

Skyline evaluation in old, middle and new urban fabric in Tabriz metropolis using skyline graph analysis in GIS

Akbar Asghari Zamani ^{1✉} | Kosar Sakhaeian ² |

1. Corresponding author. Associate Professor, Faculty of Planning and Environmental Sciences.. E-mail: azamani621@gmail.com

2. Master of Urban Planning, Faculty of Planning and Environmental Sciences. E-mail: k.sakhaeian31@gmail.com.

Article Info	ABSTRACT
Article type: Research Article Article history: Received 1 January 2023 Received in revised form 17 April 2023 Accepted 20 April 2023 Published online 21 July 2024 Keywords: Skyline, 3D Modeling, Skyline Graph, Urban Planning, Tabriz .	Skyline can be an effective component in explaining the spatial and qualitative features of the urban landscape. Ignoring this important category, as well as not observing the proportion between the height of the wall and the width of the street, leads to the creation of an abnormal appearance and in some cases, excessive confinement in city streets. It is obvious that the streets do not only have a physical dimension, but also represent life and dynamics in communities and cities. Therefore, skyline can be an effective component in improving the quality of the urban landscape. In this research, the library studies methods and field surveying have been used. ArcScene was used for height simulation and evaluation of the appropriate as well as the required analysis (skyline, skyline graph, etc.). The selected areas in the city were from the new fabric (less than 20 years old), middle fabric (about 50 years old) and old fabric (more than 50 years old). The results obtained from the skyline graph analysis show that the skyline pattern of South Shariati Street (old fabric) with an average of 74.06% has better view of the horizon than Imam Khomeini street with an average of 63.5% and Takhti street with an average of 55.66%. Also, this research explains the reason for the relatively irregular skyline caused by high density sale in Tabriz metropolis, the method of densification and height zoning of that area. The results of 3D analysis show the existence of a direct relationship between the heights of building. In this way, the more proportional the height of the buildings, the more open the space will be, and the wider the passage, the wider the radius of the skyline graph will be.

Cite this article: Asghari Zamani, A., Sakhaeian, K., (2024). Skyline evaluation in old, middle and new urban fabric in Tabriz metropolis using skyline graph analysis in GIS). *Journal of Geography and Planning*, 28 (88), 25-40. <http://doi.org/10.22034/GP.2023.54601.3072>



© The Author(s).

Publisher: University of Tabriz.

DOI: <http://doi.org/10.22034/GP.2023.54601.3072>

Extended Abstract

Introduction

Nowadays, one of the most important issues that architects, urban planners and urban designers are interested in, is the necessity of improving the quality of view and landscape of cities within the framework of visual - aesthetic elements. Skyline is one of the most influential factors in this regard for urban spaces and urban planning (Ford, 1976). Urban landscape is a general that makes the environment legible in the human mind and gives it an identity (Zhou & Gao, 2018).

Urban landscape can be perceived objectively by citizens. One of the main aspects affecting the urban landscape is high-rise buildings, because the construction of these buildings in different cities have improved or reduced the quality of the urban landscape through disruption of the skyline (Mahmoudi, 2006). The skyline can be an effective component in improving the quality of the urban landscape, therefore it is considered an important factor in managing the image and urban landscape.

Data and Method

In this research, GIS is used for the ease of preparing in 2 and 3 dimensions for user, as well as the ability and speed to perform the required analysis. Also, information layers have been prepared to make the necessary corrections and identify the desired indicators for simulation and modeling using ArcGIS software and database display. 3D analyses is also carried out in the ArcScene, and finally the results, which include skyline analysis, skyline graph, etc., have been obtained. The purpose of this study is to investigate the capabilities, analysis and 3D modeling through application and development of ArcGIS in displaying and analysing the Skyline.

The intended research is carried out in three areas of Tabriz city; first area is Takhti St. located in the new fabric of the city (less than 20 years old), second area is Imam Khomeini St. located in the middle fabric (about 50 years old) and third area is South Shariati St. in the old fabric (more than 50 years old).

Results and Discussion

To check the process and results of layer preparation, we need up-to-date data. The data related to the existing urban blocks and classes, which are extracted from the detailed plan of Tabriz in 2016, were prepared for 3-dimensionalization process.

- Results of 3D analysis of the skyline:

In this part, the 3D analysis of the skyline is presented after the 3D modeling of the studied area. This is done using the "Skyline" tool in the geographic information system. As the height of the walls increases and the street is enclosed, the "view of the sky or the availability of the sky "decreases.

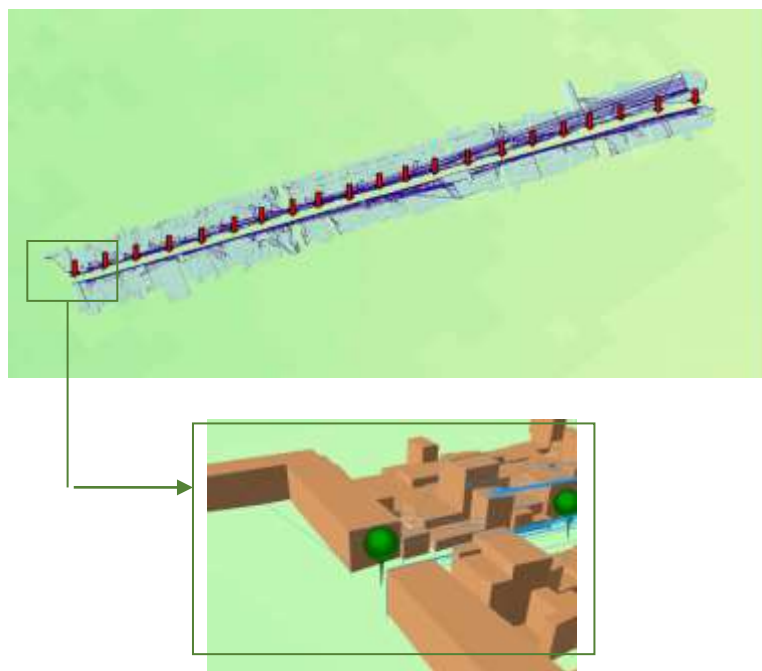


Fig. 1. Location of observer points and display of skyline analysis focusing on case study

- Results of 3D analysis of skyline graph:

Using the "Skyline Graph" tool in ArcScene, is made a graphical comparison of "Sky View". This value is expressed as a number between 0 and 1. The wide radius of the graph indicates a high percentage of the visible sky.

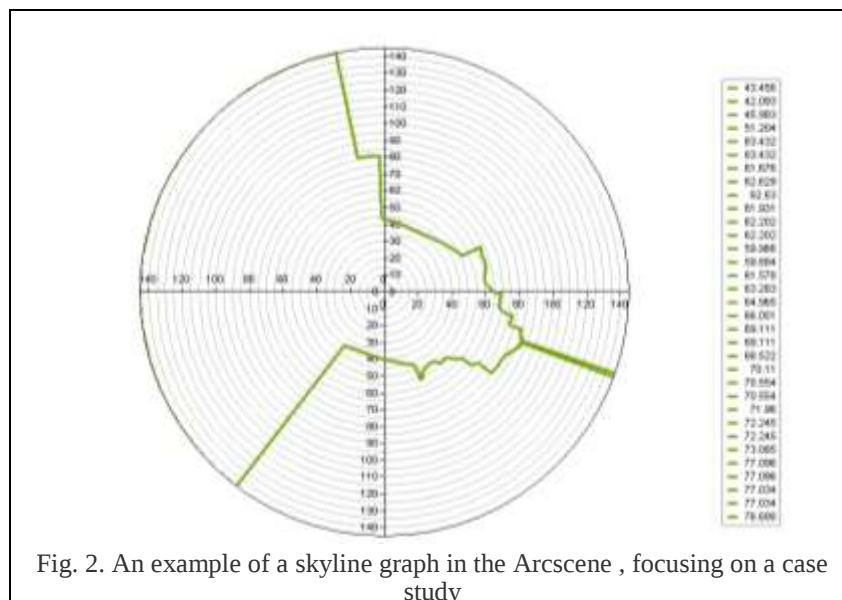


Fig. 2. An example of a skyline graph in the Arcscene , focusing on a case study

Conclusion

The results show that the average visibility of the sky in South Shariati St is 74.06%, which indicates that this area has a relative balance of the skyline. Imam Khomeini St., and Takhti St are next in terms of access to the sky with 63.15% and 55.66%. According to the results, it can be said that the openness and width of the street and urban planning techniques play a significant role in controlling the spatial balance of the city as well as giving identity to the cities. Therefore, it is better to do 3D analysis and 3D modeling using GIS before making any decision affecting the urban landscape (especially the skyline). By using this method, the results of decisions are predicted before they are implemented.

References

- Zhou, H. and Gao. H., (2018), The impact of urban morphology on urban transportation mode: A case study of Tokyo. Case Studies on Transport Policy.
- Ford. L., (1976), The urban skyline as a city classification system, Journal of Geography, 154-164.
- Mahmoudi, S., (2006), Urban landscape: a review of several theories, Abadi Magazine, Vol. 53: 54-61.

