کنترل اثر سایه اهداف دست‌ساز بشر در تصویربرداری ماهواره‌ای جهت استتار (با رویکرد پدافند غیر عامل)

احمد معدنچی زارع[1]، حمید دهقانی[2]، محمود نجفی[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۸/۲۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۰/۰۳

چکیده

یکی از ویژگی های هر سازه مشخصه‌های نمایی و ظاهری آن است. در این میان ملاحظات پدافند غیر عامل و به خصوص آفا برای دوری از شناسایی و تهدیدها بسیار مهم می‌باشد. سایه یکی از المان‌های بسیار مهم در تفسیر و شناسایی اهداف در تصاویر سنجش از دور است. این المان تفسیری اطلاعات بسیار خوبی از وجود یا عدم وجود اهداف، حدود عمق و ارتفاع آنها، بزرگی و کوچکی آنها و زمان تصویربرداری در اختیار کاربر قرار می‌دهد. یکی از الگوهایی که باعث آشکارشدن اهداف پنهان شده در طبیعت باز می‌شود، بررسی سایه‌ای است که از این اهداف در زاویه‌های مختلف تابشی بر سطح می‌افتد. از این‌رو پرداختن به این المان تفسیری در موضوع استتار اهداف، اهمیت زیادی دارد. در این مقاله اهداف دست‌ساز بشر که عموماً دارای شکل هندسی منظم هستند، از نظر رفتار سایه‌ای شبیه سازی شده‌اند. از آنجا که حجم این اشکال مورد استفاده قرار می‌گیرد، تحلیل های انجام گرفته براساس حجم و مقدار سایه اشکال هندسی منظم بوده است. در این مقاله براساس تحلیل های انجام گرفته برای اشکال پایه، اشکال ترکیبی پیشنهاد شده‌اند که هم از نظر حجم و هم از نظر مقدار سایه رفتار مناسبی ارائه نموده‌اند. بررسی نمونه‌های عملی موجود در دنیا صحت طرح‌های ارائه شده در این مقاله را نشان می‌دهد.

واژگان کلیدی: *تصاویر ماهواره‌ای، تفسیر تصویر، سایه، آفا، استتار سایه.*

[1] دانشگاه صنعتی مالک اشتر، پست الکترونیک: ahmad.madanchi@gmail.com

[2] دانشگاه صنعتی مالک اشتر، پست الکترونیک: hamid_deh@yahoo.com

[3] دانشگاه صنعتی مالک اشتر، پست الکترونیک: mahmood.najafi@gmail.com

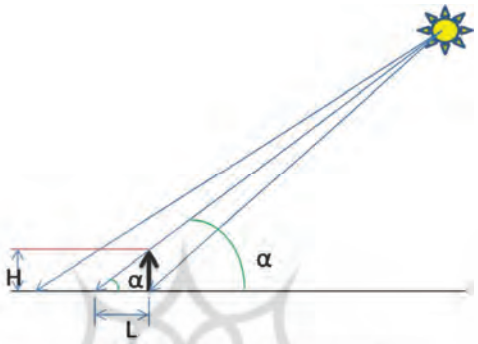
مقدمه

سایه را از منظرهای مختلف می‌توان مورد کنکاش و بررسی قرار داد. به عنوان مثال سایه در ادبیات سیاسی و سینما دارای معانی خاص خود می باشد. اما آنچه در این تحقیق به آن پرداخته می‌شود، سایه‌ای است که از عدم برخورد پرتو نور مستقیم منبع روشن کننده (خورشید) به قسمت‌هایی از صحنه تصویر بوجود می آید. با یک نگاه به تصویر ماهواره‌ای (به خصوص تصویری که قدرت تفکیک مکانی بالایی نداشته باشد) به خوبی مشخص می‌گردد که یکی از عوامل بسیار مهم در مرحله آشکارسازی اهداف سایه آن‌ها می باشد. سایه وجود یک شئ در پس زمینه را اثبات می‌کند. به عبارت دیگر سایه‌ها می‌توانند وجود یک پدیده با ارتفاع را نشان دهند. بنابراین کاهش و یا کنترل سایه یکی از خواسته‌های فعالیت‌های آفا (استتار، فریب و اختفاء) می باشد. از طرف دیگر در اکثر موارد سایه به‌صورت یک عامل منفی از سوی مفسرین تصاویر ماهواره‌ای تلقی می شود. زیرا آنها به سختی می‌توانند پدیده‌های واقع در سایه‌های طولانی را تشخیص دهند [۱، ۲، ۳]. طول سایه وابسته به زاویه تابش می باشد.

