Archive of SID

سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی (سال دوازدهم / شماره سوم) پاییز ۱۴۰۰
نمایه شده در سایت: پایگاه استنادی علوم جهان اسلام، جهاد دانشگاهی، مگ ایران، نورمگز، سیویلیکا، گوگل اسکولار
آدرس وب سایت : http://girs.iaubushehr.ac.ir

مقاله پژوهشی

استفاده از مدل ترکیبی سامانه اطلاعات جغرافیایی سه‌بعدی و الگوریتم کلونی مورچگان در بهینه‌سازی پوشش سایه درختان

محسن قدس، حسین آقامحمدی زنجیرآباد، علیرضا وفایی‌نژاد، سعید بهزادی، علیرضا قراگوزلو

دریافت: ۲۰ دی ۱۳۹۹/ پذیرش: ۱۱ اسفند ۱۳۹۹
دسترسی اینترنتی: ۱ مهر ۱۴۰۰

چکیده

پیشینه و هدف یکی از روش‌های کاهش جذب تشعشعات خورشیدی و جلوگیری از ایجاد جزایر حرارتی شهری، افزایش سایه توسط پوشش گیاهی است. به‌خصوص ایجاد سایه بر ساختمان‌ها که موجب خنک شدن خانه‌ها، کاهش مصرف انرژی و هزینه‌ها، افزایش ارزش خانه‌ها، ایجاد جلوه بصری مناسب و حس خوبی و سرزندگی می‌شود. هرچند ازنظر اقتصادی میزان صرفه‌جویی رخ‌داده در اثر سایه و خنک شدن هوا برای یک درخت در طول عمر آن در نواحی آب‌وهوایی مختلف، متفاوت بوده و بستگی به نوع درخت، میزان سایه‌گستری آن در طول روز و در فصول مختلف سال دارد، امّا اثر آن در صرفه‌جویی مصرف انرژی و هزینه‌ها قطعی است. موضوع تحقیق حاضر برنامه‌ریزی استراتژیک در خصوص افزایش پوشش سایه درختان در مناطق مسکونی شهری است. روشی ساده برای ایجاد سایه فراوان کاشت درختان متعدد در اطراف ساختمان‌ها است. اما این روش در بسیاری از مناطق که با مشکل کمبود آب مواجه‌اند، به دلیل هزینه‌های زیاد آن غیرعملی است. ضمن آن‌که وجود سایه‌های اضافی بر سطح بام ساختمان، موجب کاهش قابلیت در معرض تابش پرتوی خورشید قرار گرفتن بر سطح بام ساختمان‌ها و کاهش پتانسیل استفاده از پانل‌های خورشیدی بر سطح بام برای تولید الکتریسیته خواهد شد. اما چالش اصلی دست‌یابی به بیشترین مزایای سایه با استفاده از روشی است که بتواند با تعداد کمی درخت در نقاطی بهینه، پوشش سایه بیشینه بر سطح نما و پوشش سایه کمینه بر سطح بام را فراهم آورد. موضوع مکان‌یابی موقعیت درختان باهدف بهینه‌سازی پوشش سایه، یعنی بیشینه نمودن پوشش سایه بر سطح نما، درب و پنجره و کمینه نمودن پوشش سایه بر سطح بام، یک مسئله غیرقطعی سخت است و راه‌حل دقیق و قطعی ندارد. لذا از سیستم اطلاعات جغرافیایی سه‌بعدی و الگوریتم کلونی مورچه‌ها برای این منظور استفاده‌شده است. در پژوهش‌های گذشته شده اغلب اثرات سایه پوشش درخت بر یک ساختمان منفرد موردبررسی قرارگرفته است؛ درحالی‌که در

محسن قدس [۱]، حسین آقامحمدی رنجیرآباد(✉) [۲]، علیرضا وفایی‌نژاد [۳]، سعید بهزادی [۴]، علیرضا قراگوزلو [۵]

۱. دانشجوی دکتری تخصصی، گروه سنجش‌ازدور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲. استادیار گروه سنجش‌ازدور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران

۳. استادیار گروه حمل‌ونقل، دانشکده عمران، آب‌و محیط‌زیست، دانشگاه شهیدبهشتی، تهران، ایران

۴. استادیار گروه مهندسی نقشه‌برداری، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تربیت دبیر شهیدرجایی، تهران

۵. دانشیار گروه حمل‌ونقل، دانشکده عمران، آب‌و محیط‌زیست، دانشگاه شهیدبهشتی، تهران، ایران

پست الکترونیکی مسئول مکاتبات: aghamohammadi@srbiau.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

این پژوهش به‌جای یک ساختمان منفرد یک بلوک ساختمانی، شامل چندین ساختمان متصل به یکدیگر، موردبررسی قرار می‌گیرد. زیرا در اکثر شهرهای ایران، ساختمان‌ها به هم چسبیده و تشکیل بلوک ساختمانی را می‌دهند. ضمن این‌که در بیشتر پژوهش‌های پیشین، اثر پوشش سایه حداکثر دو درخت بر روی ساختمان موردبررسی قرارگرفته است؛ درحالی‌که در این پژوهش اثر پوشش سایه ۱۵ اصله درخت را بر روی بلوک ساختمانی بررسی می‌نماییم. در هیچ‌یک پژوهش‌های انجام‌شده بهینه‌سازی پوشش سایه درختان بر سطح نمای ساختمان از روش بهینه‌سازی فرا-ابتکاری و ترکیب آن با GIS استفاده‌نشده است. در این پژوهش با رویکردی ترکیبی از GIS در یک محیط سه‌بعدی و روش فرا-ابتکاری ACO در مکان‌یابی استراتژیک تعداد مختلف درختان، باهدف بیشینه نمودن پوشش سایه درختان بر سطح نمای ساختمان‌ها و کمینه نمودن پوشش سایه درختان بر سطح بام استفاده می‌شود.

مواد و روش‌ها برای انجام تحلیل‌ها دو نوع داده موردنیاز است. یکی مشخصات بلوک ساختمانی، برای مثال: ابعاد، موقعیت و اندازه نما، بام، درب و پنجره‌ها و دیگری مشخصات درخت (ارتفاع و موقعیت). برای مدل‌سازی مسئله بهینه‌سازی پوشش سایه درختان از GIS سه‌بعدی و الگوریتم ACO استفاده‌شده است. GIS سه‌بعدی قابلیت ذخیره‌سازی، تجزیه‌وتحلیل و ایجاد توپولوژی سه‌بعدی را فراهم نموده و ACO نیز برای خلاصه‌سازی شرایط دنیای واقعی در یک مسئله ریاضی استفاده‌شده است. برای ذخیره‌سازی اطلاعات مکانی و استخراج سطح پوشش، توپولوژی مکانی از GIS و قواعد مثلثاتی استفاده‌شده است. پس از ذخیره‌سازی موقعیت، ترکیب و اطلاعات توصیفی اشیا دوبعدی و سه‌بعدی توسط داده‌های توپولوژیکی، برای استخراج موقعیت سایه، ازنظر دافیه و بِکمن در ۲۰۱۳ استفاده‌شده است. سپس با توجّه به نظر چرچ و ریوله مسئله مکان‌یابی پوشش حداکثری تعریف‌شده است. برای بهینه‌سازی مکانی سه‌بعدی به ۳ دلیل ذیل از روش ACO استفاده می‌شود. دلیل اول مبتنی بر استفاده از قواعد مثلثاتی پیچیده فوق‌الذکر در محاسبه پوشش سایه بر روی ساختمان‌های مختلف و بخصوص استفاده از مدل سه‌بعدی پیچیده و با جزئیات کامل برای درخت و بلوک ساختمانی است. دلیل دوم مبتنی بر عدم وجود روشی قطعی برای حل این مسئله بهینه‌سازی با توجّه به قیود غیرخطی شامل توابع مثلثاتی و دلیل سوم مبتنی بر وجود فضای پیوسته اطراف بلوک ساختمانی است که در هر مکانی امکان قرارگیری درخت وجود دارد و لذا منجر به بی‌نهایت ترکیب از ترتیب چند درخت در فضای ممکن برای بررسی مسئله می‌گردد. جزئیات مراحل عبارت‌اند از؛ ۱) تعریف مجموعه مکان‌های ممکن برای درخت بر اساس ارتفاع، قطر تاج، محوطه پیرامونی و چشم‌انداز بیرونی بلوک ساختمانی. ۲) استفاده از روشی برای قرارگیری اولین درخت در تمام مکان‌های ممکن اطراف بلوک ساختمانی در طی ساعات گرم در روزهای مشخصی از فصل تابستان و محاسبه بیشترین پوشش سایه بر روی بلوک ساختمانی بر اساس وزن اجزا ساختمان. ۳) حذف مکان‌های ممکن قرارگرفته در تاج درخت به‌منظور جلوگیری از همپوشانی تاج درختان و ٤) تکرار مراحل ۲ و ۳ برای قرارگیری درختان بعدی در مکان‌های ممکن اطراف بلوک ساختمانی تا زمانی که تعداد درختان به تعداد درختان موردنظر برای ایجاد سایه برسد. با توجّه به این‌که بی‌نهایت مکان ممکن، یک مرحله ساده‌سازی و محدود کردن تعداد مکان‌های ممکن ضروری است. برای این منظور، فضای پیوسته به مجموعه مکان ممکن برای قرارگیری Ni درخت بافاصله ۲ متری در راستای شمال-جنوب و شرق-غرب خلاصه‌شده است. ضمن آن‌که به‌منظور استفاده از روشنایی روز در ساختمان، امکان دید به بیرون از داخل ساختمان و امکان رفت‌وآمد از درب‌ها مکان‌های ممکن روبروی درب‌ها و پنجره‌ها حذف‌شده است. برای پرهیز از ایجاد سایه غیرضروری در بام، حداقل فاصله ۲ متر درختان تا ساختمان در نظر گرفته شد.