ارزیابی خط آسمان در بافت های قدیمی، میانی و جدید کلانشهر تبریز با استفاده از تحلیل های گراف خط آسمان در GIS

اکبر اصغری زمانی^{۱*} | کوثر سخانیان^۲

۱. نویسنده مسئول، دانشیار گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشکده برنامه ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران. رایانامه:

azamani621@gmail.com

۲. دانش آموخته کارشناسی ارشد برنامه ریزی شهری، گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشکده برنامه ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

رایانامه: k.sakhaeian31@gmail.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی	خط آسمان می تواند مؤلفه مؤثری در تبیین ویژگی های مکانی و کیفی منظر شهری باشد. نادیده گرفتن این مقوله مهم و همچنین عدم رعایت تناسب میان ارتفاع جداره نسبت به عرض خیابان، منجر به ایجاد سیما و منظر ناهنجار و در بعضی موارد به وجود آمدن محصوریت بیش از حد در خیابان های شهری می گردد. بدیهی است که خیابان ها فقط دارای بعد کالبدی نبوده بلکه نمایانگر حیات و پویایی در جوامع و شهرها می باشند. از این رو خط آسمان میتواند یک مؤلفه مؤثر در ارتقای کیفیت منظر شهری باشد.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۱۱	در این تحقیق از روش کتابخانه ای و پیمایش میدانی بهره گرفته شده است. همچنین از نرم افزار آرک سین در جهت شبیه سازی ارتفاعی و تحلیل های مورد نیاز (خط آسمان، گراف خط آسمان و...)، استفاده گردیده است. محدوده های منتخب در شهر، از بافت جدید با قدمت کمتر از ۲۰ سال، بافت میانی با قدمت حدود ۵۰ سال و بافت قدیمی با قدمت بیش از ۵۰ سال (از هسته اولیه شهر)، انتخاب شده اند. نتایج بدست آمده از تحلیل گراف خط آسمان نشان می دهد الگوی خط آسمان خیابان شریعتی جنوبی (بافت قدیمی) با میانگین عددی ۷۴٫۰۶٪ دید افق وضعیت بهتری نسبت به خیابان های امام خمینی با میانگین ۶۳٫۵٪ و تختی با میانگین عددی ۵۵٫۶۶٪ دارد. نتایج حاصل از تحلیل های سه بعدی نشان از وجود رابطه مستقیم بین ارتفاع ساختمان ها، گشودگی فضا و تعادل خط آسمان دارد. هرچه ارتفاع ساختمان ها متناسب تر، فضا گشوده تر و معبر عریض تر باشد، شعاع گراف خط آسمان پهن تری را شاهد هستیم.
کلیدواژه ها: خط آسمان، مدلسازی سه بعدی، گراف خط آسمان، برنامه ریزی شهری، تبریز	

استناد: اصغری زمانی، اکبر؛ سخانیان، کوثر؛ (۱۴۰۳). ارزیابی خط آسمان در بافت های قدیمی، میانی و جدید کلانشهر تبریز

با استفاده از تحلیل های گراف خط آسمان در GIS. *جغرافیا و برنامه ریزی*، ۲۸ (۸۸)، ۱-۲۰.

<http://doi.org/10.22034/GP.2023.54601.3072>



© نویسنندگان

ناشر: دانشگاه تبریز.

مقدمه

از آنجایی که سیما و منظر شهری سطحی‌ترین لایه تشکیل‌دهنده یک شهر می‌باشد، با نگرشی دقیق‌تر درمی‌یابیم که وجه تبلور کالبدی، اقتصادی، سیاسی، اجتماعی و فرهنگی حاکم در درون اجتماعی سالم در شهرها را، باید در ساختار بصری شهرها جست و جو کرد (بیگدلی راد و زرباف نیا، ۱۴۰۰). از این رو، امروزه یکی از اهم مواردی که نظر معماران، برنامه‌ریزان و طراحان شهری را به خود جلب کرده، مسئله لزوم ارتقای کیفیت دید و منظر شهرها در چارچوب مؤلفه‌های بصری-زیباشناختی است. خط آسمان یکی از تأثیرگذارترین عوامل در این زمینه برای نظم‌دهی به فضاهای شهری و برنامه‌ریزی محیط‌های شهری است (L. Ford, 1976).

اهمیت خط آسمان در مدیریت سیما و منظر شهری به عنوان مهمترین عامل انضباط فضایی قابل چشم‌پوشی نیست. کارمونا؛ عناصر سازنده فضاهای عمومی را به چهار عنصر کلیدی شامل ساختمان‌ها، محوطه‌سازی، زیرساخت‌ها و کاربری‌ها دسته‌بندی می‌کند (تیموریان و میر، ۱۳۹۹). در وضعیت کنونی شهرهای ما، به دلیل نقش و اهمیتی که سرمایه و سود در زندگی پیدا کرده، تمایل افراد به بلندمرتبه‌سازی و بالابردن ارتفاع، بسیار زیاد شده است و مالکان، کارفرمایان و سازندگان تمایل دارند تا جای ممکن ارتفاع بنای خود را بدون در نظر گرفتن تناسب و تعادل با بناهای همجوار و انسجام سیما و منظر شهری افزایش دهند. خط آسمان را می‌توان مؤلفه مؤثری در تشریح و تبیین ویژگی‌های کیفی و مکانی منظر شهری نامید (اسفندیاری و همکاران، ۱۳۹۷). منظر شهری کلیتی است که محیط را در ذهن انسان خوانا کرده و به آن هویت می‌بخشد. در واقع می‌توان گفت منظر شهری کمیت به هم پیوسته‌ای از عناصر یا نمادها و نشانه‌ها در فضای یک اجتماع است که به مفاهیم، ارزش‌ها، معانی و... واقعیت می‌بخشد (Zhou & Gao, 2018). منظر شهری به صورت عینی قابل ادراک توسط شهروندان است. یکی از جنبه‌های اصلی تأثیرگذار بر سیما و منظر شهری، ساختمان‌های بلندمرتبه است چرا که ساخت این ساختمان‌ها در شهرهای مختلف از طریق اختلال در خط آسمان، باعث ارتقاء یا کاهش کیفیت سیما و منظر شهری شده است (محمودی، ۱۳۸۵). خط آسمان می‌تواند یک مؤلفه مؤثر در ارتقای کیفیت منظر شهری باشد از این رو عامل مهمی در مدیریت سیما و منظر شهری به شمار می‌آید.

پیشینه تحقیق

در زمینه بررسی و ارزیابی خط آسمان در شهرها، مطالعات داخلی و خارجی متعددی انجام گرفته است که در ادامه می‌توان به چند نمونه از این پژوهش‌ها اشاره کرد:

کریمی و مشاور (۱۳۸۹) در پژوهشی به بررسی رویکرد زیباشناسانه شهروندان تهرانی به ساختمان‌های بلند و همچنین زیبایی‌شناسی از منظر شهروندان و نظریات آن‌ها در ارزیابی ساختمان‌های بلند موجود در منطقه سعادت‌آباد تهران پرداختند. نامداریان و همکاران (۱۳۹۴)، در مقاله خود به بررسی عوامل متعدد موثر بر شکل‌گیری خط آسمان شهری در ادوار گذشته مدرن می‌پردازد. در بررسی‌های ایشان شاهد کالا شدگی خط آسمان شهرهای مدرن (عصر سرعت و ماشین) و تأثیرپذیری آن از بنیان‌های اقتصادی و سرمایه‌داری هستیم. بنا به تحقیقات ایشان، برای داشتن شهری هویت‌مند باید ضمن به رسمیت شناختن همه بنیان‌های شکل‌دهنده‌ی شهر، نظارت لازم بر اثرگذاری آن‌ها بر خط آسمان صورت گیرد.

قربانی و جعفری (۱۳۹۴)، در پژوهش خود به بررسی و تحلیل جایگاه تراکم ساختمانی در طرح‌های توسعه شهری شهر تبریز پرداخته‌اند. نتایج این پژوهش نشان داده است که میان مصوبات طرح‌های جامع و ضوابط به کار گرفته شده‌ی آنها در طرح‌های تفصیلی و اجرایی، تفاوت‌هایی در زمینه سیما و منظر شهری و در قالب خط آسمان نامنظم و عدم پیوستگی جداره‌ها قابل مشاهده است.

میر جلیلی و حناپی (۱۳۹۶)، در تحقیقی به مفهوم شناسی و تحلیل بلندمرتبه‌سازی، خط آسمان، ضوابط موجود و تأثیرات آن‌ها

بر یکدیگر پرداخته اند. نتایج به دست آمده نشان می دهد خط آسمان در محدوده نامنظم و ارتفاع بیش از حد ساختمان ها سبب سایه اندازی شده و بحث محرمیت و اشرافیت را در بر دارد همچنین می توان با برقراری تعادل میان ساختمان های بلندمرتبه در راستای طراحی شهری پایدار، سبب ایجاد ارتباط بصری شد.