با توجه به فرمول شماره (۱) هر چه زاویه تابش کوچک‌تر باشد طول سایه بلندتر خواهد بود. با گذر خورشید از زاویه ۹۰ درجه سایه در طرف دیگر جسم، ایجاد می گردد. یکی دیگر از مشخصه‌های سایه، جابجایی سایه در اطراف شیئ می باشد. به علت نوع حرکت خورشید در آسمان (نیم کره شمالی زمین نسبت به خورشید) سایه شیئ علاوه بر تغییر اندازه و شکل، جابجایی نیز دارد. حرکت سایه به صورت ساعت گرد و حدود ۱۸۰ درجه می باشد. معمولا در مبحث سایه با مقدار یا مساحت سایه سرو کار داشته و مثبت یا منفی بودن نسبت به صبح یا بعد ازظهر تاثیرگذار نمی باشد. مساحت سایه می تواند از چند برابر طول شیئ در زوایای بسیار کم شروع و تا مقدار صفر در زاویه ۹۰ درجه تغییر نماید. با توجه به این فرمول می توان مشخص نمود که طول سایه در زاویه تابش ۴۵ درجه برابر طول خود شیئ می باشد. اگر طلوع خورشید در یک روز بهاری ساعت ۶ صبح محلی و ظهر ساعت ۱۲ فرض شود و همچنین رابطه زاویه تابش به زمان، خطی در نظر گرفته شود، ساعت ۹ صبح تابش ۴۵ درجه خواهد بود. از طرف دیگر بهترین زمان تصویر برداری سنجش از دور قبل از ظهر ساعت ۹ تا ۱۰ صبح می باشد [۳]. بنابراین بیشتر تصویربرداری‌های ماهواره‌ای با زاویه تابش حدود ۴۰ تا ۵۰ درجه مواجه می باشند. این زاویه تابش منجر به تولید سایه هایی می نماید که برای استخراج بعد سوم اشیاء استفاده می شود. به عبارت دیگر یکی از راه‌هایی که سه بعدی سازی تصاویر

ماهواره‌ای را ممکن می سازد، استفاده از اطلاعات سایه است. فعالیت‌هایی که در ارتباط با سایه انجام می‌گیرد به صورت زیر می‌باشند.

فرمول (۱): $L = H / \tan\alpha\,,\ \ 180^o > \alpha > 0^o$



شکل ۱: رابطه سایه با زاویه تابش

- ✓ آشکارسازی مناطق سایه در تصاویر ماهواره‌ای.
- ✓ برجسته سازی نواحی سایه و اهداف استتار شده در سایه تصویر رقومی.
- ✓ کاهش یا جبران سایه اشیاء.

آشکار سازی و برجسته سازی نواحی سایه

اغلب تحقیقات صورت پذیرفته برای سایه در گروه فعالیت های آشکارسازی و برجسته سازی سایه اهداف در تصویر قرار می گیرد. سایه‌ها به نحو محسوسی تاریک‌تر از قسمت‌های دیگر تصویر می باشند. هر چه تفاوت تاریکی سایه و روشنی مابقی تصویر بیشتر باشد مشاهده نواحی سایه سخت‌تر می باشد. به عبارت دیگر تباین بالا بین سایه و غیر سایه باعث افزایش توان شناسایی سایه می گردد. این مطلب در زمان های طلوع و غروب خورشید که زاویه تابش نور خورشید کوچک بوده و سایه ها بلندتر می باشند، بیشتر قابل درک می باشد. همچنین با توجه به اینکه اغلب روش‌های شناسایی و طبقه بندی سایه در تصاویر رقومی بر اساس تحلیل روشنایی تصویر می‌باشد و روشنایی تصویر توسط توان رادیومتریک بیان می شود، هر چه میزان توان رادیو متریک سنجنده بالاتر باشد، تصاویر آن توانایی بیشتری در آشکار سازی سایه خواهد

داشت. از اقدامات استتاری در موضوع سایه به علت تاریک‌تر بودن نواحی سایه، قرار گرفتن افراد و تجهیزات نظامی در سایه عارضه‌های موجود می باشد. با توجه به این که استفاده از سایه جزء مقوله‌های ثابت شده در استتار می باشد، لازم است روش های برجسته سازی نقاط سایه نیز مانند روش‌های شناسایی و طبقه بندی سایه مورد بررسی قرار گیرد. به عنوان مثال یکی از روش‌های برجسته سازی نقاط سایه می توان به روش یکنواخت سازی هیستوگرام اشاره نمود. به طور کلی بهترین عملکرد این روش نیز زمانی به دست می آید که از مدل های رنگی دیگری مثل $C_1C_2C_3$ استفاده شود که مشخصه رنگ و شدت در آن به صورت جداگانه مورد بررسی قرار می گیرد [۲].

