‌های سال بدلیل ظهور پدیده‌های فنولوژیک مختلف (جوانه، ظهور برگ، ظهور غنچه، گلدهی و خزان برگ) و طیف تغییرات رنگی مختلف در مراحل چرخه حیات این گیاه، پتانسیل بالایی جهت مقاصد گردشگری در این باغ وجود دارد. در اوایل بهار برگ‌های تازه به رنگ سبز و در ماه‌های مهر، آبان و آذر بدیل تغییر رنگ برگ‌ها از سبز به زرد و قهوه‌ای، طیف رنگی بیشتری مشاهده شده است. با توجه به نمودار کمی تغییرات رنگ، طول دوره تغییر رنگ برگ‌ها حدود ۲ ماه و ۲۰ روز است که حاکی از فرصت کافی برای بازدید گردشگران است.

کلیدواژه‌ها: رنگ، گردشگری طبیعت، سری زمانی عکسبرداری، منظر، باغ پهلوانپور

مقدمه

* نویسنده مسئول: Shahbazi.atefe@gmail.com

شهرها دارای جاذبه‌های گردشگری فراوانی می‌باشند و همواره گردشگران زیادی را به سوی خود جذب می‌کنند؛ لذا با توجه به اهمیت گردشگری در اقتصاد شهری و ایجاد اشتغال توسعه گردشگری شهری و مدیریت خردمندانه آن، نیازمند برنامه ریزی است (شعبان زاده و همکاران، ۱۳۹۳). باغ‌های شهری که در آن از عناصر طبیعی استفاده شده است از جاذبه‌های گردشگری هر شهر محسوب می‌شوند که علاوه بر فواید زیباشناختی، فیزیولوژیکی و بهداشتی می‌تواند مزایای اجتماعی دیگر نیز داشته باشند. خصوصاً درختان و گیاهان در فضاهای عمومی به یکپارچه سازی و تعادل بین افراد جامعه منجر شده و توسعه روابط اجتماعی را بهبود می‌بخشند (Maclaren, 2006). علاوه بر این باغ‌های شهری باعث افزایش جذابیت شهر، افزایش گردشگری و در نتیجه درآمدزایی می‌گردند (محمدی سنگدلی و قریشی، ۱۳۹۵). رنگ به عنوان یکی از مهم ترین جنبه‌های بصری در ایجاد تصویر ذهنی مطلوب از فضاهای شهری و غنی کردن تجربه حضور شهروندان در عرصه های عمومی شهر از جایگاه والایی برخوردار است. دریافت و ادراک انسان از محیط شامل سه مرحله است که در نخستین مرحله رنگ، در مرحله دوم فرم و حجم و در مرحله سوم جنبه‌های نمادین مربوط به کارکرد این حجم‌ها یعنی ساختمان های مختلف دریافت می‌گردد. تجربه زیباشناختی در مرحله اول ادراک می‌شود که به عامل رنگ بستگی دارد (تدین و همکاران، ۱۳۹۷).

فنولوژی (ظهورشناسی) دانش مطالعه رویدادهای چرخه‌ای زندگی گیاهان، مانند زمان گل‌دهی، تغییر رنگ برگ‌ها در پاییز و میوه‌دهی، و ارتباط این رویدادها با شرایط اقلیمی است (Schwartz, 2003). در سال‌های اخیر، این دانش به‌طور فزاینده‌ای در برنامه‌ریزی و مدیریت گردشگری، به‌ویژه گردشگری طبیعت‌محور، مورد توجه قرار گرفته است. پدیده‌های فنولوژیک گیاهان، سرمایه‌های طبیعی و فرهنگی ارزشمندی برای مقاصد گردشگری به شمار می‌روند و جذابیت بسیاری از مقاصد گردشگری در سراسر جهان، مستقیماً به هماهنگی سفر گردشگران با اوج زیبایی این رویدادهای فصلی وابسته است (Zexing et al. 2015).

تغییرات اقلیمی، این رابطه ظریف را با چالشی جدی مواجه ساخته است. افزایش دما، الگوهای فنولوژی گیاهان را تغییر داده، زمان گل‌دهی را جلو انداخته و زمان اوج رنگ‌آمیزی پاییزی را به تأخیر می‌اندازد. این تغییرات، هماهنگی زمانی بین اوج ماندگاری

گردشگران و دوره اوج زیبایی مناظر طبیعی را مختل می کند که می تواند منجر به کاهش رضایت گردشگران و آسیب پذیری اقتصادی جوامع محلی وابسته به این نوع گردشگری شود (Nagai et al. 2024). در نتیجه، درک علمی ارتباط بین فنولوژی گیاهان و گردشگری، نه تنها از منظر دانشی، بلکه برای ارائه راهکارهای تطبیقی و مدیریت پایدار این نوع گردشگری در برابر تغییرات اقلیمی، از اهمیت حیاتی برخوردار است. پژوهش های اخیر تلاش کرده اند با استفاده از مدل های فنولوژیک، داده های اقلیمی و مطالعات میدانی، دوره های بهینه تماشای گیاهان را شناسایی کرده و راهکارهایی مانند برنامه ریزی منعطف جشنواره ها و طراحی مسیرهای گردشگری بهینه را ارائه دهند.

رنگ از جمله پدیده هایی است که در اجزای مختلف گیاهی طی زمانهای مختلف تغییر می کند و در مطالعات ظهورشناسی به خاطر کاربردهای مختلف آن مورد توجه می باشد. تغییرات رنگ گیاهان میتواند در تپسندی مناطق جنگلی و طراحی پارکها و فضای سبز استفاده شود. در گذشته با رنگ پدیده ها به صورت یک پارامتر کیفی برخورد میشد که قابل استفاده به عنوان یک پارامتر کمی در پژوهش های علمی نبود، به عنوان مثال تبدیل رنگ برگها در فصل خزان به صورت زرد یا قرمز بیان شده است (شهبازی، ۱۳۹۰). ارتباط بین تغییرات رنگ گیاهان در فصول مختلف (به ویژه پاییز) و گردشگری یک حوزه پژوهشی فعال و رو به رشد است. مطالعات متعددی نشان می دهند که پدیده های فنولوژیک پاییزی (مانند تغییر رنگ برگ های افرا و سایر درختان) یک خدمات اکوسیستم فرهنگی ارزشمند محسوب می شوند که پیامدهای اقتصادی مستقیمی برای صنعت گردشگری دارند (Zexing et al. 2015). تغییر رنگ پاییزی گیاهان یک "خدمات اکوسیستم فرهنگی" مهم با ارزش اقتصادی مستقیم برای صنعت گردشگری است. تغییرات اقلیمی از دو طریق تغییر در زمان وقوع پدیده، و تغییر در کیفیت/روشنایی رنگ برگ ها این رابطه را تحت تأثیر قرار می دهد. (Gao et al. 2025).