کاراگا (۲۰۱۵) در پروژه خود با عنوان « تحلیل استراتژی های برنامه ریزی خط آسمان؛ مطالعه موردی: لندن » به بررسی استراتژی های خط آسمان در دنیا و تحلیل و مقایسه آن ها با برنامه ریزی خط آسمان لندن پرداخته و به دنبال تعیین وجوه سیاست های ساختمان های بلند و تأثیر آن ها بر کالبد شهری و خط آسمان لندن است. او معتقد است خط آسمان شهر متعلق به شهروندان است و نمادی از شهر، هویت، رشد اقتصادی و ... آن منطقه است، درحالی که امروزه شاهد خصوصی سازی هستیم. فرض اولیه تحقیق عدم تأمین نیازهای آینده لندن توسط سیاست های برنامه ریزی فعلی برای توسعه ساختمان های بلند است که نتایج تحقیق نشان می دهد این فرضیه صحیح بوده و خط آسمان لندن را به عنوان یک نماد در حال گذار و خط آسمان منحصر به فرد که در حال تغییر و تطبیق با نیاز روز است، معرفی می کند.

بستانجی (۲۰۱۵) در مطالعه خود به بررسی نقش رویکرد آنتروپی با ویژگی های کلی آن در ارزیابی ابعاد زیبایی شناختی خطوط آسمان شهری می پردازد. مطالعات تحلیلی ایشان با استفاده از نرم افزار آرک جی آی اس در این زمینه نشان می دهد که کیفیت های سبکی و زیبایی شناختی با آنتروپی شانون بسته به مفاهیم تنوع و وضوح قابل اندازه گیری است. به ویژه در توسعه کلان شهرها و فرآیندهای بازآفرینی شهری، ارزیابی کمی کیفیت های بصری و زیبایی شناختی خطوط آسمان شهری بسیار مهم است. پاسپیتاساری و جانگووک (۲۰۲۰)، در مقاله خود به ارائه یک روش قابل اعتماد برای تجزیه و تحلیل خوشه ای ساختمان های بلند، بررسی تمام منظره های بدون آن موانع از خیابان های اطراف و تأثیر آن ها در افق دید شهروندان می پردازد. الگوریتم دید با گراسشوفر^۲ که یک زبان برنامه نویسی است و مدل های ساختمانی شبیه سازی شدند. نتایج نشان دادند که تنظیمات ارتفاع ساختمان، محل قرارگیری ساختمان ها، ارتباط با خیابان و فاصله دیدگاه های مختلف، تأثیر قابل توجهی بر میزان دید دارد. علاوه بر این، سطح دید خوشه های ساختمان بلند شکل خط افق را تعیین می کند.

لی و همکاران (۲۰۲۲) در مقاله ای به بررسی شاخص های کمی فضای شهری مرتبط با پتانسیل تهویه در فضای باز با استفاده از ابزار «شاخص رویت پذیری خط آسمان یا ضریب نمای آسمان» می پردازد. ایشان با در نظر گرفتن ضریب نمای آسمان به عنوان یک پارامتر کمی فضاهای محلی شهری، به بررسی همبستگی بین ضریب نمای آسمان و عملکرد تهویه در فضای باز پرداخته اند. در این پژوهش ضریب نمای آسمان با استفاده از روش های تک و چند نقطه ای محاسبه شده و نسبت سرعت باد به عنوان شاخص عملکرد تهویه فضایی اتخاذ شده است. نتایج نشان داد که بین شاخص های ضریب نمای آسمان و تهویه، همبستگی مثبت وجود دارد.

قابل تأمل می باشند. مرور پیشینه مطالعات انجام یافته در این زمینه، اهمیت بعد مدیریتی موضوع را روشن می سازد. بر این اساس در پژوهش حاضر با استفاده از تکنیک های جدید مدلسازی و تحلیل های سه بعدی به کمک نرم افزار جی آی اس، مقوله خط آسمان در کلان شهر تبریز مورد بررسی و پژوهش قرار داده شده است.

¹ Arc GIS

² Grasshopper

³ SVF (Sky View Factor)

مبانی نظری:

در این بخش به بررسی نظریات مطرح در این زمینه، مفهوم خط آسمان، انواع اشکال و ویژگی های آن می‌پردازیم.

جایگاه خط آسمان در منظر شهری از دیدگاه صاحب نظران

ریچارد هدمن^۱ منظر خیابان را به صورت طولی و عرضی به وسیله بدنه ها تعریف می‌کند. به عقیده وی منظر طولی خیابان تابعی از خط آسمان (خط افق)، فاصله بین ساختمان ها، فرورفتگی ها یا برجستگی ها، فرم محلی بناها، ارتفاع ساختمان ها، پنجره ها، محل ورودی و سایه اندازی بناها می‌باشد که ریتم و عرض نمای ساختمان ها، مقیاسی برای سنجش درازای خیابان به شمار می‌آیند (محمودی، ۱۳۸۵). به عقیده باتچاریا و همکاران در عین حال که مؤلفه های زیبایی شناختی کالبدی به طور خاص در مقیاس خیابان های شهری میتوانند بر هماهنگی بین مقیاس ساختمان با نوع خیابان در منطقه، وحدت فضایی، پیوستگی جداره بیرونی، سازگاری سبک ساختمانی، زیبایی خط آسمان، رنگ و مصالح تاکید داشته باشند (Bhattacharyaa et al, 2021). کالن^۲ در مورد تعریف منظر شهری ابراز می‌دارد که یک ساختمان به تنهایی یک تجربه‌ی معماری است. اما دو ساختمان منظر شهری است. زیرا در این صورت پیوند میان ساختمان ها و فضای میان آنها نیز اهمیت پیدا می‌کند او از این مسئله به عنوان «هنر مناسبات» یاد می‌کند و معتقد است چنانچه این پیوندها در تناسب با یک شهر بررسی شوند، با «هنر محیط» سروکار خواهیم داشت (Cullen, 1961). لینچ^۳ پنج بعد اساسی مانند سرزندگی، غنای حسی، تناسب، دسترسی و تسلط را ارائه می‌دهد و همچنین منابعی از ارزش‌های شهر، مانند هماهنگی بصری، تنوع، خوانایی، جهت‌گیری و وضوح، مقیاس انسانی، حس مکان و... را به ارمغان می‌آورد (Lynch, 1981). جیکوبز^۴ کیفیت های قابل طراحی فیزیکی را به عنوان تنوع مربوط به تفاوت ها و شباهت ها، توپوگرافی مربوط به مقیاس، فشردگی مربوط به تراکم و شدت، شفافیت، مکمل و کنتراست توصیف می‌کند. به عقیده وی باید ویژگی های خاصی در نما وجود داشته باشد که توجه عابرین را برانگیخته و پویایی را به آنها القا کند. ایشان نقش منظر، فرم و الگوی خیابان‌ها را بر چگونگی ایجاد پیچیدگی، پیاپی‌روی و آشفتگی غیر قابل انکار می‌داند (Jacobs, 1993). کلیف موتین^۵ در کتاب «طراحی شهری؛ خیابان و میدان» بر پیوستگی بصری جداره ها، کف، جزئیات، روشنایی، توپوگرافی یا خط افق به عنوان پیش نیاز اصلی ادراک محیطی تاکید می‌کند (Moughtin, 1992). ادوارد رلف^۶ منظر شهری مدرن را بر پایه تغییر در سیمای شهر و توسعه و گسترش مدرنیسم و پست مدرنیسم استوار می‌داند. همچنین خاطرنشان می‌کند که منظر تشکیل شهر مدرن بصورت آزادانه تری اتفاق افتاده و در ساخت آن اجتناب های کمی وجود داشته است. رلف در این کتاب به فقر بصری منظر شهر مدرن پرداخته است. ایشان عنوان می‌کند که شهر مدرن پر از تناقضات و تنش است و ساختار و مورفولوژی آن نتوانسته است بی‌عدالتی های اجتماعی و اقتصادی را حل کند. با این حال چیز جدیدی در این اختلافات وجود ندارد (Relph, 1987). به عقیده دوور و مسنگل که در کتاب «طراحی خیابان؛ هنر و تمرین ساخت خیابان های کامل» شهرها با طراحی خیابان ها آغاز می‌شود. برای ساختن یک شهر خوب، به خیابان های خوب نیاز داریم و این یعنی خیابان‌هایی جذاب برای شهروندان، امن و راحت و دارای تعادل بصری. ایشان بر این عقیده هستند که که بسیاری از طرح های خیابانی در بلندپروازانه ترین طرح ها هرگز اجرا نشدند، مگر در بخش های کوچکی از شهر ها. از نظر ایشان ساخت ساختمان‌های منحصر به فرد و مراکز مدنی مرتفع (به عنوان مثال در شهر های سانفرانسیسکو و کلیولند) اغلب برای زندگی اجتماعی مناسب نیستند، زیرا ساختمان‌های بلند را در اطراف میدان‌های بزرگ متمرکز می‌کنند که بدون استفاده مفید از فضای اطراف میدان ها، باعث انحراف عابران از خیابان‌ها می‌شوند. ناهماهنگ بودن خط افق به تبع وجود ساختمان‌های مرتفع در جداره خیابان ها، تأثیرات