همچنین یکی از فضاهای رنگ که اصل رنگ و شدت در آن به صورت جداگانه بررسی می شود مدل HSI می باشد. این مدل رنگ دارای دو ویژگی می باشد. اول اینکه مولفه شدت (I) از اطلاعات رنگ مجزا است و دوم اینکه مولفه های اصل و شدت رنگ رابطه نزدیکی با روش دریافت رنگ توسط انسان دارند. مولفه لومینانس(Y) در مدل رنگ (YIQ) نیز مانند مدل (HSI) از مولفه های رنگ آن (IQ) مستقل بوده و می توان آن را جداگانه مورد بررسی قرار داد [۴]. در این مقاله از مدل رنگی $C_1C_2C_3$ استفاده شده است که مولفه های این فضای رنگی به صورت زیر می باشد:

$$C_1 = \arctan\left(\frac{R}{max(G,B)}\right)$$
$$C_2 = \arctan\left(\frac{G}{max(R,B)}\right) \quad (۲)$$
$$C_3 = \arctan\left(\frac{B}{max(R,G)}\right)$$

در این رابطه R و G وB همان مولفه های رنگی RGB می باشد. خانم حمیده اعتمادنیا و پروفسور محمد رضا شریف [۶] از دانشگاه روکویو اکیناوا با استفاده از تابع اصلی تشکیل تصویر بر اساس بازتاب با اعمال فیلتر هوموفیک به آشکار سازی سایه اقدام نمودند. آنها در ابتدا بیان نمودند که تصویر ایجاد شده از یک شیئ f(x,y) برابر حاصلضرب تابع روشنایی i(x,y) و تابع بازتاب r(x,y) می باشد.

$$f(x,y) = r(x,y).i(x,y) \quad (۳)$$

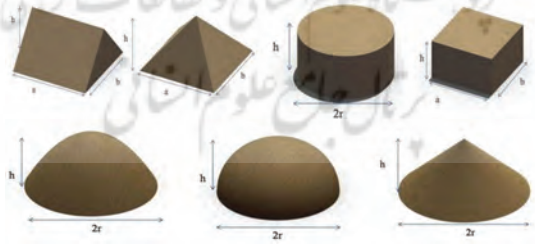
با لگاریتم مبنای دو از معادله و گرفتن تبدیل فوریه از دو طرف و اعمال تغییرات آشکار سازی سایه انجام می شود.

کاهش سایه و تاثیر شکل هدف

سایه از جمله پارامترهایی است که وابستگی به مشخصات سطح نداشته و تنها به شکل هدف وابسته می باشد. به عبارت دیگر موثرترین عامل در تشکیل و مساحت سایه پس از منبع نور، زاویه بین سطح مانع شونده برای عبور نور و پرتو تابش می باشد. بررسی این زوایا در قالب شکل های مختلف قابل بررسی است. از طرف دیگر اشیاء به دو گروه طبیعی و دست ساز بشر دسته بندی می شوند. معمولا اشیای طبیعی دارای شکل نامنظم بوده و دست سازهای بشری دارای شکل هندسی منظم می باشند. آن چه که در این تحقیق مورد بررسی قرار می گیرد، اشیاء دسته دوم می باشد. که به عبارت دقیق تر کاهش سایه آن مورد نظر این تحقیق می باشد. برای این منظور ابتدا لازم است خود این ساختارهای منظم معرفی و بررسی شوند. تشکیل سایه در فضای سه بعدی صورت می پذیرد به منظور شبیه سازی سایه در این تحقیق از نرم افزار Solidworks استفاده شده و شکل‌های مختلف مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند.

شکل‌های هندسی دست‌ساز بشر:

در مبحث استتار از دید ماهواره آن چه مد نظر می باشد، کاهش دیده شدن تجهیزات و ادواتی نیروهای خودی است. شکل‌های دست ساز را می توان در فضای سه بعدی به گروه‌های زیر دسته بندی نمود. همه شکل های درنظر گرفته شده غیر از منشور دارای تقارن می باشد. با توجه به اینکه در برخی زاویه های تابش نور به منشور می توان تحلیل آن را با شکل دیگری مثل هرم انجام داد. صفحه تابش نسبت به همه شکل‌ها ثابت در نظر گرفته می‌شود. این شکل‌ها که در ادامه به صورت مختصر معرفی می‌شوند در شکل شماره (۲) تحت ارتفاع یکسان نشان داده شده‌اند.