مطالعه منظر گردشگری با تاکید بر رنگ در باغ های شهری می تواند به پر کردن شکاف موجود در مطالعات گردشگری کمک کند و نیز مبنای نظری جدید برای تحلیل رفتار گردشگران و ارتقای کیفیت تجربه آنان باشد.

یکی از جاذبه های گردشگری شهرستان مهریز باغ پهلوانپور است که علاوه بر داشتن عمارت و بناهای تاریخی دارای ارزش معماری، بدلیل وجود درختان تنومند چنار، هر ساله میزبان

گردشگرانی در فصل پاییز برای تماشای برگ‌های زرد و سرخ چنارهای کهنسال، که در امتداد جوی‌های روان قنات قد برافراشته‌اند، است. درختان چنار ایران عمدتاً از نوع چنار شرقی (*Platanus orientalis* L.) و از خانواده Platanaceae است. درختان چنار با تنه مستقل و تاج زیبا و برگ‌های پنجه‌ای، از درختان خزان‌کننده و سایه دار تابستان‌های گرم شهرهای ایران است (Alipour et al, 2016). باغ تاریخی پهلوان‌پور به عنوان یک نمونه زیبا از باغ‌های اصیل ایرانی در سال ۱۳۸۱ هجری شمسی در فهرست آثار ملی ایران به ثبت رسیده است. همچنین این باغ در سال ۲۰۱۱ و طی نشست سی و پنجم در فهرست آثار جهانی یونسکو نیز به ثبت رسید (ناصری و همکاران، ۱۳۹۱). باغ پهلوان‌پور از لحاظ معماری نمایانگر تغییرات سبک باغ‌سازی کهن ایرانی به سمت و سوی باغ‌سازی رایج امروزی است و سبک معماری آن ترکیبی از معماری کوشکی و حیاط مرکزی است. عمارت تاریخی این باغ نیز متعلق به دوارن (ندیه است که در زمان قاجار مرمت و بازسازی شده و به همین جهت می‌توان زیبایی‌های منحصر به فرد هر دو دوره را در آن دید. حفظ منظر کشاورزی این باغ و اصلاح و باززنده‌سازی محدود قسمت‌های تغییر یافته می‌تواند این باغ را به الگویی کامل از باغ‌سازی ایرانی جهت استفاده بازدیدکنندگان و مطالعه محققان تبدیل نماید (خلیل‌نژاد، ۱۳۹۸). بنابراین پژوهش حاضر با هدف تحلیل نقش رنگ در مراحل مختلف ظهورشناسی درختان چنار در باغ پهلوان‌پور مهریز به منظور ارائه تقویم بهینه گردشگری طبیعت طراحی شده است. از دیدگاه عملی، نتایج این پژوهش می‌تواند به طراحان، مدیران و سیاستگذاران گردشگری در بهبود هویت بصری مقاصد کمک کند. با افزایش رقابت میان مقاصد گردشگری، توجه به جزییات بصری در تبلیغات، از جمله استفاده هوشمندانه از رنگ‌ها، می‌تواند ابزاری قدرتمند برای جذب گردشگران و افزایش رضایت آنها باشد.

پیشینه پژوهش

گردشگری تماشای برگ‌های پاییزی^۱ یکی از مهم‌ترین اشکال گردشگری طبیعت است. به گزارش سازمان پارک‌های ملی آمریکا^۲ برآوردها نشان می‌دهد این فعالیت سالانه ده‌ها میلیارد دلار درآمد اقتصادی ایجاد می‌کند و به طور مستقیم به کیفیت، شدت و مدت زمان

^۱ Leaf Peeping

^۲ National Park Service

تغییر رنگ برگ‌ها وابسته است (Spera et al, 2023). مطالعاتی زمان‌بندی رخدادهای فنولوژیک و در نتیجه، صنعت گردشگری مرتبط با آن را بررسی کرده‌اند. به عنوان مثال در مطالعه‌ای به بررسی ارتباط بین زمان گل‌دهی درختان گیلاس و زمان برگزاری جشنواره‌های بهاری مرتبط با آن در دو شهر ژاپنی، شینهیداکا و تاکایاما، تحت تأثیر تغییرات اقلیمی پرداخته‌اند (Nagai et al. 2019). در مطالعه‌ای دیگر به بررسی اثر تغییر رنگ برگ‌ها در پاییز (پاییزگانی) و ارتباط آن با گردشگری تماشای برگ‌ها در ژاپن پرداخته است. هدف اصلی پژوهش آنها بررسی همزمانی اوج گل‌دهی با زمان جشنواره‌ها و بررسی تأثیر تغییرات اقلیمی بر زمان رنگ‌آمیزی برگ‌ها و حجم گردشگری بوده است. نتایج نشان داد که بین سال‌های ۱۹۷۸ تا ۲۰۱۶، زمان تغییر رنگ برگ‌های افرا در چهار شهر مورد مطالعه با تأخیر مواجه شده است. به عبارت دیگر، برگ‌ها دیرتر از گذشته رنگ می‌گرفتند. همچنین مدت زمانی که برگ‌ها رنگ پاییزی داشتند، به طور معنی‌داری کوتاه‌تر شده بود. به طور متوسط، تأخیر در زمان رنگ گرفتن و ریزش برگ‌ها در پاییز، باعث افزایش ۳،۶۴ درصدی و ۳،۰۲ درصدی حجم گردشگری مرتبط با تماشای برگ‌ها در ماه دسامبر شده است (Liu et al. 2019). بر اساس منابع کتابخانه‌ای، مقالات متعدد دیگری در این حوزه وجود دارند که هر کدام از زاویه‌ای متفاوت به ارتباط بین فنولوژی گیاهان و گردشگری پرداخته‌اند. در ادامه، می‌توان آنها را به دو دسته کلی تقسیم کرد:

دسته اول: چارچوب‌های جامع ارزیابی (مشابه مقالات قبلی)

به عنوان مثال Gao و همکاران (۲۰۲۵) در مطالعه خود برخلاف دو مقاله قبلی (گیلاس ژاپن و افرا) که صرفاً بر یک متغیر (زمان گل‌دهی یا تغییر رنگ برگ) تمرکز داشتند، یک چارچوب سه‌بعدی جامع در کاخ تابستانی^۱ در پکن چین ارائه می‌دهند که شامل موارد زیر است:

۱. فنولوژی گیاه (زمان وقوع رویدادها)، ۲. ارزش تزئینی گیاه (زیبایی بصری در اوج شکوفایی) و ۳. آسایش اقلیمی (شرایط دمایی مناسب برای بازدید). نتایج آنها نشان داد که دوره آسایش اقلیمی زودتر فرا می‌رسد، فصل تماشای گل‌ها به سمت اوایل سال جابه‌جا شده است و فصل تماشای برگ‌های پاییزی به تأخیر افتاده است. آنها در نهایت راهکارهای مدیریتی از جمله زمان‌بندی منعطف جشنواره‌های تماشای گیاهان، بهینه‌سازی مسیرهای گردشگری و توسعه سیاست‌های تاب‌آور در برابر تغییرات اقلیمی را ارائه دادند. اهمیت این

¹ Summer Palace

مقاله در آن است که نشان می‌دهد برای مدیریت گردشگری طبیعت‌محور، تنها زمان گل‌دهی کافی نیست و باید عوامل متعددی را همزمان در نظر گرفت.

دسته دوم: رویکردهای نوین مبتنی بر داده‌های عظیم (Big Data)

رویکرد نوآورانه در این دسته استفاده از شبکه‌های اجتماعی و محتوای تولیدشده توسط کاربران برای پایش فنولوژی گیاهان در مقیاس گسترده است. به عنوان مثال ناگای و همکاران (۲۰۲۴) به بررسی فنولوژی درختان گیلاس با استفاده از تصاویر، ویدیو و متن‌های موجود در شبکه‌های اجتماعی در استان گیفو، ژاپن پرداختند. آنها موفق شدند با تحلیل متن توئیت‌ها (بدون اطلاعات موقعیت جغرافیایی) برای شناسایی فنولوژی پاییزی، زمان شکوفایی کامل دو گونه درخت گیلاس را با استفاده از عکس‌های بارگذاری‌شده در Flickr و ویدیوهای یوتیوب را شناسایی کنند. نتایج نشان داد که داده‌های استخراج‌شده با رکوردهای بلندمدت یک درخت معروف^۱ همخوانی داشت. این روش امکان ارزیابی تغییرات سال‌به‌سال زمان شکوفایی را در چندین نقطه فراهم می‌کند. مزیت این روش نسبت به روش‌های سنتی این است که امکان جمع‌آوری رکوردهای فنولوژیک از نقاط متعدد در مقیاس حوضه آبخیز که با روش‌های قدیمی (نظارت میدانی) غیرممکن است را فراهم می‌کند. این مقاله نشان می‌دهد که حتی داده‌های متنی بدون موقعیت‌یابی نیز می‌توانند برای پایش تغییرات فصلی گیاهان مفید باشند.

از مزایای این روش می‌توان به کاربرمحور بودن اطلاعات اشاره کرد. توئیت‌ها لزوماً وضعیت «لحظه‌ای» را نشان نمی‌دهند و ممکن است شامل اطلاعات مربوط به گذشته، برنامه سفر در آینده، یا شنیده‌ها باشند. همچنین، جمعیت کاربران در مناطق مختلف یکسان نیست و ممکن است اطلاعات فقط برای مکان‌های توریستی یا پرجمعیت وجود داشته باشد. از محدودیت‌های این روش می‌توان به شدت کار دستی اشاره کرد. روش‌های استفاده‌شده در این مطالعه نیازمند "خواندن دستی" حجم بالایی از داده‌ها بود (حدود ۵ ثانیه زمان برای هر توئیت). این کار برای مقیاس‌های بزرگتر بسیار زمان‌بر و دشوار است (Nagai et al., 2019).

در مطالعات گردشگری یکی از جنبه‌های کلیدی آن یعنی رنگ کمتر به طور عمیق و نظام مند مطالعه شده است. رنگ‌ها نه تنها به عنوان ابزاری برای زیباسازی مناظر عمل می‌کنند، بلکه می‌توانند به عنوان یک عامل روانشناختی، تجربه گردشگران را تحت تاثیر قرار

^۱ Neodani Usuzumi-zakura

دهند (Kaplan, 1989). به طور کلی می‌توان از رنگ به عنوان یک ابزار استراتژیک برای تقویت تجربه گردشگران بهره برد. ناگای و همکاران (۲۰۱۱) با استفاده از تصاویر دوربین دیجیتال با بررسی رابطه بین الگوهای به شناسایی خصوصیات پدیده‌شناسی مختلف RGB فصلی بین گونه‌ها پرداختند و بیان کردند که اختلاف در پدیده‌شناسی بین گونه‌های درختی در فصل پاییز با استفاده از تکنیک RGB قابل شناسایی است، در حالیکه این تکنیک در فصل بهار قابل کاربرد نیست. کین و دایور (۲۰۱۲) اثرات تغییر در الگوی رنگ‌های پاییزی بر صنعت گردشگری پاییزی را در جنگل‌های پهن‌برگ نیوانگلند مورد مطالعه قرار دادند و نتیجه گرفتند که تغییرات اقلیمی زمان‌بندی رنگ‌های پاییزی را تغییر می‌دهد و احتمالاً در بیشتر گونه‌های درختی نیوانگلند، نمایش رنگ‌های پاییزی طولانی‌تر و فراوان‌تر خواهد شد. در ایران نیز مطالعاتی بر روی فنولوژی گونه‌های درختی با رویکرد تحلیل کمی رنگ پرداخته شده است، اما در هیچ‌کدام از منظر گردشگری به آن پرداخته نشده است (به عنوان مثال شهبازی و متین خواه، ۱۳۹۲، قلانی و جعفری، ۱۴۰۲، بحرینی، ۱۴۰۱).

روش

در روش‌های ثبت رویداد‌های ظهورشناسی درختان چنان‌که از دو روش توصیفی و کمی استفاده شد. در روش توصیفی مشاهده گر در طول فواصل زمانی معین با رجوع کردن به گیاهان اقدام به ثبت مشاهدات پدیده‌شناختی کرده و نتایج آنها را در فرم‌هایی از قبل تهیه شده وارد کرد و در هر بار مراجعه به گیاه این فرم‌ها تکمیل گردید. یکی از روش‌های کمی که در سالهای اخیر برای پایش ظهورشناسی گیاهان مورد توجه قرار گرفته است روش استفاده از سری زمانی عکسبرداری است. به منظور بررسی تغییرات رنگ برگ در گونه مورد نظر در فواصل زمانی مختلف عکسبرداری و ثبت مشاهدات مربوطه صورت گرفته است. برای بررسی کمی رنگ از نرم‌افزار فتوشاپ استفاده شده است به این صورت که عکس‌های با کیفیت بالاتر انتخاب شده و ترجیحاً از عکس‌هایی استفاده می‌شود که نشانگر وضعیت عمومی گیاه باشند. قسمت‌هایی از برگ‌ها انتخاب می‌شوند که رنگ یکنواخت‌تری داشته و از وضوح کافی برخوردار باشند. سپس از رنگ یکنواخت شده 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 ۲۵۵ تغییر می‌کند. در نهایت اعداد بدست

آمده از RGB در نوشت افزار Word بازسازی شدند. از آنجاییکه رنگ بخشهای مختلف گیاه در ارتباط با روشنایی محیط اطراف متفاوت خواهد بود، ته رنگ هر رنگی می تواند بوسیله محاسبه در صد هریک از کانالهای رنگ محاسبه شود، در این صورت می تواند صرف نظر از روشنایی محیط خصوصیت پدیده ها را نشان دهد. از این مسئله در رسم نمودار تغییرات رنگ استفاده می شود که می تواند امکان آنالیز کمی در آینده را فراهم کند. این شیوه پیش تر در مطالعات قبلی تحت عنوان "روشنی نرمال شده" شرح داده شده است (شهبازی و متین خواه، ۱۳۹۰). باید این نکته را در نظر گرفت که برای پایش تغییرات برگها، بعضی از فصول اهمیت بیشتری دارند، برای مثال تغییرات برگها در مورد درختان خزان کننده در فصول پاییز و بهار به مراتب بسیار بیشتر و با اهمیت تر از فصول تابستان و زمستان است.

یافته ها

خلاصه ای از مشاهدات میدانی درختان چنار در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱: توصیف پدیده های ظهورشناسی درخت چنار

رویدادهای ظهور شناسی	رؤیت جوانه	پرز دار شدن جوانه ها	ظهور گل ها	ظهور برگ ها	شروع تغییر رنگ برگ ها	خزان برگ ها
تاریخ	۱۴ آذر	۱ اسفند	۲۴ اسفند	۲۴ اسفند	۱۰ شهریور	۲۶ آذر

همانطور که از جدول ۱ مشخص است معمولاً رؤیت جوانه های چنار که با افتادن برگ های آن همراه است معمولاً در آذر ماه اتفاق افتاده است. جوانه های این گونه قبل از ظهور برگ ها بزرگتر شده و پرزدار می شود که با توجه به جدول ۱ می توان گفت که زمان آن در اواخر بهمن و اوایل اسفند ماه است. ظهور برگ ها معمولاً در اواخر اسفند ماه اتفاق می افتد که با کمی اختلاف زمانی بعد از آن گلها ظاهر شده اند. گزارشات مختلفی در رابطه به گلدهی این گونه وجود دارد. قهرمان (۱۳۷۸) موسم گل در این گونه را در فروردین ماه بیان کرده

است. برخی مطالعات زمان ظهور گل‌ها را در اردیبهشت ماه گزارش کرده‌اند (متین خواه، ۱۳۸۵).

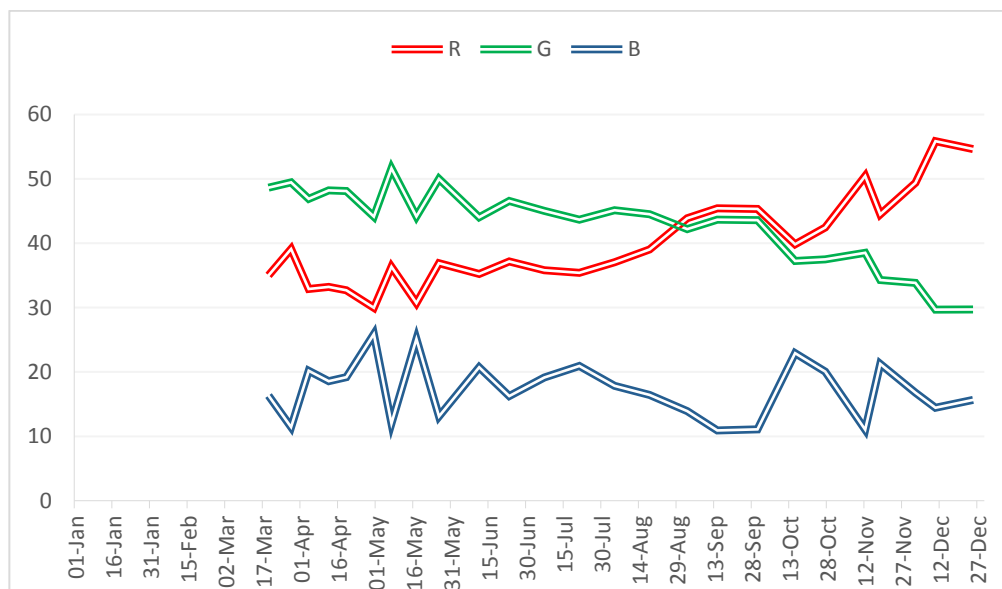
از آنجاییکه برگ یکی از پدیده‌های اصلی مطالعه حاضر است، بنابراین تغییرات رنگ آن در طی ماه‌ها به طور جداگانه بررسی شد و میانگین ماهانه آنها تعیین شد و به این ترتیب جدول طیف رنگی آن تشکیل شد که در ذیل آمده است.

جدول ۲: متوسط ماهانه تغییرات رنگ برگ در درخت چنار (*Platanus orientalis*)

فصل	تاریخ	(R-G-B) برگ	رنگ بازسازی شده
بهار	۸ فروردین	۱۰۶-۱۳۴-۳۱	
	۱۵ فروردین	۱۰۱-۱۴۴-۶۲	
	۳۰ فروردین	۹۳-۱۳۵-۵۲	
	۱۱ اردیبهشت	۱۱۰-۱۶۲-۹۵	
	۲۷ اردیبهشت	۱۰۵-۱۵۱-۸۶	
	۲۱ خرداد	۱۲۴-۱۵۵-۷۳	
تابستان	۱۶ تیر	۱۰۱-۱۲۷-۵۴	
	۱۳ مرداد	۱۱۰-۱۳۴-۵۳	
	۲۷ مرداد	۱۱۴-۱۳۰-۴۸	
	۱۱ شهریور	۱۰۴-۱۰۰-۳۳	
	۲۳ شهریور	۱۲۹-۱۲۴-۳۱	
	۸ مهر	۱۳۱-۱۲۶-۳۲	
پاییز	۲۳ مهر	۱۳۹-۱۳۰-۸۰	

	۱۴۶-۱۲۹-۶۹	۵ آبان	
	۱۶۹-۱۲۹-۳۷	۲۱ آبان	
	۱۵۷-۱۲۱-۷۵	۲۷ آبان	
	۱۶۲-۱۱۱-۵۵	۱۱ آذر	
	۱۴۳-۷۶-۳۷	۱۹ آذر	زمستان
	۱۳۶-۷۴-۳۹	۴ دی	
	۱۲۹-۷۲-۴۱	۱۸ دی	
فاقد برگ	----	۲۵ بهمن	
---	۹۰-۱۲۵-۴۲	۲۸ اسفند	

نتایج جدول ۲ نشان می دهد که برگهای منفرد و گوشوارک دار آن در ابتدای ظهور به رنگ سبز روشن هستند ولی با گذشت زمان و وارد شدن به فصل تابستان رنگ برگها تیره تر می شود. برگهای چنار در اواخر تابستان با پیش رفتن به سمت پاییز شروع به تغییر رنگ می کنند و معمولاً به انواعی از رنگهای قهوه ای در می آیند. تنوع رنگ در برگهای این درختان بسیار بالا است. همانطور که مشخص است شروع تغییر رنگ برگها در اواخر فصل تابستان و اوج تغییرات رنگ در اوایل پاییز و معمولاً در آبان ماه گزارش شده است. پس از تغییر رنگ برگها و سوخته شدن کامل آنها ریزش برگها آغاز می شود و رفته رفته درصدی از برگها از درختان می ریزند. همچنین مشاهده شده است که خزان برگها در آذرماه اتفاق افتاده است و معمولاً این زمان در نیمه دوم آذرماه بوده است.



نمودار ۱: تغییرات رنگ برگ درخت چنار طی یک چرخه حیات

نمودار یک با استفاده از داده های کمی جدول ۲ رسم شده است. وقتی نمودار یک رنگ نسبت به رنگ دیگر تفوق دارد به این معناست که آن پدیده به آن رنگ دیده می شود، زمانیکه دو یا هر سه کانال رنگ با همدیگر تلاقی پیدا کنند نشان دهنده تغییر در رنگ پدیده است و از آنجا به بعد کانال رنگی دیگری بر بقیه تفوق پیدا خواهد کرد. با توجه به نمودار یک می توان دریافت که در تاریخ ۲۹ اگوست معادل ۷ شهریورماه تلاقی کانال رنگی سبز و قرمز مشاهده می شود و تا تاریخ ۱۰ اکتبر معادل ۱۸ مهر ادامه دارد و از آنجا به بعد کانال رنگی قرمز شیب صعودی به خود گرفته است و نشان دهنده تغییر رنگ برگ ها به سرخ و قهوه ای است که نشان دهنده انقلاب رنگ در برگ ها است. از آنجاییکه تغییر رنگ برگ های چنار تاثیر مستقیمی در جذب گردشگر دارد، لذا می توان بازه زمانی اواخر مهر ماه تا اواخر آذرماه را به منظور فصل گردشگری پاییزه در این مکان پیشنهاد داد. تحقیقات در حوزه فضای سبز شهری نشان داده اند که افزایش سهم رنگ های متنوع (به ویژه رنگ های گرم مانند قرمز، نارنجی و زرد) در ترکیب گیاهی باعث افزایش ارزیابی زیبایی شناختی منظر

می‌شود. به بیان دیگر، مناظر دارای تغییرات رنگی محسوس نسبت به مناظر یکنواخت سبز، از نظر بصری جذاب‌تر تلقی می‌شوند (Ma et al., 2020).

با توجه به فرم‌های ظهورشناسی ثبت رویدادهای ظهورشناسی و نمودارهای تغییرات رنگ برگ با استفاده از کانال‌های رنگی RGB می‌توان طول دوره تغییر رنگ در برگ‌های گونه چنار را از طریق فاصله بین اوج تغییر رنگ و خزان بدست آورد که در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۳- طول دوره تغییر رنگ برگ گونه چنار

رویدادهای ظهورشناسی	تغییر رنگ برگ‌ها به روش کمی	خزان برگ‌ها	طول دوره تغییر رنگ
تاریخ	۸ مهر	۲۶ آذر	۲ ماه و ۲۰ روز

نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد که طول تغییرات رنگ برگ درختان چنار حدود ۲ ماه و ۲۰ روز است. طول دوره تغییر رنگ گیاهان (مثلاً تغییر رنگ برگ‌ها در پاییز یا شکوفایی و گل‌دهی فصلی) تأثیر مستقیمی بر جذب گردشگر دارد. هرچه این دوره طولانی‌تر باشد، فرصت بازدید برای گردشگران بیشتر شده و احتمال افزایش تعداد بازدیدکنندگان بالا می‌رود.

بحث و نتیجه‌گیری

مطالعات رنگ در باغ‌های شهری هم از حیث اهمیت این موضوع در حفاظت گونه‌ها و هم از جنبه الگوبرداری و کاربرست در طراحی باغ‌های شهری دارای اهمیت است. بنابراین دستیابی به روش‌های کارا و در عین حال ساده در زمینه مطالعات رنگ که بتواند از جانب نهادهای ذیربط به منظور تهیه پالت‌ها و الگوهای رنگی گیاهان مورد استفاده قرار گیرد،

واجد توجه است. بدین ترتیب در مقاله حاضر باغ پهلوانپور مهریز یزد با توجه به پیشینه تاریخی منحصربه فرد و برخورداری از درختان تنومند چنار به عنوان نمونه مطالعاتی جهت بررسی این روش تحلیلی انتخاب شد. لذا برای کاربرد صحیح از رنگ در باغ های شهری لازم است، برنامه ریزان و طراحان شهری بر مبنای پژوهش های علمی و بررسی های کارشناسانه طرح جامع رنگی گیاهان را تهیه نمایند. بدین منظور باید شرایط اقلیمی، ویژگی های بومی مکان و هویت محلی نیز مورد توجه طراحان قرار گیرد. با توجه به شروع تغییر رنگ برگ های چنار در اواخر فصل تابستان و اوج تغییرات رنگ در اوایل پاییز و پس از تغییر رنگ برگ ها و سوخته شدن کامل آنها، ریزش برگ ها و خزان در آذرماه، می توان تقویم گردشگری پاییزه در این مکان را از اواخر مهرماه تا اواخر آذرماه تعریف کرد. وقتی پدیده طبیعی برای چند هفته یا چند ماه قابل مشاهده باشد، گردشگران می توانند در بازه زمانی گسترده تری سفر خود را برنامه ریزی کنند. همچنین ازدحام در یک دوره کوتاه کاهش می یابد و توزیع بازدیدکنندگان متعادل تر می شود. مقاصدی که دوره تغییر رنگ طولانی دارند، فرصت بیشتری برای انتشار تصاویر و تبلیغات در شبکه های اجتماعی و رسانه ها پیدا می کنند و بنابراین گردشگران بیشتری از وجود این جاذبه آگاه می شوند. اگر دوره تغییر رنگ کوتاه باشد، یک بارندگی شدید یا تغییر ناگهانی دما ممکن است کل فصل گردشگری را تحت تأثیر قرار دهد. دوره طولانی تر انعطاف بیشتری برای بازدید ایجاد می کند (Mu et al, 2022). در مطالعات مختلفی به این نتیجه رسیده اند که سه ویژگی طول دوره تغییر رنگ، شدت و تنوع رنگ ها و زمان وقوع پدیده بیشترین اثر را بر جذب گردشگر دارند (Spencer & Holecek, 2007).

رنگ های پاییزی یکی از مهم ترین جاذبه های گردشگری طبیعت در شمال شرق آمریکا هستند. بخش قابل توجهی از گردشگران تنها برای مشاهده و عکاسی از رنگ های پاییزی سفر می کنند. اقتصاد محلی در بسیاری از مناطق به فصل پاییز و حضور این گردشگران وابسته است (Kyne & Diver, 2012). برای گردشگران پاییزی، جذابیت بصری و قابلیت عکاسی از مناظر، یکی از مهم ترین انگیزه های سفر است. بسیاری از مقاصد برای جذب گردشگران پاییزی تقویم پیش بینی رنگ گیری منتشر می کنند (Olmos, 2025). گردشگران پاییزی هدف اصلی سفرشان مشاهده مناظر پاییزی و عکاسی از آن است، نه صرفاً تفریح عمومی. این گروه سفر خود را با زمان اوج تغییر رنگ هماهنگ می کنند. جذابیت بصری چشم انداز،

تنوع رنگ‌ها و زیبایی طبیعی از مهم‌ترین عوامل انتخاب مقصد برای گردشگران پاییزی است. بخش مهمی از درآمد هتل‌ها، رستوران‌ها، مراکز خرید محلی و خدمات گردشگری در فصل پاییز به این گروه وابسته است. حتی چند روز اختلاف در اوج رنگ‌گیری می‌تواند بر تعداد بازدیدکنندگان اثر بگذارد؛ به همین دلیل بسیاری از مقاصد گردشگری، تقویم و پیش‌بینی تغییر رنگ برگ‌ها را منتشر می‌کنند (Spencer & Holecek, 2007). همچنین افزایش سهم رنگ‌های متنوع (به‌ویژه رنگ‌های گرم مانند قرمز، نارنجی و زرد) در ترکیب رنگ گیاهان باعث افزایش ارزیابی زیبایی‌شناختی منظر می‌شود. نتایج این مطالعه نشان داد که تنوع رنگی درختان چنار در فصل پاییز بالا است و شامل طیفی از رنگ‌های گرم (زرد، نارنجی، قرمز و قهوه‌ای) است. مطالعات روان‌شناسی منظر نشان داده‌اند که مناظر دارای گل‌های رنگارنگ و برگ‌های پاییزی رنگی، نسبت به مناظر فاقد این ویژگی‌ها، امتیاز بالاتری در «ترجیح»، «جذابیت» و «توان بازآفرینی ذهنی» دریافت می‌کنند. این امر می‌تواند به افزایش رضایت گردشگران و ماندگاری بیشتر آن‌ها در باغ کمک کند (Ma et al, 2022, Kuper, 2020).

رنگ‌ها به عنوان بخشی از هویت بصری مقاصد گردشگری، نقش کلیدی در جذب گردشگران ایفا می‌کنند. با توجه به اینکه بر خلاف فضاهای شهری، باغ‌های شهری طی فصول مختلف با تغییرات رنگ مواجه می‌شوند و از طرفی اوج زیبایی بصری در بسیاری از این باغ‌ها وابسته به فصل پاییز و تغییر رنگ گیاهان است، لذا بررسی خصوصیات ظهورشناسی این گونه‌ها و تحلیل الگوهای رفتاری آن‌ها در برنامه ریزی برای جذب گردشگر اهمیت شایانی دارد. کاربرد نتایج این پژوهش بر روی دیگر گونه‌های گیاهی در باغ‌شهرهای ایران و مکان‌های با پتانسیل گردش پذیر بالایی می‌تواند جهت برنامه ریزی مدیران فعال در این حوزه به منظور افزایش جذابیت بصری و جذب بازدیدکنندگان مورد استفاده قرار گیرد. همچنین به منظور استخراج الگوهای رفتاری تغییر رنگ برگ این درختان تحت تاثیر عوامل اقلیمی، پیشنهاد می‌گردد که در سالهای متمادی این پژوهش تکرار گردد.

تعارض منافع

در انجام این پژوهش تعارض منافع ندارم.

سپاسگزاری

از جناب آقای دکتر سید حمید متین خواه دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان بدلیل حمایت های معنوی و راهنمایی ارزنده شان در نگارش این پژوهش تشکر و قدردانی می شود.

ORCID



<http://orcid.org/0009-0006-3983-8339>

منابع

- بحرینی، ذاکر. (۱۴۰۱). بررسی، استخراج و ارزیابی شیمیایی رنگدانه قرمز آنتوسیانین در برگ پاییزی گیاه نادینا دامستیکا (بربریداسنا)، علوم و فناوری رنگ، ۱۶(۱)، ۲۵-۱۷.
- تدین، بهاره، قلعه نویی، محمود و ابوبی، رضا. (۱۳۹۷). ارایه روشی به منظور تحلیل و الگوبرداری از رنگ جداره ها در منظر فضاهای شهری تاریخی مورد پژوهی: میدان نقش جهان اصفهان. *باغ نظر*. ۱۵(۵۹)، ۴۳-۵۶. doi: 10.22034/bagh.2018.60566
- خلیل نژاد، سید محمدرضا. (۱۳۹۸). تزئین گرایی، آفت باغ های ایرانی میراث جهانی. منظر، ۱۱(۴۶)، ۵۵-۵۰. DOI:2019.84297manzar10.22034
- سیدباقری، فائزه و باصولی، مهدی. (۱۴۰۴). تحلیل نقش رنگ در ادراک منظر گردشگری. گردشگری فرهنگ، ۶(۲۲)، ۱۹-۶. doi: 10.22034/toc.2025.509056.1189
- شعبان زاده، پروین، بنی اسدی، مصطفی، حیاتی، باب اله و راحلی، حسین. (۱۳۹۴). ارزش گذاری اقتصادی خدمات تفریحی و تعیین میزان تمایل بازدید کنندگان به پرداخت هزینه برای بازدید از اماکن گردشگری شهری (مطالعه موردی: باغ گل های شهر اصفهان). *فصلنامه اقتصاد و مدیریت شهری*، ۴(۱۳)، ۱۷-۱.
- شهبازی، عاطفه. ۱۳۹۰. بررسی تغییرات ظهورشناسی چند گونه درختی و درختچه ای با استفاده از روش های توصیفی و تحلیل کمی رنگ پدیده ها. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
- شهبازی، عاطفه و متین خواه، سیدحمید و بشری، حسین (۱۳۹۰). بررسی کارایی روش ثبت کمی پدیده شناسی در مقایسه با سایر روش های موجود در گونه زیتون. *فصلنامه تحقیقات جنگل و صنوبر ایران*. ۱۹(۴)، ۶۰۸-۵۹۷. DOI: <http://dx.doi.org/10.22092/ijfpr.2011.107521>

شهبازی عاطفه، متین خواه، سید حمید. (۱۳۹۲). پایش ظهورشناسی گونه عرعر (*Ailanthus altissima*) در شمال غرب اصفهان. بوم شناسی کاربردی. ۲ (۴): ۲۵-۳۵

قلانی، ابراهیم و جعفری، زهرا (۱۴۰۲). پایش فنولوژی درخت زیتون تلخ (*Melia azedarach*) در استان اصفهان، چهارمین کنفرانس بین المللی و هفتمین کنفرانس ملی صیانت از منابع طبیعی و محیط زیست به همراه پنجمین همایش ملی جنگل ایران، اردیبل.

عالیپور، حامد، نیکبخت، علی، اعتمادی، نعمت اله، نوربخش، فرشید و فرهاد رجالی. (۱۳۹۵). بررسی اثر قارچ های میکوریزا بر رشد و جذب عناصر غذایی درختان چنار. نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. ۶ (۲۱)، ۹۰-۸۱

[10.18869/acadpub.jcpp.6.21.81](https://doi.org/10.18869/acadpub.jcpp.6.21.81)

قهرمان، ا، ۱۳۷۸، "فلور رنگی ایران"، جلد ۱۹، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع.

متین خواه، سید حمید. (۱۳۸۵). بررسی فنولوژی (ظهورشناسی) سی و پنج گونه درختی و درختچه ای در شهر اصفهان، علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۰ (۴)، ۵۱۶-۵۰۳

[20.1001.1.24763594.1385.10.4.39.0](https://doi.org/10.1001.1.24763594.1385.10.4.39.0)

ناصری، پاریس، آذری، امید، و مریدا، محمدرضا. (۱۴۰۱). نقش برنامه ریزی عملکردی در خلق بناهای پایدار؛ نمونه موردی: باغ بهلولان پور مهریز. بوطقای معماری، ۲ (۵)، ۳۷-۵۵. SID. <https://sid.ir/paper/1030428/fa>

References

- Gao, X., Dai, J., Tao, Z. (2025). A comprehensive evaluation framework for climate effect on plant viewing activities. *Int J Biometeorol* 69, 3403–3419. <https://doi.org/10.1007/s00484-025-03029-9>
- Kyne, A., Diver, K. (2012). Climate Change and Autumn Colors in New England's Forests. *The Northeastern Geographer*, 4(1): 34-53
- Kuper, R. (2020). Effects of Flowering, Foliation, and Autumn Colors on Preference and Restorative Potential for Designed Digital Landscape Models. *Environment and Behavior*, 52(5), 544-576.
- Liu, J., Cheng, H., Jiang, D., Huang, L. (2019). Impact of climate-related changes to the timing of autumn foliage colouration on tourism in Japan. *Tourism Management*. 70: 262-272. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2018.08.021>.
- Ma B, Hauer RJ, Xu C. Effects of Design Proportion and Distribution of Color in Urban and Suburban Green Space Planning to Visual Aesthetics Quality. *Forests*. 2020; 11(3):278. <https://doi.org/10.3390/f11030278>.
- Maclaren, V. (2006). Urban sustainability reporting. *Journal of the American Planning Association*, 62 (2): 184 - 183.
- Nagai, S., T. Maeda, M. Gamo, H. Muraoka, R. Suzuki and K.N. Nasahara. 2011. Using digital camera images to detect canopy condition of deciduous broad-leaved trees. *Plant Ecology & Diversity*, 4(1): 79-89.

