

## بررسی اندازه شکل درخت در ایجاد سایه برای آسایش بیشتر عابرین پیاده در سطح خیابان‌های شهر زابل

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۰/۲۵  
تاریخ پذیرش نهایی: ۹۳/۳/۲۷

اکبر کیانی\* - محمد علی میرشکاری\*\*

### چکیده

«سایه درخت» در شهرهایی که با «مسأله کنترل دما» در ماه‌های گرم مواجه هستند، فواید بسیار زیادی در ابعاد اقتصادی (کاهش مصرف انرژی در ماه‌های گرم و غیره)، ابعاد فیزیکی-کالبدی (حفظ تأسیسات شهری و غیره) و ابعاد اجتماعی (افزایش میزان نشاط و کارایی شهروندان و غیره) دارد. از این رو، مقاله حاضر به‌طور مستقیم بر اندازه شکل درخت (کاناپی درخت) و سایه‌ای که درخت ایجاد می‌نماید، تأکید می‌کند. به عبارتی این مقاله با رویکرد استقرایی (جزء به کل) به «مسأله ایجاد سایه» پرداخته است. هدف تحقیق بررسی اندازه سایه درخت بر اساس شکل یا حجم (کاناپی) درخت برای ایجاد سایه بیشتر در سطح خیابان‌های بخش مرکزی شهر زابل می‌باشد. علت انتخاب شهر زابل، گرمای طاقت فرسا در بیشتر ماه‌های سال در سطح شهر می‌باشد. طبق تحقیقات میدانی به عمل آمده، سرانه فضای سبز شهر زابل از استانداردهای کشوری پایین‌تر بوده و گونه‌های غالب درختان در سطح خیابان‌های این شهر اکالیپتوس و نخل بادبزنی است که از نوع گونه‌های بلندقد می‌باشند، وضعیت «نسبت میزان سایه» آن نسبت به پیاده‌روهای این شهر نامناسب می‌باشد. روش تحقیق توصیفی-کاربری و مبتنی بر مطالعات کتابخانه‌ای، اسنادی و بررسی‌های میدانی است. منطقه مورد مطالعه شامل بررسی وضعیت درختان دو خیابان بخش مرکزی شهر زابل در محدوده بازار می‌باشد. در تیرماه «اندازه سایه درختان»، «ارتفاع درختان» و «میزان چتری بودن شکل درختان» طی ساعاتی که گرما محسوس بوده به‌طور مستقیم اندازه‌گیری و محاسبه شدند، سپس با استفاده از نرم‌افزار اتوکد مقادیر به‌دست آمده ترسیم و خروجی‌های آن مورد مقایسه و تحلیل قرار گرفتند. نتایج تحقیق نشان می‌دهد، در ساعاتی که به سایه درخت بیشتر احساس نیاز می‌شود «میزان سایه درختان چتری شکل» بیشتر از «درختان بلند قد» است. در ساعت ۱۲ «میزان قطر سایه درخت نخل» ۳/۲۲ متر می‌باشد. اما در همین ساعت «میزان سایه برای درخت اکالیپتوس» ۱/۹۴ متر می‌باشد.

واژگان کلیدی: حجم سایه درخت، ایجاد سایه، شهر زابل، زاویه تابش.

\* دانشیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه زابل، زابل، ایران (نویسنده مسئول).

Email: Kianiakbar@uoz.ac.ir

\*\* دانشجوی کارشناسی‌ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

## مقدمه

شهر زابل در بیشتر ماه‌های سال با «مسأله گرمای طاقت فرسا» مواجه است. گرمای بیش از حد شهر زابل در ابعاد مختلف شهری، ایجاد مشکل می‌نماید. برای مثال:

(الف) در ابعاد اقتصادی (افزایش مصرف انرژی، استفاده بیشتر از سیستم‌های سرمایشی و غیره)  
(ب) در ابعاد فیزیکی - کالبدی (آسیب‌رسانی به تأسیسات شهری، مسائل زیست محیطی، کاهش استانداردهای حد مطلوب آسایش و غیره)

(ج) در ابعاد اجتماعی (کاهش میزان نشاط و کارایی شهروندان، کاهش پیاده‌روی شهروندان و غیره).  
سوابق علمی-پژوهشی و تجربیات جهانی<sup>۱</sup> نشان می‌دهد که بررسی «اندازه شکل یا حجم (کاناپی) درخت در ایجاد سایه برای کاهش دما» در شهرها به‌طور جامع انجام نشده‌است. هدف تحقیق بررسی اندازه سایه درخت براساس «شکل یا حجم (کاناپی) درخت» برای «ایجاد سایه بیشتر در سطح خیابان‌های شهر زابل» می‌باشد. پیرامون موضوع اثرات مثبت و منفی درختان در شهرها فعالیت‌های علمی و اجرایی متعددی انجام شده است. به طوری که برخی محققان همانند فاهمی و همکاران معتقدند که درختان با کاهش سرعت باد تا حدود زیادی مانع از گردش آسان و روان هوا در سطح شهر می‌شوند و وضعیت نامطلوبی برای شهرها ایجاد می‌کنند (Fahmy et al., 2010, p. 346)، اما اثرات مثبت آن‌ها در شهرها زیاد می‌باشد. اثراتی مانند صرفه‌جویی در مصرف انرژی (Akbari et al., 2001, pp. 295-310)، تأثیر گیاهان در رفتار دمایی شهر (Huang et al., 2008, pp. 241-257)، تأثیر گیاهان در آسایش شهری (Gomez et al., 2011, pp. 311-328) و ارتباط بین فضای سبز و سلامتی (Maas et al., 2009, pp. 586-595) انجام شده است. خیابان‌ها، راه‌ها و کوچه‌ها در کارکرد هر شهری حیاتی می‌باشند. اهمیت آن‌ها فقط به‌خاطر جریان انداختن ترافیک انسانی و جابه‌جایی کالاها نمی‌باشد، همچنین به سبب ایجاد فضای عمومی کار، ملاقات، تبادل و بعضی مواقع برگزاری جشن و نمایش‌های خیابانی دارای اهمیت می‌باشند (Shepperson, 2009, p. 365).

شهر زابل به‌دلیل قرارگیری در مناطق بیابانی ایران و نفوذ کمتر ابرها دارای روزهایی با ساعات آفتابی بیشتر می‌باشد. طبق تحقیقات میدانی به عمل آمده سرانه فضای سبز این شهر از استانداردهای کشوری پایین‌تر بوده و گونه‌های غالب درختان در سطح خیابان‌های این شهر اکالیپتوس و نخل بادبزی است که از نوع گونه‌های بلند قد می‌باشند. وضعیت «نسبت میزان سایه» آن نسبت به پیاده‌روهای این شهر نامناسب می‌باشد. با توجه به مسائل و ویژگی‌های شهر زابل «ایجاد سایه درختان» بر اساس «اندازه شکل درختان» می‌تواند مسائل و مشکلات ناشی از اشعه خورشید را کاهش دهد.

## ۱. فرضیه‌های تحقیق

با توجه به مطالب بالا و مسائل و ویژگی شهر زابل فرضیه‌ها به صورت زیر طرح شده‌اند:

- از آنجا که زاویه تابش خورشید در تیرماه برای شهر زابل تقریباً عمود می‌باشد، به نظر می‌رسد اگر تاج درختان گسترده و پهن باشد و به نحوی که از بالا تقریباً سطح پیاده‌رو را بپوشاند، نسبت به درختان بلندقد که قطر تاج آن‌ها کم‌تر است، سایه تمام سطح پیاده‌رو را بپوشاند.
- از آنجا که خورشید هرچه به‌صورت مایل‌تر بتابد، سایه اجسام در فاصله دورتری نسبت به آن افکنده می‌شود. با انتخاب گونه‌های درختی که ارتفاع آن‌ها کوتاه‌تر است، سایه درخت در سطح پیاده‌رو افکنده می‌شود.

## ۲. پیشینه تحقیق

تجربیات جهانی برای «کاهش اثرات درجه حرارت مستقیم نور خورشید» بیشتر متوجه شهرهایی می‌شود که با این مسأله مواجه هستند. پژوهش‌های گسترده‌ای پیرامون استفاده از «سایه سازه‌های ساختمانی» وجود دارد، اما آن‌چه که پژوهش حاضر به طور جزئی‌تر و با روشی ابتکاری جستجو نموده است، در تجربیات جهانی به طور خاص نیاز به بررسی دارد. به عبارت دیگر کمتر به بررسی «اندازه شکل درخت (کاناپی درخت)» در «ایجاد سایه» برای کاهش اثرات منفی (دمای طاقت فرسا و غیره) و افزایش میزان آسایش شهروندان در سطح خیابان‌ها و به ویژه پیاده‌روهای شهری پرداخته شده‌است. به عبارت دیگر عواملی که «تمرکز بر سایه و شکل درخت» نمایند، نیاز به بررسی‌های بیشتر دارد.

اساساً بیشتر پژوهش‌های انجام شده در مورد فضای سبز، بر مبنای محاسبه سرانه فضای سبز و مکان‌یابی پارک‌ها بوده است. اما مدت زمانی است که رویکرد به فضای سبز شهری به عرصه‌های فعال و پویای عملکردهای اجتماعی، فرهنگی و روانی تغییر کرده است. به طور مثال: صالحی‌فرد و همکاران (Salehifar et al., 2010, p. 52). درباره طراحی سایه می‌توان به پژوهش کریمیان و همکاران اشاره نمود که مطالعه موردی آن دانشگاه یزد می‌باشد. در این پژوهش ایجاد سایبان با روش زنده و غیرزنده بررسی شده است (Karimian et al., 2009, pp. 81-84). طاهباز در شهر بم با استفاده از روش نقاب سایه الکی به طراحی سایه در فضای باز می‌پردازد (Tabbaz, 2007, pp. 27-38). ایران‌نژاد پاریزی (Iran-Nejhad Parizi et al., 2009, pp. 99-105)، طی یک مقاله در شهر یزد که فضای سبز با درختان بزرگ و سایه‌دار وجود ندارد، پیشنهاد

نموده است که برای ایجاد سایه در پیاده‌روهای این شهر، ابتدا با استفاده از سازه‌های مناسب به احداث سایبان‌هایی در پیاده‌روها اقدام شود. سپس با معرفی پنج‌گونه گیاهی بالارونده متناسب با اقلیم این شهر شرایط لازم برای احداث سایبان فراهم می‌شود.

گومز- موناژ، مطالعه خود را برای مکان‌های با آب و هوای گرم و خشک در کشور مکزیک انجام می‌دهد، ایشان به این نتیجه می‌رسد که درختان بزرگ ۷۰ درصد سایه را در طول بهار و تابستان فراهم می‌کنند. در نتیجه در مصرف انرژی صرفه‌جویی‌های قابل توجهی صورت می‌گیرد (Gomez-Munoz et al., 2010, pp. 61-68). تجربیات جهانی و داخلی نشان می‌دهد، «سایه درخت» به گونه‌ای که هدف مقاله حاضر است، به طور مستقیم مورد بررسی قرار نگرفته است.

### ۳. مبانی نظری

توجه به موضوعی همانند «سایه درخت» در عین پرداختن به جزئیات و کشف بیشتر ابعاد کاربردی، فواید و آثار متعددی در شهرها ایجاد می‌نماید که محاسبه ارزش‌های حیاتی و مادی آن از جزء به کل، منجر به تحولاتی جدید در شهرها می‌شود.

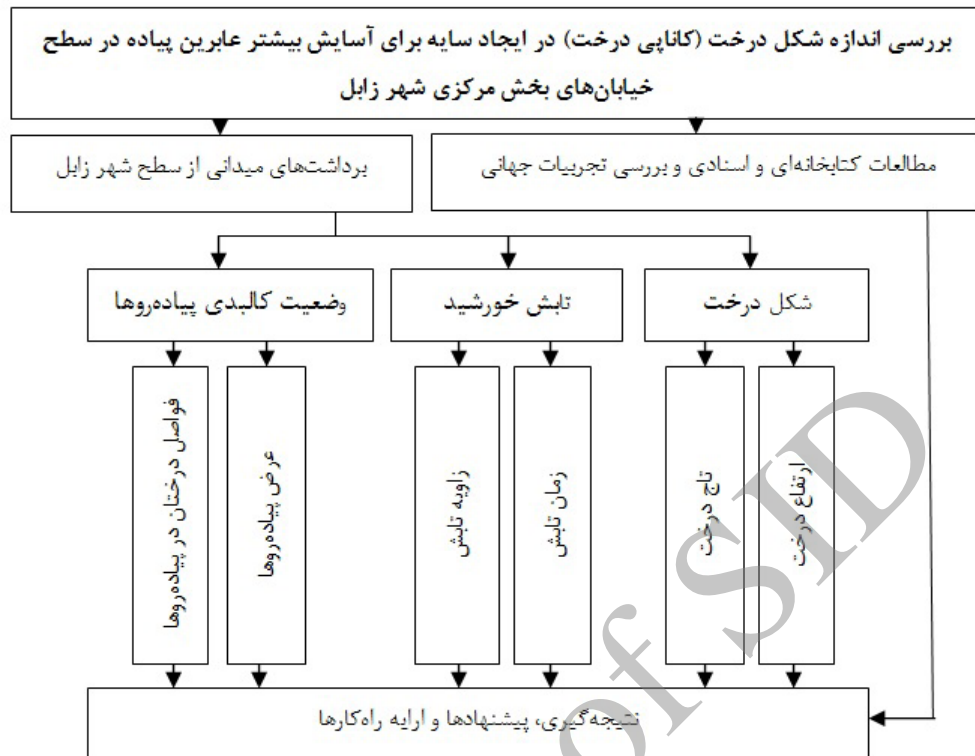
پاتریک گدس از بنیان‌گذاران مکتب طبیعت‌گرایی است، معتقد است که هر شهر رشد طبیعی دارد و نیز از محیط طبیعی که در آن به وجود آمده است، جدایی ناپذیر است (Ziari, 1999, p. 14). ایرانیان از دیرباز با فضای سبز آشنا بودند و سابقه آن به قرون اولیه میلادی برمی‌گردد (Ebrahim-Zadeh & Ebadi, 2008, p. 40).