شکل ۲: اشکال هندسی مورد بررسی و ارزیابی

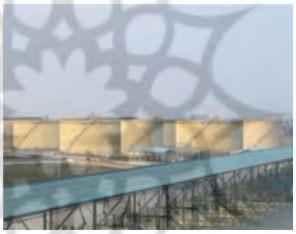
مکعب: رابطه حجم مکعب با پارامترهای آن به صورت زیر است.

$$v = a.b.c \quad (۴)$$

شکل ۳: مکعب شکل اصلی ساختمان‌ها

استوانه:رابطه حجم استوانه با پارامترهای آن به صورت زیر است.

$$v = \pi r\text{^}2\ h \quad (۵)$$



شکل ۴: انبار سوخت نمونه بارز شکل استوانه

منشور: رابطه حجم منشور با پارامترهای آن به صورت زیر است.

$$v = \frac{1}{2}a.b.h \quad (۶)$$

هرم: رابطه حجم هرم با پارامترهای آن به صورت زیر است.

$$v = \frac{1}{3}a.b.h \quad (۷)$$

مخروط: رابطه حجم مخروط با پارامترهای آن به صورت زیر است.

$$v = \frac{1}{3}\pi r^2 h \quad (۸)$$

نیم کره: رابطه حجم نیم کره با پارامترهای آن به صورت زیر است.

$$v = \frac{2}{3}\pi r^3 \quad (۹)$$

سهموی: رابطه حجم سهموی با پارامترهای آن به صورت زیر است.

$$v = \frac{1}{2}\pi r^2 h \qquad (۱۰)$$

تست ارزیابی سایه اشکال هندسی منظم:

در این تحقیق برای ارزیابی شکل‌های مختلف از نظر رفتار سایه آنها، از نرم‌افزار Solidworks، استفاده شده است. در این نرم افزار شکل‌های مختلف تحت تابش منبع نور با زاویه های مختلف قرار داده شده و شکل حاصل همراه با سایه استخراج شده است. همان گونه که در شکل شماره (۵) نشان داده شده است با افزایش زاویه تابش، طول سایه و به تبع آن مساحت سایه شکل کاهش می یابد. به طور کلی متناسب با میزان تغییرات طول سایه یک جسم، مساحت سایه آن نیز تغییر می کند. از این رو پارامتر مساحت سایه شکل می تواند برای ارزیابی رفتار اشکال مختلف از نظر سایه مورد استفاده قرار گیرد. هر شکلی که در مقایسه با اشکال دیگر، سایه کوچکتری تولید نماید، از نظر موضوعات پدافند غیر عامل (بویژه استتار) رفتار مناسب تری داشته است. از آنجا که مساحت سایه به بزرگی خود شکل نیز بستگی دارد، برای لحاظ کردن این پارامتر در مقایسه ها، مساحت سایه هر شکل نسبت به مساحت بزرگترین سطح مقطع آن شکل (سطح قاعده)، به عنوان پارامتر مورد مقایسه مطرح و استفاده شده است. این مقایسه ها برای اشکال مختلف، تحت زاویه های متنوع تابشی منبع نوری انجام گرفته است. از آنجا که این مقایسه ها برای تصویربردارهای ماهواره‌ای مطرح شده و این سنجنده ها معمولا به صورت Nadir سطح را تصویربرداری می کنند، دید مستقیم از بالا برای محاسبه مساحت سطح قاعده خود شکل ها در نظر گرفته شده است. قابل توجه است منشور مثل بقیه شکل ها متقارن نبوده و لذا برای ارزیابی سایه منشور، شعاع تابشی از منبع نوری به آن، عمود بر سطح شیب دار درنظر گرفته شده است.

شکل ۵: تغییر سایه نسبت به زاویه تابش

در این تحقیق برای تحلیل اثرگذاری پارامترهای مختلف اشکال در مقدار سایه آنها، آزمایش‌های مختلفی انجام گرفته است. در اغلب شکل‌ها (به غیر از نیم کره) معمولا دو پارامتر مستقل سطح

قاعده و ارتفاع در مقدار سایه شکل اثرگذار است. از آنجا که این دو پارامتر تعیین کننده حجم شکل می‌باشند، حجم هم به عنوان یک پارامتر وابسته در تحلیل سایه اشکال در نظر گرفته شد و آزمایش های زیر انجام گرفت. آزمایش های زیر برای ارتفاع‌ها، سطح قاعده‌ها و حجم های درنظر گرفته شده در جدول (۱) انجام گرفته است.

ارزیابی سایه اشکال مختلف با شرط ارتفاع و سطح قاعده یکسان (نتایج نمودار (۱) ارائه شده است).

