نوع مقاله: پژوهشی

**فصلنامه چشم انداز شهرهای آینده**

**www.jvfc.ir**

**دوره چهارم، شماره سوم، پیاپی (۱۵)، پاییز ۱۴۰۲**

**صص ۷۷-۶۱**

# شناسایی توده‌های شهری با استفاده از دور سنجی شبانه (نمونه مورد مطالعه: اهواز)[1]

**علی شجاعیان:** دانشجوی دکتری رشته جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران.

**دکتر رحیم بردی آنامرادنژاد:** دانشیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران[2]

**دکتر صدیقه لطفی:** استاد گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران.

**تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۰۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۱۵**

**چکیده**

**توسعه شهری سریع، بی‌قاعده و پراکنده، منبع بسیاری از مسائل شهری است. برای درک این مسائل، لازم است درک عمیقی از توزیع ساختار فضایی شهری وجود داشته باشد. توده شهری بخش اشغال شده شهر است که شناخت دقیق آن علاوه بر کمک به مدیریت بهینه شهری، می‌تواند چراغ راه استفاده از فضاهای شهری در آینده باشد. به همین منظور و با هدف شناسایی دقیق و سریع توده شهری اهواز بعنوان منطقه مورد مطالعه، در این پژوهش تصاویر اخذ شده شبانه سنجنده NPP-VIIRS مبنا قرار گرفته و در ترکیب با عواملی مانند پوشش گیاهی بهبود یافته، نقاط کمکی حاوی اطلاعات میدانی، دمای سطح زمین و با استفاده از میانگین هندسی تصویر، سه شاخص HSI، HSI-POI (HP) و HSI-POI-LST (HPL) در نرم افزارهای ENVI و ArcGIS تهیه و بکارگرفته شده است. سپس برای تأیید، از یک ماشین بردار پشتیبان برای شناسایی نوع زمین در منطقه ساخته شده با استفاده از ۱۰۰۰ نقطه استفاده گردید. در ادامه مرز آستانه مربوط به بالاترین دقت کلی و ضریب کاپا هر شاخص محاسبه گردید. نتایج کلی نشان داد در مقایسه با سایر شاخص‌ها، HPL ویژگی‌های طبیعی و اجتماعی را نشان می‌دهد و خروجی این روش ضمن دقت فضایی بالاتر، جزئیات فضایی بیشتری از منطقه ساخته شده و همچنین انتخابهای بیشتری برای ارزیابی مناطق شهری کوچک مقیاس ارائه می‌دهد. همچنین، بیشترین و کمترین مساحت خالص توده شهری متعلق به مناطق ۳ و ۱ است که بیش از ۵۶ و ۳۴ درصد از مساحت هر یک از این مناطق را شامل می‌شده است.**

**واژگان کلیدی:** توده‌های شهری، دورسنجی شبانه، شاخص HPL، NTL، اهواز

---

۱- این مقاله مستخرج از رساله دکتری آقای علی شجاعیان با عنوان « شهرسنجی به منظور پهنه‌بندی مناطق مستعد توسعه میان افزا با استفاده از سنجش از دور و CyberGIS، مورد مطالعه: کلانشهر اهواز » می باشد.

۲ – نویسنده مسئول: r.moradnejad@umz.ac.ir

[ Downloaded from jvfc.ir on 2025-12-10 ]

[ DOI: 10.61186/jvfc.4.3.61 ]

**مقدمه**

رشد و گسترش شهری فرآیندی پیچیده است که از طریق تعامل شاخص‌های زیستی، فیزیکی و فاکتورهای انسانی در فضا و زمان، در مقیاس‌های گوناگون رخ می‌دهد(ترکی، ۱۳۹۸). شهرنشینی سریع چالش‌های زیادی از جمله آلودگی کیفیت هوا، آلودگی آب، اثر جزیره گرمایی، ازدحام و ترافیک و مسائل زیست محیطی را به همراه آورده است. برای ارزیابی دقیق این مسائل، نیاز به فهم عمیقی از ساختار فضایی شهری است. با توجه به رشد روزافزون جمعیت شهری در سراسر جهان، شناسایی توده‌های شهری (با دقت و صحت بالا) برای مدیریت و برنامه‌ریزی شهری بسیار حیاتی است. توده‌های شهری، به عنوان مراکز فعالیت‌های اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی، نقش بسیار مهمی در توسعه شهری و بهبود کیفیت زندگی شهروندان دارند. با این حال، بدون داشتن اطلاعات دقیق و صحیح درباره توده‌های شهری، مدیران شهری نمی‌توانند به طور کامل و بهینه برنامه‌ریزی نموده و به مشکلات شهری پاسخ دهند. به عنوان مثال، در صورتی که توده‌های شهری به طور دقیق شناسایی نشوند، ممکن است برنامه‌ریزی ترافیک، برنامه‌ریزی فضای سبز و مدیریت پسماندها با مشکلاتی مواجه شوند و کیفیت زندگی شهروندان به شدت تحت تاثیر قرار گیرد. بنابراین، شناسایی توده‌های شهری، ابزاری قدرتمند برای بهبود کیفیت زندگی شهروندان و بهبود زیرساخت‌های شهری است. یکی از معضلات در این زمینه این است که تعریفی یکپارچه از منطقه ساخته شده وجود ندارد؛ با این حال توده شهری را به عنوان منطقه داخل منطقه اداری شهر تعریف می‌کنند که در آن شبکه‌های شهری و امکانات عمومی در دسترس باشند. توده‌های شهری ممکن است شامل ساختمان‌های بلند، خیابان‌ها، پارک‌ها، فضاهای باز، بلوارها و دیگر اجزای شهری باشند. از طرفی معمولا آمارهای رسمی مناطق ساخته شده به ندرت به‌روز می‌شوند. علاوه بر این، داده‌های آماری توده ساخته شده صرفا محدود به اعداد بوده و کمتر اطلاعات مکانی در مورد آنها انتشار می‌یابد. همین امر مطالعه توده شهرها را دشوار مینماید. از این رو نیازمند روش‌هایی هستیم که با استفاده از ابزارها و تکنولوژی‌های نوین اطلاعات جامع و روزآمدی در مورد رکن مهم و کلیدی شهر(توده های شهری) را کسب نماییم.

از سویی گسترش تکنولوژی‌های سنجش از دور در سال‌های اخیر، دورسنجی نور شبانه (NTL)[1] که حاصل ثبت بازتاب‌های نور عوارض توده‌های شهری مانند ساختمان‌ها، در طول شب می‌باشد، را به یکی از روش‌های شناخت و مطالعه مناطق ساخته شده شهرها تبدیل نموده است. تحقیقات قبلی تا حدودی زیادی محدود به یک تصویر ثبت شده از نور شبانه بوده‌اند، که برای شناسایی مناطق ساخته شده و تعیین مرزهای مناطق ساخته شده از آستانه‌های تبدیل استفاده می‌کنند. برای مثال، (Saton, 1997) برای استخراج مرزهای مناطق ساخته شده در توکیو از آستانه‌های تبدیل دورسنجی نور شبانه استفاده نمود. در عین حال، به دلیل محدودیت‌هایی مانند تداخل امواج بازتابی عوارض، وضوح کم، اشباع نور و همچنین افکت حاشیه‌های نوری هنگام استفاده انفرادی از تنها یک منبع داده نور شب، محدوده ساخته شده شهری را معمولا بزرگتر از واقعیت تخمین زده می‌زند. بنابراین تحقیقاتی که صرفا از نور شبانه ثبت شده برای شناسایی عوارض شهری بهره می‌برند، نمی‌توانند به صورت دقیق مشخص کنند که چه محدوده‌هایی در یک شهر به عنوان توده شناخته و چه مناطقی به عنوان بخش‌های خالی از سکنه در نظر گرفته می‌شوند. در سال‌های اخیر، با توسعه روش‌های یادگیری عمیق(DL)[2]، دورسنجی نور شبانه دقیق‌تر و اثر بخش‌تر شده است. برای مثال، یک شبکه عصبی پیچشی با استفاده از داده‌های NTL، می‌تواند مناطق ساخته شده را با دقت بالا شناسایی کند(Zung et al, 2022). با این روش، می‌توان به طور دقیق محدوده مناطق ساخته شده را در شهرها تعیین نموده و تحلیل‌های مختلفی از جمله ارتباط بین مناطق ساخته شده و مسائل زیست محیطی را انجام داد. این روش می‌تواند به عنوان یک ابزار مفید در برنامه‌ریزی شهری و مدیریت محیطی از جمله در کمک به توسعه درون‌زای شهر نیز بکار گرفته شود.

1. Night Time Light
2. Deep Learning

[ Downloaded from jvfc.ir on 2025-12-10 ]

[ DOI: 10.61186/jvfc.4.3.61 ]

استفاده از داده‌های تصویری برداشت شده در شب اگرچه روشی مفید برای شناسایی بافت ساخته شده شهر، از سایر بخش‌ها است، اما تجربه نشان داده که به تنهایی قادر به انجام دقیق اینکار نیست(Wang &shen,2022). برای حل مشکلات مرتبط با شناسایی مناطق ساخته شده با استفاده از منابع داده نور شبانه، برخی دانشمندان تلاش کرده‌اند تا سایر محصولات سنجش از دور را در تلفیق با داده‌های نور شبانه بکار گیرند تا دقت استخراج مرز مناطق ساخته شده را افزایش داده و اثر پخش داده‌های نور شبانه را کاهش دهند. برای به دست آوردن نتایج دقیق‌تر، اغلب داده‌های نوری شبانه با تصاویر ماهواره‌ها و سنجنده‌های دورسنجی با قدرت تفکیک هندسی و طیفی بالا ترکیب می‌شوند. به عنوان مثال، Dang et al,2018) از داده‌های نورپردازی شبانه و تصاویر ماهواره‌ای گائوفن-۱[1] برای استخراج مرز منطقه‌ی ساخته شده با دقت بالا و استفاده از الگوریتم دسته‌بندی درخت تصمیم در شهر یوچنگ کشور چین بهره بردند.(Lio et al,2021)، با توجه به تصاویر ماهواره‌ای با وضوح بالای سنتینل[2]، پیشنهاد دادند تصاویر ماهواره‌ای را با داده‌های تصویری شبانه ترکیب کرده و با استفاده از آنها مرز مناطق ساخته شده را برآورد کنند. به علاوه، (Song et al,2015) ، تصاویر ماهواره‌ای با وضوح بالای گوگل ارث را با داده‌های نورپردازی شبانه ترکیب کردند تا مرز محدوده‌های ساخته شده را استخراج نمایند. Pondy et al,2013)، نیز با ترکیب اثرات تصویربرداری از راه دور SPOT-VGT با داده‌های نورپردازی شبانه تلاش کردند مناطق ساخته شده در شهرهای انتخابی هند را استخراج نمایند.

ویژگی‌های طیفی مشابه محدوده‌های ترکیبی شهر(زمین‌های خالی و مناطق ساخته شده) در تصاویر با قدرت تفکیک بالا باعث می‌شود نتایج دسته‌بندی این مناطق چندان رضایت بخش نباشد. علاوه بر این تصاویر با قدرت تفکیک بالا قدمت زیادی ندارند، بنابراین تجزیه و تحلیل تغییرات مکانی-زمانی با استفاده از این نوع داده در مناطق ساخته شده شهری برای مدت طولانی امکان‌پذیر نیست. به همین دلیل، معمولاً تصاویر ماهواره‌ای با وضوح پایین و متوسط که هزینه‌ی کمتری برای تهیه دارند، در تحلیل بارتاب‌های نور شبانه استفاده می‌شوند. به عنوان مثال، محصولات لندست به دلیل هزینه‌ی کمتر و تنوع طیفی، به طور گسترده‌ای در این زمینه مورد استفاده قرار می‌گیرند. در سال ۲۰۰۸ لو و همکاران از داده‌های نورپردازی شبانه و داده‌های نرمال شده‌ی فراوانی پوشش گیاهی، شاخص سکونت انسانی (HSI)[3] را ارائه نمودند. Lio et al,2021) با استفاده از داده‌های نورپردازی شبانه، داده‌های آماری، HSI و با روش آستانه ساده، دقت بالایی در شناسایی مناطق ساخته شده در شهر را بدست آورند. (Zang et al,2013) نیز از اختلاف نرمال شده‌ی فراوانی پوشش گیاهی (NDVI) و نورپردازی شبانه برای ساخت VANUI استفاده کردند، تا اشباع داده‌های نورپردازی شبانه را کاهش دهند. با این حال، داده‌های NDVI برای شناسایی زمین‌های خاکی بخش‌های خالی شهر، محدودیت دارند. (Lio et al,2015) از شاخص نرمال شده‌ی اختلاف آب (NDWI) برای تمایز ویژگی‌های آب و سطوح غیرآبی استفاده کردند، که می‌تواند نقص HSI و VANUI را به خوبی جبران کند. سپس آنها شاخص فراوانی پوشش گیاهی ارتقاء یافته (EVI) و داده‌های نورپردازی شبانه را ترکیب کردند تا NUACI را ایجاد کنند و به این ترتیب، اشباع داده‌های نورپردازی شب را به حداقل برسانند.

رشد و گسترش اهواز در دهه‌های گذشته مدیون توسعه صنعتی این شهر بوده است. متناسب با توزیع مراکز صنعتی، این رشد به شکل بی قاعده و اسپرال بوده و گستره وسیعی را در برگرفته است(سجادیان و دامنه باغ،۱۴۰۰). از سویی مهاجرت به این شهر طی سال‌های مذکور، رشد مراکز حاشیه نشین در اطراف اهواز را به همراه داشته است، که همین امر مزیدی بر گسترش بیشتر شهر در راستای افقی بوده است. از راه‌های مقابله با گسترش فیزیکی شهر و مدیریت این معضل، توسعه درون زای شهر است. از مناطقی که پتانسیل این مدل از توسعه در درون شهرهای را دارند، لکه‌های درون فضاهای شهری می‌باشند. بنابراین هدف این تحقیق این است که با ارزیابی نور شبانه (در ترکیب با شاخص‌های مختلف بویژه HPL) از

1. Gaofen
2. Sentinel
3. Human Settlement Index

[ Downloaded from jvfc.ir on 2025-12-10 ]
[ DOI: 10.61186/jvfc.4.3.61 ]

منطقه مورد مطالعه، محدوده‌های ساخته شده را شناسایی نماید، تا بتوان در نهایت با تفکیک این مناطق از کل شهر، فضاهای شهری با پتانسیل توسعه میان افزا را مشخص نمود. از این رو این پژوهش بدنبال پاسخگویی به این پرسش است که آیا شناسایی توده‌های شهری با استفاده از شاخص‌های HP و HPL در ترکیب با داده‌های از راه دور نورشبانه، با دقت و سرعت مطلوب برای اهواز امکانپذیراست؟

## مبانی نظری

### نظریه ها و رویکردها

استفاده از داده‌های نور شبانه (که حاصل عملیات دورسنجی است)، به منظور شناسایی عناصر ساخته شده(توده) شهری، مستلزم بکارگیری مجموعه‌ای از روش‌ها و الگوریتم‌ها و در نهایت ارزیابی دقت خروجی‌های بدست آمده از آنها است که در ادامه مورد بحث و بررسی قرار گرفته‌اند:

### آستانه پهنای باند تخمین تراکم کرنل برای POI ها

روش تحلیل تراکم نقطه‌ای کرنل از جمله تحلیل‌های آنالیز فضایی است که تحت عنوان تخمین تراکم برای عوارض خطی و نقطه‌ای به کار گرفته می‌شود. این تحلیل یکی از بهترین روش‌های شناسایی نقاط داغ به شمار میرود(فاضل نیا و همکاران ۱۳۹۴). به منظور تعیین آستانه پهنای باند POI ها از رابطه (۱) برای تخمین تراکم کرنل آنها استفاده شد:

رابطه (۱):

$$P_i = \frac{1}{n\pi h^2}\sum_{j=1}^{n} w_j\left(1-\frac{D_{ij}^2}{h^2}\right)^2 8$$

که در آن Pi مقدار تراکم کرنل نقطه تخمین I است. h عرض همسایگی منظم اطراف نقطه مورد مطالعه j است. N تعداد نقاط نمونه در پهنای باند است. Dij فاصله بین نقطه‌ای که باید تخمین زده شود و شی مورد مطالعه j است. Wj نیز وزن شی مورد مطالعه است.

### اندکس‌های HSI، POI – HSI و HSI–LST–POI

از آنجا که در شهر معمولا با چشم اندازهای متنوعی مواجه هستیم، شناسایی مناطق ساخته شده شهری تنها با مدل‌های انفرادی و مجرد امکانپذیر نیست( Zhang and et al,2022). بنابراین در این مطالعه، از شاخص‌های ترکیبی HSI، HSI – POI و LST – POI –HSI برای تحلیل مقایسه‌ای مناطق ساخته‌شده شهری استخراجی استفاده شده است:

***(۱) شاخص HSI*** : HSI نسبت استقرار انسان در واحد عنصر تصویر(پیکسل) است که می‌تواند تعیین کننده فضای مناسب برای زندگی جمعیت موجود بوده و برای نشان دادن تراکم جمعیت مورد استفاده قرار گیرد. داده‌های NPP-VIIRS شدت نورهای منطقه‌ای در شب را نشان می‌دهند: بخش‌های روشن‌تر تصویر نشان دهنده تمرکز بیشتر جمعیت در نواحی مذکور است(Lee et al,2021). عواملی مانند اثرات پوشش گیاهی متراکم می‌تواند مخل قاعده پیش گفته باشد. از راه‌های غلبه بر این معضل نرمال سازی بازتاب‌های ثبت شده شبانه و سپس بکارگیری HSI بهبود یافته است که از روابط (۲) و (۳) بدست می‌آید:

رابطه (۲):

$$NTL_{nor} = \frac{NTL - NTL_{MIN}}{NTL_{max} - NTL_{min}}$$

که در آن NTLnor مقدار نرمال شده نور شب است، NTLmax حداکثر شاخص نور شب است، و NTLmin حداقل شاخص نور شب است. فرمول محاسبه HSI به شرح زیر است:

رابطه (۳):

[ Downloaded from jvfc.ir on 2025-12-10 ]

[ DOI: 10.61186/jvfc.4.3.61 ]

$$HSI = \frac{(1 - EVI) + NTL_{nor}}{(1 - NTL_{nor}) + EVI + NTL_{nor} * EVI}$$

(۲) ***شاخص HP***: با توجه به قدرت تفکیک هندسی ۲۵۰ متری، وضوح فضایی NPP-VIIRS برای کاربردهای شهری چندان مناسب نیست به همین جهت در این مطالعه، داده‌های POI برداری برای ادغام در شاخص HSI مورد استفاده قرار گرفته است. این عملیات قدرت تفکیک و دقت پایین مناطق استخراجی ساخته‌شده شهری را بهبود می‌بخشد، زیرا اطلاعات مکانی دقیق و ویژگی‌های هندسی عوارض موجود در POI را به همرا دارد. از آنجایی که تفاوت معناداری بین شاخص HSI و تراکم کرنل POI وجود دارد، لازم است با نرمال‌سازی دو نوع داده فوق آنها را برای تحلیل مشترک آماده نمود. این امر امکان استفاده از انواع مختلف داده‌ها را فراهم نموده و مانع از بروز خطاهای فاحش در نتایج تجربی می‌گردد. رابطه نرمال‌سازی به شرح زیر است:

رابطه (۴):

$$X' = \frac{X - (min)X}{(max)X - (min)X}$$

که در آن $X'$ مقدار نرمال شده، min(X) مقادیر حداقل پیکسلی و max(X) مقادیر حداکثر پیکسلی است.

