

## **The Golden Ratio in Landscape and Green Spaces Design**

Zahra Karimian

Assistant Prof. of Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad

### **Abstract**

Using mathematical and geometrical laws of nature in landscape and green spaces design, is one of the favorable options to create beautiful landscapes visually and in line with nature. Golden Ratio and the Fibonacci sequence, have been known from thousands of years and has been used in various designs by humans. Applying these ratio and sequence in landscape design and green space by engineers and experts of the field, had been not so considerable. Therefore, in this paper , methods and how to use the golden ratio, golden rectangle and spiral and the Fibonacci sequence in landscape design and green spaces studied and described. The frequency of this mathematical relation in various aspects of nature and the universe and also the conscious and sometimes unconscious familiarity of human with this ratio, shows that The practical use of the golden ratio and Fibonacci sequence in Landscape and green space of human life, need for further study and reflection.

**Keywords:** Geometry of nature, Golden ration, Green space, Landscape.

---

## نسبت طلایی در طراحی منظر و فضای سبز

زهرا کریمیان

استادیار پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد، پست الکترونیک ([karimian@um.ac.ir](mailto:karimian@um.ac.ir))

### چکیده

استفاده از قوانین و روابط ریاضی و هندسی حاکم بر طبیعت در طراحی مناظر و فضاهای سبز، یکی از گزینه‌های مطلوب در ایجاد مناظر بصری زیبا و همسو با طبیعت است. نسبت طلایی و دنباله فیبوناچی از هزاران سال پیش شناخته شده و در طراحی‌های مختلف مورد استفاده بشر قرار می‌گرفته است. کاربرد این نسبت و دنباله در طراحی منظر و فضای سبز چندان مورد توجه و نظر مهندسان و کارشنان این حوزه نبوده است، از این رو در مقاله حاضر، روش‌ها و چگونگی استفاده از نسبت طلایی، مستطیل و مارپیچ طلایی و همچنین دنباله فیبوناچی در طراحی منظر و فضای سبز بررسی و تشریح شده است. فراوانی این رابطه ریاضی در جنبه‌های مختلف طبیعت و هستی و همچنین آشنایی ناخودآگاه و گاه خودآگاه بشر با این نسبت، نشان می‌دهد، استفاده کاربردی از نسبت طلایی و دنباله فیبوناچی در منظر و فضای سبز پیرامون زندگی انسان نیاز به مطالعات و تأمل بیشتری دارد.

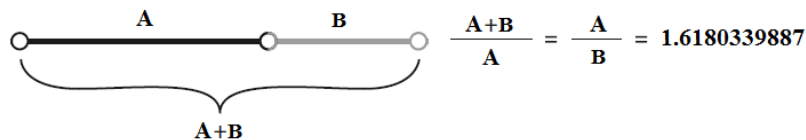
واژه‌های کلیدی: فضای سبز، منظر، نسب طلایی، هندسه طبیعت

## مقدمه

### نسبت طلایی

نسبت طلایی، ثابت طلایی، بخش طلایی، میانگین طلایی، نسبت فیبوناچی، نسبت الهی و غیره، همگی نام‌هایی برای یک نسبت مرموز و یک ثابت ریاضی هستند که در طبیعت و ریاضیات به چشم می‌خورد. جوهانس کپلر ریاضیدان بزرگ آلمانی معتقد بود، دو گنج بزرگ هندسه، قضیه فیثاغورث و نسبت طلایی می‌باشند (Huntley, 1970, 62). اقلیدوس ریاضیدان یونانی و پدر هندسه، اولین تعریف در مورد نسبت طلایی را بدون دادن نام یا عنوانی به آن ارائه کرد.

نسبت طلایی از تقسیم یک پاره خط به دو قسمت (A و B) حاصل می‌شود به طوری که نسبت طول بخش بزرگ تر (A) به طول کل پاره خط، با طول بخش کوچک تر (B) به بخش بزرگ تر (A)، برابر باشد. این نسبت برابر با  $1/6180339887$  خواهد بود، بنابراین نسبت طلایی یک عدد (ثابت) گنگ است که علامت یونانی  $\phi$  (PHI) به آن اختصاص یافته است (شکل 1).