¹ Richard Headman

² Cullen

³ Lynch

⁴ Jacobs

⁵Cliff Moughtin

⁶Edward Relph

منفی متعددی دارد. برای مثال ساختمانی با بیش از ۲۰۰ فوت ارتفاع که به مدت طولانی قابل تشخیص ترین عارضه در خط افق بوده است، در طول بمباران چارلستون در طول جنگ داخلی مورد هدف قرار گرفت (Dover & Massengale, 2014). از نظر محمود توسلی منظر شهری بر پایه نحوه ارتباط و اتصال ترکیبات نما و بدنه خیابان ها و میدانی با تکیه بر رنگ، بافت، مصالح موجود در آن ها و در ترکیب آسمان و کف ایجاد می شود که بررسی های شکل شناختی آن بر پایه عوامل زیر صورت می گیرد (محمودی، ۱۳۸۵):

- ارکان اصلی نما شامل: ریتم های عمودی، ریتم افقی و خط آسمان
- اجزای نما شامل: ورودی ها، پنجره ها و جزئیات نما در طبقات

خط آسمان

«خط آسمان» به آخرین خط تراز بنا یا خط اتصال بنا با آسمان یا نقطه برخورد خطوط فوقانی ساختمان ها با خط افق گفته می شود. این واژه را بیشتر معماران و مدیران شهرسازی به کار می برند که به میزان ارتفاع بناها با توجه به بناهای همجوار در شهر اشاره دارد. خط آسمان جزئی از کالبد شهر است و از مهمترین عناصر سیمای شهری به شمار می رود (زمانی و رحمانی، ۱۴۰۱). به عقیده ی کابلی فرشچی (۱۳۹۲)، خط آسمان خطی فرضی است که در حد انتهای ارتفاع کلیه ساختمان ها رسم شده و از کنار هم قرارگیری مجموعه های ساخته شده و فضاهای مابین ایجاد می شود.

در تحلیل فضاهای شهری دو نوع خط آسمان داریم: خط آسمان منظم و متعادل و خط آسمان نامنظم. وجود خط آسمان منظم باعث القاء حس آرامش به افراد در محیط می شود، از طرفی یکی از تاثیرگذارترین عوامل در نظم دهی به فضای شهری می باشد؛ عاملی که امروز به ندرت در نمای شهرها دیده می شود. اگر خط آسمان صلب و یکنواخت باشد در نهایت نمای شهری را بسیار کسل کننده و سرد نشان می دهد. از طرفی با توجه به شکل (۲)، عدم هماهنگی با بافت مجاور، رنگهای ناهماهنگ، نماهای ناهمگون، اختلاف زیاد طبقاتی، تراکم های غیرمجاز و... باعث ایجاد خط آسمان نامنظم می شود (منتظری و همکاران، ۱۳۹۳).



شکل (۲). خط آسمان نامنظم (تبریز)

منبع: یافته های تحقیق



شکل (۱). خط آسمان منظم و متعادل (گنگان)

منبع: آرشیو عکس شهرداری گنگان

به عنوان نمونه در تصویر (۱) به هنگام گذر از خیابان ساحلی می‌بینیم، ردیف ساختمان‌های یک و دوطبقه‌ی قدیمی که خط آسمان تقریباً منظمی دارند که علاوه بر ایجاد پرسپکتیوی دلپذیر برای خیابان، موجب پررنگ تر شدن نقش مناره‌ی مساجد موجود در آن می‌شده است، هرچند در ساخت و سازهای سال‌های اخیر، این خط آسمان برهم خورده و جذابیت نما در خیابان از بین رفته است.

عنصر کالبدی خط آسمان، تجلی گاه ترکیب فرم در کالبد خیابان به شمار می‌رود و مظهر نظم یا تنوع در سیمای خیابان است (ذکاوت، ۱۳۸۷). همچنین خط آسمان نشان دهنده هویت خاص یک شهر از طریق انعکاس ویژگی‌های عمومی و کیفیت‌های زیبایی‌شناختی آن است (Akdag & Bostanci, 2013). معیارهای طراحی خاصی در رابطه با منظر شهری، نماها و خط آسمان ناشی از آنها وجود دارد که عبارتند از تناسب، ارتفاع، سلسله مراتب، تسلط، توپوگرافی و شکل زمین، زمان (به عنوان عامل موثر در سبک معماری بناها) و تراکم. این معیارهای طراحی، برخی از اصول اولیه معماری و شهرسازی هستند. معیارهای مذکور در مورد کیفیت‌های ساختار شهری صادق می‌باشند (Bostanci, 2015).

ویژگی‌های خط آسمان

از جمله ویژگی‌هایی که در بیان حالت خط آسمان به کار برده می‌شود می‌توان به عناوین زیر اشاره کرد (منتظری و همکاران، ۱۳۹۳):

یکنواختی: این حالت زمانی رخ می‌دهد که خط آسمان، خط افقی یکنواختی داشته باشد. شکستگی: زمانی که تنوع بیش از اندازه در خط آسمان رخ دهد، منجر به ناهماهنگی‌ها و شکستگی‌های مداوم در خط آسمان خواهد شد. در این حالت پیوستگی ارتفاع بناها در جداره دائماً در حال تغییر است. گسستگی: این حالت زمانی رخ می‌دهد که خط آسمان به دلیلی مانند وجود فضای باز، خیابان و ... از بین برود و قطع شود. تعادل: هنگامی که یکنواختی خط آسمان با وزن‌های بصری برابر یا هم سنگ از بین برود، تعادل پیش آمده است. خط آسمان باید به نحوی متعادل، نه خیلی نامنظم و پر از شکستگی و نه خیلی ساده طراحی شود؛ به طوری که اگر خط آسمان صلب و بسیار یکنواخت باشد در نهایت فضای شهری را بسیار سرد و کسل کننده نشان می‌دهد و در مجموع باید بین حجم زیاد اطلاعات دیداری، شکستگی، یکنواختی و تکرار، تعادل ایجاد شود.

اشکال خط آسمان

چندین شکل برای خط آسمان وجود دارد مانند: (وحدت طلب و همکاران، ۱۳۹۰)

الف) خط آسمان‌های کانونی، که در آن میانه مرکز شهر منعکس کننده نوع شهر است. آکروپولیس یک نقطه کانونی در برنامه ریزی یونان بود.

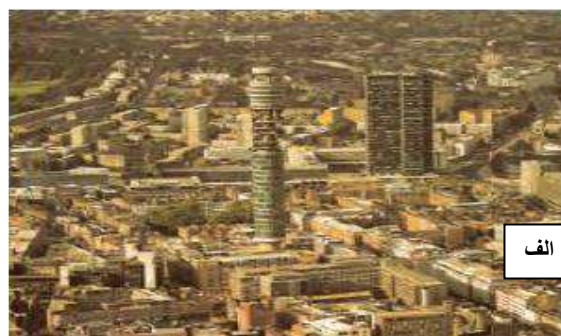
ب) خط آسمان‌های چند کانونی، که در آن‌ها چند نقطه کانونی تسلط بر شهرستان دارد.

ج) خط آسمان‌های بی شکل، که در آن‌ها یک شکل نامنظم از خط آسمان به نظر می‌رسد.

د) خط آسمان‌های توسعه‌پذیر، که در آن توسعه به شیوه خطی یا دایره‌ای گروه بندی می‌شود مانند طرح هیپودامین^۱ در لس آنجلس و سانفرانسیسکو.

در ادامه و در شکل (۳) اشکال خط آسمان با ذکر چند نمونه نشان داده شده است.