نتایج و بحث برای بهینه‌سازی پوشش سایه درختان با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی کلونی مورچه‌ها از محیط متلب MATLAB استفاده شد. برای این منظور ابتدای مدل بلوک ساختمانی موردبررسی شامل طول، عرض، ارتفاع، در قالب ساختاری تعریف‌شده که دارای ماتریس‌های مجزایی برای نمای شمالی، شرقی، جنوبی و غربی بلوک ساختمانی است. برای تعریف بام بلوک ساختمانی نیز ماتریس دیگری استفاده شد. هر عنصر از ماتریس‌های مذکور معادل ۱۰cm× ۱۰ از سطح بلوک ساختمانی و دارای مقدار صفر است. برای مدل‌سازی ابعاد و محل قرارگیری درب و پنجره‌ها در هر نما، ساختاری دیگر شامل ماتریس‌های مجزا برای هر نما تعریف‌شده است که مقدار عناصر ماتریس در محل قرارگیری درب و پنجره‌ها برابر یک است. مدل درخت غالب منطقه، شامل ارتفاع و شعاع تاج درخت نیز تعریف گردید. مشخصات خورشید در منطقه موردمطالعه، شامل آزیموت و ارتفاع خورشید در روزهای موردمطالعه در بازه‌های زمانی ۱۵ دقیقه‌ای از ساعت ۹ تا