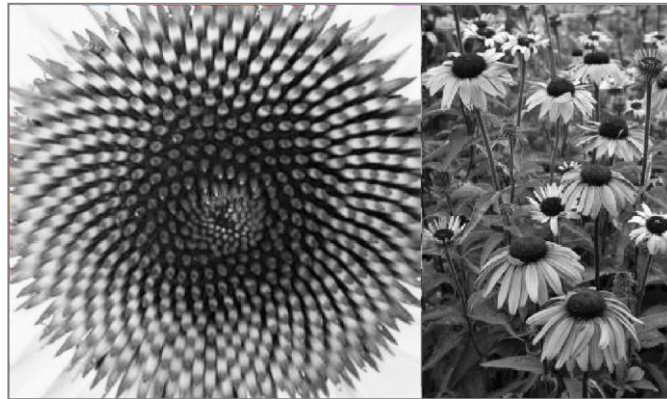
شکل 1. پاره خط AC در نقطه B به قسمت یا مقطع طلایی تقسیم شده است.

در قرن سیزدهم میلادی، یک ریاضیدان ایتالیایی به نام لئوناردو دا پیزا مشهور به فیبوناچی (Fibonacci) الگوی جالبی از اعداد با توالی 1، 1، 2، 3، 5، 8، 13، 21، 34، 55، ... را بیان کرد، به طوری که در این دنباله، هر عدد با مجموع دو عدد قبلی خود برابر است. از طرفی در این دنباله هر چه به سمت جلو پیش رویم، از تقسیم هر عدد بر عدد قبل از خود، عدد  $1/6$  به دست می‌آید به طوری که این نسبت در ادامه توالی دقیق‌تر شده و برابر با عدد فی  $1/6180339887$  یا همان عدد طلایی خواهد شد (Akhtaruzzaman and Shafie, 2011, 2).

### نسبت طلایی در طبیعت

نسبت طلایی اولین بار در طبیعت و گیاهان مشاهده شد. اشکال فراوانی در طبیعت، از یک ثابت خاص ریاضی، نسبت طلایی یا بخش طلایی شکل یافته‌اند. نسبت طلایی بارها و بارها در طبیعت تکرار شده است، به همین دلیل گذشتگان این نسبت را یک نسبت مقدس و الهی دانسته و آن را گواه حضور خداوند در زمین و هستی و نشانه خلقت در نظر گرفته‌اند (Reka Kata, 2012, 73). یکی از این موارد، بدن انسان است که نمونه‌های فراوانی از نسبت طلایی در آن وجود دارد، برای مثال در نسبت طول دو بخش اول انگشتان یا طول انگشت میانی در برابر انگشت کوچک، طول صورت به عرض آن و طول دهان به عرض بینی. همچنین در چرخش کهکشان‌ها، مدار بیضوی سیارات به دور خورشید، حرکت سیکلی ابرها، ماریپیج دی ان ای، فیلوتاکسی (آرایش برگ‌ها یا بذور بر روی یک گیاه) و آرایش گلبرگ‌ها، نسبت طلایی به چشم می‌خورد (Page et al., 2010, 74-76). دنباله فیبوناچی نیز در تعداد گلبرگ‌های گونه‌های مختلف گیاهی مانند برخی گونه‌های لیلیوم و زنبق‌ها (3 گلبرگ)، آلاله، رز وحشی و زبان پس قفا (5 گلبرگ) و تعداد گلبرگ‌های برخی دیگر از گونه‌های گیاهی 8، 13، 21 و ... قابل مشاهده است. آرایش بذور بر