در این مرحله به منظور حفظ اطلاعات تصویر اصلی و همچنین حذف مقادیر پیکسلی با فاصله زیاد از متوسط ارزش‌های پیکسلی تصویر، از میانگین هندسی برای تصحیح خروجی HP استفاده شد(وو و همکاران، ۲۰۲۰). شاخص ترکیبی HP و شاخص HPL با استفاده از روش میانگین هندسی ساخته شد(رابطه ۵):

رابطه (۵):

$$HP\sqrt[2]{HSI * POI}$$

که در آن HP مقدار نرمال شده HP در نقطه I است و P مقدار تراکم کرنل نرمال شده POI در نقطه I است.

***(۳) شاخص HPL*** : HSI اطلاعات توزیع واقعی جمعیت در یک توده شهری را مشخص می‌کند، POI منعکس کننده عوامل اجتماعی–اقتصادی و خدمات شهری است و LST منعکس کننده افزایش دمای سطح به دلیل توسعه مستمر مناطق ساخته شده در شهر است. ترکیب سه شاخص مورد اشاره، HPL را می‌سازد(رابطه ۷):

رابطه (۶):

$$HPL = \sqrt[3]{HSI * POI * LST}$$

که در آن HSI مقدار HPL نرمال شده در نقطه i است، Pi مقدار تراکم کرنل شده POI در نقطه i، و LST مقدار نرمال شده LST در نقطه i است.

ماشین بردار پشتیبان(SVM)[1] که یکی از مهمترین مدل‌های داده‌کاوی است که برای این منظور مورد توجه قرار گرفته است. این مدل یک سیستم یادگیری کارآمد بر مبنای تئوری بهینه‌سازی مقید است که از اصل استقرای کمینه‌سازی خطای ساختاری استفاده کرده و منجر به یک جواب بهینه کلی می‌گردد. به طور معمول سه تابع کرنل پایه شعاعی(RBF) ، چند جمله‌ای درجه d و خطی در ماشین بردار پشتیبان مورد استفاده قرار می‌گیرند که کاربرد هر یک از این توابع با پارامترهای مختلف در تخمین و برآورد مدل‌های تحلیلی ممکن است منجر به نتایج متفاوتی شود( صیدایی و همکاران، ۱۳۹۹).

***(۴)طبقه بندی SVM*** : این طبقه بندی از نوع نظارت شده و مبتنی برSVM، که برای استخراج کلاسه‌بندی ماشین‌بردار پشتیبان توده شهری استفاده شده است، روشی برای تعیین کلاس عناصر تصویر ناشناخته با استفاده از بررسی میدانی یا

[1]. Support Vector Machine

[ Downloaded from jvfc.ir on 2025-12-10 ]

[ DOI: 10.61186/jvfc.4.3.61 ]

تفسیر بصری است(Servantes and et al, 2022). SVM یک الگوریتم یادگیری ماشینی قدرتمند، پایدار و آسان برای استفاده است که ریسک ساختاری را به حداقل می رساند. پس از کالیبراسیون رادیومتریک و تصحیحات جوی داده‌های لندست ۸ در نرم افزارENVI، منطقه مورد علاقه ایجاد گردید. چهار نوع سایت با استفاده از روش ماشین بردار پشتیبانی تعیین شده عبارتند ازمناطق ساخته شده(توده)، زمین‌های بایر(فضا)، سطوح آبی و پوشش گیاهی. برای تکمیل کار، طبقه‌بندی مجدد در ArcGIS برای طبقه‌بندی تمام خاک‌های بدون پوشش، پوشش گیاهی و سطوح آبی به عنوان مناطق غیر ساخته‌شده انجام شد(شکل ۱).

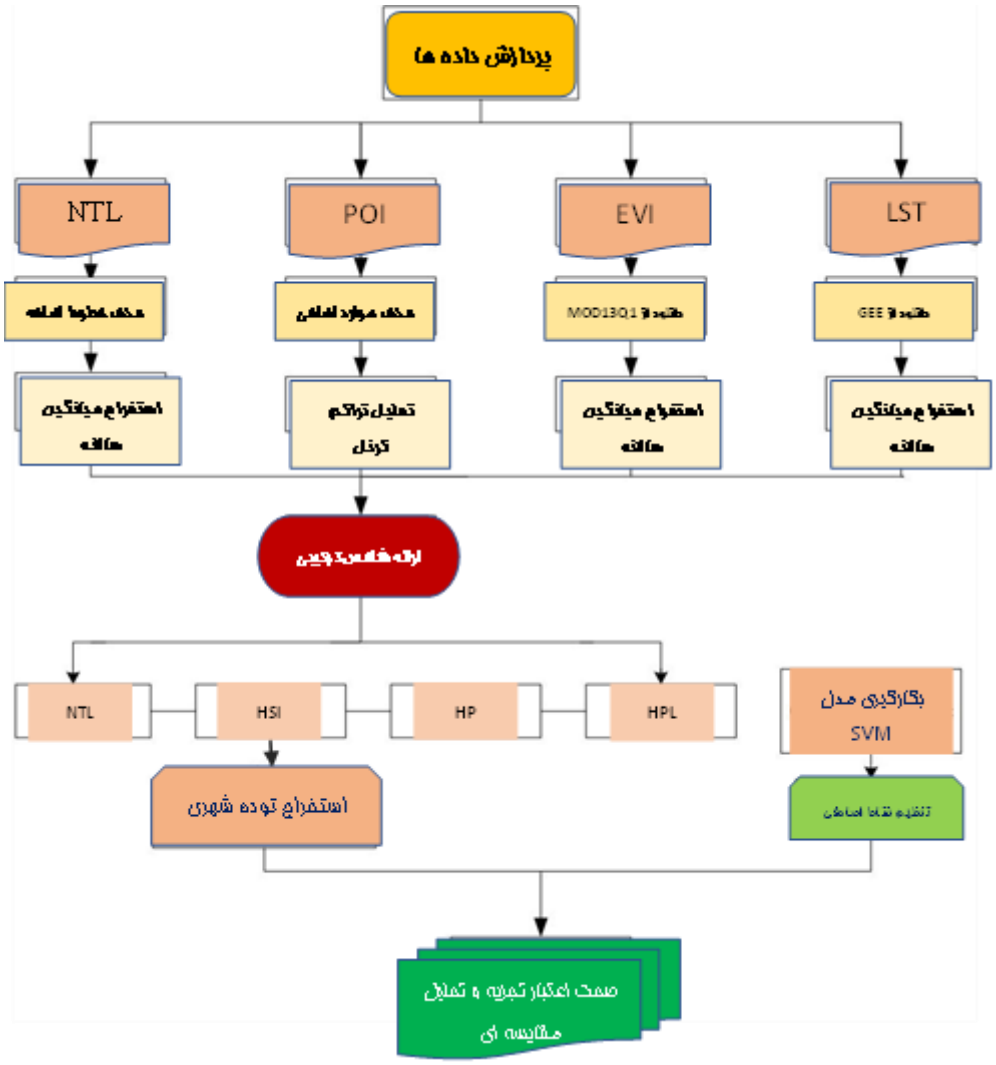
## روش تحقیق

### محدوده مورد مطالعه

شهر اهواز به عنوان مرکز استان خوزستان با جمعیت ۱۲۶۲۵۸۱ نفر هفتمین شهر پرجمعیت ایران است (معاونت برنامه ریزی شهرداری اهواز، ۱۴۰۱)، که بین۳۱ درجه و ۱۳دقیقه تا ۳۱ درجه و ۲۳ دقیقه شمالی و ۴۸ درجه و ۳۲ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۴۷ دقیقه شرقی واقع شده است. این شهر یکی از گسترده‌ترین شهرهای ایران به شمار می‌رود(صفایی‌پور و فدایی‌جزنی، ۱۴۰۱). شهر اهواز در دهه‌های اخیر به دلیل تحولات اقتصاد- اجتماعی، از نظر جمعیتی و گستره شهر، رشد فراوانی را تجربه کرده است. این امر مبین تفاوت‌های کالبدی، اجتماعی و غیره در مناطق و محلات شهر است (زیاری و همکاران. ۱۳۹۶). در حال حاضر این کلان‌شهر هشت منطقه شهری و شهرداری را شامل می‌شود(آروین و پوراحمد. ۱۴۰۱). در سال ۱۳۵۵ گستره‌ی اهواز نزدیک به ۳۷۰۰ هکتار بوده است. بعد از یک دهه و در اواسط جنگ ۸ ساله، وسعت شهر به ۶۹۰۰ هکتار رسید. در سال ۱۳۷۰ وسعت شهر در افق طرح جامع (۱۳۷۴)، ۱۰۶۱۵ هکتار برآورد گردید(بهادری،۱۳۹۸). در سال ۱۳۷۵، با تغییر محدوده طرح جامع، وسعت شهر به ۲۰۶۱۵ هکتار تغییر نمود و طبق داده‌های سالنامه‌های آماری وسعت شهر بین سالهای ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۰، به ترتیب ۲۱۲۵۷ و ۲۱۲۶۶ هکتار بوده است. در نهایت سال ۱۳۹۱ با توجه به جدا شدن منطقه ۵ از اهواز و پیوستن آن به شهر جدید کوت عبدالله، وسعت شهر به ۱۸۷۰۹/۸۷ هکتار کاهش پیدا کرد(آروین و زنگنه شهرکی، ۱۳۹۹).

[ Downloaded from jvfc.ir on 2025-12-10 ]

[ DOI: 10.61186/jvfc.4.3.61 ]

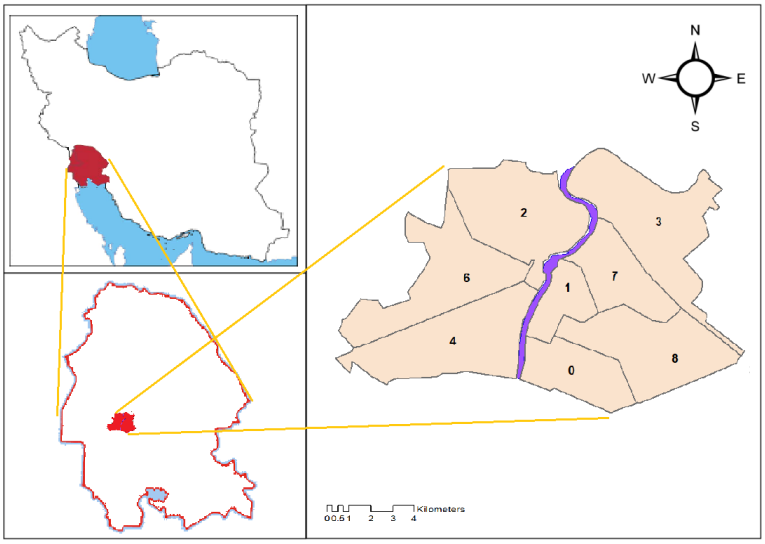



**شکل ۱. نمودار فرآیند تحقیق**

اهواز شهری در حال گسترش و تغییر است. این شهر به دلیل موقعیت مکانی و اقتصادی خود، به یک شهر بزرگ و مهم در جنوب غربی ایران تبدیل شده است. با این حال، توسعه شهری در اهواز با چالش هایی مواجه است. همچنین، توسعه شهری در اهواز به دنبال توسعه صنعتی و اقتصادی در مناطق مختلف شهر است. این توسعه باید همراه با توسعه زیرساخت‌های شهری، مانند راه‌ها، جاده‌ها، پل‌ها، فضای سبز و خدمات شهری همراه باشد تا بتواند به بهبود شرایط زندگی اهالی شهر و جلوگیری از بروز مشکلات شهری در آینده کمک کند(شکل ۲).

[ Downloaded from jvfc.ir on 2025-12-10 ]

[ DOI: 10.61186/jvfc.4.3.61 ]




**شکل ۲. موقعیت مناطق هشت‌گانه اهواز در خوزستان و ایران**

## داده و روش کار

پژوهش حاضر به لحاظ هدف، توسعه‌ای ـ کاربردی و از لحاظ روش شناسی توصیفی ـ تحلیلی مبتنی بر مطالعات کتابخانه‌ای و بررسی‌های میدانی است. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها، ابتدا با مطالعه مبانی نظری و ادبیات تحقیق، اصول و معیارهای مدنظر طراحی گردید. پس از تهیه داده از منابع مربوطه، تصحیحات هریک انجام شده و به استانداردسازی آنان در نرم افزارهای ENVI و ArcGIS اقدام شد. از آنجا که داده‌های بازتابی شبانه به تنهایی دقت مطلوب برای هدف پژوهش را تامین نمی‌نمایند، با استفاده از تراکم کرنل تعداد نقطه کمکی(POI)[1] برای افزایش دقت خروجی‌های تحقیق استخراج گردید. در ادامه با افزودن داده‌های پوشش گیاهی، حرارت سطحی و تصاویر گوگل و همچنین شاخص‌هایی مانند HSI[2]، HPL[3]، HP[4]، LST[5] و همچنین ترکیبی از آنان برای دستیابی به بهترین دقت در شناسایی و استخراج توده شهری اقدام شد(شکل ۲).

منابع اصلی داده برای پژوهش حاضر در جدول (۱) فهرست شده است. روش تامین و بکارگیری هر یک نیز در ادامه مورد بررسی قرار گرفته است.

۱- داده‌های سالانه NPP-VIIRS [6] با استفاده از داده‌های ماهانه برای سال ۱۳۹۹ استخراج شدند. فرمول محاسبه به شرح زیر است.

رابطه(۷):

$$I_x = \sum \binom{n=12}{y=1} \frac{\mathrm{Ly}}{6}$$

که در آن Ix داده‌های سالانه استخراجی و Ly داده‌های ماهانه مربوطه و مورد استفاده است.

1. Point Of Interest
2. Human Settlement Index
3. HSI-POI-LST (HPL)
4. HSI-POI (HP)
5. Lans Surface Temperature
6. Visible Infrared Imaging Radiometer Suite

[ Downloaded from jvfc.ir on 2025-12-10 ]
[ DOI: 10.61186/jvfc.4.3.61 ]

**جدول ۱. داده‌های تصویری مورد استفاده پژوهش**

| ردیف | نوع داده | تفکیک هندسی | منبع | تاریخ اخذ |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | NPP-VIIRS | ۲۵۰ | http://ngdc.noaa.gov/eog | پاییز ۱۴۰۰ |
| ۲ | EVI | ۲۵۰ | https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov | ۱۲ ماهه ۱۴۰۰ |
| ۳ | POI | – | https://openstreetmap.org.com | دیماه ۱۴۰۰ |
| ۴ | LST | ۳۰ | https://code.earthengine.google.com | ۱۲ ماهه ۱۴۰۰ |
| ۵ | Google HD | ۰/۶ | https://earth.google.com | – |

فرآیند کاهش نویز با استفاده از داده‌های استاندارد VIIRS ایالات متحده سال ۲۰۱۵ به عنوان رفرنس، انجام گردید. و در نهایت با اعمال ماسک برداری محدوده قانونی اهواز، داده NPP-VIIRS برای منطقه مورد مطالعه بدست آمد.

۲- داده EVI مورد استفاده تحقیق از تصاویر سنجنده مودیس مشتق شده است. به منظور اثرپذیری کمتر از مقادیر پراکنش محیطی و پایداری داده EVI استفاده شده، میانگین سالانه دیتای مذکور با قدرت تفکیک زمانی ۱۶ روزه در ۲۲ دوره محاسبه شده و مورد استفاده قرار گرفته است.

۳- نقاط کمکی(POI): در مجموع ۱۰۰۰ POI شهر اهواز در ۴ گروه مورد استفاده قرار گرفته است.

۴- داده‌های حرارت سطحی زمین (LST) با محاسبات وارونگی داده‌های لندست ۸ با استفاده از پلتفرم محاسبات ابر GEE [1] بدست آمد که قادر به ذخیره و پردازش حجم عظیمی از داده‌ها است(Kmar and Montanga، 2018). محدوده زمانی دوازده ماهه سال ۱۴۰۰ بود و داده‌های تصویر با ابرها حذف شدند. داده‌های نهایی با میانگین‌گیری به دست آمد. استخراج ماسک با استفاده از مرز محدوده قانونی منطقه مورد مطالعه انجام شد.

۵- تصویر Google HD با تفکیک هندسی ۰٫۶ متر مربوط به زمستان ۱۴۰۰.

تمام داده های مورد استفاده با WGS-UTM-1984 با قدرت تفکیکی هندسی ۳۰ متر هماهنگ شدند.

به منظور دستیابی به هدف پژوهش، پس از تهیه، به استانداردسازی و پیش پردازش داده‌ها با عملیاتی نظیر تصحیح هندسی، کالیبراسیون، حذف نویز و ردیابی ابر ترکیبی اقدام گردید. در ادامه و پس از تبدیل فرمتهای مورد نیاز مانند سیگنال دیجیتال، داده ها برای پردازش نهایی آماده شدند. در مرحله بعد، بافت‌های مختلف مانند ساختمان‌ها، خیابان‌ها، فضای سبز، زمین‌های کشاورزی و جنگل‌ها با استفاده از الگوریتم‌های پردازش تصویر و سیگنال تفکیک شدند.

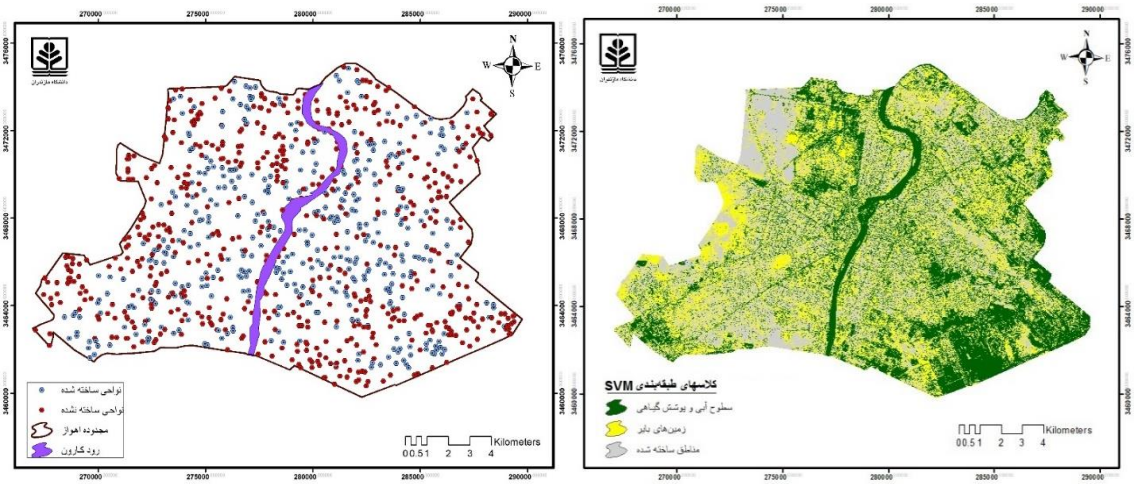
این مرحله شامل تکنیک‌هایی مانند فیلترهای تصویر، تبدیل فوریه، تبدیل موجک، الگوریتم‌های تشخیص و تحلیل تصویر و سایر تکنیک‌های پردازش سیگنال است. سپس با استفاده از بافت‌های شناسایی شده از مرحله قبل و بکارگیری آستانه تخمین تراکم کرنل و شاخص‌های ترکیبی مانند HPL، نقاط پرجمعیت و توده‌های شهری شناسایی می‌شوند. در مرحله نهایی دقت نتایج شناسایی توده‌های شهری با استفاده از دورسنجی شبانه بررسی می‌شود. این شامل مقایسه داده‌های شناسایی شده با داده‌های واقعی، ارزیابی دقت الگوریتم‌های استفاده شده و مقایسه با دیگر روش‌های شناسایی توده‌های شهری است.

با هدف ارزیابی دقت خروجی تحقیق از مراحل پیشین، روش طبقه‌بندی نظارت شده SVM برای شناسایی مناطق ساخته‌شده شهری با استفاده از تفسیر بصری تصاویر لندست ۸ مورد استفاده قرار گرفت. در مجموع ۱۰۰۰ نقطه نمونه به طور تصادفی در هشت منطقه ایجاد شد. فاصله بین هر نقطه تصادفی بیشتر از ۵۰ متر بود که از بین مناطق ساخته شده و نشده انتخاب شدند(شکل ۳).

1.Google Earth Engine

[ Downloaded from jvfc.ir on 2025-12-10 ]

[ DOI: 10.61186/jvfc.4.3.61 ]




**شکل ۳: نقاط نمونه تصادفی(چپ)، طبقه‌بندی نظارت شده SVM (راست).(یافته های تحقیق)**

## یافته‌های پژوهش

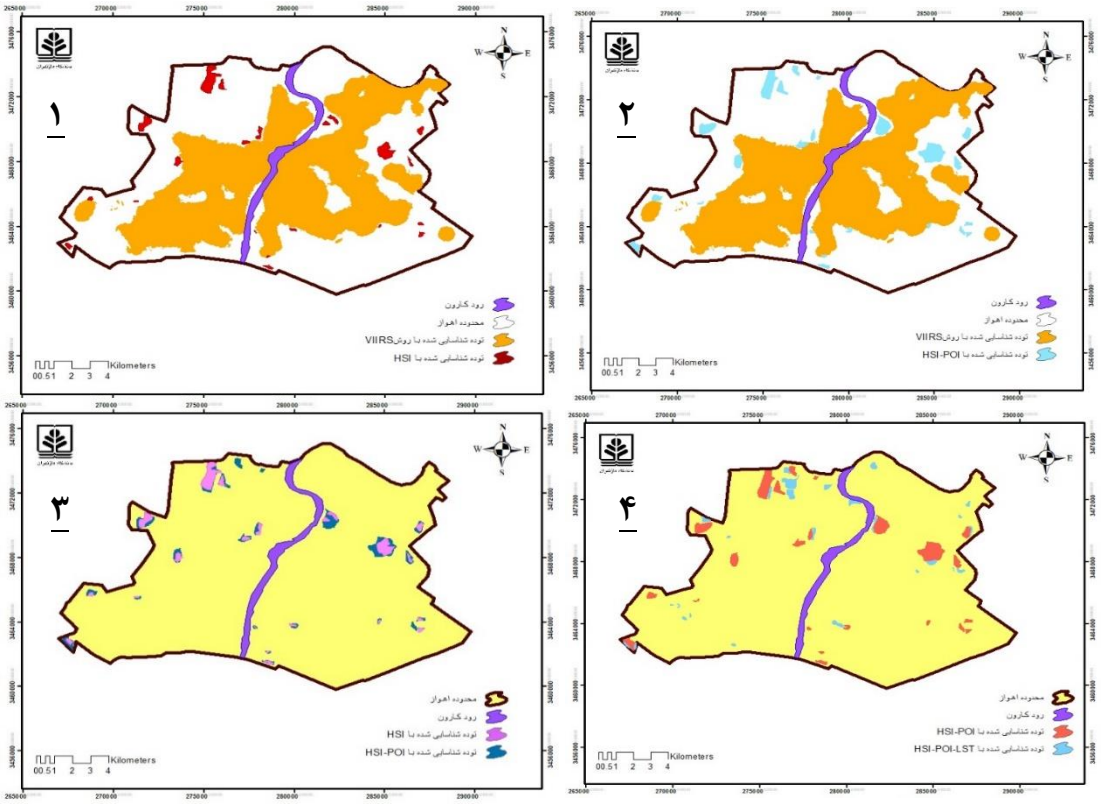
بخش‌های (۱ و ۲ ) در شکل(۴) توزیع فضایی شاخص‌های NPP-VIIRS، HSI، HP وHPL به تفکیک مناطق ۸ گانه شهر اهواز را نشان می‌دهد. مقادیر بالا برای شاخص‌های مختلف نشان‌دهنده تراکم بالای جمعیت و در نتیجه تراکم توده شهری است. مقادیر کم ارزش عمدتاً مناطقی با تراکم جمعیت کم، پوشش گیاهی بیشتر و فعالیت‌های اقتصادی کمتر را نشان می‌دهد.

مناطق با مقادیر بالا عمدتاً در مرکز و جنوب‌غربی شهر متمرکز شده‌اند. علاوه بر این، مناطق با ارزش بالا نیز در مجاورت مراکز حمل و نقلی مانند ایستگاه راه آهن و فرودگاه بین المللی اهواز دیده می‌شوند. همچنین برخی از مناطق با ارزش بالا در مقیاس کوچک وجود دارد که دور از منطقه شهری توزیع شده اند که عمدتا شامل روستاهایی می‌شود که بتدریج به محدوده قانونی اهواز چسبیده‌اند.

این یافته‌ها با جهت‌گیری‌های کلیدی توسعه تعریف شده در طرح جامع شهر اهواز (بازبینی شده در سال ۱۳۹۸) سازگار است، که نشان دهند روند افزایش تراکم جمعیت، رشد و گسترش شهری در اهواز است(شاخص HSI در قسمت ۱ و ۲ شکل۴).

[ Downloaded from jvfc.ir on 2025-12-10 ]

[ DOI: 10.61186/jvfc.4.3.61 ]




**شکل ۴. توده‌های شهری استخراجی توسط اندکس‌های مختلف تحقیق(منبع: یافته های پژوهش)**

به منظور ارزیابی دقت طبقه‌بندی کلی شاخص‌های NPP-VIIRS، HSI، HP و HPL با نتایج طبقه‌بندی تصویر لندست مقایسه شده و آستانه‌های متعدد با ۱۰۰۰ نقطه نمونه‌برداری برای محاسبه ماتریس سردرگمی تنظیم شدند. جدول ۲ مقادیر دقت کلی و کاپا مرزهای توده شهری استخراج شده را در مقایسه با داده‌های مختلف نشان می‌دهد. NPP-VIIRS دقت طبقه‌بندی کلی بهینه ۸۸٫۸۱٪ و ضریب کاپا ۰٫۶۷ را زمانی که مقدار آستانه ۹ بود، را نشان می‌داد. هنگامی که مقدار آستانه بیشتر از ۹ بود، ضرایب OA و کاپا روند کاهشی تدریجی را نشان دادند. دقت کلی و مقادیر کاپا در مقایسه با NPP-VIIRS بهبود نیافتند، زیرا در HSI مناطق وسیعی از زمین خالی با مناطق ساخته شده شهری مخلوط می‌شدند و این امر باعث کاهش دقت در هنگام شناسایی مناطق ساخته شده می‌گردید. پس از لحاظ داده‌های POI در HSI، دقت کلی و ضریب کاپا به ترتیب به حداکثر مقدار ۹۰٫۰۱٪ و ۰٫۷۲ رسید که مقدار آستانه ۰٫۰۲ بود، در حالی که OA و کاپا با رسیدن آستانه و ضریب کاپا به حداکثر مقدار ۹۰٫۰۱ کاهش یافتند.

بهترین دقت کلی و ضریب کاپا برای شاخص HPL با داده های چند منبعی به ترتیب ۹۱٫۴۱٪ و ۰٫۷۷ بود که مقدار آستانه ۰٫۰۵ را نشان میداد. علاوه بر این، دقت طبقه‌بندی کلی با افزایش مقدار آستانه، بالای ۸۰ درصد حفظ شد. ضریب کاپا در مقایسه با شاخص HP به آرامی کاهش یافت.

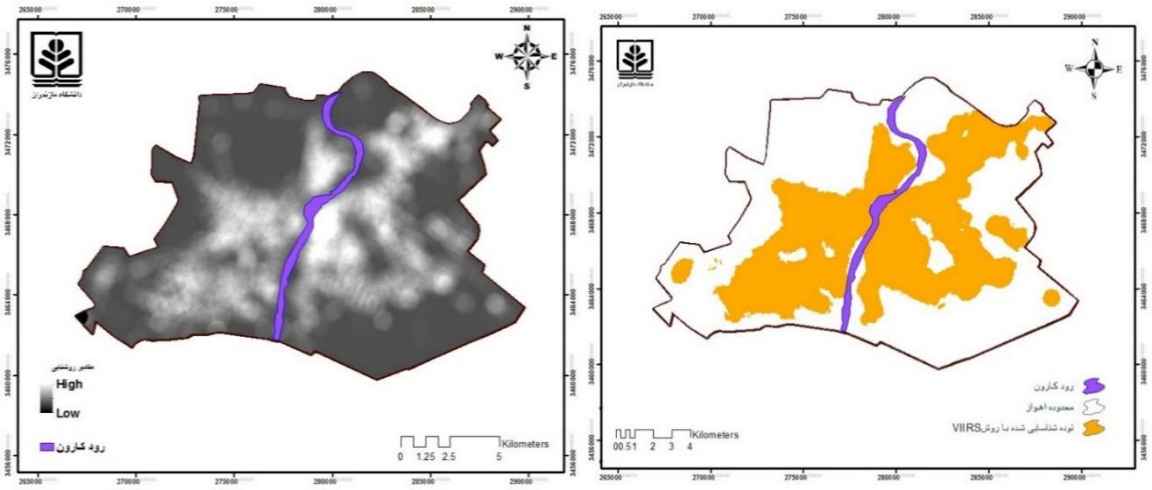
زمانی که بهترین دقت طبقه‌بندی کلی و ضرایب کاپا به دست آمد، آستانه‌های NPP-VIIRS، HSI، HP و HSI، برای ایجاد مرزهای منطقه ساخته شده شهری مورد استفاده قرار گرفت. علاوه بر این، NPP-VIIRS با HSI، HSI با HP، و HP با HPL برای مقایسه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند(جدول۲).

[ Downloaded from jvfc.ir on 2025-12-10 ]
[ DOI: 10.61186/jvfc.4.3.61 ]

**جدول۲. مقادیر دقت کلی و کاپا با آستانه‌های شاخص‌های مختلف(منبع: یافته های پژوهش)**

| اندکس | آستانه بهینه | دقت کلی(٪) | ضریب کاپا |
|---|---|---|---|
| NPP-VIIRS | ۹ | ۸۸/۸۱ | ۰٫۶۷ |
| HSI | ۰/۸۵ | ۸۷/۲۱ | ۰٫۶۴ |
| HP | ۰/۰۲ | ۹۰/۰۱ | ۰٫۷۲ |
| HPL | ۰/۰۵ | ۹۱/۴۱ | ۰٫۷۷ |

در ادامه، مرزهای محدوده‌های استخراجی با استفاده از NPP-VIIRS با آستانه ۹ با مرزهای استخراج شده با استفاده از HSI با آستانه ۰٫۸۵ مقایسه شد. شکل (۵) مناطق ساخته شده را نشان می‌دهد که توسط NPP-VIIRS شناسایی شده‌اند.




**شکل ۵. تصویر نورشبانه اهواز با NPP-VIIRS(چپ) و مناطق ساخته شده استخراجی از آن(راست). (منبع: یافته های پژوهش)**

اشکال شناسایی شده دندانه‌دار است و تنها مناطق کوچک ساخته شده دور از قطعات در مناطق ساخته شده را شناسایی نموده است. در مقابل،قطعات ناحیه ساخته‌شده شناسایی‌شده با استفاده از شاخص HSI ریزدانه هستند و در مقایسه با خروجی NPP-VIIRS فاقد انسجام می‌باشند. با این حال، پیچیدگی لبه و مرز منطقه ساخته شده HSI افزایش یافت و همزمان جزئیات بیشتری را نشان داد(شکل ۶ قسمت ۱).

همزمان مرزهای استخراجی HSI با آستانه ۰/۸۵ و HP با آستانه ۰/۰۲ مورد مقایسه قرار گرفت. شاخص HSI مناطق ساخته شده شهری را با جزئیات داخلی اندک با اشکال در اندازه‌های مختلف استخراج نمود. در حالیکه شاخصHP به خوبی توانست مناطق ساخته شده را در توزیعی منطقی و در عین حال یکپارچه استخراج نماید. بنابراین تفاوت بین مناطق ساخته شده شهری استخراج شده با استفاده از شاخص‌های HSI و HP نسبتا زیاد(شکل ۶ قسمت ۳) و پس از مقایسه نقشه گوگل، مشخص شد که بیشتر تفاوت‌ها در نیمه شمالی شهر بوده است.

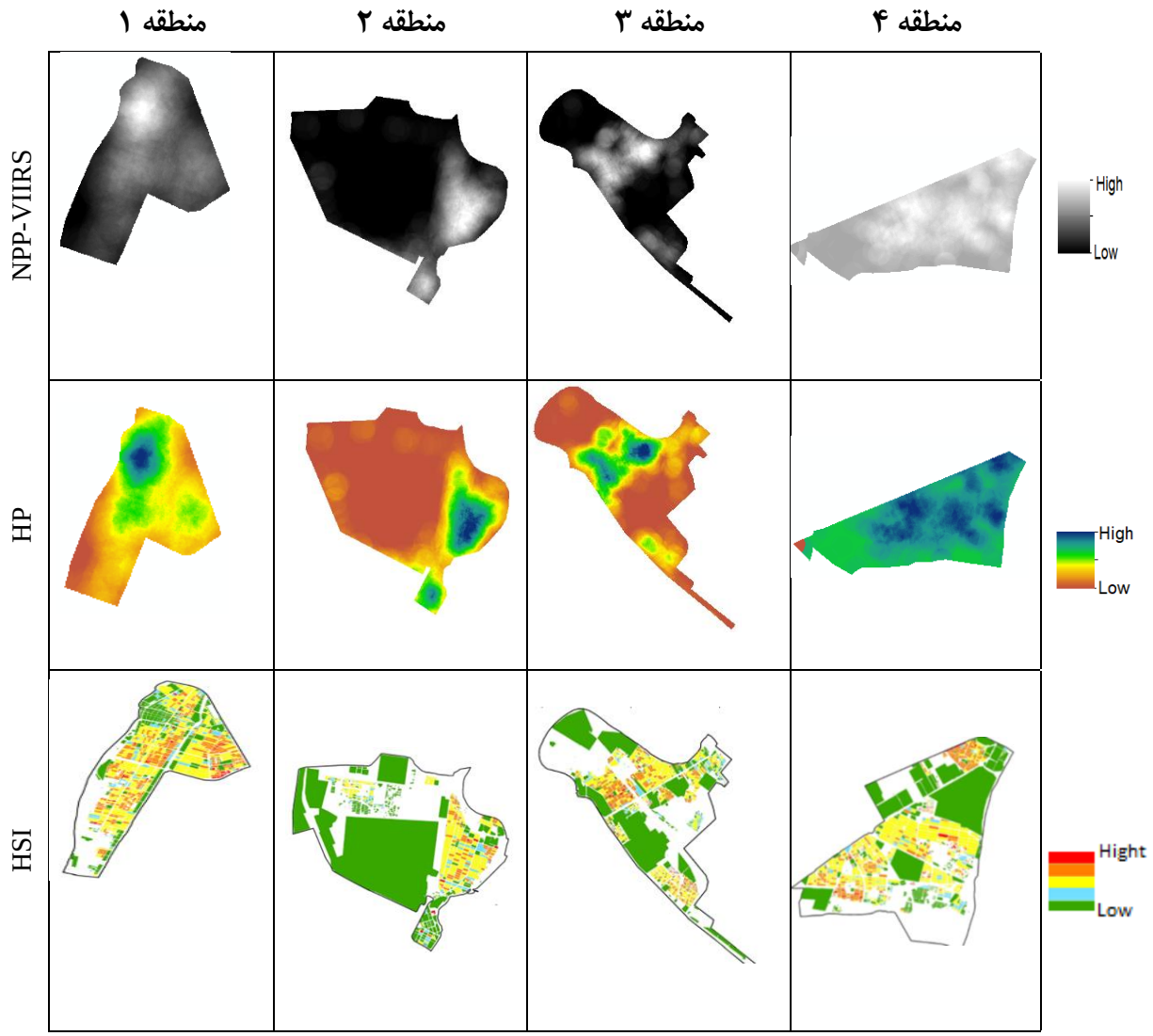
توزیع تفکیکی شاخص‌های مورد استفاده‌ی تحقیق بر اساس مناطق ۸ گانه اهواز در اشکال (۱-۶ و ۲-۶) نشان دهنده سطح پوشش هر یک از مناطق و نسبت آن به کل مساحت منطقه است. برای تدقیق این امر و انطباق دقیق‌تر با وضعیت میدانی و مناطق، درصد توده بخش‌های مختلف محاسبه شده است. همچنین مقادیر تراکم ساختمانی ناخالص هر منطقه که نشان دهنده میزان و تراکم عوارض دست ساخت انسانی است نیز برای هر منطقه از شهر محاسبه شده است(جدول ۳).

[ Downloaded from jvfc.ir on 2025-12-10 ]
[ DOI: 10.61186/jvfc.4.3.61 ]

جدول ۳. مشخصات توده مناطق هشت‌گانه شهر اهواز(منبع: یافته های پژوهش)

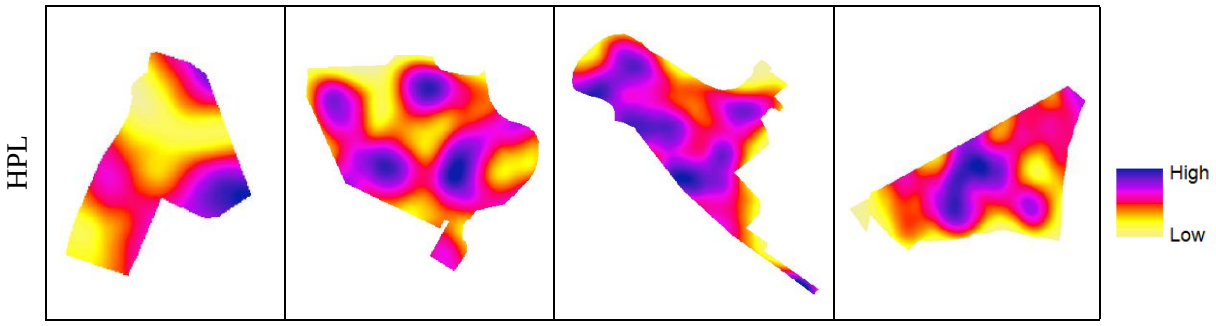
| منطقه | مساحت محدوده (هکتار) | برآورد جمعیت سال ۱۴۰۰ * | مساحت توده (هکتار) | سهم توده از مساحت منطقه(٪) | تراکم مسکونی ناخالص |
|---|---|---|---|---|---|
| یک | ۱۱۰۲٫۶ | ۱۴۸،۵۸۳ | ۳۷۶٫۲۶ | ۳۴٫۱۲ | ۳۹۴٫۸ |
| دو | ۲۱۱۳٫۰۸ | ۳۱۷،۱۱۴ | ۵۶۳٫۵۲ | ۲۶٫۶۷ | ۵۶۲٫۷ |
| سه | ۳۱۸۱٫۳۶ | ۱۸۷،۷۳۵ | ۱۸۳۷٫۷۵ | ۵۷٫۷۷ | ۱۰۲٫۱ |
| چهار | ۲۵۲۷٫۰۹ | ۱۶۳،۳۸۰ | ۱۴۳۶٫۹۱ | ۵۶٫۸۷ | ۱۱۳٫۷ |
| پنج | ۲۱۵۴٫۷۴ | ۱۱۲،۴۰۲ | ۱۲۴۱٫۰۸ | ۵۷٫۶۰ | ۹۰٫۵ |
| شش | ۲۱۱۰٫۵۳ | ۱۷۵،۹۵۱ | ۱۱۰۹٫۶۲ | ۵۲٫۵۸ | ۱۵۸٫۵ |
| هفت | ۱۷۱۸٫۷۱ | ۱۵۵،۸۱۹ | ۵۶۱٫۵ | ۳۲٫۶۷ | ۲۷۷٫۵ |
| هشت | ۳۰۹۸٫۱۱ | ۲۰۴،۳۹۴ | ۱۴۶۷٫۰۵ | ۴۷٫۳۵ | ۱۳۹٫۳ |
| مجموع | ۱۸۸۰۶/۴ | ۱،۲۶۲،۵۸۱ | ۹۳۹۴٫۰۷ | ۴۹٫۹۵ | ۱۳۴٫۴ |

* گروه آمار معاونت برنامه‌ریزی شهرداری اهواز، ۱۴۰۱

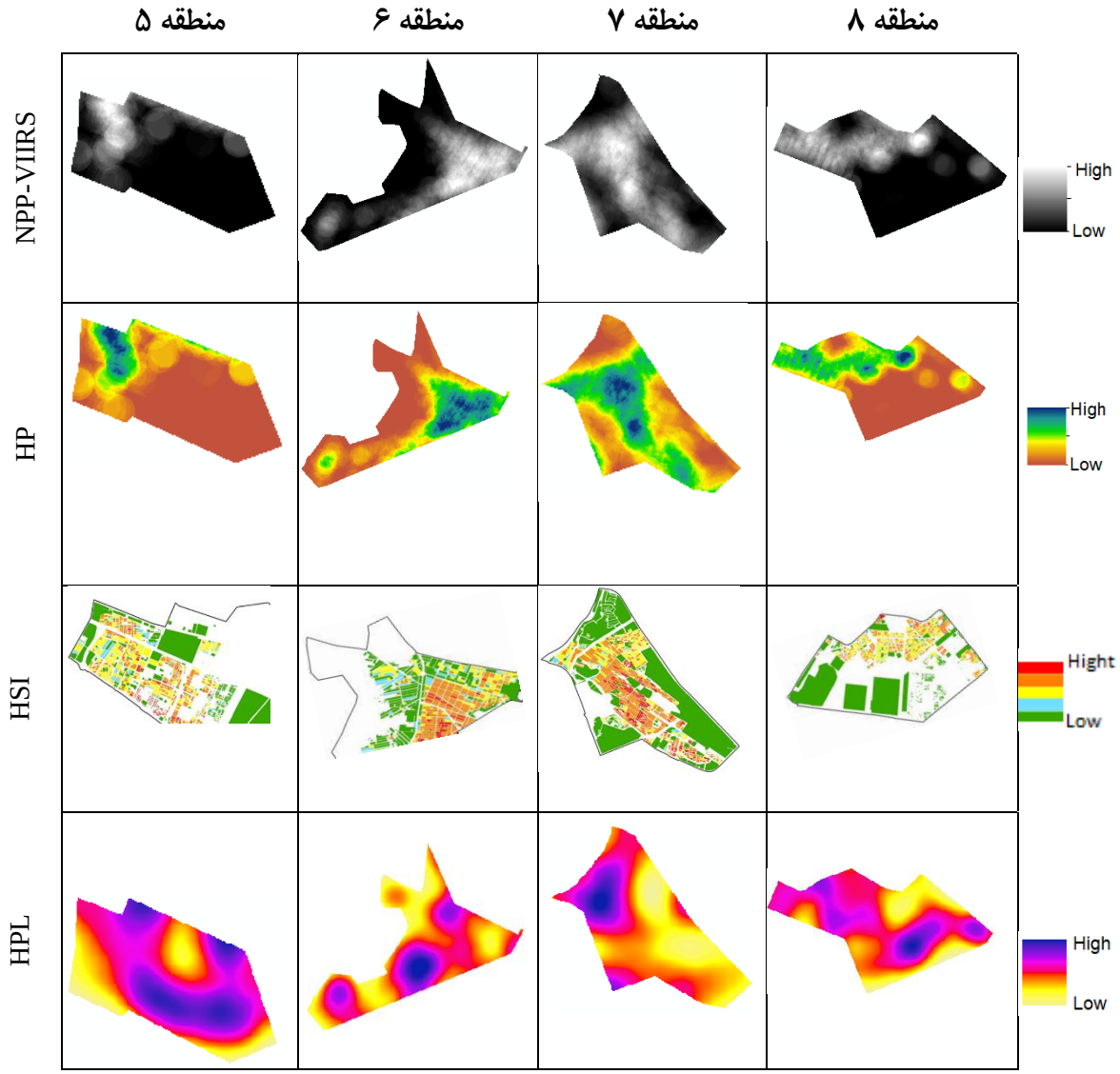



[ Downloaded from jvfc.ir on 2025-12-10 ]

[ DOI: 10.61186/jvfc.4.3.61 ]




شکل ۱-۶.توزیع فضایی شاخص‌های NPP-VIIRS، HSI، HP و HPL به تفکیک مناطق ۸ گانه شهر اهواز(منبع: یافته های پژوهش)




شکل ۲-۶. توزیع فضایی شاخص‌های NPP-VIIRS، HSI، HP و HPL به تفکیک مناطق ۸ گانه شهر اهواز(منبع: یافته های پژوهش)

[ Downloaded from jvfc.ir on 2025-12-10 ]

[ DOI: 10.61186/jvfc.4.3.61 ]

## نتیجه‌گیری و پیشنهاد

استخراج مناطق ساخته شده شهری روشی برای تشخیص تغییرات شهری است که برای حل مشکلات شهری و برنامه‌ریزی شهری و ساخت و ساز اهمیت بسزایی دارد و از نتایج حاصله از آن می‌توان برای پیگیری پویایی توسعه مناطق ساخته شده استفاده نمود. مناطق ساخته شده شهری سیستم های پیچیده‌ای هستند و مرزهای آنها دائماً در گسترش پویا در حال تغییر است(Xu and Gao,2016). در این مرحله، استخراج مناطق ساخته شده شهری بیشتر بر اساس وضعیت طبیعی پوشش زمین یا عناصر اجتماعی–اقتصادی است، که البته این روش در شرایط اختلاط مناطق ساخته شده با مناطق غیرساخته شده (مانندپوشش گیاهی و سطوح آبی) چندان کارساز نبوده و نتایج قابل اتکایی تولید نمی‌کند. دیدگاه دیگر بکارگیری شاخص‌های اجتماعی–اقتصادی با استفاده از داده‌های جمعیتی و رسانه‌های اجتماعی است( Kastrok,2017) که البته سرعت به روز رسانی آن در مقیاس‌های بزرگ کند است.

داده‌های روشنایی شبانه می‌توانند فعالیت‌های انسانی را در زمان واقعی ثبت کنند به همین دلیل به طور گسترده برای استخراج مناطق ساخته‌شده شهری مورد استفاده قرار گرفته‌اند(Maccord&Rodrigers,2022). با این حال، داده‌های روشنایی شبانه معمولا در گروه داده‌های دورسنجی با قدرت تفکیک زمینی پایین، جای می‌گیرند. بنابراین، محققان برای رفع این مشکل، EVI را به NTL وارد کرده‌اند. EVI می‌تواند به طور موثر تداخل مربوط به پس زمینه خاک را در مقایسه با NDVI کاهش دهد. با این حال، از آنجایی که هم زمین‌های بایر و هم مناطق ساخته شده شهری توسط پوشش گیاهی پوشیده نمی شوند، هنگام تعیین مرزهای مناطق ساخته شده با استفاده از شاخص EVI تداخل روی می‌دهد. با توسعه مستمر مناطق شهری، مقادیر نسبتا بالایی پوشش سطحی غیرقابل نفوذ در داخل شهر بوجود می‌آید در نتیجه اثر جزیره گرمایی شهری ناشی از سطح غیرقابل نفوذ، با LST همبستگی مثبت دارد. LST ارتباط نزدیکی با پوشش زمین و کاربری زمین دارد و می‌تواند برای تمایز بیشتر بین مناطق شهری و روستایی مورد استفاده قرار گیرد. با این حال، این روش‌ها را نمی‌توان برای استخراج مناطق مسکونی شهری در مقیاس های کوچک و متوسط به کار برد. با ظهور کلان داده‌ها، در برخی مطالعات، داده‌های POI یا داده‌های شبکه معابر را به NTL معرفی کردند تا مناطق ساخته شده شهری را شناسایی نمایند. با این حال، چنین مطالعاتی تنها بر تأثیر عوامل اجتماعی–اقتصادی بر توسعه شهری متمرکز است. مقایسه نتایج پژوهش با تحقیقات مشابه، دقت بهتری را نشان می‌دهد؛ چنانچه (Wang et al,2021)، مدلی ترکیبی بنام PRLANI از اندکس‌های NTL، POI،LST و RNB(تراکم شبکه معابر) بکار گرفتند که دقت شناسایی توده شهری را ۸۹ درصد برآورد نمودند. هر چند که در تحقیقات جدیدتر تاکید بر نگاه سیستماتیک و چندجانبه در استفاده از NTL است( Zhung et al,2023). در تحقیقی با دقت بالاتر از پژوهش حاضر، لین و همکاران(Leen et al ,2023) که دورسنجی شبانه را برای ارزیابی روشنایی معابر پکن مورد استفاده قرار داده بود، معرف همبستگی بالای NTL و نور پانورمای معابر بوده و دقتی معادل ۹۵ درصد را بدست نشان داد.

تحقیق حاضر از این جهت نوآورانه است که یک شاخص HPL ارائه داده است که عناصر طبیعی و اجتماعی مانند LST، HSI، POI و غیره را ادغام می‌کند. شاخص HPL می‌تواند به طور جامع مناطق ساخته‌شده شهری را از منظر طبیعی و اجتماعی شناسایی کند. علاوه بر این، مشخص شد که شاخص HPL جزئیات فضایی غنی‌تری از مناطق ساخته‌شده را در مقایسه با منابع تکی یا حتی دوگانه ارائه می‌دهد و وضوح فضایی منبع داده نور شب را بشکل محسوسی بهبود می‌بخشد. همان‌گونه که از جدول (۳) برمی‌آید، در میان مناطق ۸ گانه اهواز بیشترین و کمترین مساحت خالص توده شهری به ترتیب با ۱۸۳۷,۷۵ و ۳۷۶,۲۶ هکتار مربوط به مناطق ۳ و ۱ است که بیش از ۵۶ و ۳۴ درصد از مساحت هر یک از این مناطق را شامل می‌شده است. این در حالی است که کمترین نسبت بین مساحت منطقه و مقدار توده شهری با نزدیک به ۲۷ درصد، مربوط به منطقه ۲ شهر اهواز است، اما بیشترین نسبت بین مساحت منطقه و مقدار توده شهری اهواز با نزدیک به ۵۸ درصد، همچنان مربوط به منطقه ۳ این شهر است. این نسبت برای منطقه ۲ علی رغم درصد بالای توسعه آن، احتمالا به دلیل افزوده شدن ناحیه(عمدتا زمین خالی و بایر) کیانشهر به آن در سال‌های اخیر بوده است.

[ Downloaded from jvfc.ir on 2025-12-10 ]

[ DOI: 10.61186/jvfc.4.3.61 ]

در کل حدود ۵۰ درصد(۴۹,۹۵) از محدوده قانونی شهر اهواز را توده شهری بخود اختصاص داده است. با توجه به تراکم و توزیع جمعیت در سطح شهر، بیشترین و کمترین تراکم ناخالص ساختمانی به ترتیب مربوط به نواحی ۲ و ۵ می‌باشد. استفاده از داده‌های با قدرت بالا و در دسترس پهپاد و همچنین لیزراسکن هوایی می‌تواند به غنی‌سازی منابع در تحقیقات مشابه بعدی و کسب نتایج عینی‌تر منجر شود.

## مآخذ:


ترکی، فرشاد(۱۳۹۸)، بررسی روند توسعه فیزیکی کلانشهر اهواز و الگوی گسترش آن در افق ۱۴۰۰، *فصلنامه جغرافیا و مطالعات محیطی* ، (۳۰)۸، ۱۰۴-۹۱

سجادیان ، ناهید و دامن باغ، صـفیه (۱۴۰۰). تحلیل نقش محیط سیاسی و ذهنی ادراکی در تفاوت سطح نشاط شهروندان اهواز، *فصلنامه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری چشم انداز زاگرس* (۱۳)۴۸، ۱۶۶-

صفایی‌پور، مسعود و فدائی جزی، فهیمه(۱۴۰۱). آینده پژوهی نظام تأمین مسکن درکلانشهرهای ایران(مورد مطالعه کلانشهر اهواز)، *جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی*،( ۱) ۸۹، ۱۴۰-۱۱۷.

صیدایی ، اسکندر، جهانگیر،ابراهیم، دارابخانی، رسول و علی پناهی (۱۳۹۹)، شناخت نقاط حادثه خیز محورهای استان البرز با استفاده از روش تخمین تراکم کرنل، *پژوهشهای‌جغرافیای انسانی*،( ۳)۵۲، ۹۳۹-۹۵۱

فاضل نیا، غریب، حکیم دوست ،یاسر و احمدی ،غزاله(۱۳۹۴)، کاربرد تحلیل عاملی و مدل تخمین تراکم کرنل در ارزیابی توسعه مکانی – فضایی مناطق روستایی شهرستان روانسر، *آمایش جغرافیایی فضا، فصلنامه علمی- پژوهشی دانشگاه گلستان* ،۱۶

گروه آمار و تحلیل اطلاعات معاونت برنامه ریزی و توسعه سرمایه انسانی شهرداری اهواز(۱۴۰۱). *آمارنامه کلانشهر اهواز*، ص ۶

Cervantes J., Garcia-Lamont F., Rodríguez-Mazahua L., Lopez A., (2020), A comprehensive survey on support vector machine classification: Applications, challenges and trends, *Neurocomputing,* 408, , 189-215

Kostrzewsk M., Activating Public Space: How to Promote Physical Activity in Urban Environment, (2017), *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 245 052074, DOI 10.1088/1757-899X/245/5/052074

Kumar, L., Mutanga, O. (2018), Google Earth Engine Applications Since Inception: Usage, Trends, and Potential. *Remote Sens*, 10, 1509

Li, C., Wang, X., Wu, Z., Dai, Z., Yin, J.& Zhang, C. (2021), An Improved Method for Urban Built-Up Area Extraction Supported by Multi-Source Data. *Sustainability*, 13, 5042

Lin, Z., Jiao, W., Liu, H., Long, T., Liu, Y., Wei, S., ... & Wen, C. (2023). Modelling the public perception of urban public space lighting based on sdgsat-1 glimmer imagery: A case study in beijing, china. *Sustainable Cities and Society*, 88, 104272.

Liu, Q., Zhan, Q., Li, J., Yang, C.& Liu, W. (2021), Extracting Built-up Areas Using Luojia-1A Nighttime Light Imageries in Wuhan, China. *Geomat. Inf. Sci*., 46, 30–39.

Liu, X., Hu, G., Ai, B., Li, X., Shi, Q. (2015), A normalized urban areas composite index (NUACI) based on combination of DMSP-OLS and MODIS for mapping impervious surface area. *Remote Sens.*, 7, 17168–17189

Lu, D.S., Tian, H.Q., Zhou, G.M.& Ge, H.L. (2008), Regional mapping of human settlements in southeastern China with multisensory remotely sensed data. *Remote Sens. Environ. Interdiscip. J.* 112, 3668–3679

McCord, G.C., Rodriguez-Heredia, M., (2022). Nightlights and subnational economic activity: estimating departmental GDP in paraguay. *Remote Sens. (Basel)* 14 (5), 1150. https://doi.org/10.3390/rs14051150.

Pandey, B., Joshi, P&; Seto, K.C. (2013), Geoinformation Monitoring urbanization dynamics in India using DMSP/OLS night time lights and SPOT-VGT data. *Int. J. Appl. Earth Obs*., 23, 49–61


[ Downloaded from jvfc.ir on 2025-12-10 ]

[ DOI: 10.61186/jvfc.4.3.61 ]

Song, J., Li, X., Lin, T., Zhang, G., Ye, H., He, X.& Ge, R. A., (2015), Method of Extracting Urban Built-up Area Based on DMSP/OLSighttime Data and Google Earth. J. *Geo-Inf. Sci.*, 17, 750–756

Sutton, P.(1997), Modeling population density with night-time satellite imagery and GIS. *Comput. Environ. Urban Syst*., 21, 227–244.

Wang M., Song Y., Wang F., Meng Zh., (2021), Boundary Extraction of Urban Built-Up Area Based on Luminance Value Correction of NTL Image, *IEEE journal of selected topics in applied earth observations and remote sensing*, 14

Wang, Y., Shen, Z., (2021). Comparing Luojia 1–01 and VIIRS nighttime light data in detecting urban spatial structure using a threshold-based kernel density estimation. *Remote Sens. (Basel)*, 13 (8), 1574. https://doi.org/10.3390/rs13081574.

Wu, J., Li, B., Ni, W.& Yan, W. (2020), An adaptively weighted multi-feature method for object-based change detection in high spatial resolution remote sensing images. *Remote Sens. Lett*., 11, 333–342

Xu, Z., Gao, X. (2016), A novel method for identifying the boundary of urban built-up areas with POI data. *Acta Geogr. Sin.* 71 ,928–939

Zhang, J., Zhang, X., Tan, X.& Yuan, X. (2022),Extraction of Urban Built-Up Area Based on Deep Learning and Multi-Sources Data Fusion—The Application of an Emerging Technology in Urban Planning. *Land*, 11, 1212.

Zhang, Q., Schaaf, C.& Seto, K.C. (2013),The vegetation adjusted NTL urban index: A new approach to reduce saturation and increase variation in nighttime luminosity. *Remote Sens. Environ*., 129, 32–41

Zheng,Q , Seto,K, Zhou, Y, You, S& Weng,Q,(2023) Nighttime light remote sensing for urban applications: Progress, challenges, and prospects ,*ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*,202, 125-141.

[ Downloaded from jvfc.ir on 2025-12-10 ]

[ DOI: 10.61186/jvfc.4.3.61 ]