www.SID.ir

Archive of SID

۱۵مورداستفاده قرار گرفت. پس از قرارگیری درخت در هر یک از مکان‌های ممکن و حرکت خورشید، سایه ایجادشده درختان بر هر نقطه از اجزای ساختمان، موجب تغییر مقدار عنصر ماتریس معادل آن نقطه از صفر به یک می‌گردد. مجموع مقادیر عناصر ماتریس، میزان سایه ایجادشده توسط درخت را بر هریک از اجزای ساختمان را مشخص می‌کند. مجموع حاصل‌ضرب نقطه‌ای عناصر ماتریس درب و پنجره‌ها در عناصر ماتریس نما، مقدار سایه ایجادشده بر درب و پنجره‌ها را مشخص می‌کند. برای بیشینه‌سازی پوشش سایه درختان بر سطح نما، درب/پنجره‌ها و کمینه‌سازی پوشش سایه بر سطح بام، تابع هدف تعریف و از الگوریتم ACO استفاده‌شده است. نتایج حاصل از روش ACO نشان می‌دهد حالت بهینه پوشش سایه درخت/درختان بر روی بلوک ساختمانی، که بیشترین سایه را بر روی نما و درب و پنجره‌ها و کمترین سایه را بر روی بام ایجاد نماید، بستگی زیادی به تعداد درختان و موقعیت درب و پنجره‌ها در نمای بلوک ساختمانی دارد. به‌طورکلی با افزایش تعداد درختان، میزان سایه ایجادشده بر اجزای بلوک ساختمانی افزایش می‌یابد.

نتیجه‌گیری نتایج حاصل روش ACO نشان داد که برای ساختمانی، در یک منطقه در نیمکره شمالی، درختان در شمال ساختمان تأثیری در ایجاد سایه بر اجزای ساختمان ندارند. با توجه به این‌که در مناطق خشک و گرمسیری محدودیت در کاشت درختان وجود دارد، یافتن موقعیت مناسب برای درختان نقش بسزایی در بهینه‌سازی پوشش سایه بر اجزای ساختمان دارد. با توجه به میزان انتقال گرمایی بالا از طریق درب و پنجره‌ها نسبت به‌نما و بام، و وزن بیشتر در نظر گرفته‌شده برای این اجزا در تابع هدف، یافتن موقعیت‌های بهینه درختان بستگی زیادی به موقعیت درب و پنجره‌ها در ساختمان دارد؛ تا بیشترین سایه را بر این اجزا ایجاد نمایند. برای بلوک ساختمانی با تعداد و ابعاد ساختمان‌های مفروض در پژوهش و با توجه به ابعاد و موقعیت درب و پنجره‌ها، کاشت یک درخت دریکی از موقعیت‌های K10، K16، K22 یا K28 که هر یک در فاصله ۲ متری جنوب ساختمان و در حد وسط دو پنجره قرار دارد، بهینه‌ترین سایه را ایجاد می‌نماید. این درخت به‌طور میانگین از ساعت ۹ تا ۱۵ در چهار روز موردبررسی، بر کل نما، درب/پنجره‌ها و بام ساختمان به ترتیب ۷/٤۸، ۹/۲۲ و ۰/۸۵ درصد سایه ایجاد می‌کند. در حالتی که کاشت دو درخت مدنظر باشد، بازهم دو موقعیت از موقعیت‌های K10، K16، K22 یا K28 بهینه‌ترین سایه را ایجاد می‌نماید. این دو درخت به‌طور میانگین از ساعت ۹ تا ۱۵ در چهار روز موردبررسی، بر کل نما، درب/پنجره‌ها و بام ساختمان به ترتیب ۱۳/۸۸، ۱۸/٦٤ و ۱/٦۹ درصد سایه ایجاد می‌کنند. در حالت سه درخت موقعیت‌های K8، K18 و K22، در حالت چهار درخت موقعیت‌های K14، K20، K26 و K32، در حالت پنج درخت موقعیت‌های K8، K14، K20، K26 و K32 بهینه‌ترین سایه را ایجاد می‌کنند. این موقعیت‌ها در فاصله ۲ متری جنوب ساختمان قرار دارند. در حالت سه درخت به‌طور میانگین از ساعت ۹ تا ۱۵ در چهار روز موردبررسی، بر کل نما، درب/پنجره‌ها و بام ساختمان به ترتیب ۲۱/۰۷، ۲۸/٥٤ و ۲/٥٤ درصد، در حالت چهار درخت بر کل نما، درب/پنجره‌ها و بام ساختمان به ترتیب ۲٤/۹٦، ۳٥/۳٦ و ۳/۳۹ درصد و در حالت پنج درخت بر کل نما، درب/پنجره‌ها و بام ساختمان به ترتیب ۳۳/۲٦، ٤٤/۷۰ و ۳/۹٥ درصد، سایه ایجاد می‌شود. با کاشت پنج درخت بیش از ۸۸ درصد نمای جنوبی و بیش از ۹۰ درصد درب/پنجره‌های نمای جنوبی ساختمان تحت پوشش سایه قرار می‌گیرد. اما با توجه به هدف بهینه‌سازی سایه بر ساختمان و وزن بیشتر درب و پنجره‌ها، روش ACO موقعیت درختان را به‌گونه‌ای بهینه یابی کرده است که سطح بیشتری از درب و پنجره‌ها در معرض سایه قرار بگیرد. با توجه به این‌که در حالت پنج درخت، ۹۰ درصد نمای جنوبی در سایه درختان قرار گرفت، در حالت شش درخت علاوه بر نمای جنوبی، نماهای شرقی و غربی نیز برای کاشت درخت در نظر گرفته شد. به‌طوری‌که موقعیت‌های K8، K14، K20 و K30 در فاصله دو متری نمای جنوبی و موقعیت H2 در فاصله ۲ متری نمای غربی و موقعیت H36 در فاصله ۲ متری نمای شرقی برگزیده شد. این درختان به‌طور میانگین از ساعت ۹ تا ۱۵ در چهار روز موردبررسی، بر روی نما، درب/پنجره‌های و بام به ترتیب ۳۳/۹٥، ٤۲/۲۹ و ۳/٦٤ درصد سایه ایجاد می‌کند.

واژه‌های کلیدی: بهینه‌سازی، پوشش سایه درختان، GIS سه‌بعدی، روش فرا-ابتکاری ACO

لطفاً به این مقاله استناد کنید: قدس، م.، آقامحمدی زنجیرآباد، ح.، وفایی‌نژاد، ع. ر.، بهزادی، س.، قراگوزلو، ع. ر. ۱٤۰۰. استفاده از مدل ترکیبی سامانه اطلاعات جغرافیایی سه‌بعدی و الگوریتم کلونی مورچگان در بهینه‌سازی پوشش سایه درختان، نشریه سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۱۲(۳): ۱۰-۵.

www.SID.ir

Archive of SID

RS & GIS for Natural Resources
(Vol. 12/ Issue 3) Autumn 2021
Indexed by ISC, SID, Magiran, Noormags, Civilica, Google Scholar
journal homepage : www.girs.iaubushehr.ac.ir

Original paper

Using a hybrid model of 3D GIS and meta-heuristic methods for optimizing tree shade coverage

Mohsen Ghods, Hossein Aghamohammadi Zanjirabad, Alireza Vafaeinejad, Saeed Behzadi, Alireaza Gharagouzlo

Received: 9 January 2021 / Accepted: 1 March 2021
Available online 23 September 2021

Abstract

Background and Objective A method to reduce the absorption of solar radiation and prevent the creation of urban heat islands is to increase shade by vegetation. A shadow creating on buildings, causes houses to cool down, reduces energy consumption and costs, increases the value of houses, and creates a proper visual effect and a sense of well-being and vitality. Although economically, the amount of savings due to shade and cooling of the air for a tree during its lifetime in different climatic regions is different and depends on the type of tree, the amount of shade during the day and in different seasons of the year, but its effect on energy savings and costs are definite.