وجود فضای سبز یکی از شاخص‌های تعیین‌کننده منظر شهری است. اهمیت تخصیص فضای سبز در شهرهای مناطق خشک بیشتر از سایر مناطق است. اصولاً عرصه‌های شهری که بدون برنامه و طرح کاربردی تعریف شده توسعه می‌یابند، به دلیل رواج سوداگری زمین و تخصیص بیشترین فضا برای سکونت و فعالیت، پیوسته محدودیت بسیاری برای فضای سبز دارند (Rahnamaei, 1990, p. 183). امروزه بیشتر شهرهای کشورهای جهان سوم با بحران کاهش کیفیت زندگی شهری مواجه هستند. یکی از دلایل کاهش کیفیت زندگی ممکن است مقدار محدود نواحی و فضاهای سبز شهری باشد (Imam, 2006, pp. 192-209). تعداد زیادی از دانشمندان اعتقاد دارند که فضای سبز شهری از عناصر مهم اکوسیستم‌های شهری هستند و خدمات محیطی و اجتماعی مفیدی را فراهم می‌کنند که به موجب آن در بهبود کیفیت زندگی در شهرها مشارکت دارند (Mahmud & El-Sayed, 2011, pp. 157). به طوری که مردم به سبب احساس در طبیعت بودن و برای تفریح و استراحت، برای دسترسی به این فضاهای سبز شهری حریص می‌باشند (Li et al., 2005, pp. 325-336). مبانی نظری و سابقه تحقیق نشان می‌دهد که توجه به موضوع و مسأله «ارزش سایه در برنامه‌ریزی و طراحی شهری» در طی دهه اخیر روند تصاعدی داشته است. این موضوع هنگامی مشخص و عینی می‌شود که برای «شکل درخت» و «ارزش سایه» آن محاسبات دقیق و علمی مبتنی بر زاویه خورشید (عرض جغرافیایی شهر مورد مطالعه) و تأثیرات شکل درخت در ایجاد سایه انجام پذیرد.

### ۴. روش پژوهش

این مقاله با رویکرد استقرایی (جزء به کل) به «مسأله ایجاد سایه» پرداخته است و سایه ترکیبی ساختمان‌ها را با سایه درخت همساز نموده است. به سبب این‌که اهمیت خود «سایه درخت» متناسب با «شکل درخت» موضوع جدید و قابل بررسی برای شهرهای دارای اقلیم گرم و خشک است. روش تحقیق، توصیفی- کاربردی و مبتنی بر مطالعات کتابخانه‌ای، اسنادی و بررسی‌های میدانی می‌باشد. در پژوهش حاضر، ابتدا موقعیت خورشید برای عرض جغرافیایی ۳۱ درجه شهر زابل در آسمان مشخص شد. سپس در تیرماه زاویه تابش خورشید طی چندین ساعت (۱۰، ۱۲ و ۱۴) با الهام از کتاب طراحی اقلیمی مرتضی کسمایی محاسبه شد (Kasmai, 1999, p. 138). شکل ۱ جزئیات بیشتر عوامل مورد بررسی را جهت تحلیل وضعیت «شکل درخت» در «ایجاد سایه» نشان می‌دهد.

شکل ۱: عوامل مورد بررسی جهت اندازه‌گیری شکل درخت (کاناپی درخت) در ایجاد سایه برای آسایش بیشتر عابرین پیاده در سطح خیابان‌های بخش مرکزی شهر زابل



#### ۴-۱- محدوده مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه و بررسی شامل بخش مرکزی شهر زابل می‌باشد (شکل ۲)، علت انتخاب این محدوده انطباق وضعیت خیابان‌ها و پیاده‌روها و تنوع گونه‌های درختی در راستای اهداف و فرضیه‌های تحقیق بوده‌است. همچنین به علت ملحوظ‌شدن زاویه خورشید در محاسبات، طرفین خیابان‌ها مورد بررسی پیمایشی قرار گرفته‌اند. جدول ۲، جزئیات بیشتر عوامل اندازه‌گیری شده در سطح خیابان‌های مذکور را نشان می‌دهد.



شکل ۲: شهر زابل و موقعیت محدوده خیابان‌های مورد بررسی (بخش مرکزی شهر زابل)



(Housing and Urban Development of Sistan & Balochestan Province, 2006)

همان‌گونه که در شکل ۳، (تصاویر الف و ب) مشاهده می‌شود، درختان متفاوت از لحاظ شکلی وجود دارد: الف) درخت بلند قد (ب) و ج) درخت چتری شکل، در این تحقیق تلاش شده با توجه به موارد بالا و وضعیت شهر زابل به بررسی این نکته پرداخته شود که: چگونه می‌توان از طریق بررسی «شکل درختان»، «ارتفاع یا قد درختان» و «میزان سایه درختان»، سایه مطلوبی را برای عابرین پیاده فراهم آورد.

شکل ۳: حجم (کاناپی) درخت و میزان سایه: الف) درخت بلند قد اکالیپتوس خیابان مطهری، ب) درخت چتری شکل پده خیابان مطهری و ج) درخت چتری شکل خیابان مفتوح



موقعیت خورشید را می‌توان در زمان و مکان، با دو زاویه، یعنی زاویه تابش و زاویه جهت تابش تعیین کرد. منظور از زاویه تابش زاویه‌ای است که بین تصویر امتداد تابش بر صفحه افق و شمال واقعی به وجود می‌آید (Kavyani & Alijani, 2001, p. 67). جدول ۱، زاویه تابش خورشید را در فصل تابستان برای شهر زابل نشان می‌دهد. این جدول بر حسب ساعات مختلف زاویه تابش را نشان می‌دهد و تنها در اول تیر ماه است که خورشید به صورت عمودی تر می‌تابد.

جدول ۱: موقعیت زاویه تابش خورشید شهر زابل در تابستان

| ماه   | تیر |     |     | مرداد |     |     | شهریور |     |     |
|-------|-----|-----|-----|-------|-----|-----|--------|-----|-----|
| ساعت  | ۱۰  | ۱۲  | ۱۴  | ۱۰    | ۱۲  | ۱۴  | ۱۰     | ۱۲  | ۱۴  |
| زاویه | ۶۳° | ۸۲° | ۶۳° | ۶۱°   | ۷۹° | ۶۱° | ۵۶°    | ۷۰° | ۵۶° |

## ۵. یافته‌های تحقیق

جدول ۲، میانگین اندازه درختان محدوده مورد مطالعه را با توجه به ارتفاع تنه درخت تا زیر تاج آن، قطر تاج و ارتفاع درخت را در دو لبه خیابان نشان می‌دهد. گونه‌های غالب در این خیابان‌ها شامل اکالیپتوس، نخل بادبزنی و نخل می‌شود. در خیابان امام خمینی حد فاصل چهارراه دکتری به میدان انقلاب هر سه گونه درخت وجود دارد.