^۱ Hippodamian



شکل (۳). انواع شکل های خط آسمان

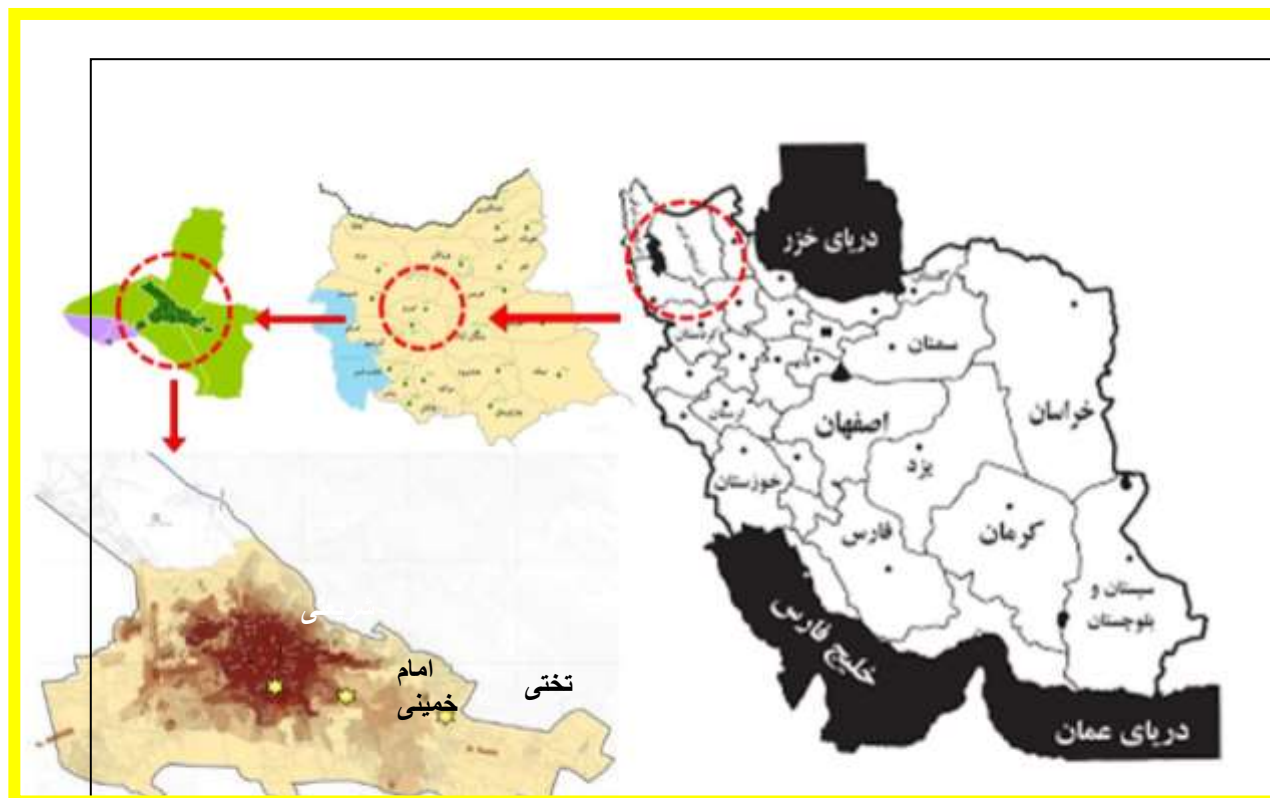
الف: خط آسمان کانونی (آتن)، ب: خط آسمان چند کانونی (نیویورک)، ج: خط آسمان بی شکل (لندن)، د: خط آسمان توسعه پذیر (سانفرانسیسکو)
منبع: وحدت طلب و همکاران، ۱۳۹۰

داده و روش‌ها:

شهر تبریز با وسعتی حدود ۲۵۰۵۶ هکتار در ۳۸ درجه و ۱ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۸ دقیقه عرض شمالی و ۴۶ درجه و ۵ دقیقه تا ۴۶ درجه و ۲۲ دقیقه طول شرقی واقع شده است. براساس آخرین سرشماری عمومی نفوس و مسکن در سال ۱۳۹۵، جمعیت شهر تبریز، ۱,۴۹۴,۹۹۸ نفر می‌باشد (مرکز آمار ایران، ۱۴۰۱:۱۶). هسته اولیه شکل گیری شهر حاکی از مناسب ترین و مساعدترین عوامل جغرافیایی می‌باشد. هرچند به مرور زمان، بافت قدیمی شهر و هسته اولیه، با احداث خیابان‌های جدید، درهم ریخته و نوسازی بدنه خیابان‌ها، هماهنگی روان محلات را از بین برده است. با توجه به آخرین طرح جامع مصوب تبریز، این شهر به ۱۰ منطقه تقسیم بندی می‌شود. پژوهش مورد نظر در سه منطقه انجام گرفته است؛ خیابان ۲۰ متری تختی واقع در منطقه ۱ و از نظر توسعه ادواری واقع در بافت جدید شهر با قدمت زیر ۲۰ سال، خیابان ۳۰ متری امام خمینی واقع در منطقه ۸ و بافت میانی با حدود قدمت ۵۰ سال و خیابان ۲۴ متری شریعتی جنوبی واقع در منطقه ۸ و بافت قدیمی با قدمت بیش از ۵۰ سال. مناطق یک و هشت به ترتیب دارای جمعیت‌های ۲۱۸۶۴۷، ۲۹۳۸۴ هزار نفر می‌باشند که جزو مناطق مهم شهر به شمار می‌روند (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵).

رویکرد تحلیلی تحقیق، کالبدی بوده و روش مورد استفاده، محاسبه و تحلیل گراف خط آسمان می‌باشد. در این تحقیق از نرم افزار جی آی اس به جهت راحتی آماده سازی محیط به صورت دو و سه بعدی و نیز توانایی و سرعت بالا برای انجام تحلیل‌های مورد نیاز بهره جسته شده است. سپس لایه‌های اطلاعاتی برای انجام اصلاحات لازم و تشخیص شاخص‌های مورد نظر برای شبیه‌سازی و مدل‌سازی با استفاده از نرم افزار آرک جی‌آی‌اس و نمایش پایگاه داده‌ها آماده‌سازی گردید. تحلیل‌های

سه‌بعدی نیز در محیط آرک‌سین انجام پذیرفته و در نهایت نتیجه کار که شامل تحلیل‌های خط‌آسمان، گراف خط‌آسمان و... می‌باشد، حاصل شده است.



شکل (۴). نقشه موقعیت مکانی محدوده‌های منتخب

یافته‌های تحقیق

تجزیه و تحلیل داده‌ها در جهت پاسخ به سوال:

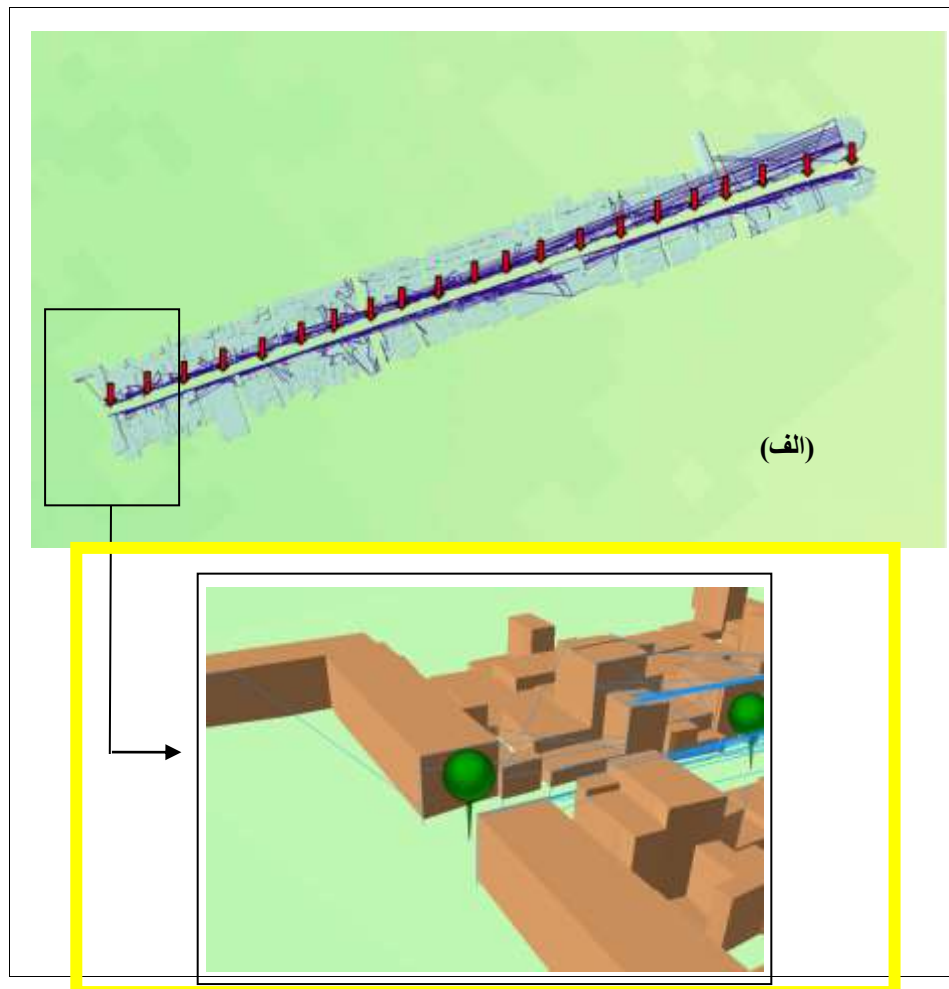
برای بررسی روند و نتایج آماده‌سازی لایه‌ها، نیاز به داده‌برداری‌های مرجع و به‌روز می‌باشد. با توجه به اینکه داده‌های مربوط به بلوک‌ها و طبقات شهری موجود، مربوط به داده‌های طرح تفصیلی سال ۹۵ تبریز می‌باشند، اطلاعات تکمیلی به روش برداشت میدانی و نیز از طریق مقایسه تطبیقی با آخرین تصاویر گوگل ارث جمع‌آوری و افزوده شده و سپس برای طی مراحل سه بعدی‌سازی آماده گردیده‌اند.

نتایج تحلیل‌های سه بعدی خط آسمان

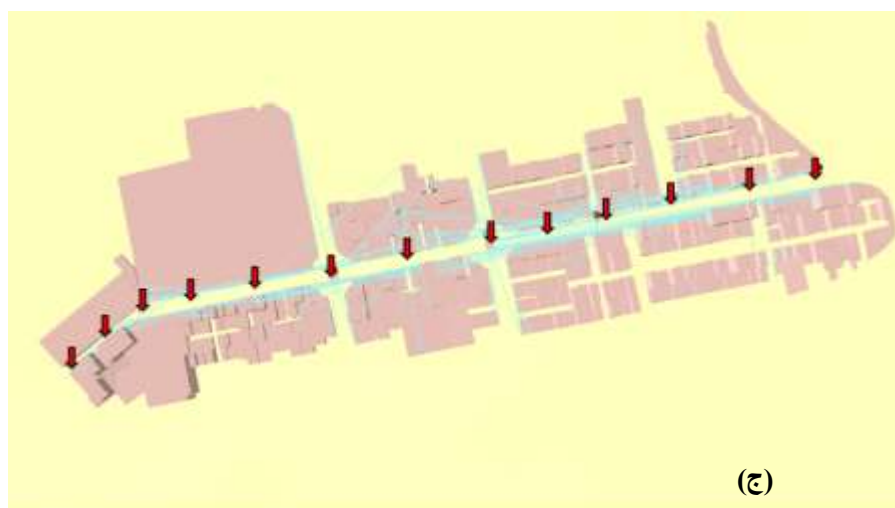
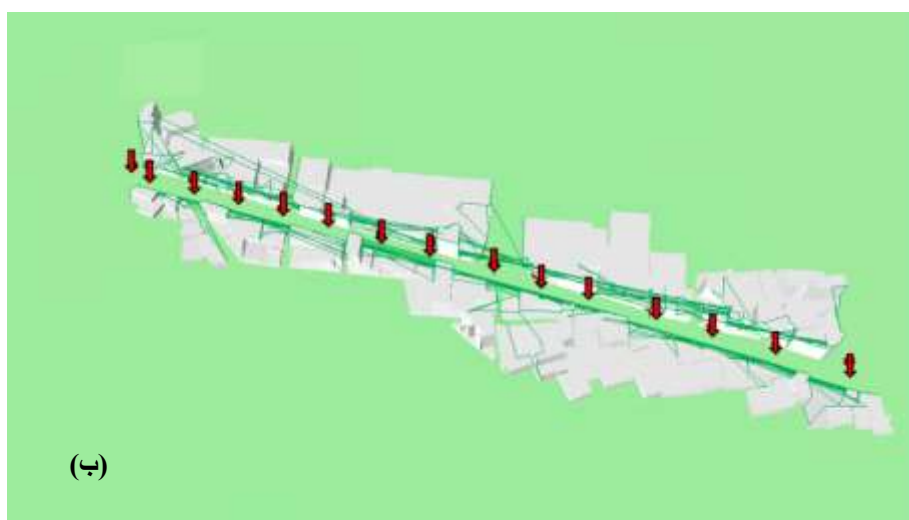
در این قسمت، پس از مدلسازی سه بعدی محدوده مورد مطالعه، با استفاده از ابزار «اسکای لاین»^۱ در سیستم اطلاعات جغرافیایی، به نمایش و تحلیل سه بعدی خط آسمان پرداخته شده است. ابزار اسکای لاین این امکان را فراهم می‌کند تا افق شهر افق ۳۶۰ درجه‌ای را از نقطه نظر ناظر مشاهده کنیم؛ این خط سه‌بعدی خروجی مرز بین ساختمان‌ها و آسمان را نشان می‌دهد.

^۱ Skyline

ابزار اسکای لاین از نقطه مشاهده کننده ورودی (مرکز بالای ساختمان) و لایه ساختمان های اطراف آن به عنوان عوامل مقایسه ای با آن استفاده می کند و سپس با استفاده از ابزار اسکای لاین گراف^۱ که زوایایی از نقطه ناظر به هر یک از رئوس خط افق را نشان می دهد، یک مقایسه گرافیکی از «دید آسمان» انجام می شود. با افزایش ارتفاع جداره ها و محصور شدن خیابان، «دید آسمان یا میزان دسترسی به آسمان» کاهش می یابد (Akbarishahabi, 2021). شکل (۸) نتایج حاصل از تحلیل خط آسمان در محدوده های مورد مطالعه را نشان می دهد.



^۱ Skyline Graph



شکل (۵). موقعیت نقاط ناظر و تصویر تحلیل‌های خط‌آسمان در محدوده‌های مورد مطالعه.

(الف): خیابان امام خمینی، (ب): خیابان شریعتی جنوبی، (ج): خیابان تختی

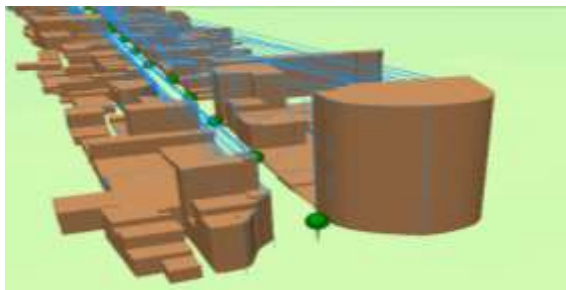
منبع: یافته‌های تحقیق

نتایج تحلیل‌های سه بعدی گراف خط‌آسمان

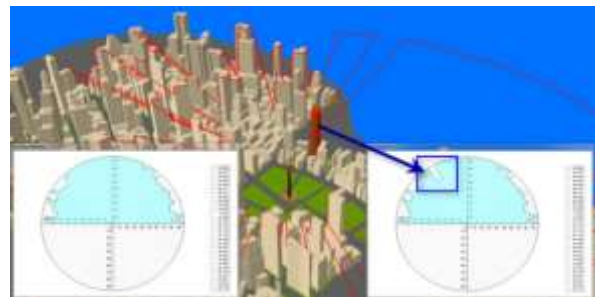
در این پژوهش با استفاده از ابزارهای کمی به تحلیل کمی و گرافیکی موضوع، برای کمک به تجزیه و تحلیل سه‌بعدی پرداخته شده است. ایجاد نمودار و گراف خط‌آسمان یکی از این ابزارها می‌باشد. گراف خط‌آسمان یک عکس با مدل چشم ماهی^۱ یا نمودار قطبی است که مقدار آسمان قابل مشاهده را نشان داده و می‌تواند جداول زوایای دید تولید کند. در گراف خط‌آسمان به نظر می‌رسد که خط‌آسمان بر روی سطح یک کره قرار دارد. این گراف از تقسیم مساحت محدوده با زاویه دید قابل مشاهده بر محدوده غیر قابل مشاهده بدست می‌آید. جدول خروجی آن، شامل میانگین درصد آسمان قابل مشاهده برای همه نقاط ناظر به همراه حداقل و حداکثر زاویه دید عمودی به آسمان، می‌باشد. این مقدار به صورت عددی بین ۰ تا ۱ بیان می‌شود که برای مثال

^۱ Fish-eye

۰,۸ نشان دهنده ۸۰ درصد دید افق است. هر چقدر شعاع گراف بیشتر و پهن تر باشد، درصد آسمان قابل مشاهده آن بیشتر است (lin et al, 2019).

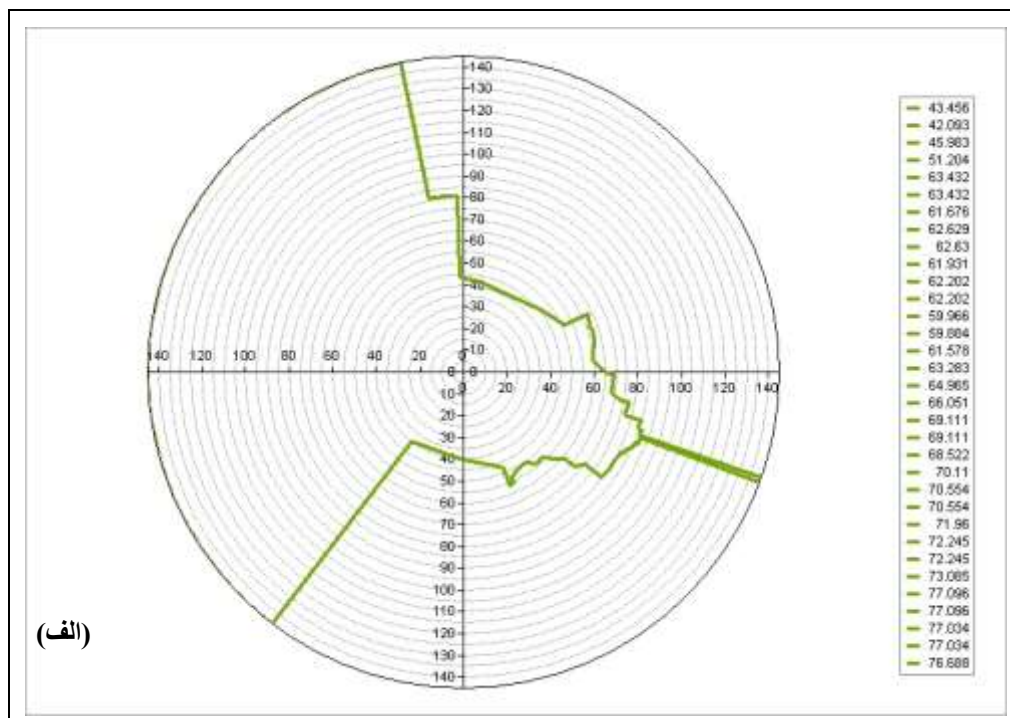


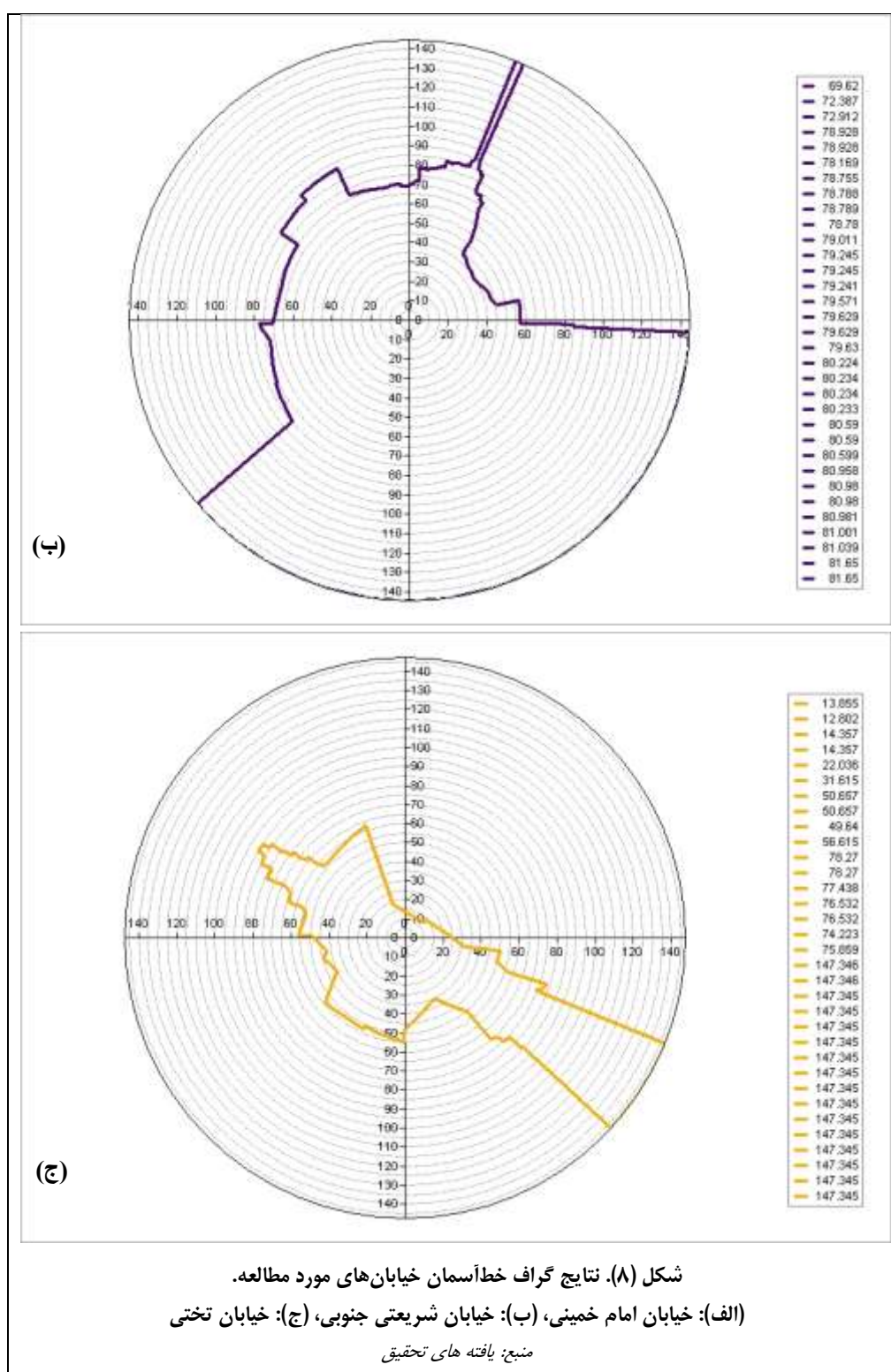
شکل (۷). نحوه عملکرد ابزار اسکای لاین با تمرکز بر نمونه
موردی
منبع: یافته های تحقیق



شکل (۶). نحوه عملکرد ابزار اسکای لاین
منبع: arcgis.com، ۱۴۰۱/۰۵/۰۱

نتایج به دست آمده از تحلیل گراف خط آسمان مطابق شکل (۱۱)، نشان از وجود گشودگی و دسترسی مناسب در بافت های میانی و قدیم کلانشهر تبریز دارد. شکل (۱۱) نتایج تحلیل ها را در محیط آرک سین نمایش می دهد. طبق نتایج بدست آمده، خیابان شریعتی جنوبی دارای میانگین عددی ۷۴,۰۶٪ دید افق، خیابان امام خمینی دارای میانگین ۶۳,۱۵٪ و خیابان تختی دارای میانگین عددی ۵۵,۶۶٪ هستند.





بحث و بررسی:

در طی بررسی مطالعات گذشته مشاهده می شود تاکنون شاخص ها، روش ها و مدل های متعدد و متفاوتی برای نمایش و تحلیل خط آسمان ارائه شده است، نتایج حاکی از کارایی و بهره وری تحلیل های سه بعدی جی آی اس از حیث سادگی برای استفاده کنندگان و کمک به اجماع نظر کارشناسان این زمینه و ارتقای اهداف و کیفیت پروژه های برنامه ریزی و طراحی شهری دارد که در این پژوهش سعی در به کار گیری تجارب حاصل از آن مطالعات می باشد. هدف از این پژوهش بررسی قابلیت، تحلیل ها و مدلسازی های سه بعدی از طریق بکار گیری و توسعه آرک جی آی اس در نمایش و تحلیل خط آسمان می باشد. در نهایت میتوان نگاه آسیب شناسانه و از جنبه مدیریتی به خط آسمان شهری را به عنوان وجه تمایز این پژوهش با سایر مطالعات عنوان کرد. همانطور که ذکر گردید خط آسمان شهری یکی از عوامل مهم در هویت بخشی به منظر شهری می باشد که در این مقاله با استفاده از نرم افزار جی آی اس، مورد تحلیل قرار گرفته است. این در حالیست که در اکثر مقالات مطرح در این زمینه کاربرد جی آی اس در شهرسازی و توان نمایش سه بعدی نرم افزارهای مرتبط و امکان بررسی محیط مجازی وضع موجود و طرح پیشنهادی مورد توجه می باشد.

نتیجه گیری:

خط آسمان با مؤلفه هایی از قبیل اشرافیت، مطلوبیت دید، خط منظر، نورگیری و سایه اندازی، گشودگی، محصوریت و... مرتبط می باشد. معماری ناهمگون، اختلاف ارتفاع آزاددهنده بصری و پیش آمدگی و عقب رفتگی در اطراف خیابان ها به سبب نادیده گرفتن مهم ترین عناصر کالبدی خیابان همچون خط آسمان و جداره ها موجب ایجاد سیمای ناهنجار در خیابان های شهری گردیده است. در این تحقیق با استفاده از مدل سازی های سه بعدی نشان داده شد که اگر به ظرفیت ها و اصول و ضوابط لازم شهرسازی توجه نشود، شاهد مشکلاتی نظیر در هم ریختن سازمان فضایی و کالبد شهر، ظهور خط آسمان های نامنظم در چشم انداز شهرها، ایجاد سایه های طولانی و دائمی، از بین رفتن هویت شهر، انسداد دید و منظر واحدها و ایجاد دید متقابل و اشرافیت خواهیم بود. با توجه به تعادل نسبی خط آسمان در خیابان ۲۴ متری شریعتی جنوبی و با ۷۴,۰۶٪ میانگین دید افق به دست آمده از تحلیل ها، نتایج حاکی از آن است که گشودگی و پهنای خیابان و تکنیک های شهرسازی در کنترل تعادل فضایی شهر و نیز هویت بخشی به شهر نقش قابل توجهی دارند. نتایج نشان می دهند خیابان های امام خمینی با میانگین عددی ۶۳,۱۵٪ و تختی با ۵۵,۶۶٪، از نظر دسترسی به آسمان نسبت به خیابان شریعتی در درجات بعد قرار دارند. با این حال خط آسمان شهرهای معاصر از الگوی خاصی پیروی نمی کند و مشخصه اصلی آن در محلات مناطق مختلف شهری شهر ایرانی، عدم الگوپذیری معین آن است. از این رو بهتر است در انجام فعالیت های شهری قبل از هر نوع تصمیم گیری موثر بر سیمای منظر شهری (خصوصاً خط آسمان)، با استفاده از نرم افزار GIS به تحلیل ها و مدل سازی های سه بعدی پرداخته و نتایج تصمیمات قبل از اجرایی شدن آن ها پیش بینی گردد.