The subject of the present study is strategic planning to increase the shade coverage of trees in urban residential areas. A simple way to create plenty of shade is to plant numerous trees around buildings. However, this method is impractical in many areas that face water shortages due to its high costs. In addition, the presence of additional shadows on the rooftop of the buildings will reduce the ability to be exposed to sunlight and the potential of using solar panels to generate electricity. So the main challenge is using a method that can provide maximum shade coverage on the facade surface and minimum shadow coverage on the rooftop with a few trees in optimal locations. The issue of locating trees with the aim of optimizing shade coverage, i.e. maximizing shade coverage on facades and opening components, and minimizing shadow coverage on the rooftop, is a Non-deterministic Polynomial hard (NP-hard) problem and has no exact solution. Therefore, the 3D Geographic Information System and the Ant Colony Optimization algorithm have been used for this purpose. Previous studies have often examined the effects of tree canopy shade on a single building. But in most cities in Iran, buildings are connected together and form a building block. So, instead of a single building, a building block is examined. In addition, in most previous studies, the effect of shade coverage of a maximum of two trees on the building has been investigated; while in this study, we examine the effect of shade coverage of 15 trees on the building block. None of the studies on optimizing the shade of trees on the facade of the building has used the meta-heuristic optimization methods and its combination with GIS.

M. Ghods [1], H. Aghamohammadi Zanjirabad(✉) [2], A. R. Vafaeinejad [3], S. Behzadi [4], A. R. Gharagouzlo [5]

1. PhD Student, Department of Remote Sensing and GIS, Faculty of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
2. Assistant Professor, Department of Remote Sensing and GIS, Faculty of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
3. Assistant Professor, Faculty of Civil, Water and Environmental Engineering, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
4. Assistant Professor, Faculty of Civil Engineering Shahid Rajaiee Teacher Training University, Tehran, Iran
5. Associate Professor, Faculty of Civil, Water and Environmental Engineering, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

e-mail: aghamohammadi@srbiau.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

In this study, a hybrid model of GIS in a three-dimensional environment and ACO is used for maximizing the shade of trees on the facade and opening components of buildings, and minimizing the shade of trees on the rooftop.

Materials and Methods Two types of data are required to perform the analysis; The building block properties, for example, dimensions, position, and size of the facade, rooftop, and opening components, and the tree properties (height and position). 3D GIS and ACO algorithms have been used to model tree shade coverage optimization. 3D GIS provides abilities for storing, analyzing, and creating 3D topologies, and ACO is used to summarize real-world conditions in a mathematical problem. GIS and trigonometric rules have been used to store geographical information and spatial topology. After storing the position, composition, and description information of 2D and 3D objects by topological data, Duffie and Beckman relations (2013) is used to extract the position of the shadow. Then, according to Church and Revelle, the Maximal Covering Location Problem (MCLP) is defined. For the following 3 reasons, ACO has been used for three-dimensional optimization; 1) The complex trigonometric rules in calculating the shadow coverage on buildings, 2) There is no deterministic solution for optimization problems because of nonlinear constraints including trigonometric functions, 3) The existence of continuous space around the building block that It is possible to place a tree in any position. The details of the steps are; 1) Define the set of possible locations for the tree based on the height, diameter of the canopy, and around space of the building block, 2) Use a method to place the first tree in all possible places around the building block during hot hours on certain days of the summer and calculate the maximum shade coverage on the building block based on the weight of the building components, 3) Remove the places that may be done in the tree canopy to prevent overlapping of tree canopies, 4) Repeat steps 2 and 3 to place the next trees in the possible places around the building block until the number of trees reaches the desired number of trees to create shade. Considering the infinite possible positions, a simplification step is required to limit the number of available positions. Therefore, the constant space is reduced to possible positions for locating Ni trees with two-meter spacing in the N-S and E-W directions. Further, the possible tree positions in front of the opening components are eliminated to make daylight available, have an outlook from the building, and comment through the doors. The minimum spacing of two meters between the trees and the building is set to prevent unnecessary shading on the rooftop.

Results and Discussion MATLAB environment is used to optimize the shade coverage of trees using the ACO algorithm. For this purpose, properties of the buildings block such as length, width, height, are modeled in a struct in MATLAB. This struct has separate matrices for the north, east, south, and west views of the building block. Another matrix is also used to model the rooftop. Each element of the mentioned matrices is equal to 10× 10 cm from the surface of the building block and has a value of zero. To model the dimensions and location of doors and windows in each facade, another struct includes separate matrices for each facade is used. In these matrices, the amount of elements in the location of doors and windows is one. The characteristics of the sun in the study area are used, including azimuth and altitude of the sun on the studied days in 15-minute intervals from 9 to 15 hours. The shadow is created on building components, by placing the tree in any of the possible locations, and movement of the sun. The elements of the matrices equivalent to the shaded building components change from zero to one. The sum of the values of the matrix elements determines the amount of shadow created by the tree on each component of the building. The sum of the point multiplication of the door/window matrix elements in the facade matrix elements determines the amount of shadow created on the doors/windows. The objective function is defined and the ACO algorithm is used to maximize the shadow coverage of trees on the facade, doors/windows, and minimize the shadow coverage on the rooftop. The results of the ACO show that the optimal shade coverage on the buildings block, which creates the most shade on the facade and doors and windows and the least shade on the roof, depends on the number of trees and the position of the doors and windows in buildings block. In general, as the number of trees increases, the amount of shadow created on the building block components increases.

Conclusion The results of the ACO showed that for buildings, in the northern hemisphere, the trees in the north of the buildings have no effect on casting shadows on the components of the building. Due to the fact that in arid and tropical regions there are restrictions on planting trees, finding a suitable position for trees plays an important role in optimizing the shade coverage. Due to the high heat transfer through the doors and windows compared to the facade and rooftop, the higher weight is considered for these components in the objective function. Finding the optimal position of the trees depends a lot on the position of the doors and windows in the building to create the most shadow on these components. For a buildings block with the number and dimensions of buildings assumed in the research and according to the dimensions and position of doors and windows, planting a tree in one of the positions K10, K16, K22, or K28 creates the most optimal shade. These positions are 2 meters from south of the buildings and in the middle of two windows. On average, this tree provides 7.48, 9.22, and 0.85% shade respectively on the facade, doors /windows, and rooftop from 9 to 15 o'clock in four days studied. In the case of planting

www.SID.ir

Archive of SID

two trees, two positions from positions K10, K16, K22, or K28 still provide the optimal shade. On average, these two trees provide 13.88%, 18.64%, and 1.69% of shade respectively on the whole facade, doors /windows, and rooftop at 9:00 AM to 3:00 PM. In the case of three trees, positions K8, K18, and K22, in the case of four trees, positions K14, K20, K26, and K32, in the case of five trees, positions K8, K14, K20, K26, and K32 create the optimal shadow. Shading coverage in the case of three trees, is 21.07, 28.54, and 2.54%, respectively on the facade, doors/windows, and rooftop, in the case of four trees, is 24.96, 35.36 and 3.39% respectively on the façade, doors/windows, and rooftop and in the case of five trees is 33.26, 44.70 and 3.95% respectively on the facade, doors/windows, and rooftop. By planting five trees, more than 88% of the south façade and more than 90% of the south façade doors/windows of the building will be covered with shade. However, due to the goal of optimizing the shadow on the building and the greater weight of the doors and windows, the ACO has optimized the position of the trees in such a way that more surfaces of the doors and windows are exposed to the shadows. Due to the fact that in the case of five trees, 90% of the southern facade is in the shade of trees, in the case of six trees, in addition to the southern facade, the eastern and western facades are also considered for planting trees. So that the positions K8, K14, K20, and K30 are chosen in the distance of 2 meters from the south and the position of H2 is chosen in the distance f 2 meters from the west, and the position of H36 is chosen in the distance of 2 meters from the east. On average, these trees provide 33.95%, 42.29%, and 3.64% shade respectively on the facade, doors/windows, and rooftop.

Keywords: Optimization, Tree shade coverage, 3D geographic information system (3D GIS), Ant Colony Optimization (ACO) algorithm

Please cite this article as: Ghods M, Aghamohammadi Zanjirabad H, Vafaeinejad AR, Behzadi S, Gharagouzlo AR. 2021. Using a hybrid model of 3D GIS and meta-heuristic methods for optimizing tree shade coverage. Journal of RS and GIS for Natural Resources, 12(3): 5-10.

www.SID.ir