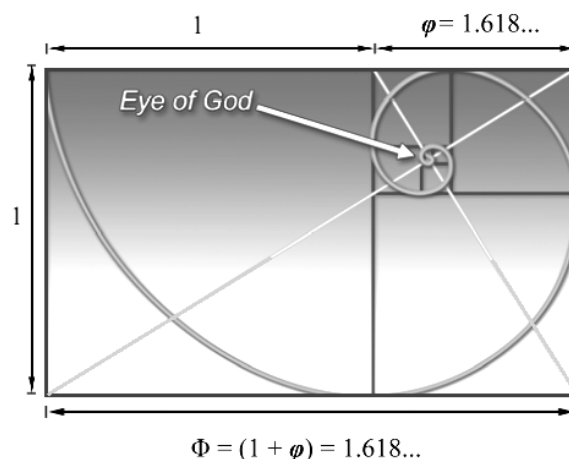
روی طبق گل آفتابگردان نیز نمونه بارزی دیگری از نسبت طلایی در طبیعت است که دارای 34 مارپیچ در جهت عقربه‌های ساعت و 21 مارپیچ بر خلاف آن می‌باشد، این آرایش در گیاه دارویی سرخارگل نیز دیده می‌شود که خود تاییدی بر توالی فیبوناچی در طبیعت است (Akhtaruzzaman and Shafie, 2011, 8) (شکل 2). تحقیقات نشان می‌دهد، برقراری نسبت طلایی در طبیعت و هستی، هارمونی، زیبایی و تعادل را با خود به همراه داشته و دری از ادراکی عمیق‌تر به سوی زیبایی و معنویت در جهان حقیقی و کائنات به روی انسان خواهد گشود.



شکل 2. مارپیچ طلایی در گیاه سرخارگل (به ترتیب 55 و 34 مارپیچ در جهت و خلاف جهت عقربه‌های ساعت، توالی فیبوناچی)

### نسبت طلایی در معماری

در معماری دو کمیت در نسبت طلایی مطرح است و نسبت طلایی زمانی برقرار است که نسبت بخش بزرگتر به کوچکتر، با نسبت کل به بخش بزرگتر برابر باشد. نسبت طلایی بویژه در معماری، اغلب به شکل یک مستطیل در نظر گرفته می‌شود که خود از یک مربع و یک مستطیل دیگر تشکیل شده است، یک توالی که تا بی‌نهایت و به طور کامل از هر دو طرف، می‌تواند ادامه داشته باشد (Charles Painton, 2011, 12). درون این مستطیل، جایگاه‌های خاصی وجود دارد که جذابیت بصری ویژه‌ای با نام چشم مستطیل (چشم خدا) را تشکیل می‌دهند. این چشم‌ها در محل تقاطع خطوط مستطیل‌های طلایی ایجاد می‌شوند. (شکل 3).



شکل 3. مستطیل طلایی و چشم مستطیل (چشم خدا) در مارپیچ طلایی

احتمالا اولین کسانی که از نسبت طلایی در معماری، بویژه ساخت معابد استفاده کردند یونانی‌ها بودند، برای مثال ادعا شده است که معبد پارتنون در آتن با استفاده از نسبت طلایی، طراحی و ساخته شده است. این ادعا در مورد اهرام مصر و بناهای تاریخی دیگری نیز صورت گرفته است. استفاده از نسبت طلایی در بناهای مذهبی به دلیل تکرار و وفور آن در طبیعت و به عنوان نماد و نشانه‌ای از خداوند مورد استفاده قرار می‌گرفته است. بعدها در دوره رنسانس استفاده از نسبت طلایی در هنر، موسیقی، معماری و منظرسازی رونق یافت. میس وندر روهه، مدیر دانشکده معماری در موسسه تکنولوژی ایالت ایلینویز، که بخاطر معماری به یادماندنی آسمان‌خراش‌های شیشه‌ای و فولادی مشهور است در محوطه این موسسه، کل نماهای ساختمانی را با کمک نسبتی از بخش یا برش طلایی، 1 به 1/618 طراحی کرد. این ساختمان با استفاده از مستطیل طلایی به طور کامل به پنج زیر ستون قسمت تقسیم شده است، به گونه‌ای که مستطیل‌ها در یک الگو تکرار می‌شوند (Elam, 2001, 20 and 78). همچنین طبقه همکف کاخ بارلو در آرژانتین (1923 میلادی) بر اساس برش یا بخش طلایی طراحی شده است (Akhtaruzzaman and Shafie, 2011, ) (17).

### نسبت طلایی در طراحی منظر و فضای سبز

واژه طراحی همواره با علم ریاضیات و هندسه همراه بوده است. ریاضیات و هندسه به مطالعه اشکال و اعداد می‌پردازند. همچنین ریاضی از جنبه هنری، خلق ریتم‌ها، ترتیب‌ها، طراحی‌ها و هارمونی‌ها و از جنبه علمی، مطالعه قانده‌مند موارد ذکر شده است. بنابراین ریاضیات از یک طرف به مطالعه کیفی ساختارهای زیبایی‌پرداخته و از طرف دیگر خالق اشکال و فرم‌های هنرمندانه زیبایی می‌باشد (Sinclair and Higginson, 2006, 140). اگرچه تاکنون تعاریف مختلفی برای زیبایی در منظر و طبیعت ارائه شده است اما به طور کلی می‌توان گفت در این نوع زیباشناسی به جنبه‌های بصری و هنری منظر با توجه به مفاهیم کثرت و تنوع، طبیعت‌گرایی، نظم ذاتی در شکل، ترکیب و رنگ توجه می‌شود (Halprin, 1966). قدرت زیبایی‌شناسی، به تاثیرگذاری جهان اطراف ما در چگونگی درک ما مربوط است و این امر توسط طراحان و روانشناسان مورد تایید قرار گرفته است. قانده‌ها هر چه طراحی منظر و فضای سبز در محیط‌های انسانی بر اساس قوانین و اصول مستخرج از طبیعت و هستی باشد، با روح و روان و همچنین جسم انسانی، همخوانی بیشتری خواهد داشت.

مطالعات نشان می‌دهد نسبت طلایی دارای خواص فرکتال (خودمشابه‌سازی) است و هندسه فرکتال در مستطیل طلایی به وضوح دیده می‌شود. فرکتال، ساختاری هندسی، متشکل از اجزایی است که با بزرگ کردن هر جزء با مقیاس معین، ساختار اولیه به دست خواهد آمد به طوری که، هر جزء با کلس همانند است. ساختارهای فرکتال در طبیعت به وفور یافت می‌شوند. تحقیقات اخیر نشان داده است سیستم ادراکی بشر برای پردازش الگوهای فرکتالی تکامل یافته است به طوری که برای مشاهده تصاویر فرکتالی، نوعی ترجیح ادراکی در انسان وجود دارد (Perry, 2012, 167)، بنابراین با پذیرش این مساله که نسبت طلایی ویژگی‌های فرکتالی دارد، اثرات مثبت تصاویر فرکتالی بر ادراک انسان در مورد نسبت طلایی نیز صادق خواهد بود.

در باغ معبد رویان جی در ژاپن، تحقیقات تاندر و لیونز (2005) نشان داد تمام ساختار این باغ بر اساس یک فرم فضایی مشابه شاخه‌های یک درخت است. به طوری که می‌توان گفت این الگوی فرکتال تصادفی نبوده و طراحان باستانی این باغات پیچیده و مینیمالیستی، احتمالا دارای یک دانش شهودی از الگوی طبیعت بوده اند.

استفاده از روابط ریاضی و هندسی از دیرباز در طراحی اماکن، شهرها و باغات مختلف در سرتاسر دنیا رایج بوده است. برای مثال در ایران، شهر اکباتان در قرن ششم پیش از میلاد به شکل دایره کامل طراحی شده بود و معمولا در این دوره از طراحی‌های هندسی متقارن استفاده می‌شده است (Nejad Ebrahimi, Aliabadi, 2015, 221). همچنین در طراحی باغ پاسارگاد و باغ سلطنتی، از یک شبکه هندسی در طراحی باغ استفاده شده است که خود منشا ظهور چهارباغ می‌باشد (Naima, 2006, 27).



شکل 4. ماریچ طلایی در طراحی محوطه دانشکده مهندسی دانشگاه پلی تکنیک کالیفرنیا (1) و مرکز ملی گل های وحشی بریتانیا (2)

با توجه به مشاهدات و مطالعاتی که در زمینه کاربرد نسبت طلایی در طبیعت شده است می توان پذیرفت که طبیعت، دنباله فیبوناچی و نسبت طلایی را نسخه برداری کرده است. از آنجایی که منظر بخشی از طبیعت است، منطقی است که اثر قوانین نسبت طلایی و دنباله فیبوناچی را در هارمونی زیباشناختی تقارن یا عدم تقارن انعکاس یافته در منظر و فضای سبز مورد بررسی قرار داد.

در مطالعه ای به منظور بررسی ترجیحات زیباشناسی افراد در رنگ، الگو و طرح، نسبت طلایی با سایر نسبت ها مثل نسبت 1:1، 1:3 و نسبت های تصادفی در طراحی های گرافیکی مربوط به چاپ و نشر مقایسه شدند. نتایج این تحقیق نشان داد نسبت طلایی (صرفاً در متن و کانتکت) در مقایسه با سایر نسبت ها، مطلوبیت بیشتری از نظر شرکت کنندگان داشته است (Aramis, 1, Gary, 2004).

استفاده آگاهانه از نسبت طلایی و دنباله فیبوناچی در طراحی منظر و فضاهای سبز، امر چندان رایجی نیست و شاید بتوان نمونه های اندکی از این کاربرد هندسی را در طراحی های فضای سبز برشمرد. برای نمونه می توان از طراحی محوطه دانشکده مهندسی دانشگاه پلی تکنیک کالیفرنیا و مرکز ملی گل های وحشی در لیورپول انگلستان که به صورت ماریچ طلایی طراحی شده اند نام برد (شکل 4). اگر چه استفاده از المان های مختلف که با نسبت طلایی و بویژه ماریچ طلایی طراحی و یا تزئین شده اند در برخی موارد به چشم می خورد.

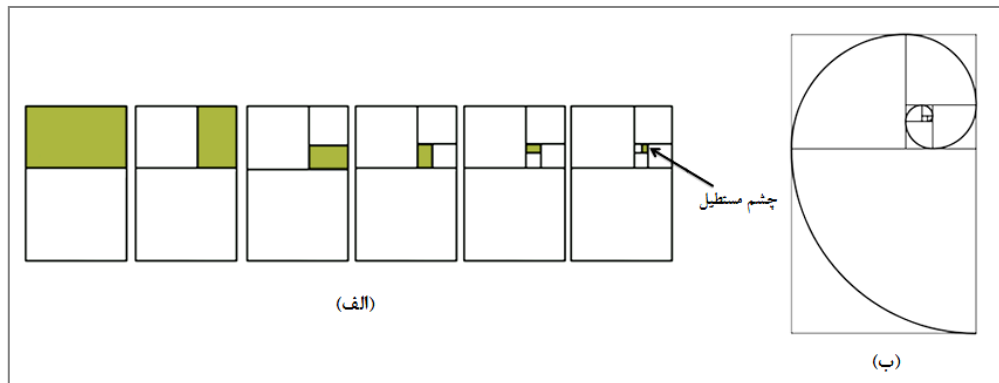
طراحی با نام لیندسی نپ در تحقیقی به مطالعه طراحی باغات زیبا و خوشایند پرداخت و دلایل این موفقیت را به ابعاد طبیعی محل، استفاده از نسبت طلایی و دنباله فیبوناچی مربوط دانست. شکل مستطیلی باغات مورد مطالعه او، الگویی از مستطیل طلایی بودند. او همچنین در مستطیل طلایی طراحی شده ای، گیاهان را بر اساس ارتفاع آن ها که مطابق نسبت طلایی بود در طول یکدیگر قرار داد. مسیر سنگفرش پیرامون این محوطه مطالعاتی بر اساس دنباله فیبوناچی به صورت 2، 3 و 5 گروه بندی شده بودند.

#### چگونگی استفاده از نسبت طلایی در طراحی منظر و فضای سبز

به منظور طراحی منظر و فضاهای سبز نظیر پارک ها، باغات، میداين و غیره با استفاده از نسبت و عدد طلایی می توان از موارد زیر استفاده کرد:

- استفاده از مستطیل طلایی

- استفاده از مارپیچ طلایی
- استفاده از دنباله فیبوناچی



شکل 5. نحوه ترسیم مستطیل طلایی و ایجاد نقطه "چشم مستطیل" در آن (الف) و ایجاد مارپیچ طلایی (ب)

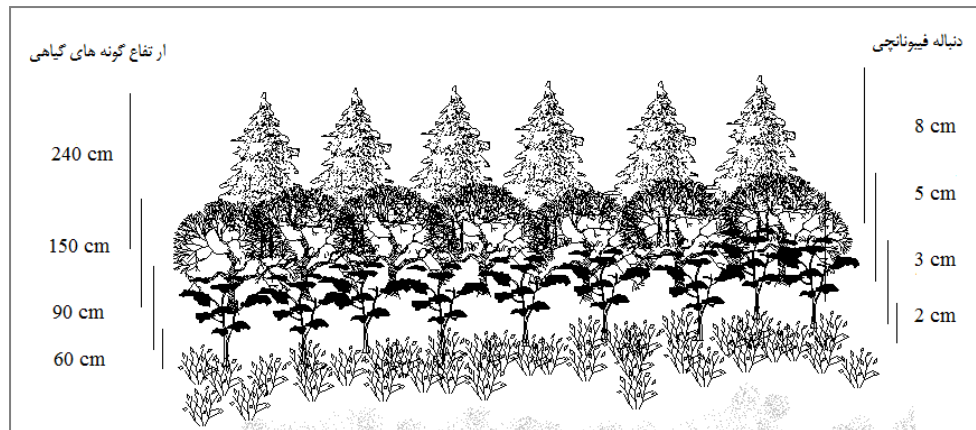
در طراحی‌های منظر و فضای سبز، مواردی که نیاز به طرح مستطیلی شکل و اشکال هندسی با الگوی اولیه مستطیل است می‌توان در طراحی پایه این مستطیل از نسبت طلایی استفاده کرد، به این ترتیب که مستطیلی طراحی کرد که نسبت طول به عرض آن برابر با  $1/618$  (عدد طلایی) باشد. مستطیلی که با این نسبت طراحی شود معمولاً از هارمونی و زیبایی بیشتری برخوردار خواهد بود.

همچنین می‌توان با تکرار طراحی این مستطیل در درون خودش (هندسه فرکتال) نقطه چشم مستطیل که پیش از این به آن اشاره شد را به دست آورد. این نقطه، می‌تواند جایگاه خاصی در طراحی منظر و فضای سبز داشته باشد، به این ترتیب که می‌توان از المان‌ها و گونه‌های گیاهی خاص با شکل، ترکیب و رنگ ویژه در این نقطه استفاده کرد (شکل 5).

چنانچه در طراحی مورد نظر در فضای سبز، لازم باشد شکل مستطیل به وضوح قابل تشخیص باشد می‌توان در پیرامون و همچنین مرزهای داخلی یا فضای درون آن، طراحی کاشت گونه‌های گیاهی را به گونه‌ای جانمایی کرد که این هدف تامین شود. برای ایجاد مارپیچ طلایی در طراحی منظر و فضای سبز، پس از ترسیم مستطیل طلایی (در بالا ذکر شد)، چنانچه از گوشه هر مربع، یک کمان به شعاعی برابر با ضلع آن مربع رسم شود، مارپیچ یا اسپیرال طلایی به دست خواهد آمد (مشابه این مارپیچ با استفاده از مثلث طلایی نیز قابل ترسیم می‌باشد) که به دلیل انحنای بسیار زیبای آن، قطعاً جایگاه ویژه‌ای در طراحی پارک‌ها، باغات و دیگر انواع فضای سبز خواهد داشت (شکل 5). چشم مستطیل یا چشم خدا در انتهای این مارپیچ نیز قرار دارد. استفاده خلاقانه از این مستطیل و مارپیچ طلایی منجر به ایجاد و خلق طرح‌های متنوع و همسو با هندسه طبیعت خواهد شد. امروز با استفاده از نرم‌افزارهای طراحی در معماری و فضای سبز نظیر اتوکد، تردی مکس و غیره، به راحتی می‌توان با استفاده از نسبت طلایی به خلق اشکال، طرح‌ها و ترکیبات بدیع و زیبا پرداخت و تحولی در زمینه طراحی منظر و فضای سبز ایجاد کرد.

یکی دیگر از موارد استفاده از این نسبت مربوط به دنباله فیبوناچی است، با کمک اعداد موجود در دنباله فیبوناچی، می‌توان تعداد گونه‌های گیاهی، المان‌ها و اجزای مورد استفاده، ترتیب و توالی کاربرد آن‌ها در منظر و فضای سبز (بوژه طراحی کاشت) را مطابق با این نسبت تنظیم و طراحی کرد. ترکیب گونه‌های گیاهی با نسبت  $2:3:5$ ، چیدمان این گونه‌ها (و گاهی المان‌ها) با دنباله فیبوناچی، استفاده از عدد طلایی ( $1/618$ ) در بکارگیری نسبت گونه‌های گیاهی مختلف (و سایر اجزای مورد استفاده در طراحی) در طراحی کاشت، و همچنین استفاده از توالی فیبوناچی و عدد طلایی برای چیدمان گونه‌های گیاهی بر اساس ارتفاع آن‌ها، نمونه‌هایی از بکارگیری این نسبت در طراحی‌های منظر و فضای سبز هستند. برای مثال در طراحی کاشت گونه‌های گیاهی

بر اساس ارتفاع، می توان به ترتیب از سمت عقب به جلوی منظر، از گونه های درختی با ارتفاع فرضی 240 سانتی متری، گونه های درختچه ای با ارتفاع 150 سانتی متری، گیاهان بوته ای با ارتفاع 90 سانتی متری و گونه های علفی (گلدار و غیره) با ارتفاع 60 سانتی متری در یک الگوی مناسب استفاده کرد (شکل 6).



شکل 6. استفاده از دنباله فیبوناچی یا طلایی در طراحی کاشت گونه های گیاهی در فضای سبز بر اساس میانگین ارتفاع

### نتیجه گیری

استفاده از روابط ریاضی و هندسه موجود در طبیعت به منظور طراحی منظر و فضای سبز به دلیل همخوانی و همسویی با طبیعت و هستی و آشنایی دیرینه با روح و روان انسانی، مورد اقبال و ترجیح خواهد بود. کاربرد نسبت طلایی و دنباله فیبوناچی علاوه بر طراحی اولیه و پایه در منظر و فضای سبز، در آرایش و چیدمان گونه های گیاهی مختلف (گلها، درختچه ها، درختان و گیاهان پوششی) و همچنین سایر المانها و اجزای موجود در منظر، به منظور ایجاد ترکیبها و فضاهای بدیع، متناسب و زیبا از نظر رنگ، فرم و اندازه، بویژه طی طراحی کاشت قابل توصیه است.

### مراجع

- Akhtaruzzaman, M.D., Shafie, A., (2011), **Geometrical Substantiation of Phi, the Golden Ratio and the Baroque of Nature, Architecture, Design and Engineering**, International Journal of Arts 2011, 1(1), 1-22.
- Aramis Gary, J., (2004), **Comparing the Golden Ratio in Context and Non-context Conditions**:
- Charles Painton, M., (2011), **Frascati Plantation: A Cultural Landscape Report**, Ms. Thesis of Landscape Architecture, Ball State University, Muncie, Indiana, pp. 117.
- Elam, K., (2001), **Geometry of Design, Studies in Proportion and Composition**, Princeton Architectural Press, New York 10003.
- Halprin, L., (1966), **Freeways**, New York, Reinhold, pp. 160.
- Huntley, H. E., (1970), **The divine proportion: a study in mathematical beauty**, Dover publications, Inc. 31 East 2nd Street, Mineola, N.Y. 11501. Library of congress, Catalog Card Number: 70-93195.
- Naima, G., (2006), **Gardens of Iran** (Perian ed.), Tehran, Payam Publication, pp. 306.
- Nejad Ebrahimi, A., Aliabadi, M., (2015), **The Role of Mathematics and Geometry in Formation of Persian Architecture**, Asian Culture and History, 7(1), 220-239.
- Page, T., Thorsteinsson, G., Ha, j., (2010), **Natural Sections in Product Design**, International Journal of Contents, 6(3), 71-82.



- Perry, S.G., (2012), **Unfinished Landscape, Fractal Geometry and the Aesthetic of Ecological Design**, PhD. Thesis, Queensland University of Technology, pp. 283.
- Reka Kata, B., (2012), **Introductory Thoughts for Analysing the Landscape According to the Golden Ratio**, Geographica Pannonica, 16(2), 72-83.
- Sinclair, N., Higginson, W., (2006), **Mathematics and the Aesthetic: New Approaches to an Ancient Affinity**, Springer Science & Business Media, pp. 288.
- Using Page Design and Geometric Patterns**, Earlham College, Indiana, pp. 38.