ارزیابی سایه اشکال مختلف با شرط حجم و سطح قاعده یکسان (نتایج نمودار (۲) ارائه شده است).

ارزیابی سایه اشکال مختلف با شرط ارتفاع و حجم یکسان (نتایج در نمودار (۳) ارائه شده است).

از آنجا که در سازه های ساخته شده، اغلب حجم سازه مورد نظر بوده و در اختیار کاربر می باشد، این پارامتر اهمیت زیادی دارد. از این رو در انتخاب یک شکل هندسی مناسب، آن شکل باید هم از نظر سایه رفتار مناسبی داشته و هم از نظر حجم وضعیت خوبی دارا باشد. نتایج حاصل از آزمایش های انجام شده در نمودار های (۱)، (۲) و (۳) نشان داده شده است. ملاحظه این نمودارهای اطلاعات زیادی را در ارتباط با اشکال و مقدار سایه آنها در اختیار کاربران قرار می دهد. با این حال نتایج زیر برای اشکال مختلف قابل استنتاج است.

نیم کره: این شکل به دلیل آنکه فقط یک متغیر مستقل دارد با اشکال دیگر قابل مقایسه نیست. فقط در نمودار (۱) که قابل مقایسه است، ملاحظه می شود. از نظر رفتار سایه رتبه پنجم و از نظر حجم رتبه سوم را دارا می باشد.

استوانه: بر اساس نتایج آزمایش های نشان داده شده در نمودارهای مختلف، این شکل از نظر سایه بدترین رفتار را دارد. در نمودار (۲) مقدار سایه چند شکل از استوانه بزرگتر است (بدلیل ارتفاع بسیار زیاد آنها در مقایسه با استوانه برای حجم و سطح قاعده یکسان) لیکن برای زاویه های تابش عمودی تر باز هم استوانه مقدار سایه بزرگتری دارد. قابل توجه است که از نظر حجم استوانه به همراه مکعب در جایگاه اول قرار دارند.

مکعب: مکعب از نظر حجم شبیه به استوانه است، لیکن ار نظر مقدار سایه قبل از استوانه در جایگاه ششم قرار دارد.

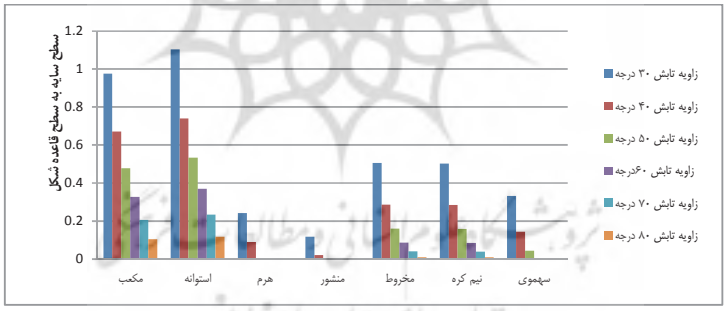
منشور: این شکل در آزمایش حجم و سطح قاعده یکسان برای زاویه های تابش مایل بزرگترین مقدار سایه را تولید نموده است. در دو آزمایش دیگر این شکل از نظر مقدار سایه در رتبه اول

قرار داشته است. البته به دلیل عدم تقارنی که در این شکل وجود دارد، استفاده از آن توصیه نمی‌شود. آزمایش انجام شده برای حالتی است که صفحه حرکت منبع نوری، عمود برصفحات شیب‌دار منشور بوده است. اگر این مسئله رعایت نشود، مقدار سایه منشور به شدت رشد می کند. در عمل به دلیل چرخش صفحه منبع نوری خورشید نسب به موقعیت اشیا، رعایت شرط فوق برای طولانی مدت امکان پذیر نیست و فقط می توان برای مدت زمان محدودی در سال برای سازه های منشوری ثابت، مقدار سایه کمی داشت.

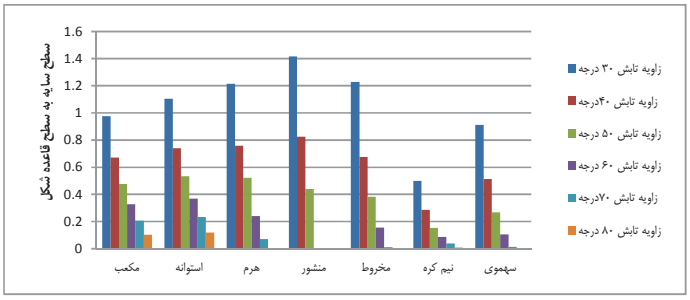
سهموی: با توجه به نتایج حاصله به طور کلی می‌توان گفت که اشکال سهموی هم از نظر حجم و هم از نظر مقدار سایه حالت میانه ای را در بین اشکال دارا می باشند. البته این شکل نسبت به اشکال دیگر پیچیدگی بیشتری دارد.