جدول ۲: عوامل اندازه‌گیری شده در سطح خیابان‌های شهر زابل (واحدها به متر)

| خیابان   | گونه درخت   | ارتفاع درخت | قطر تاج درخت | ارتفاع تنه درخت |
|--|-------------|-------------|--------------|-----------------|
| ضلع جنوبی خیابان امام خمینی به طرف میدان انقلاب  | اکالیپتوس   | ۶           | ۱/۸۷         | ۲/۳۰            |
|  | نخل بادبزنی | ۶           | ۱/۸۵         | ۴/۷۶            |
|  | نخل         | ۵           | ۳/۲۰         | ۲               |
| ضلع شمالی خیابان امام خمینی به طرف میدان انقلاب  | اکالیپتوس   | ۸/۲۵        | ۲/۷۵         | ۲/۷۵            |
|  | نخل بادبزنی | ۳/۹۱        | ۱/۸۳         | ۲/۸۴            |
|  | نخل         | ۷/۵۰        | ۳            | ۵/۳۵            |
| ضلع جنوبی خیابان امام خمینی به طرف چهارراه دکتری | اکالیپتوس   | ۵/۷۰        | ۲/۳۵         | ۲/۴۵            |
|  | نخل بادبزنی | ۴/۵۰        | ۱/۹۰         | ۳/۴۷            |
|  | اکالیپتوس   | ۵/۴۸        | ۲/۶۳         | ۲/۳۰            |
| ضلع شمالی خیابان امام خمینی به طرف چهارراه دکتری | نخل بادبزنی | ۳/۳۵        | ۱/۸۷         | ۲/۲۸            |
|  | نخل بادبزنی | ۵/۶۲        | ۱/۹۳         | ۴/۶۲            |
|  | نخل بادبزنی | ۶/۳۲        | ۱/۵۹         | ۵/۲۸            |
| ضلع شرقی خیابان شهرداری                          | نخل         | ۸/۶۳        | ۳            | ۷/۱۷            |
|  | نخل         | *           | *            | *               |
| ضلع غربی خیابان شهرداری                          | نخل         | *           | *            | *               |
|  | نخل         | *           | *            | *               |
| ضلع غربی خیابان شهربانی به طرف شهید باقری        | نخل         | *           | *            | *               |
| ضلع شرقی خیابان شهربانی به طرف شهید باقری        | نخل         | *           | *            | *               |

با توجه به محتوای جدول ۲، در بین درختان، نخل با ارتفاع ۸/۶۳ متر در خیابان حدفاصل بین شهربانی با شهید باقری، بلند قدترین درخت و قطر تاج هم برای این درخت با ۳/۲۰ متر در ضلع جنوبی خیابان امام خمینی، نسبت به دیگر درختان موجود در محدوده مورد مطالعه زیادتر می‌باشد.

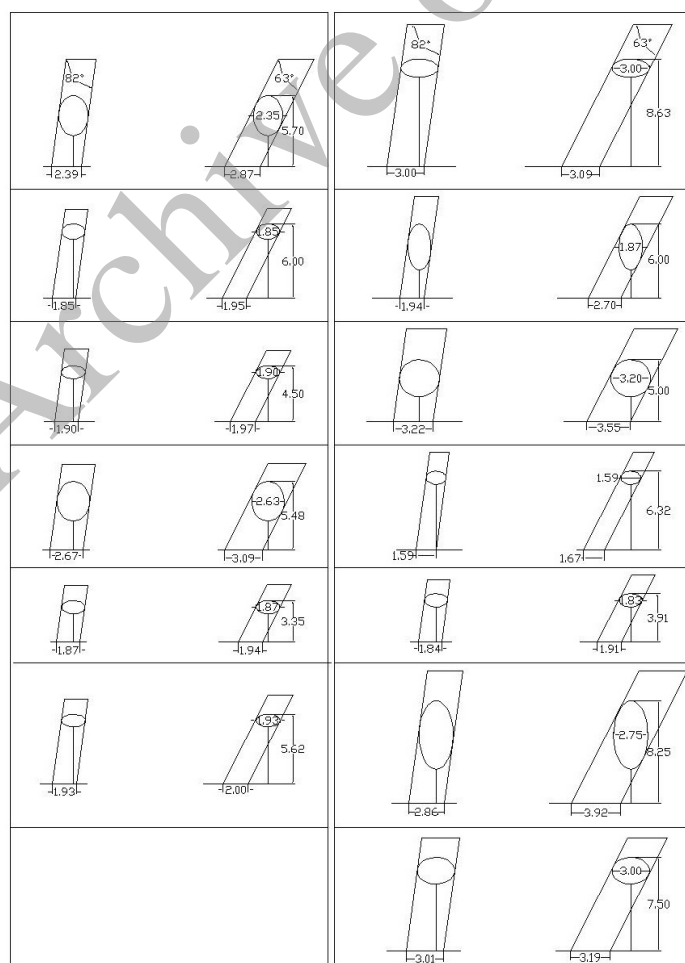
تصاویری که در شکل ۴ وجود دارند، خروجی‌هایی می‌باشند که با استفاده از نرم‌افزار اتوکد برای نشان دادن میزان قطر سایه درختان طراحی شده است و اندازه‌های واقعی به دست آمده در قالب جدول ۳ آورده شده است. جدول ۳ در دو بازه زمانی متفاوت طراحی شده است (ساعات ۱۰ و ۱۲)، از آنجا که زاویه تابش خورشید در ساعت ۱۴، مانند ساعت ۱۰ می‌باشد و فقط جهت تابش خورشید عوض شده است. از تکرار آن در جدول ۳ امتناع ورزیده شده است.

از جمله عواملی که در این تحقیق به بررسی آن پرداخته شده است، مسأله «مکان قرارگیری سایه درخت» می‌باشد. جدول ۳ مکان افکنده شدن مرکز سایه درختان را در ساعات ۱۰ صبح و ۱۴ بعد از ظهر نشان می‌دهد. برحسب این جدول کم‌ترین فاصله با میزان ۱/۴۳ متر برای درخت نخل بادبزنی در ضلع شمالی خیابان امام خمینی از شهربانی به چهارراه دکتری و بیشترین فاصله با میزان ۴/۰۲ متر برای درخت نخل در ضلع غربی خیابان حد فاصل شهربانی با شهید باقری اختصاص دارد.

جدول ۳: سایه‌های به دست آمده از درختان مورد مطالعه در سطح خیابان‌ها شهر زابل (واحدها به متر)

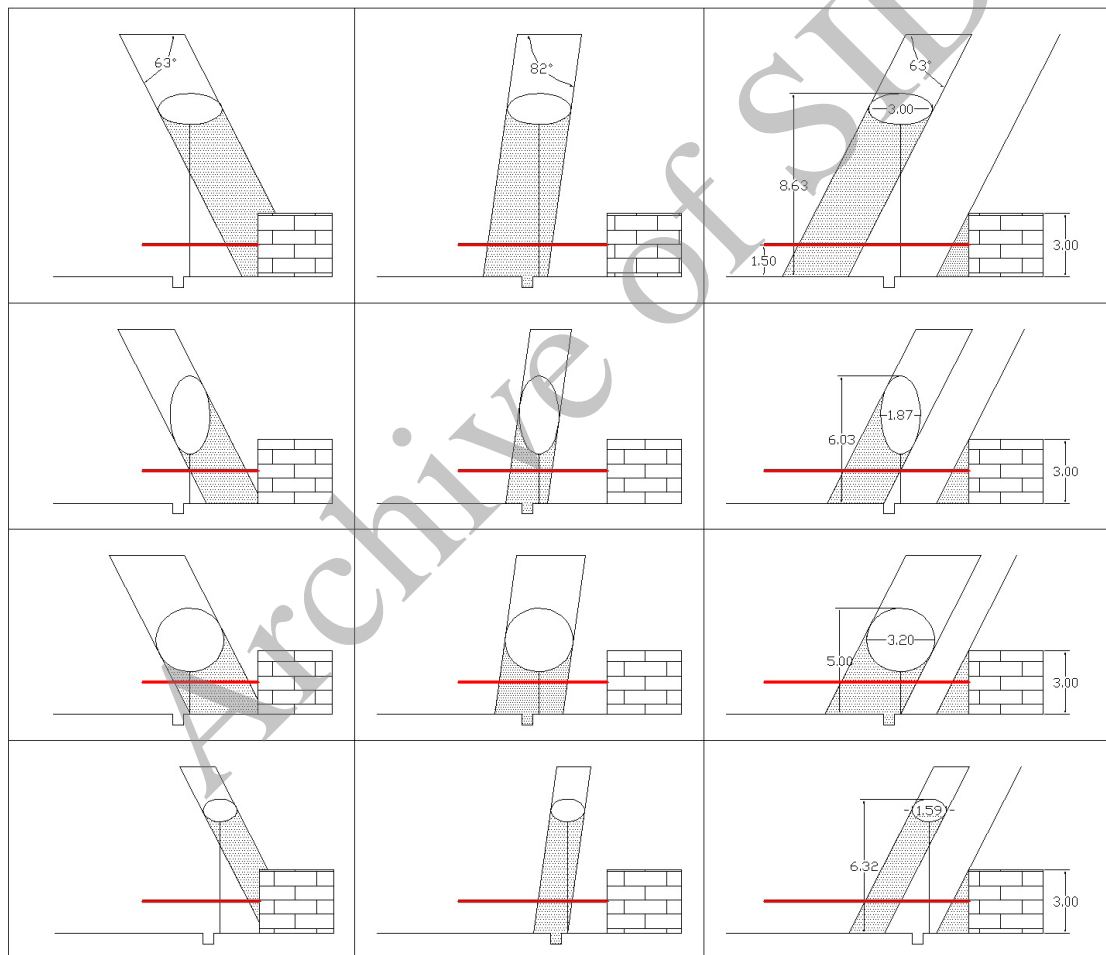
| فاصله مرکز سایه نسبت به تنه درخت | قطر سایه درخت |         | گونه | خیابان  |
|----------------------------------|---------------|---------|------|---|
|                                  | ساعت ۱۰       | ساعت ۱۲ |      |   |
| ۰/۷۹                             | ۲/۸۷          | ۱/۹۴    | ۲/۷۰ | ضلع جنوبی خیابان امام خمینی از شهربانی به میدان انقلاب  |
| ۰/۹۸                             | ۳/۵۲          | ۱/۸۵    | ۱/۹۵ |   |
| ۰/۴۹                             | ۱/۸۰          | ۳/۲۲    | ۳/۵۵ |   |
| ۰/۷۸                             | ۲/۸۱          | ۲/۸۶    | ۳/۹۲ | ضلع شمالی خیابان امام خمینی از شهربانی به میدان انقلاب  |
| ۰/۴۸                             | ۱/۷۲          | ۱/۸۳    | ۱/۹۱ |   |
| ۰/۹۳                             | ۳/۲۷          | ۳/۰۱    | ۳/۱۹ |   |
| ۰/۵۶                             | ۲/۰۳          | ۱/۹۰    | ۱/۹۷ | ضلع جنوبی خیابان امام خمینی از شهربانی به چهارراه دکتری |
| ۰/۵۷                             | ۲/۰۷          | ۲/۳۹    | ۲/۸۷ |   |
| ۰/۴۰                             | ۱/۴۳          | ۱/۸۷    | ۱/۹۴ |   |
| ۰/۵۳                             | ۱/۹۸          | ۲/۶۷    | ۳/۰۹ | ضلع شمالی خیابان امام خمینی از شهربانی به چهارراه دکتری |
| ۰/۷۲                             | ۲/۶۰          | ۱/۹۳    | ۲    |   |
| ۰/۸۰                             | ۲/۹۵          | ۱/۵۹    | ۱/۶۷ |   |
| ۱/۰۹                             | ۴/۰۲          | ۳       | ۳/۰۹ | ضلع غربی خیابان از شهربانی به شهید باقری                |
| *                                | *             | *       | *    | ضلع شرقی خیابان از شهربانی به شهید باقری                |

شکل ۴: سایه‌های اندازه‌گیری شده از درختان مورد مطالعه در سطح خیابان‌های شهر زابل



تصاویری که در شکل ۵ وجود دارند، وضعیت قرارگیری سایه درختان را نسبت به پیاده‌روها را نشان می‌دهند. این شکل به صورت ماتریسی طراحی شده است تا سطرهای آن نشان‌دهنده گونه‌های درخت و ستون‌های آن نشان‌دهنده زاویه خورشید در ساعات متفاوت باشد. یک خط افقی، موازی با سطح پیاده‌رو و جاده به ارتفاع ۱/۵۰ متر در این تصاویر طراحی شده است. این خط به عنوان شاخصی برای نشان دادن وجود و عدم وجود سایه در این قسمت از فضای بالای پیاده‌رو عمل می‌کند. زیرا در مواقعی که زاویه خورشید کم می‌باشد، سایه درخت ممکن است روی کف پیاده‌رو بیفتد. اما فضای بالای آن نور خورشید باشد، در نتیجه عابر پیاده از این سایه بهره‌ای نمی‌برد. تصاویر سطر (الف) درخت نخل بلند قدی را با ارتفاع ۸/۶۳ متر که قطر تاج آن ۳ متر می‌باشد، سطر (ب) درخت اکالیپتوس را با ارتفاع ۶ متر و قطر تاج آن ۱/۸۷ متر می‌باشد، سطر (ج) درخت نخلی را با ارتفاع نسبتاً زیاد (۵ متر) و قطر تاج این درخت ۳/۲۰ متر می‌باشد و سطر (د) درخت بلند قد نخل باد بزی را با ارتفاع ۶/۳۲ متر و قطر تاج آن ۱/۵۹ متر می‌باشد، نشان می‌دهد. ستون ۱ زاویه تابش نور خورشید (۶۳ درجه) در ساعت ۱۰، ستون (۲) زاویه تابش ۸۲ درجه در ساعت ۱۲ و ستون (۳) زاویه تابش ۶۳ درجه را در ساعت ۱۴ نشان می‌دهد.

شکل ۵: مکان قرارگیری سایه درختان مورد مطالعه نسبت به پیاده‌روها در وضعیت موجود براساس داده‌های اقلیمی شهر زابل



#### ۵-۱- تحلیل و مقایسه یافته‌ها با پژوهش‌های جهانی

ظهور ارزش‌های اقتصادی انرژی، همچنین ملاحظات پایداری بر ارزش سایه درختان روی قسمت بیرونی ساختمان افزوده است (Kuhn, 2006, p. 661). در نتیجه کاربرد گیاهان در ساختمان‌ها یک پتانسیل قوی برای صرفه‌جویی انرژی جدا از ارزش زیبایی شناسی آن‌ها فراهم می‌کند. زیرا آن‌ها می‌توانند در ساعات اوج تقاضای مصرف برق در کاهش مصرف آن مشارکت داشته باشند (Gomez-Munoz et al., 2010, p. 149). همان‌گونه که در شکل ۵، تصاویر ستون (۲)، تصویر (ب-۳) و تصویر (ج-۳) نشان می‌دهند، به این دلیل که قطر تاج درختان زیاد نمی‌باشند، سایه آن‌ها بر روی در و دیوار

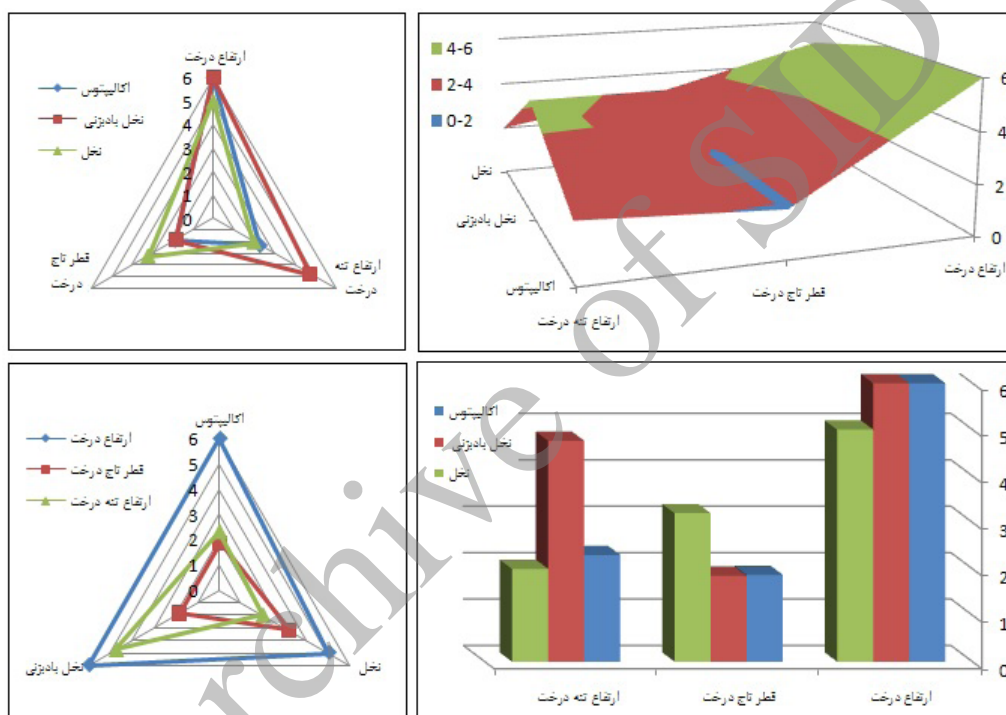


مغازه‌ها نمی‌افتد و باعث گرم شدن محیط درونشان می‌شود. اما در تصویر (ج-۳) درخت نخل چتری شکلی وجود دارد که تقریباً سایه این درخت تمام سطح پیاده‌رو پوشانده است.

طول سایه اجسام در فصل زمستان به این دلیل که ارتفاع خورشید نسبت به افق پایین‌تر می‌باشد، نسبت به دیگر فصول در میانه روز طولانی‌تر می‌باشد (Levinson et al., 2009, p. 20130). تصاویر سطر (الف) و (د) درختان بلند قدی نشان می‌دهد که به دلیل ارتفاع زیاد آن‌ها سایه آن‌ها مخصوصاً در ساعاتی که تابش خورشید مایل باشد، در فاصله دورتری نسبت به تنه آن افکنده می‌شود.

افکنده شدن سایه روی پشت‌بام‌ها به وسیله درختان و ساختمان‌ها می‌تواند دسترسی سیستم‌های انرژی خورشیدی مانند آبگرمکن‌های خورشیدی را به نور خورشید محدود کند (Levinson et al., 2009, p. 20120). برای مثال شکل ۶ وضعیت منتج از داده‌ها و اطلاعات موجود در یکی از خیابان‌های مورد بررسی (ضلع جنوبی خیابان امام خمینی به طرف میدان انقلاب) را نشان می‌دهد که در آن وضعیت عوامل به‌طور گویاتری قابل مشاهده است.

شکل ۶: وضعیت منتج از داده‌ها و اطلاعات موجود در ضلع جنوبی خیابان امام خمینی به طرف میدان انقلاب (واحد‌ها به متر)



بر اساس، نتایج حاصل از بررسی‌های پیمایشی در سطح خیابان‌های مورد مطالعه شهر زابل (جدول‌های ۱ تا ۳ و شکل‌های ۳ تا ۶) و با توجه به تجربیات موجود و وضعیت فعلی محدوده مورد مطالعه، فرضیه‌های تحقیق تأیید می‌شوند. بنابراین، اگر تاج درختان گسترده و پهن باشد، به نحوی که از بالا تقریباً سطح پیاده‌رو را بپوشاند نسبت به درختان بلندقد که قطر تاج آن‌ها کمتر است، سایه تمام سطح پیاده‌رو را می‌پوشاند؛ و با توجه به اینکه خورشید هرچه به‌صورت مایل‌تر بتابد، سایه اجسام در فاصله دورتری نسبت به آن افکنده می‌شود. با انتخاب گونه‌های درختی که ارتفاع آن‌ها کوتاه‌تر است، سایه درخت در سطح پیاده‌رو افکنده می‌شود.

## ۶. نتیجه‌گیری

ارزش «سایه» در ابعاد مختلف (فیزیکی- کالبدی، اقتصادی و اجتماعی) برای شهرهایی که در اقلیم گرم و خشک واقع هستند، بسیار حیاتی می‌باشد. پژوهشگران تاکنون به‌طور جامع به بررسی میزان «حجم (کاناپی) درخت» در «ایجاد سایه» در سطح شهرها نپرداخته‌اند. علت آن است که در بسیاری از شهرهای دنیا، ضرورتی برای این‌گونه پژوهش‌ها در سطوح علمی و اجرایی یافته نمی‌شود و حتی در برخی از شهرهای دنیا «سایه» را به عنوان مسأله‌ای مزاحم و مشکل‌زا می‌نگرند (نمونه برخی از شهرهای کشورهای اروپایی)، حال این‌که «ایجاد سایه» برای شهرهایی مناطق گرم و خشک ایران و به‌ویژه شهر زابل، دارای ارزش بسیار حیاتی است.

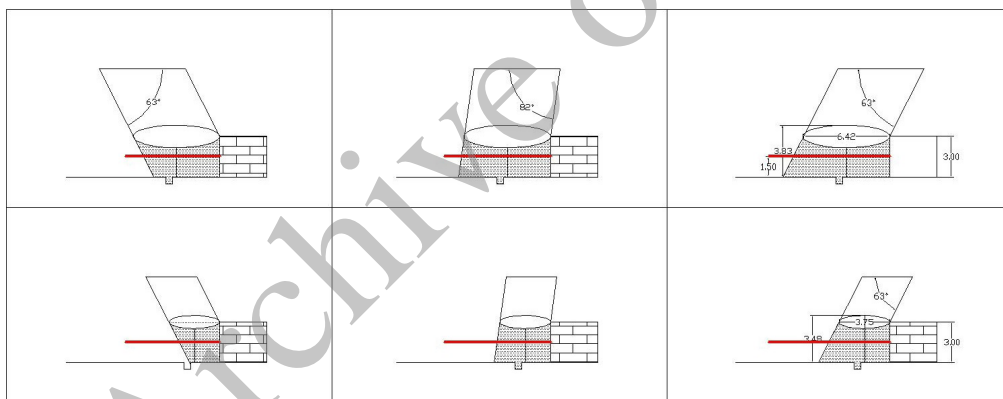
نتایج تحقیق با توجه به جدول ۳ نشان می‌دهد، در ساعاتی که زاویه تابش خورشید عمودی می‌باشد (ساعات ۱۰ صبح

و ۱۴ بعد از ظهر)، میزان سایه درختان بلندقد از درختان چتری شکل بیشتر است. برای نمونه قطر سایه درخت بلندقد اکالیپتوس (ساعات ۱۰ صبح و ۱۴ بعد از ظهر) در ضلع شمالی خیابان امام خمینی به طرف میدان انقلاب به میزان ۳/۹۲ متر می‌باشد. این در حالی است که میزان سایه درخت چتری شکل نخل در همین ساعات در ضلع غربی خیابان شهربانی به شهید باقری ۳/۰۹ متر می‌باشد. همچنین نتایج تحقیق نشان می‌دهد، در ساعاتی که زاویه تابش عمودی می‌باشد، میزان سایه درختان چتری شکل از درختان بلندقد بیشتر است. برای نمونه میزان سایه درخت چتری شکل نخل در ضلع جنوبی خیابان امام خمینی به طرف میدان انقلاب در ساعت ۱۲ به قطر ۳/۲۲ متر می‌باشد. اما میزان سایه درخت بلندقد اکالیپتوس در ضلع جنوبی خیابان امام خمینی به طرف میدان انقلاب ۱/۹۴ متر می‌باشد. با توجه به جدول ۳، هرچه ارتفاع تنه درخت زیاد باشد و زاویه تابش مایل باشد، مکان افکنده شدن مرکز سایه نسبت به تنه درخت در فاصله دورتری واقع می‌شود. برای مثال در ساعات ۱۰ صبح و ۱۴ بعد از ظهر در خیابان شهربانی به شهید باقری درخت نخل که ارتفاع تنه آن تا زیر تاج ۷/۱۷ متر می‌باشد، مکان افکنده شدن مرکز سایه این درخت نسبت به تنه این درخت ۴/۰۲ متر می‌باشد. اما در ساعت ۱۲ در ضلع شمالی خیابان امام خمینی به طرف چهارراه دکتری، درخت نخل باد بزی که ارتفاع تنه این درخت تا زیر تاج ۲/۲۸ متر می‌باشد، مکان افکنده شدن مرکز سایه درخت نسبت به تنه آن ۰/۴۰ متر می‌باشد.

## ۷. پیشنهادها

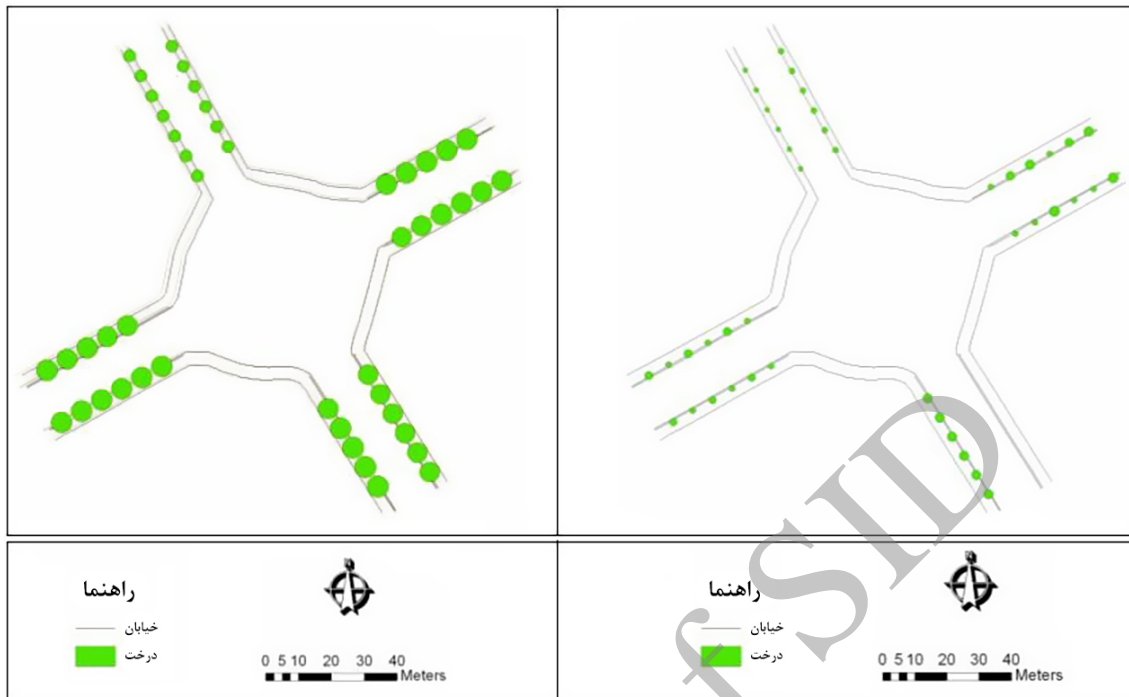
- از آنجا که عرض پیاده‌روهای موجود در خیابان امام خمینی (از چهارراه دکتری تا میدان انقلاب) و خیابان چهارراه شهربانی به شهید باقری به میزان ۳/۵۰ متر می‌باشد. بنابراین بهتر است قطر تاج درخت در این پیاده‌روها حدود ۶/۴۰ متر باشد (سطر الف از شکل ۷).
- عرض پیاده‌روها در خیابان شهربانی به شهرداری به میزان ۲/۱۵ متر می‌باشد، پیشنهاد می‌شود که قطر تاج درخت برای این خیابان در حدود ۳/۷۵ متر باشد (سطر ب از شکل ۷).

شکل ۷: وضعیت مطلوب سایه درختان پیشنهادی نسبت به پیاده‌روهای حاصل از برداشت میدانی



- به تناسب تاج درخت پیشنهادی، ارتفاع تنه این درخت باید در حدی باشد تا مکان افکنده شدن سایه در ساعاتی که تابش خورشید آزردهنده است، درست در سطح پیاده‌رو بیفتد. با این تفاسیر بهتر است که ارتفاع این درخت حدوداً ۳/۵۰ متر باشد (شکل ۸).
- دیکیارا بعد از این که پیشنهاد می‌کند که درختان دو طرف یک خیابان نباید مقابل هم قرار گیرند، بلکه باید به صورت یک در میان کاشته شوند. وی اظهار می‌کند که درختان باید حداقل ۷۵۰ سانتی‌متر از هم فاصله داشته باشند (De Chiara, 1975, p. 5). مؤلفین همین شرایط را برای شهر زابل پیشنهاد می‌کنند.
- با در نظر گرفتن این عامل که چون درختان پیشنهادی چتری شکل می‌باشند، تاج این درختان بخش زیادی از فضای بالای پیاده‌رو را می‌پوشاند. اما وضعیت موجود تاج درختان فقط بخش کمی از فضای بالای پیاده‌رو را می‌پوشاند (شکل ۸).

شکل ۸: الف) سمت راست: وضعیت موجود تاج درختان مورد بررسی، ب) سمت چپ: وضعیت مطلوب تاج درختان پیشنهادی برای محدوده مورد مطالعه



### پی‌نوشت

۱. نگارندگان طی سه سال اخیر، بیش از ۱۰۰ مقاله ISI معتبر را در خصوص «سایه درخت» بررسی نمودند. بیشتر آن‌ها با استفاده از «پردازش تصاویر ماهواره‌ای» انجام شده بود و در پژوهش‌های مذکور سطح کل شهرها و اثرات درختان در کاهش دما مدنظر بود. در حالی که پژوهش حاضر، با روشی مبتنی بر شرایط شهر زابل و با دقت مضاعف در «میزان حجم یا کاناپی شکل درختان» و «میزان ایجاد سایه» تأکید دارد. لازم به ذکر است، هدف پژوهشگران ایرانی با هدف پژوهشگران بسیاری از کشورهای اروپایی و آمریکایی در بررسی مفهوم و معنای سایه درخت متفاوت است. به سبب این که برخی از شهرهای مناطق گرم و خشک ایران به دنبال «ایجاد سایه» درخت و یا ساختمان هستند. در حالی که برای مثال برخی از شهرهای اروپایی، سایه را به عنوان مانع می‌دانند (ایران نیاز به سایه، اروپا نیاز به آفتاب) دارد. همانند مفهوم و معنای قنات در ایران که مختص و ویژه ایرانیان است و شهرت جهانی دارد. مفهوم و معنای سایه در معماری و شهرسازی ایرانی متفاوت و متمایز از اهداف بسیاری از کشورهای پیشرفته است. از این رو، رویکرد مقاله حاضر نیز با نگاهی عمیق‌تر به مسأله، درصدد «ایجاد سایه» در شهر می‌باشد که در برنامه‌ریزی شهری کم‌تر به این وضعیت پرداخته شده است. مقاله حاضر، فرض بدیهی ایجاد سایه در کاهش دما را پذیرفته است. سپس در پی خود سایه می‌باشد، سایه‌ای که منتج از کاناپی درخت است.

## References

- Akbari, H., Taha, H., Pomerantz, M. (2001). Cool Surfaces and Shade Trees to Reduce Energy Use and Improve Air Quality in Urban Areas. *Journal of Solar Energy*, 70.
- De Chiara, J. Lee, K. (1975). *Urban Planning and Design Criteria*, Van Nostrand Reinhold, New York.
- Ebrahim-Zadeh I., Ebadi Jokandan E. (2008). The Spatial Analysis of Allocation of Greenbelt Utilization of the Third Zone of Zahedan City, *Journal of Geography and Development*, 39.
- Fahmy, M., Sharples, S., Yahiya, M. (2010). LAI Based Trees Selection for Mid Latitude Developments: A Micro-climatic Study in Cano, Egypt. *Journal of Building and Environment*, 45, 345-357.
- Gomez, F., Jabaloyes, J., Montero, L., Vicente, V. D., Valcuende, M. (2011). Green Area the Most Significant Indicator of Sustainability of Cities: Research on its Utility for the Urban Planning. *Journal of Urban Planning and Development*, 137.
- Gomez, V. M., Porta-Gandar, M. A., Fernandez, J. L. (2010). Effects of Tree Shades in Urban Planning in Hot-Arid Climate Regions. *Journal of Landscape and Urban Planning*, 89, 149-157.
- Housing and Urban Development of Sistan and Balochestan Province. (2006). *Master Plan for the City of Zabol*, (Design by Andishan-Shahar), Tash Consulting Engineers.
- Huang, L., Zho, D., Wang, J., Zhu, j. L. (2008). Scales Impacts of Land Cover and Vegetation Corridors on Urban Thermal Behavior in Nanjing, China. *Journal of Theoretical and Applied Climatology*, 94.
- Imam, Khalid Z., E., A. (2006). Role of Urban Greenway Systems in Planning Residential Communities: A Case Study from Egypt. *Journal of Landscape and Urban Planning*, 76.
- Iran-Nejhad Parizi, M. H., Karimiyan, A.A. (2009). Evaluation of Compatibility and Usefulness of Five Species of Climbing Plants, *Monthly Car Magazine and Utilities*, 34.
- Karimian, A.A., Irannejad, M.H., Mesdaghi, M. (2009). The Comparison of Biotic and Nonbiotic Methods of Shading in Dry and Warm Regions (Case Study: Yazd University Campus), *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 69, 203.
- Kasmai, M. (1999). *Climate Architecture*, Isfahan: Khak publication.
- Kavyani M.R., Alijani B. (2001). *The Foundations of Climatology*, Textbooks and Study the Liberal Arts Universities in Tehran, SAMT Press.
- Kuhn, T.E. (2006). Solar Control: Comparison of Two New Systems with the Art on the Basis of a New General Evaluation Method for Facades with Venetian Blinds or other Solar Control Systems. *Journal of Energy and Buildings*, 38.
- Levinson, R., Akbari, H., Pomertz, M., Gupta, S. (2009). Solar Access of Residential Rooftops in Four California Cities. *Journal of Solar Energy*, 83.
- Li, F., Wang, R., Pauussen, J., Lui, X. (2005). Comprehensive Concept Planning of Urban Greening Based On Ecological Principles: A Case Study In Beijing, China. *Journal of Landscape and Urban Planning*, 72.
- Rahnamaei, M.T. (1990). *A Series of Discussions and Urban Planning, Geography*, Tehran: Shahidi, Research and Studies Center of Planning and Architecture of Iran.
- Salehifar, M., Khakpor B., Rafiei H., Tavangar, M. (2010). Analysis of the Social Dimensions of Urban Green Spaces, with Emphasis on the Views of Citizens (Case Study: Mashhad Metropolis). *Geographic Space*, 29, 51.
- Shepperson, M. (2009). Planning for the Sun: Urban Forms as a Mesopotamian Response to the Sun. *Journal of World Archeology*, 41.
- Tahbaz, M. (2007). Design of Outdoor Shade. *Journal of Fine Arts*, 31.
- Ziari, K. (1999). *New Towns Planning*, Tehran: SAMT organization.