- Nagai S, Saitoh TM, Yoshitake S. (2019). Cultural ecosystem services provided by flowering of cherry trees under climate change: a case study of the relationship between the periods of flowering and festivals. *International Journal of Biometeorology*. 63(8):1051-1058. doi: 10.1007/s00484-019-01719-9
- Nagai, S. Yasuyuki, M., Saitoh, T. M., Narumasa, T. (2021). Usefulness of social sensing using text mining of tweets for detection of autumn phenology. *Frontiers in Forests and Global Change* 4: 659910. DOI=10.3389/ffgc.2021.659910
- Nagai, S., Taku, M. Saitoh, Tsutsumida, N. (2024). Retrieval of cherry flowering phenology on Flickr and YouTube. *Frontiers in Sustainable Tourism*, 3.1280685. <https://doi.org/10.3389/frsut.2024.1280685>
- Olmos, M. (2025). Main Spotlight: The Economics of Fall Foliage Tourism. *News & Stories*. <https://mainstreet.org/the-latest/news/main-spotlight-the-economics-of-fall-foliage-tourism/>
- Schwartz, M. D., 2003. Manual for phenological Observers. Wisconsin phenological Society. PP.24.
- Spera, S.A., Spangler, K.R., Hubert, M.O. et al. The effects of climate change on the timing of peak fall foliage in Acadia National Park. *Landsc Ecol* 38, 2339–2355 (2023). doi.org/10.1007/s10980-023-01703-0
- Spencer, D. M., & Holecek, D. F. (2007). A profile of the fall foliage tourism market. *Journal of Vacation Marketing*, 13(4), 339-358.
- Zexing., T. Quansheng, G., E. Huanjiong, W., (2015). Phenological basis of determining tourism seasons for ornamental plants in central and eastern China. *J. Geogr. Sci.* 25(11):1343-1356. DOI: 10.1007/s11442-015-1238-z
- Mu Y, Lin W, Diao X, Zhang Z, Wang J, Lu Z, Guo W, Wang Y, Hu C, Zhao C., (2022). Implementation of the visual aesthetic quality of slope forest autumn color change into the configuration of tree species. *Sci Rep*. 20;12(1):1034. doi: 10.1038/s41598-021-04317-1.
- Alipour Amraie, H., Nikbakht, A., Etemadi, N., Norbakhsh, F., & Rejali, F. (2016). Beneficial effects of mycorrhizal fungi on growth characteristics and nutrients uptake by plane tree (*Platanus orientalis* L.), subjected to deficit irrigation. *Isfahan University of Technology- Journal of Crop Production and Processing*, 6(21), 81-90. [In Persian]
- Bahreini, Z. (2022). Investigation, Extraction and Chemical Evaluation of Anthocyanin Red Pigment of *Nadina Domestica* (berberidaceae) shrub in autumn leaves. *Journal of Color Science and Technology*, 16(1), 17-25. [In Persian]
- khalilnezhad, S. (2019). Misadventure of decorative management in the World Heritage's Persian gardens. *MANZAR, the Scientific Journal of landscape*, 11(46), 50-55. doi: 10.22034/manzar.2019.84297

- Tadayon, B, Ghalenoe, M and Aboee, R. (2018). Proposing a Method for Analyzing the Color Facade and adopting it as Pattern in Historic Urban Spaces' scape Case Study: Naghsh-e Jahan Square of Isfahan. *The Monthly Scientific Journal of Bagh-e Nazar*, 15(59), 43-56. doi: 10.22034/bagh.2018.60566. [In Persian]
- Ghahreman. A. (1399). Colorful Flora of Iran. *Forest and Rangeland Research Institute*.
- Qalani, Ebrahim and Jafari, Zahra, 2013, *Phenology monitoring of bitter olive tree (Melia azedarach) in Isfahan province*, Fourth International Conference and Seventh National Conference on Protection of Natural Resources and Environment along with Fifth National Conference on Forestry of Iran, Ardabil. [In Persian]
- Matinkhah, Hamid. (2007). Phenological Study of Thirty-Five Tree and Shrub Species in Esfahan City. *Jwss*, 10 (4) :503-517. [In Persian]
- Naseri, Parnis, AZARI, OMID, & Morida, Mohammad Reza. (2022). The role of functional planning in the creation of sustainable buildings, such as Garden Pahlavanpur Mehriz, Yazd. *International Journal of Bionic Architecture*, 2(5), 37-55. SID. <https://sid.ir/paper/1030428/en>. [In Persian]
- Shahbazi. A. (2011). Phylogenetic changes of several tree and shrub species using descriptive methods and quantitative analysis of color phenomena. Master's thesis, Faculty of Natural Resources, Isfahan University of Technology. P.125. [In Persian]
- Shahbazi A, Matinkhah S H. (2013) Monitoring Phenology of Ailanthus altissima in North West Isfahan. *Iranian Journal of Applied Ecology*; 2 (4) :25-35. [In Persian]
- Shabanzadeh P, Baniasadi M, Hayati B, Raheli H. (2016). Economic Pricing of Recreational Services and Determining Visitors' Willingness to Pay Costs for Visiting Urban Tourist Places (Case Study: Garden of Flowers in Isfahan). *Journal of Urban Economics and Management*; 4 (13) :1-17. [In Persian]
- Shahbazi, A., Matinkhah, S. H. and Bashari, H. (2011). Evaluating a proposed quantitative method to record plants phenological stages in comparison with other approaches for Olive species (*Olea europaea* L.). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 19(4), 608-597. doi: 10.22092/ijfpr.2011.107521. [In Persian]
- Seyedbagheri, F and Basouli, M. (2025). An Analysis of the Role of Color in the Perception of Tourism Landscapes. *Tourism of Culture*, 6(22), 6-19. doi: 10.22034/toc.2025.509056.1189. [In Persian]