بر اساس مطالعات صورت گرفته، موارد زیر در دو سطح تئوری و مدیریتی به عنوان پیشنهاد در جهت بهبود وضعیت خط آسمان شهرها، مشخص شدن جایگاه آن در سیمای شهر و اهمیت آن در برنامه ریزی شهری ارائه شده است.

- (۱) انجام تحقیقات غنی زیباشناختی وضع موجود سیمای شهری، با استفاده از تحلیل های سه بعدی.
- (۲) از پیش طراحی سه بعدی محلات و شهرک های تازه تصویب شده با استفاده از نرم افزارهای مربوط به طراحی و تحلیل های سه بعدی

(۳) اعمال و توجیه ضوابط شهرسازانه روی محلات و شهرک های تازه مصوب شده و همچنین کنترل و الزام به اجرای قوانین شهرسازی و معماری توسط کمیته کارشناسی در محدوده های مذکور

(۴) تهیه طرح های منطقه بندی ارتفاعی و پهنه بندی تراکم برای شهرها.

۵) تهیه مستندات کیفی و راهنما برای بلند مرتبه سازی با توجه به ظرفیت هر شهر.

۶) ارتقاء کیفیت زندگی شهروندان از طریق برقراری تعادل میان ساختمان‌های بلند مرتبه در راستای طراحی شهری پایدار.

منابع:

- اسفندیاری، مریم؛ اسفندیاری ظهیر، سارا؛ حقیقت بین، محمد مهدی. «ارزیابی کمی خط آسمان در مناظر شهری به عنوان لبه شهر (با تأکید بر ابزارهای نوین تحلیل منظر شهری)». دوفصلنامه علمی- پژوهشی مرمت و معماری/ایران. سال هشتم، شماره شانزدهم، ۱۳۹۷
- اصغری زمانی، اکبر؛ ولیزاده کامران، خلیل؛ رحمانی، رباب. «بررسی تطبیقی وضعیت خط آسمان شهری با استفاده از تحلیل های سه بعدی GIS، مطالعه موردی: شهرک ولیعصر و رشدیه تبریز». نشریه علمی جغرافیا و برنامه ریزی. سال ۲۶، شماره ۸۰، فصل تابستان، سال ۱۴۰۱، صفحات ۱-۲۶
- بیگدلی راد، وحید؛ زرباف نیا، بهاره. «ارزیابی عوامل موثر بر مطلوبیت محور های پیاده شهری. (مطالعه موردی: جاده سلامت قزوین)». نشریه علمی جغرافیا و برنامه ریزی. سال ۲۵، شماره ۷۸، فصل زمستان ۱۳۹۴: ۲۷۶-۲۵۳
- تیموریان، کتایون؛ میر، سید محسن. «ارزیابی کیفیت بصری-فضایی منظر شهری در گذر زمان (مورد مطالعه: ناحیه ۸ منطقه یک تهران)». فصلنامه مطالعات مدیریت شهری. سال دوازدهم، شماره چهل و سوم، ۱۳۹۹
- ذکاوت، کامران. چارچوب استراتژیک مدیریت بصری شهر مرکز پژوهشهای طراحی شهری، مهندسين مشاور پارهاس و همکاران. ۱۳۸۷
- قربانی، رسول؛ جعفری، فیروز. «بررسی جایگاه تراکم ساختمانی در طرح های توسعه شهری شهر تبریز». نشریه علمی جغرافیا و برنامه ریزی. سال ۱۹، شماره ۵۳، پاییز ۱۳۹۴: ۲۷۶-۲۵۳
- کابلی فرشچی، سیدامیر. «ارتقاء آسایش بصری شهروندان با تأکید بر الگوهای بومی خط آسمان در منظر شهری با استفاده از روش AHP (نمونه موردی: خیابان امام خمینی مشهد)». معماری و شهرسازی و توسعه پایدار با محوریت از معماری بومی تا شهر پایدار. ۱۳۹۲: ۳-۴
- کریمی مشاور، مهرداد؛ منصوری، سید امیر؛ ادیبی، علی اصغر. «رابطه چگونگی قرار گیری ساختمان های بلندمرتبه و منظر شهری». فصلنامه باغ نظر، ۱۳۸۹: ۵۹-۸۵
- محمودی، سیدامیرسعید. «منظر شهری: مروری بر چند نظریه». آبادی، شماره ۵۳، ۱۳۸۵: ۵۴-۶۱
- منتظری، زهرا؛ مبهوت، محمدرضا و امیری، مهدی. «تحلیلی بر چگونگی روند خط آسمان و تأثیر آن بر سیمای شهری (نمونه موردی: حرم رضوی)». نهمین سمپوزیوم پیشرفت های علوم و تکنولوژی. ۱۳۹۳: ۳-۵
- میر جلیلی، فاطمه؛ حنایی، تکتم. «بلندمرتبه سازی و تأثیر آن بر خط آسمان با تأکید بر اصول طراحی شهری پایدار». کنفرانس بین المللی عمران، معماری و شهرسازی ایران معاصر. ۱۳۹۶
- نامداریان، احمدعلی؛ غفاری، علی؛ قلعه نویی، محمود؛ سلطانی، علی. «تحلیل عوامل موثر بر شکل گیری خط آسمان شهری». هویت شهر. ۱۳۹۴: ۳۱-۴۰.
- وحدت طلب، مسعود. امینی، عادل. ستوده، آرمان. «بازخوانی خط آسمان شهری و ارزیابی زیباشناسی آن با استفاده از نرم افزار GIS و روش آنتروپی (نمونه موردی خیابان شریعتی تبریز)». نشریه هویت شهر، ۱۳۹۰: ۲-۱۱
- Akdağ, S.G. and Bostancı, S.H. (2013). The impacts of prestige projects on the skyline of Istanbul, *International Journal of Architectural Research*, 7(2), 169-281.
- Bhattacharyaa, Binay., Bishnub, Arijit., Cheongc,Otfried., Dasb,Sandip., Karmakard,Arindam., Snoeyinke,Jack. (2021). **Computation of spatial skyline points**, Computational Geometry: Theory and Applications. 101698
- Cullen, G. (1961). *The Concise Townscape* UK, The Architectural Press
- Jackobs, A.B. (1993). *Great Streets*, Cambridge, MIT Press
- Karaga, Katerina. (2015). **Urban skyline planning strategy analysis, case stusy: London**
- Puspitasari, A., Jongwook, K. (2020), **A reliable method for visibility analysis of tall buildings and skyline: a case study of tall buildings cluster in Jakarta**, Journal of Asian Architecture and Building Engineering: 1-12

- Lin, Yuebin., Ke, Yan., C. Konijnendijk van den Bosch, Cecil., Yu, Kunyong., Zhong, Yi., Jian Liu.(2019). **Bird eye analysis of skyline views from an elevated recreation trail-the case of the Fu Forest Trail**, Urban Forestry & Urban Greening.
- Li, J., You, W., & Ding, W. (2022), **Exploring urban space quantitative indicators associated with outdoor ventilation potential**, Sustainable Cities and Society, 79, 103696.
- L. Ford. (1976), **The urban skyline as a city classification system**, Journal of Geography, 154-164.
- Lynch, K., (1981), *Good City Form*, Cambridge, The MIT Press.
- Seda H. Bostancı., (2015), **Shannon entropy and urban skyline**, Environmental Fundamental Sciences and Applications, International Conference on Engineering, Technologies and System, BULGARIA
- Zhou, H.and H.Gao., (2018), **The impact of urban morphology on urban transportation mode: A case study of Tokyo**.Case Studies on Transport Policy
- Relph, Edward C., ed, (1987), **The Modern Urban Landscape**. London: Croom Helm.
- Akbarishahabi, Leila.,(2021), **Examining the Relationship between Enclosure Ratio of Street and Skyline s Complexity**, Iconarp International J. of Architecture and Planning.
- Moughtin, Cliff., (1992), **Urban Design: Street and Square**. Oxford ; Boston: Butterworth Architecture.
- Dover, V. and Massengale, J, (2014), **Street Design: The Art and Practice of Making Complete Streets**. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons.