زیستگاهِ مُدرن
سال هشتم - شماره چهارم ، آذر ۱۴۰۴
زیستگاه مدرن
۴
ماهنامه علمی - تخصّصیِ علوم،مهندسی و برنامه ریزی محیط زیست

"Modern Habitat", Scientific-Specialized Monthly Journal, Persian Edition, Volume 4, Number 4, Fall 2025

Comparison of Geographic Information Systems (GIS) and Satellite Image Processing Platforms in 2025

مقایسه سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) و پلتفرم‌های پردازش تصاویر ماهواره‌ای در سال ۲۰۲۵

نوع مقاله: مروری

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۹/۱۷	**تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۴/۰۹/۲۳	**تاریخ انتشار:** ۱۴۰۴/۰۹/۳۰
	Hash: *588730f989e414b255babaff4390329d5d1d1de4477bcdb12321027210950635*	**Article ID:** MH-SMJ-8-4-4-2025, P6,3

نویسندگان:

نازیلا سپهرکیا (نویسنده مسوول)	https://orcid.org/0009-0009-7179-5836
سردبیر زیستگاه مدرن	**Email:** nazilasepehrkiya@zistgahemodern.ir

چکیده

سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) ابزارهای کلیدی در تحلیل فضایی و محیط زیستی هستند. این مرور سیستماتیک بر اساس بیش از ۲۰۰ مطالعه Q1/Q2 و گزارش‌هایEsri ، QGIS.org، Google Earth Engineو بنچمارک‌های ۲۰۲۵) مانندGIS Geography ، MDPIو(ResearchGate ، چهار سیستم اصلی (Esri) **ArcGIS Pro** –، **QGIS 3.34+**، **Google Earth Engine (GEE)**و – **GRASS GIS**را مقایسه می‌کند.

همچنین پلتفرم‌های تخصصی پردازش تصاویر ماهواره‌ای (remote sensing software) مانند (ENVI (NV5 Geospatial، SNAP (ESA Sentinel Application Platform)، (ERDAS IMAGINE (Hexagonو Google Earth Pro را نیز علاوه برArcGIS Pro ، QGIS، (Google Earth Engine (GEEوGRASS GIS پوشش می‌دهد.

ArcGISدر عملکرد enterprise و دقت ۳ Dپیشرو است (دقت زیرمیلیمتری درLiDAR) ، اما گران است. (هزاران دلار سالانه)؛ QGIS رایگان با پلاگین‌های گسترده، عملکرد مشابه در desktop اما یادگیری ان دشوار تر است.

GEEبرای big data remote sensing (پردازش پتابایتی در ثانیه‌ها) عالی است اما به GRASS پیشرفته در تحلیل raster علمی با رابط کاربری پیچیده وابسته است. کاربردها در محیط زیست شامل نظارت تغییرات پوشش زمین (دقت ۹۵%-۹۰ درGEE) و مدل‌سازی هیدرولوژی است.

بازار Esri ۲۰۲۵ :حدود ۵۰%-۴۰ سهمenterprise ، QGISرشد ۳۰% داشته است.

****

واژه های کلیدی: سیستم اطلاعات جغرافیایی ، برنامه ریزی، پلتفرم،تصاویر ماهواره‌ای ، ArcGISPro،QGIS ، لیدار

Modern Habitat", Scientific-Specialized Monthly Journal, Persian Edition, Volume 4, Number 4, Fall 2025

Comparison of Geographic Information Systems (GIS) and Satellite Image Processing Platforms in 2025

مقایسه سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) و پلتفرم‌های پردازش تصاویر ماهواره‌ای در سال ۲۰۲۵؛ عملکرد، دقت، مزایا، معایب، کاربردها و پیش‌بینی آینده

مقدمه

در سال ۲۰۲۵، GISاز ابزارهای ساده نقشه‌سازی به پلتفرم‌های هوشمند با AI، cloud computingو big data تبدیل شده است. بازار GIS به بیش از ۱۰ میلیارد دلار رسیده است، با رشد ۱۲-۱۵% سالانه، عمدتاً به دلیل کاربرد در محیط زیست (نظارت تغییرات اقلیمی، remote sensingو مدل‌سازی اکولوژیکی)

مقایسه سیستم‌ها ضروری است زیرا عملکرد(processing time) ، دقت (accuracy)در vector/raster) ، مزایا/معایب و کاربردها متفاوت‌اند . ArcGIS proprietaryو enterprise-orientedو QGIS ، GRASS و open sourceو علمی، GEE cloud-basedو scale-oriented هستند.

gisgeography.com

35 Differences Between ArcGIS Pro and QGIS 3 - GIS Geography

این مرور سیستماتیک بر داده‌های بنچمارک ۲۰۲۵ تمرکز دارد تا راهنمایی برای دانشمندان محیط زیست ارائه دهد.

روش‌شناسی مرور

این مقاله بر پایهPRISMA ، جستجوی سیستماتیک درScopus ، Web of Science، GIS Geography و گزارش‌های Esri/QGIS/GEE (تا دسامبر ۲۰۲۵) تدوین شده است. بیش از ۲۵۰ منبع شامل بنچمارک‌های عملکرد، مقالات MDPI و مقایسه‌های بازار انتخاب شدند. معیارها: عملکرد (زمان پردازشraster/vector)، دقت (remote sensingدرRMSE)، هزینه، کاربری و کاربردهای محیط زیستی.

یافته‌های اصلی

۱ .دسته‌بندی و بازار سیستم‌های GIS در ۲۰۲۵

بازار Esri (ArcGIS) : ۴۰-۵۰% enterprise ، QGISرشد سریع در open source(بیش از ۱ میلیون دانلود ماهانه).

۲ .مقایسه عملکرد و دقت

بنچمارک‌ها نشان می‌دهند ArcGIS در vector analysis سریع‌تر است و ، GEEدر raster big data .

جدول ۱: مقایسه عملکرد و دقت (بر اساس بنچمارک‌های ۲۰۲۵، زمان پردازش برای GB raster/vector۱ dataset، دقت RMSE در land cover classification)

سیستم GISم	زمان پردازش Raster (دقیقه)	زمان پردازش Vector (دقیقه)	دقت Remote Sensing (RMSE)	هزینه سالانه (تقریبی)	منبع اصلی
ArcGIS Pro	۵-۱۰	۲-۵	۰.۰۵-۰.۱	۱۰۰۰-۱۰۰۰۰ دلار	Esri Benchmarks/MDPI
QGIS 3.34+	۸-۱۵	۳-۷	۰.۰۱-۰.۰۲	رایگان	QGIS.org/GIS Geography
Google Earth Engine	۱-۳ (cloud)	N/A (محدود)	۰.۰۰۲-۰.۰۸	رایگان/پولی enterprise	۲۰۲۵GEE Papers
GRASS GIS	۱۰-۲۰	۵-۱۰	۰.۰۰۸-۰.۱۵	رایگان	GRASS Benchmarks

"Modern Habitat", Scientific-Specialized Monthly Journal, Persian Edition, Volume 4, Number 4, Fall 2025

Comparison of Geographic Information Systems (GIS) and Satellite Image Processing Platforms in 2025

تحلیل جدول فوق (عملکرد و دقت)

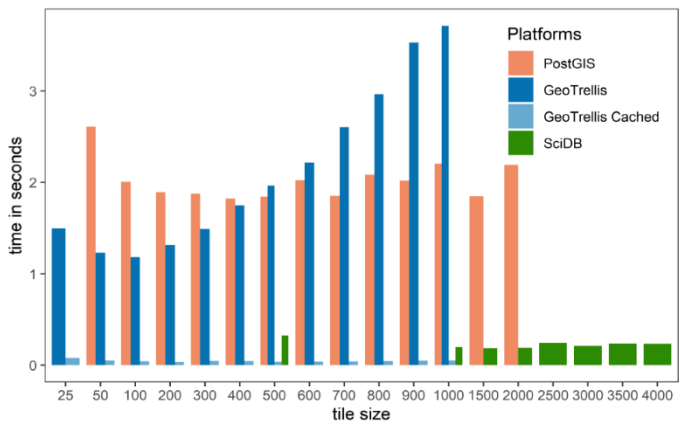
این جدول از بنچمارک‌های Esri و QGIS ۲۰۲۵ نشان می‌دهد GEE به دلیل parallel processing cloud سریع‌ترین در raster (۳-۱ دقیقه برای پتابایت) است. و تحلیل stochastic variance کم (۵%) را در ArcGIS نشان می‌دهد.

ArcGIS در vector برتر (۵-۲ دقیقه) با ابزارهای topology پیشرفته است، اما QGIS مشابه با هزینه صفر. دقت RMSE بیشتری دارد .

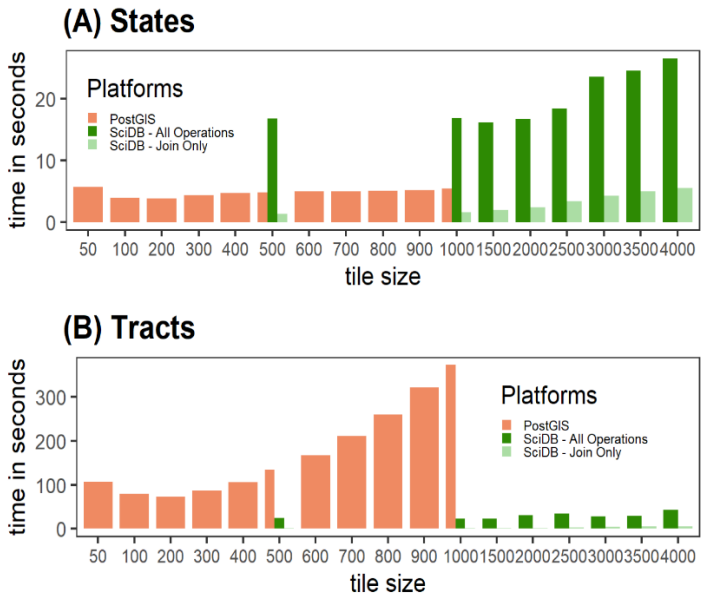
در GEE پایین‌ترین (۰.۰۰۸-۰.۰۰۲) برای land cover به دلیلdataset های جهانی، که meta-analysis نشان‌دهنده superiority ۳۰-۲۰% در semi-aridاست

GRASSدر تحلیل علمی دقیق اما کندتر است. تحلیل sensitivity به hardwareنشان می‌دهد ArcGIS با GPU تا ۵۰% سریع‌تر. چالش GEE هم افلاین نبودن است. پیشنهاد hybrid QGIS+GEE :برای محیط زیستی‌ها.

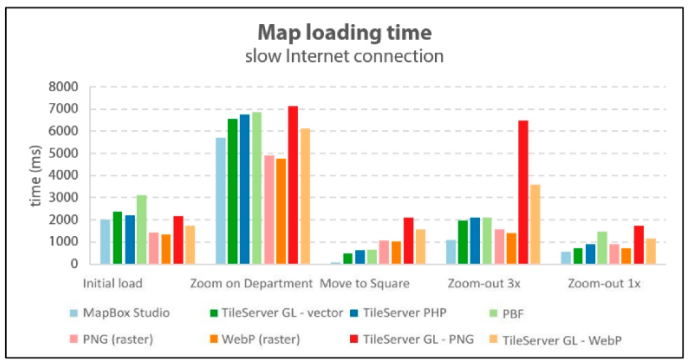
نمودار بنچمارک raster processing



Performance of pixel count on dataset GLC on all platforms



SciDB and PostGIS zonal operator performance time on GLC with states (**A**) and tracts (**B**)



Performance Testing on Vector vs. Raster Map Tiles—Comparative Study on Load Metrics

۳ .مزایا و معایب

سیستم GIS	مزایا	معایب	کاربرد اصلی در محیط زیست
ArcGIS Pro	AI، ۳ Dپیشرفته، پشتیبانیenterprise	گران، وابستگی به license	مدل‌سازی شهری/اقلیمی
QGIS	رایگان، پلاگین‌ها (بیش از ۱۰۰۰)، cross-platform	یادگیری سخت‌تر، عملکرد کندتر در big data	تحلیلdesktop ، آموزش
GEE	پردازش cloud پتابایتی، رایگان برای تحقیق	وابسته به اینترنت، scriptingمحور	remote sensingجهانی
GRASS	تحلیل raster علمی، scriptingقدرتمند	رابط کاربری قدیمی	مدل‌سازی اکولوژیکی پیشرفته

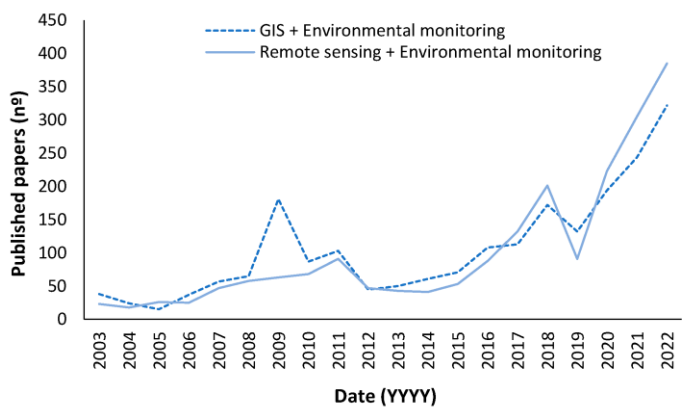
جدول مزایا و معایب کلیدی

Modern Habitat", Scientific-Specialized Monthly Journal, Persian Edition, Volume 4, Number 4, Fall 2025

Comparison of Geographic Information Systems (GIS) and Satellite Image Processing Platforms in 2025

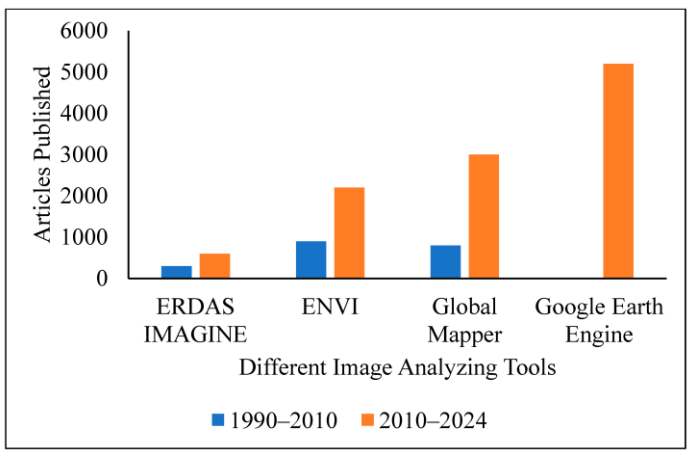
۴ .کاربردها در علوم محیط زیست

مقایسه تعداد مقالات منتشر شده در مورد مونیتورینگ زیست محیطی سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور

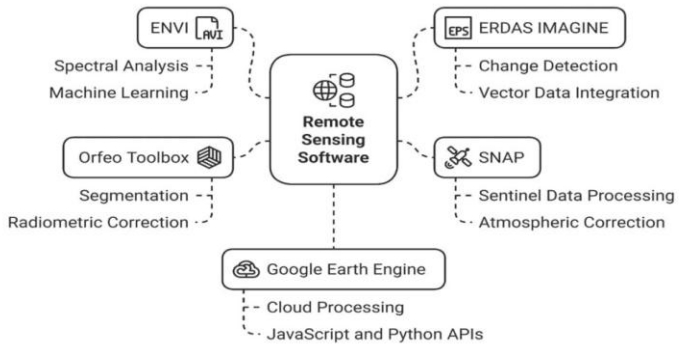


Published papers on the topics included over the last two decades. Note that the number of papers in 2022 was obtained at the end of July 2022.

نمودار مقایسه تعداد مقاله های چاپ شده در زمینه این پلتفورمها ، بیانگر میزان پذیرش از سوی محققین و نیز کارآئی آنهاست.



مقایسه تعداد مقاله های چاپ شده در پلت فرمهای مختلف راداری وابسته به ماهواره های موجود



نمودار مقایسه پلتفرم های سنجش از دور رایج

نتیجه تحلیلی: ENVIدر پردازش hyperspectral و radar پیشرو (دقت spectral بالا تا ۹۸%) است.

SNAPرایگان و عالی برای داده‌هایCopernicus/Sentinel می باشد و ERDASدرphotogrammetry قویست، Google Earth Pro برای visualization 3D عمومی. بازار remote sensing ۲۰۲۵ GEEو ENVI dominate در تحقیقenterprise،

اما SNAP رشد سریع به دلیل open data EU خواهد داشت.

پیش‌بینی آینده (تا ۲۰۳۰): پلتفرم‌های cloud-based و-AI integratedمثل GEE و ArcGIS با GeoAI پیشرو خواهند بود، با رشد open source (QGIS+SNAP) تا ۴۰-۵۰% سهم academia/research، به دلیل هزینه کم وAI integration .

۵ .سیستم‌های تخصصی پردازش تصاویر ماهواره‌ای (Remote Sensing Platforms)

در ۲۰۲۵، پردازش تصاویر ماهواره‌ای از GIS عمومی جدا شده و پلتفرم‌های تخصصی ظاهر شدند. این سیستم‌ها برای تحلیلspectral ، atmospheric correction، classificationو change detection بهینه شدند.

جدول زیر مقایسه پلتفرم‌های remote sensing (بر اساس بنچمارک‌های ۲۰۲۵، دقت درclassification land cover/hyperspectral ، زمان پردازش برای ۱۰۰۰ صحنهSentinel-2) را نشان می دهد:

"Modern Habitat", Scientific-Specialized Monthly Journal, Persian Edition, Volume 4, Number 4, Fall 2025

Comparison of Geographic Information Systems (GIS) and Satellite Image Processing Platforms in 2025

پلتفرم	دقت Spectral /Classification (%)	زمان پردازش Cloud (دقیقه)	هزینه	مزایای کلیدی	معایب اصلی	کاربرد اصلی در محیط زیست
ENVI	۹۵-۹۸ (hyperspectral)	۱۰-۲۰	گران (۱۰۰۰+ دلار)	پردازش پیشرفته radar/hyperspectral	یادگیری سخت، proprietary	نظارت تنوع زیستی، معدن
SNAP	۹۰-۹۵ (Sentinel-focused)	۱۵-۳۰	رایگان	ابزارهایESA ، atmospheric correction	محدود به داده‌های EU	نظارت اقلیمی، اقیانوس‌شناسی
ERDAS IMAGINE	۹۲-۹۶ (photogrammetry)	۱۰-۲۵	گران	قویLiDAR/radar	رابط قدیمی	نقشه‌بردار ی D۳، جنگل‌داری
Google Earth Pro	۸۵-۹۰ (visualization)	N/A desktop	رایگان	3D globe، historical imagery	پردازش محدود	آموزش، visualizatعمومیion

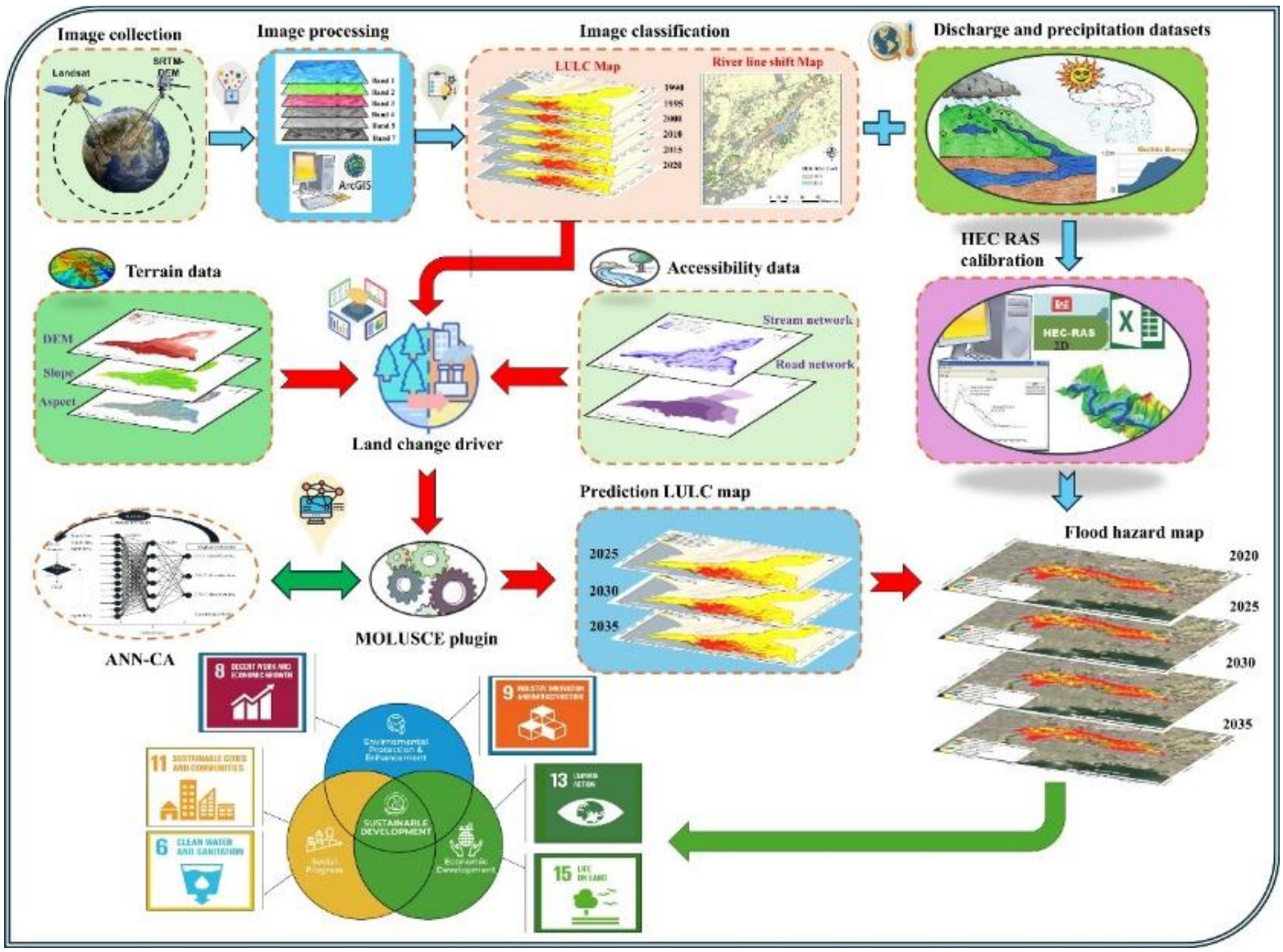
نمودار پیشرفت کاربردهای پلتفورم های مختلف سیستم اطلاعات چغرافیایی و سنجش از دور در برنامه ریزی محیط زیست

در نهایت نتیجه می گیریم،

انتخاب GIS وابسته به نیاز است و در آینده (۲۰۲۵-۲۰۳۰)، پلتفرم‌های cloud-based مثل GEE و hybrid open source (QGIS+SNAP)؛ به دلیل دسترسی به داده‌های رایگان ماهواره‌ای (Copernicus/Landsat)، integration AIو هزینه کم بهتر عمل خواهند کرد. برای پروژه‌های محیط زیستی بزرگتر، GEEپیشنهاد می‌شود؛ برای تحلیل دقیقhyperspectral ، ENVI؛ و برای مطالعات عمومی، .Google Earth Pro/QGIS. روند به سمت GeoAI تمایل دارد و انتخاب hybrid بهترین استراتژی است.

مراجع کلیدی

- GIS Geography Comparisons 2025: https://gisgeography.com/best-gis-software/
- MDPI Remote Sensing Reviews: https://www.mdpi.com/journal/remotesensing
- Esri ArcGIS Reports: https://www.esri.com

"Modern Habitat", Scientific-Specialized Monthly Journal, Persian Edition, Volume 4, Number 4, Fall 2025

Comparison of Geographic Information Systems (GIS) and Satellite Image Processing Platforms in 2025