مخروط: با کنار گذاشتن نتایج نمودار (۲) این شکل بعد از منشور و هرم از نظر مقدار سایه رفتار خوبی ارائه نموده است. با این حال این شکل از نظر حجم به همراه هرم کمترین حجم ها را دارا بوده اند.

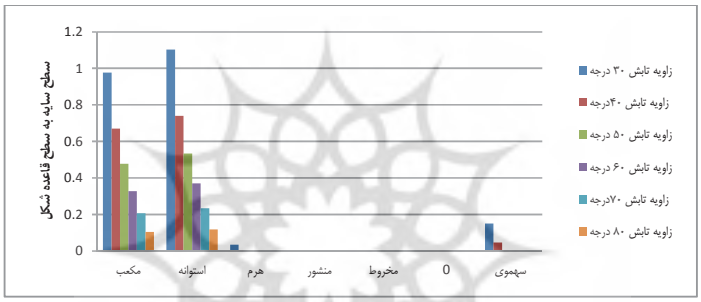
هرم: با در نظر گرفتن نتایج نمودار (۲) این شکل بعد از منشور از نظر مقدار سایه در رتبه دوم قرار گرفته است. این شکل از نظر حجم با شکل مخروط کمترین حجم ها را دارا بوده اند.



نمودار ۱: مقدار سایه شکل‌های مختلف با ارتفاع و سطح قاعده یکسان



نمودار ۲: مقدار سایه شکل‌های مختلف با حجم و سطح قاعده یکسان



نمودار ۳: مقدار سایه شکل‌های مختلف با ارتفاع و حجم یکسان

طرح‌های پیشنهادی برای کنترل سایه

از آن‌جایی که هدف از این تحقیق ارائه یک روش عملی برای کاهش سایه می‌باشد، پیشنهادهای آن نیز باید قابلیت عملیاتی شدن با کمترین هزینه باشند. بنابراین طرح های زیر با این دیدگاه ارائه شده و در تایید استدلال های انجام شده، عکس هایی از مراکز نظامی جدید آمریکا در کشورهای همسایه ارائه شده است.

با توجه به آنچه در بخش قبل بیان شد، مکعب و استوانه از نظر حجم و هرم، مخروط و سهموی از نظر مقدار سایه رفتار مناسبی داشتند. مکعب و هرم از نظر داشتن سطح قاعده مربعی و استوانه، سهموی و مخروط از نظر داشتن سطح قاعده دایروی در یک خانواده قرار می‌گیرند. از این‌رو پیشنهاد می‌شود با ترکیب اشکال در یک خانواده یعنی مکعب با هرم و استوانه با مخروط

و یا سهمی، اشکال ترکیبی ایجاد نمود که هم از نظر حجم و هم از نظر مقدار سایه رفتار مناسبی داشته باشند.

جدول ۱: سایه شکل‌های مختلف با ارتفاع ثابت در زاویه‌های مختلف تابش

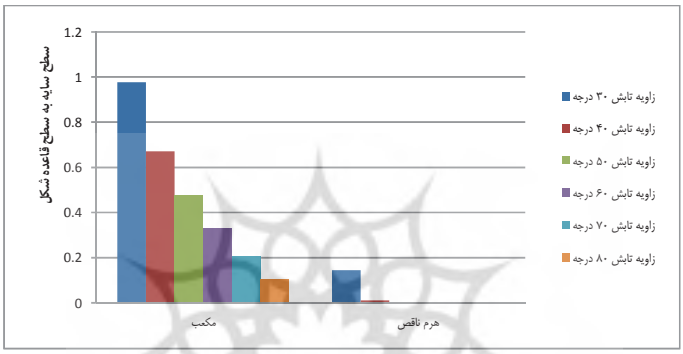
شکل	ارتفاع و سطح قاعده یکسان			حجم و سطح قاعده یکسان			ارتفاع و حجم یکسان		
	ارتفاع m	سطح قاعده m^2	حجم m^3	ارتفاع m	سطح قاعده m^2	حجم m^3	ارتفاع m	سطح قاعده m^2	حجم m^3
مکعب	۵/۶۴	۱۰۰	۵۶۴	۵/۶۴	۱۰۰	۵۶۴	۵/۶۴	۱۰۰	۵۶۴
استوانه	۵/۶۴	۱۰۰	۵۶۴	۵/۶۴	۱۰۰	۵۶۴	۵/۶۴	۱۰۰	۵۶۴
هرم	۵/۶۴	۱۰۰	۱۸۸	۱۶/۹۲	۱۰۰	۵۶۴	۵/۶۴	۳۰۰	۵۶۴
منشور	۵/۶۴	۱۰۰	۲۸۲	۱۱/۲۸	۱۰۰	۵۶۴	۵/۶۴	۲۰۰	۵۶۴
مخروط	۵/۶۴	۱۰۰	۱۸۸	۱۶/۹۴	۱۰۰	۵۶۴	۵/۶۴	۳۰۰	۵۶۴
نیم کره	۵/۶۴	۱۰۰	۳۷۵	۸/۴۷	۲۲۵/۲۷	۵۶۴	-	-	-
سهموی	۵/۶۴	۱۰۰	۲۸۲	۱۱/۲۹	۱۰۰	۵۶۴	۵/۶۴	۲۰۰	۵۶۴

* مساحت‌ها بر حسب پیکسل است.

ترکیب مکعب و هرم

یکی از روش های کاهش سایه برای مکعب استفاده از یک هرم محاط کننده است که از رأس هرم تا ارتفاع مکعب حذف شده است. به عبارت دیگر در اطراف مکعب از سطوح شیب دار استفاده شده است. سطوح شیب داری که در این تحقیق برای هرم محاطی استفاده شده است، دارای زاویه ۴۵ درجه می باشد. این طرح می تواند به صورت ترکیب با اصول دیگر پدافند غیرعامل مثل مستحکم سازی استفاده شود. این شکل ترکیبی تا زاویه ۴۵ درجه دارای سایه می باشد. شکل شماره (۶) این شکل ترکیبی را تحت زاویه های تابشی مختلف نشان می دهد. در نمودار شماره (۴) سایه مکعب با سایه شکل ترکیبی همان مکعب با هرم نشان داده شده است. ملاحظه می گردد که ایده مطرح شده در این تحقیق تا چه اندازه قادر به کنترل سایه در دست سازهای بشر است.

شکل ۶: سایه شکل ترکیبی مکعب و منشور قائمه



نمودار ۴: مقدار سایه شکل مکعب و مکعب استتار شده یا هرم با زاویه‌های سطوح شیب‌دار ۴۵ درجه

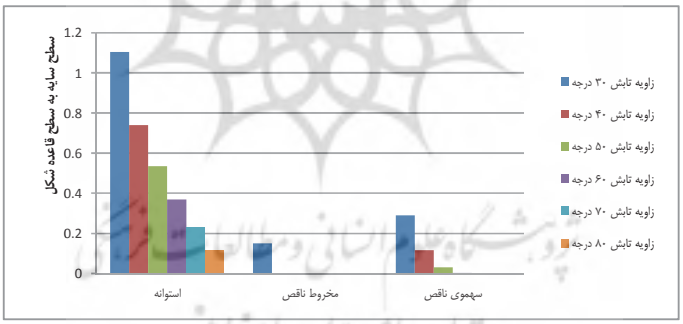
کاوش های بعدی نشان داد این روش، یک روش کاملا کاربردی و عملیاتی است. ایالات متحد آمریکا در ساخت تاسیسات نظامی جدید خود مطابق شکل (۷) به خوبی از آن بهره برده است. البته لازم به ذکر است که کاهش مقدار سایه یکی از اهداف ساخت تاسیسات نظامی به این شکل می باشد.

شکل ۷: طرح ترکیبی ضد سایه استفاده شده در پایگاه آمریکا در قطر

ترکیب استوانه با مخروط و یا سهمی

دایروی بودن سطح قاعده استوانه، مخروط و سهمی این امکان را ایجاد می کند تا با ترکیب این اشکال، شکل ترکیبی را ایجاد نمود که از نظر حجم ویژگی استوانه و از نظر سایه ویژگی های مخروط و سهمی را داشته باشد. شبیه بخش قبل استوانه داخل یک مخروط یا یک سهمی محاط شد. در این حالت نیز برای مخروط محاطی زاویه سطح شیب‌دار ۴۵ درجه در نظر گرفته شد. شکل ایجاد شده در شکل شماره (۸) تحت زاویه های تابشی مختلف نشان داده شده است. نمودار (۵) وضعیت مقدار سایه را برای استوانه و مخروط و سهمی ناقصی که همان استوانه را در خود جای داده اند، نشان می دهد.

شکل ۸: ترکیب شکل استوانه و مخروط



نمودار ۵: مقدار سایه شکل استوانه و استوانه استتار شده یا مخروط و سهمی با زاویه‌های سطوح شیب‌دار ۴۵ درجه

این اشکال ترکیبی نیز کاربردی بوده و در شکل شماره (۹) نمونه های استفاده شده از آن در پایگاه‌های نظامی آمریکا در کشور قطر نشان داده شده است.

شکل ۹: طرح ترکیبی ضد سایه استفاده شده در پایگاه آمریکا در قطر

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

سایه یکی از المان‌های بسیار مهم در تفسیر و شناسایی اهداف در تصاویر سنجش از راه دور می‌باشد. این المان تفسیری اطلاعات بسیار خوبی از وجود یا عدم وجود اهداف، حدود عمق و ارتفاع آنها و زمان تصویربرداری در اختیار کاربر قرار می دهد. یکی از الگوهایی که باعث آشکارشدن اهداف پنهان شده در طبیعت باز می شود، بررسی سایه ای است که از این اهداف در زاویه های مختلف تابشی بر سطح می افتد. از این‌رو پرداختن به این المان تفسیری در موضوع استتار اهداف اهمیت زیادی دارد. این مقاله با هدف بررسی علمی رفتار سایه ای اشکال دست ساز بشر که معمولا شکل هندسی منظم دارند، ساختاردهی و نگارش شد. اشکال انتخاب شده برای بررسی نیم کره، سهمی، منشور، مکعب، استوانه، مخروط و هرم بودند. این اشکال تحت زاویه های تابش مختلف قرار داده شده و بر اساس دو پارامتر مستقل مساحت سطح قاعده و ارتفاع و متغیر وابسته حجم، مقدار سایه آنها اندازه گیری شد. از آنجا که حجم این اشکال مورد استفاده کاربران قرار می‌گیرد، تحلیل‌ها براساس حجم و مقدار سایه این اشکال انجام گرفت. بعد از انجام شبیه سازی‌های مختلف نتایج زیر در ارتباط با رفتار حجمی و مقدار سایه‌ای این اشکال به‌دست آمد.

منشور دارای مقدار سایه کمی است لیکن استفاده از آن به شرایطی وابسته است که در عمل برقراری این شرایط برای بلند مدت امکان پذیر نیست. نیم کره به دلیل داشتن فقط یک متغیر

مستقل با اشکال دیگر قابل مقایسه نیست. استوانه و مکعب از نظر حجم دارای بیشترین حجم بوده، لیکن از نظر مقدار سایه بزرگترین مقدار سایه ها را دارند. در این بین استوانه داری بزرگترین مقدار سایه می باشد. سهموی هم از نظر حجم و هم از نظر مقدار سایه حالت میانه‌ای را در بین اشکال دارا بود، لیکن از نظر پیاده سازی این شکل نسبت به اشکال دیگر پیچیدگی بیشتری دارد. مخروط و هرم از نظر حجم کمترین حجم ها و از نظر سایه کمترین سایه ها را دارا بودند. در این بین مخروط از نظر مقدار سایه بهترین رفتار را از خود نشان داد.

با طرح ایده اشکال ترکیبی و تست این ایده، از ترکیب مکعب و هرم و استوانه و مخروط اشکالی ایجاد شدند که هم از نظر حجم و هم از نظر مقدار سایه رفتار خوبی ارائه نمودند. در این مقاله سعی شد با شبیه سازی و اندازه گیری دقیق این موضوع ارزیابی علمی گردد. اشکال پیشنهادی از نظر حجم رفتار استوانه و مکعب را از خود نشان دادند و از نظر سایه مشابه مخروط و هرم رفتار کردند. جستجوی نمونه های عملی پیاده سازی شده در دنیا نشان دهنده صحت ایده مطرح شد در این مقاله می باشد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

فهرست منابع

- Guidelines for camouflage Assessment using observers. AG-SCI-095-north atlantic treaty organization-research and technology organization., Published October 2006
- Elena Salvador, shadow segmentation and tracking in real. world conditions, lausanne EPFL 2004
- Fundamentals of Remote Sensing, Natural Resources Ressource snaturelles Canada. 2003
- Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods ,Digital image processing. Prentice Hall pp.272-290,2002
- Victor J.D.Tsai,"IEEE transactions on geoscience and remote sensing", 446A comparative study on shadow compensation of color aerial images in invariant color models, pp.1661-1667, 2006.
- Hamideh Etemadnia and Prof Mohammad Reza Alsharif," VIIth Digital Image Computing :Techniques and Applications", Automatic Image Shadow Identification using LPF in Homomorphic Processing System, Sun C., Talbot H., Ourselin S .and Adriaansen T .Eds, 10-12 Dec .2003.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی