

تولید نقشه های خرابی با تحلیل تصاویر ماهواره ای – مطالعه زلزله سرپل ذهاب

بابک منصوری

دانشیار پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله (IIEES)
پژوهشکده مدیریت ریسک و بحران

۲۳ آبان ماه ۱۴۰۰

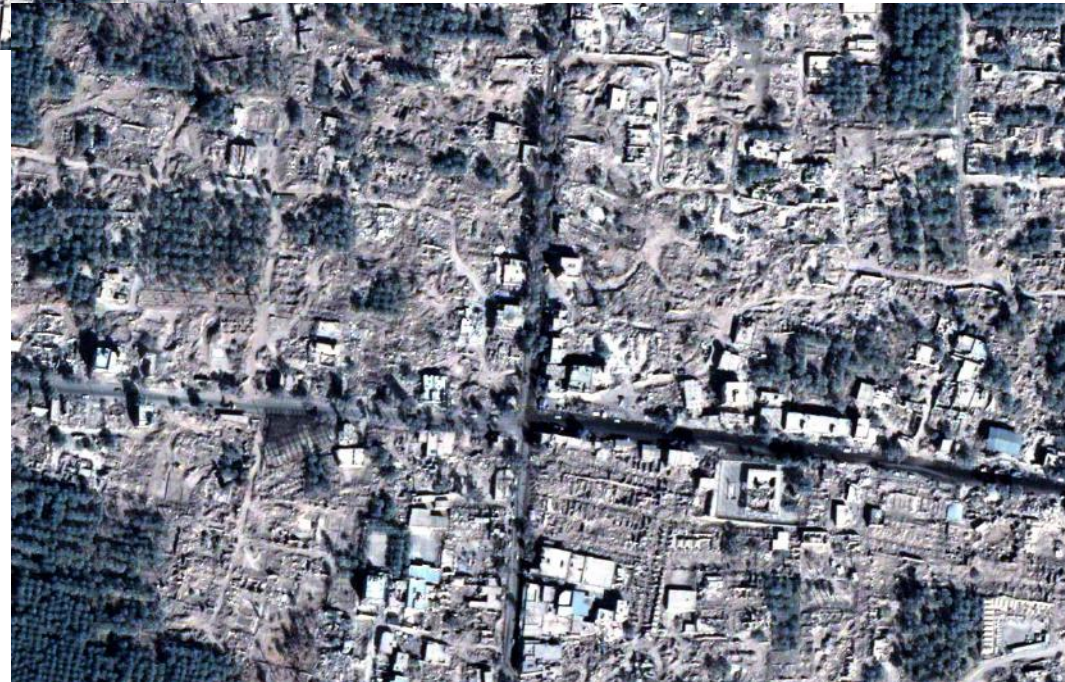


Figure 4. Aerial photography for high hit zones (courtesy of IRIB news agencies)

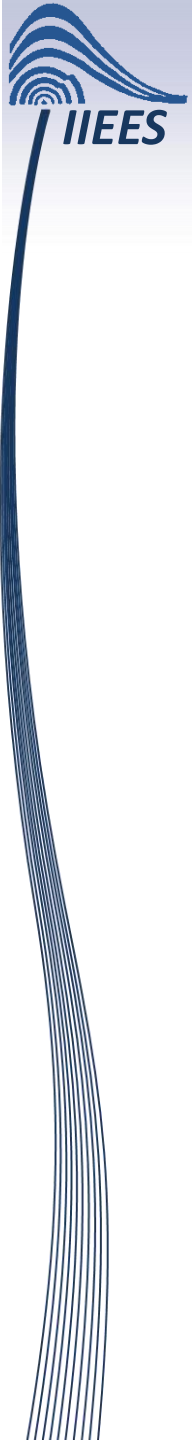
Pansharpened Image - VHR Quickbird



BAM (before EQ)
September 30, 2003



BAM (after EQ)
January 3, 2004



نکات کلیدی تحقیق

- تحلیل‌های پیکسل مبنا Pixel-based
- تحلیل‌های شی مبنا یا شی گرا Object-based
- آنالیز بافت - شاخص‌های بافتی
- محاسبات نرم Soft Computing
- استخراج ساختمانها Building Footprint Extraction
- آشکارسازی تغییرات و خرابی ها
 - مقایسه تصاویر قبل و بعد
 - فقط تحلیل تک تصویر بعد از زلزله)
- سنجنده یکسان سنجنده غیر یکسان (Multi Platform)
- یادگیری عمیق - Deep Learning

تجربه زلزله بم

❖ سنجنده یکسان (Optical Satellite – VHR - Quickbird)

❖ رویکرد پیکسل مبنا و شی گرا

○ استخراج ساختمانها

✓ روش بصری – اپراتوری

✓ روش خودکار ادغام نواحی – e-cognition

○ آشکار سازی خرابی

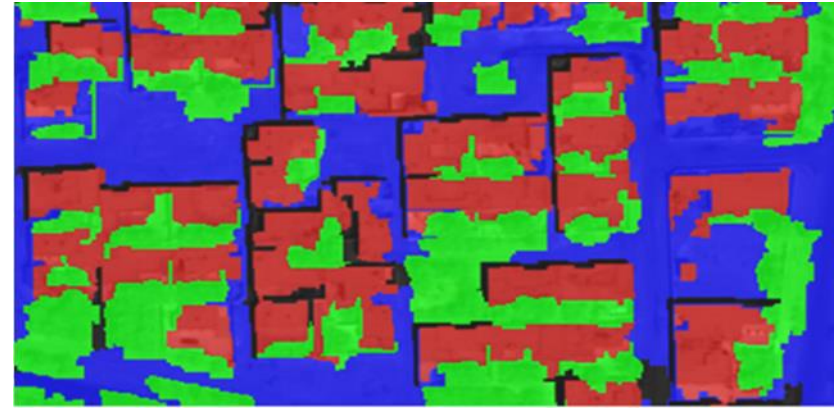
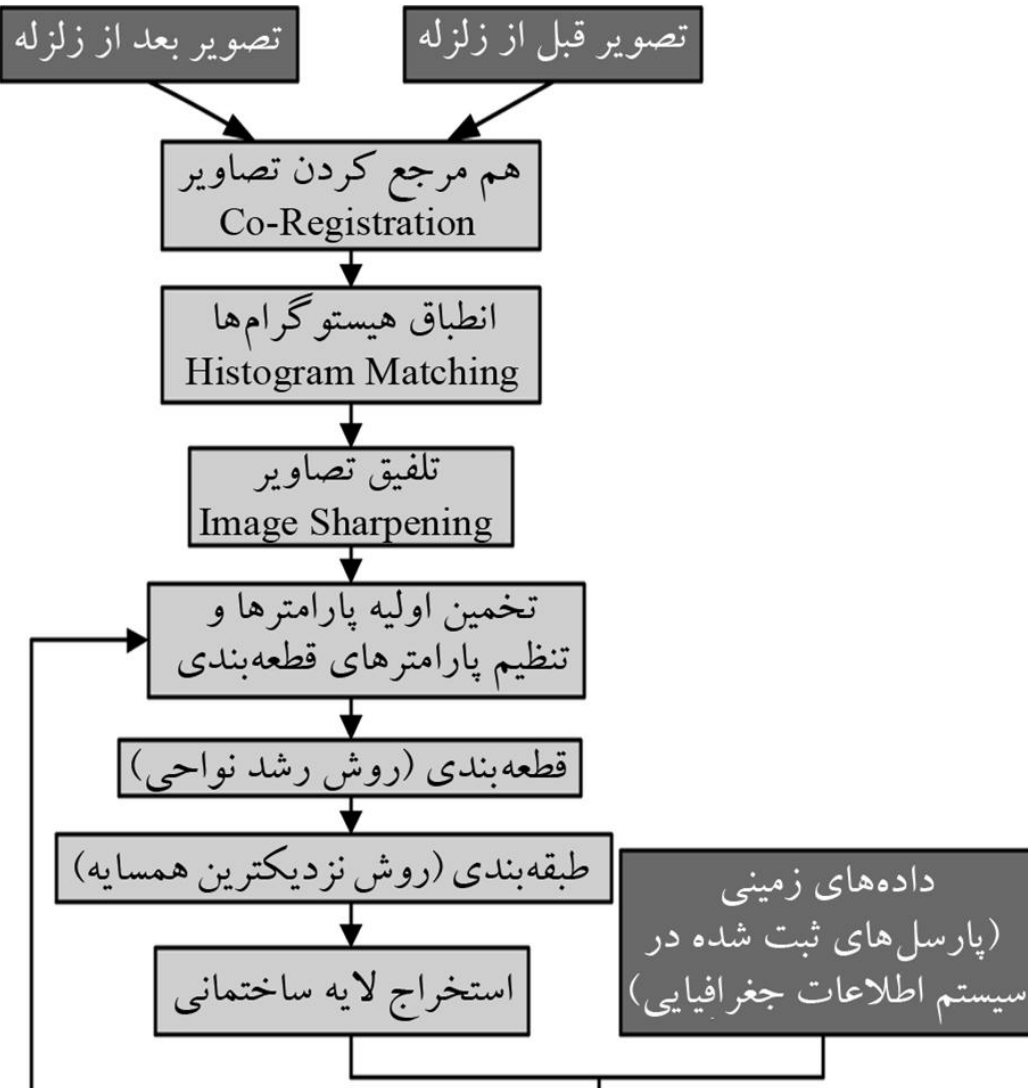
✓ طبقه بندی نظارت شده

✓ آنالیز بافت و شاخصهای هیستوگرام مرتبه ۱ و ۲

✓ محاسبات نرم (روشهای فازی + شبکه عصبی

مصنوعی + الگوریتم ژنتیک + ...)

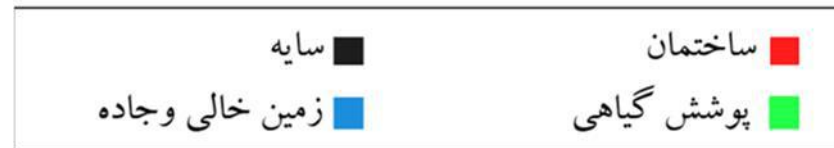
استخراج شیء‌گرای ساختمانها از تصاویر با وضوح مکانی VHR



تصویر طبقه‌بندی شده



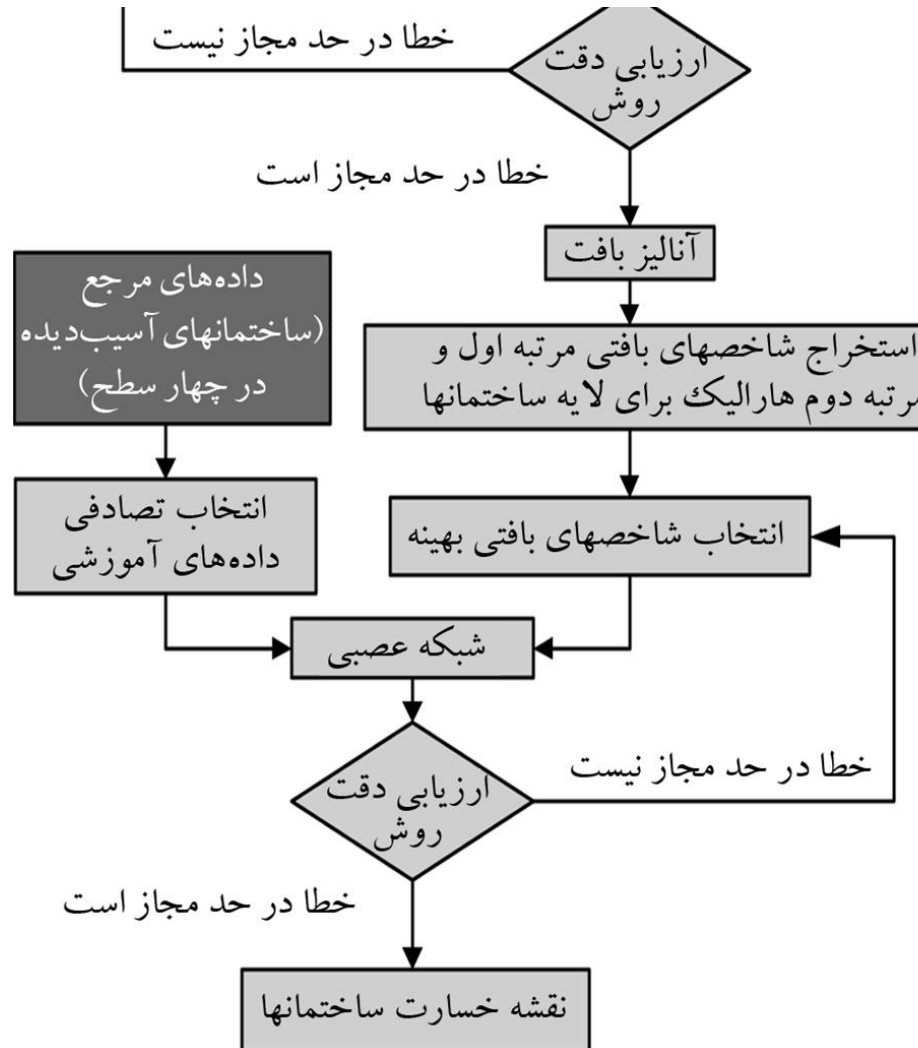
ساختمانهای استخراج شده

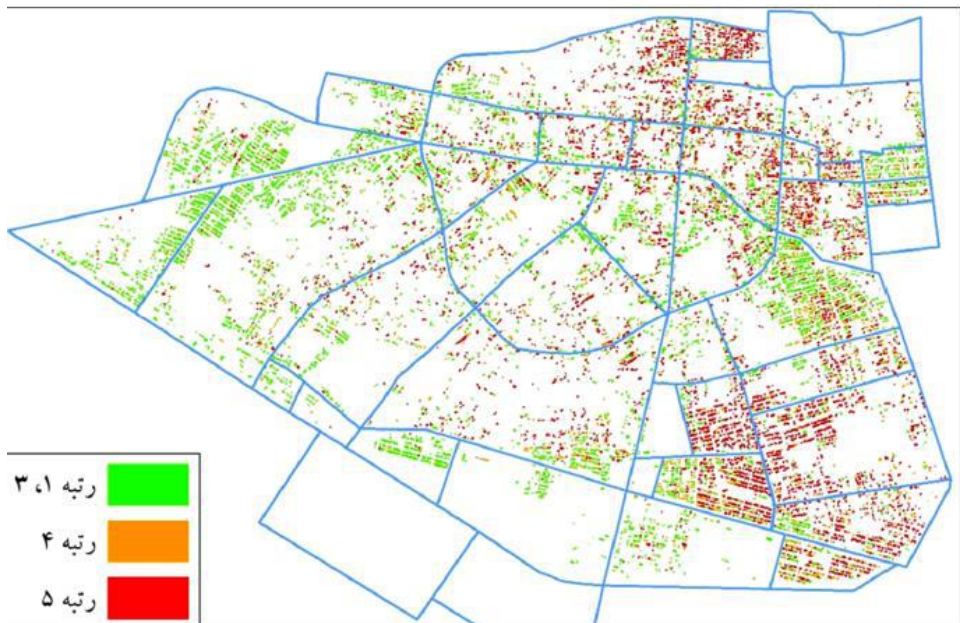


آشکارسازی تخریب ماهواره‌های لرزه‌های آنها بر مبنای آنالیز بافتی و استفاده از شبکه عصبی

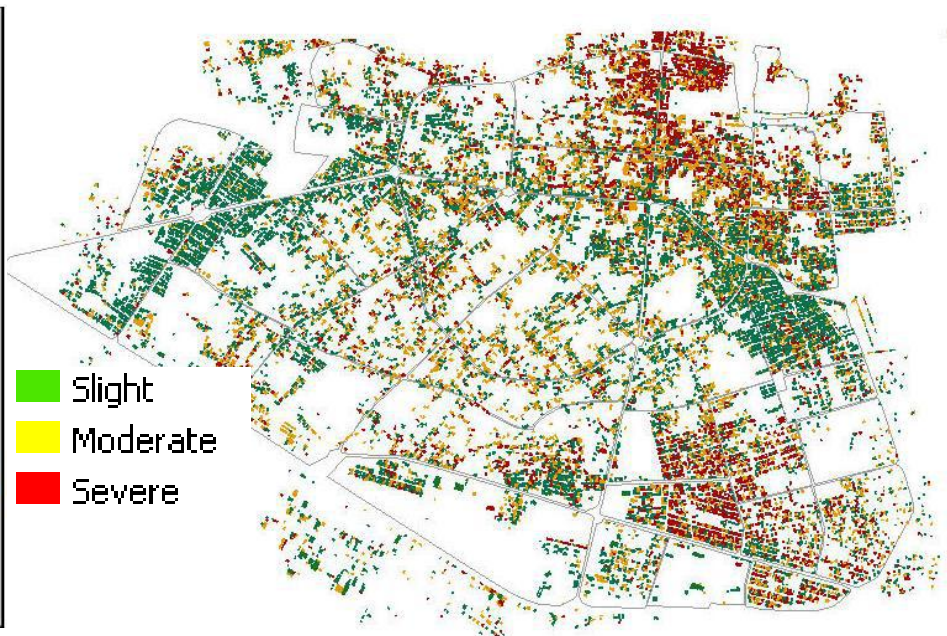
جدول (۲): ویژگیهای بافتی مرتبه دوم استخراج شده از ماتریس هم رخداد

ویژگی بافتی	فرمول
کنتراست	$Contrast = \sum_{i=0}^{N_g-1} \sum_{j=0}^{N_g-1} (i, j)^2 P_{i,j}$
میانگین	$\mu_i = \sum_{i=0}^{N_g-1} \sum_{j=0}^{N_g-1} j \times P_{i,j}$
آنترپی	$Entropy = \sum_{i=0}^{N_g-1} \sum_{j=0}^{N_g-1} P_{i,j} \times \ln(P_{i,j})$
گشتاور دوم	$Angular\ Second\ Moment = \sum_{i=0}^{N_g-1} \sum_{j=0}^{N_g-1} P_{i,j}^2$
بی شباهتی	$Dissimilarity = \sum_{i=0}^{N_g-1} \sum_{j=0}^{N_g-1} P_{i,j} i - j $
واریانس	$\sigma_j^2 = \sum_{i=0}^{N_g-1} \sum_{j=0}^{N_g-1} (i - \mu_j)^2 \times P_{i,j}$
وابستگی	$Correlation = \sum_{i=0}^{N_g-1} \sum_{j=0}^{N_g-1} \frac{(i - \mu_i)(i - \mu_j) P_{i,j}}{\sigma_i \sigma_j}$
تجانس	$Homogeneity = \sum_{i=0}^{N_g-1} \sum_{j=0}^{N_g-1} \frac{P_{i,j}}{1 - (i - j)^2}$





نمونه نقشه خرابی
با آنالیز بافت و ANN



نمونه نقشه خرابی
با آنالیز بافت و منطق فازی

دقتهای کلی در تشخیص ساختمانهای با درجات مختلف آسیب
در محدوده ۷۰ تا ۸۰ درصد

دیدگاه تکمیلی - مورد زلزله سرپل ذهاب

- توسعه محاسبات نرم Soft Computing
- توسعه استخراج ساختمانها Building Footprint Extraction
- توسعه آشکارسازی تغییرات و خرابی ها
 - مقایسه تصاویر قبل و بعد
 - فقط تحلیل تک تصویر بعد از زلزله
- روش تحلیل با داده های سنجنده یکسان و سنجنده غیر یکسان (Multi Sensor)
- توسعه یادگیری عمیق - Deep Learning

Study Area - Earthquake Damages

On 12 November 2017 at 9:48 pm local time a strong earthquake with Mw7.3 occurred on the [Iran-Iraq border](#)



Post-event Google Earth image of study area Ghara-Belagh-Azam and Shahrak_Zeraee



Pre-event panchromatic image of study area
(courtesy of TRIPLESAT_2)



Post-event panchromatic image of study area
(courtesy of SV1)

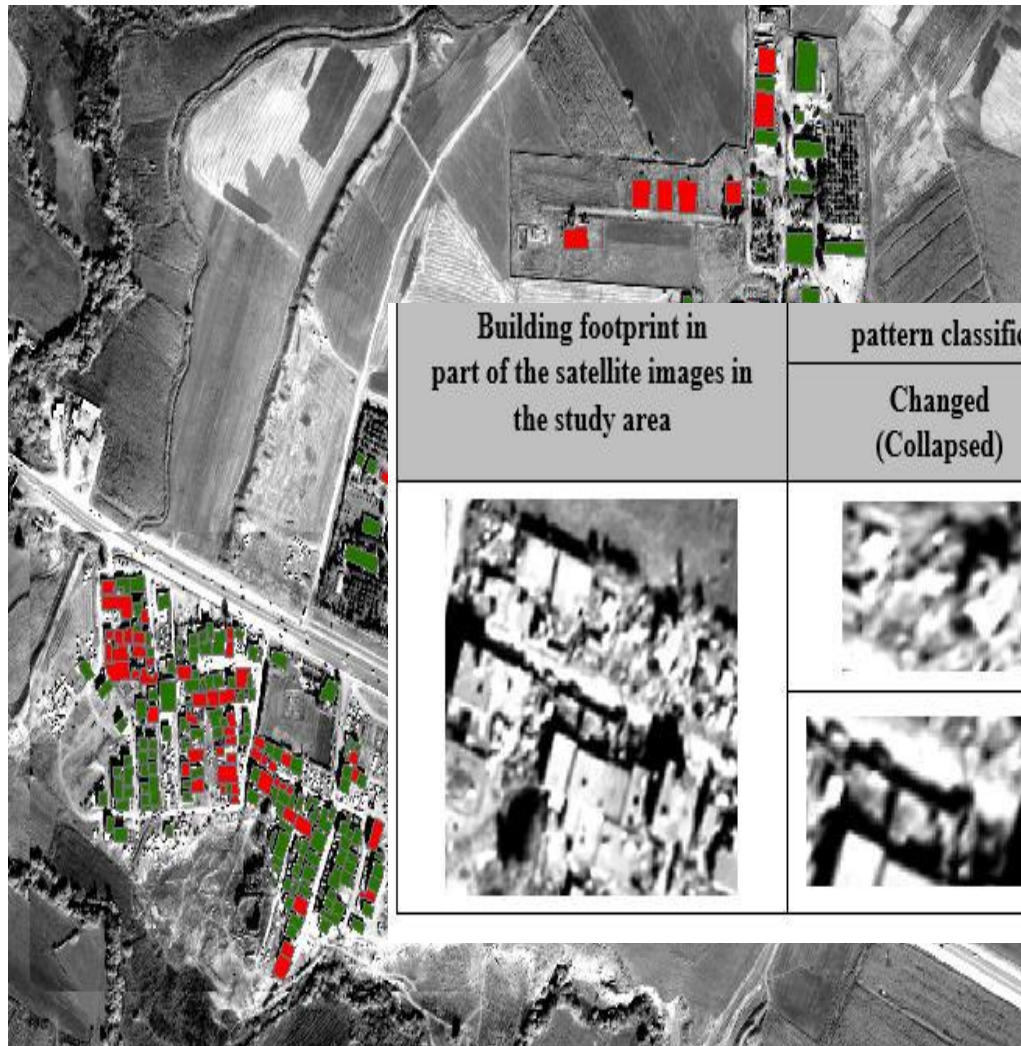
Satellite data general specification




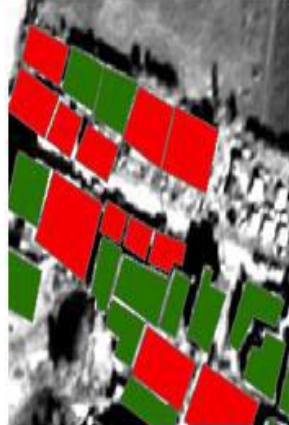



Satellite	Spatial Resolution		Acquisition Date
	PAN(m)	MS(m)	
TRIPLESAT_2	0.89	3.2	Pre-event: 2016-06-04
SV1	0.5	2	Post event: 2017-11-16

Specification of Pleiades-1A used for damage map referencing

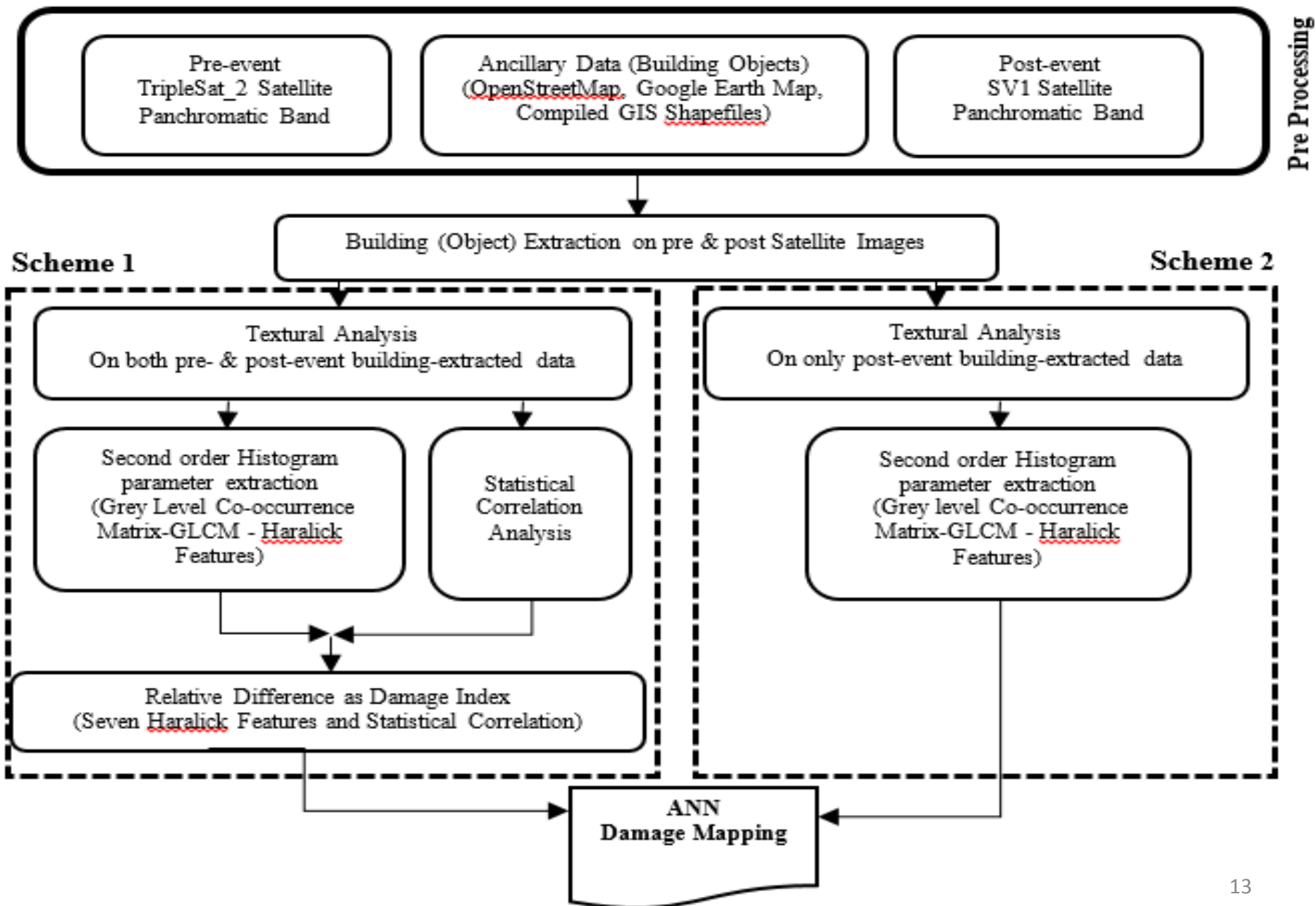
Satellite	Spatial Resolution		Acquisition Date	Satellite operator
	PAN(m)	MS(m)		
Pleiades-1A	0.5	2	16 Nov 2017	Planet Lab, USA

Reference damage map according to visual interpretation of post-earthquake satellite image

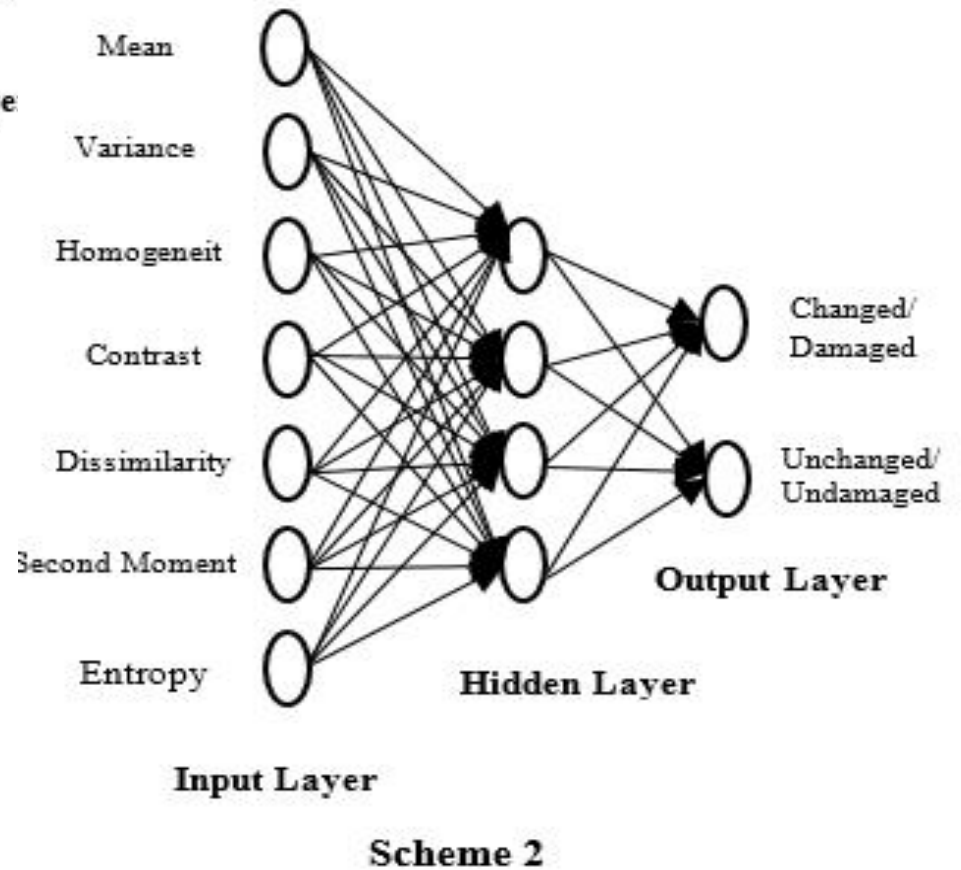
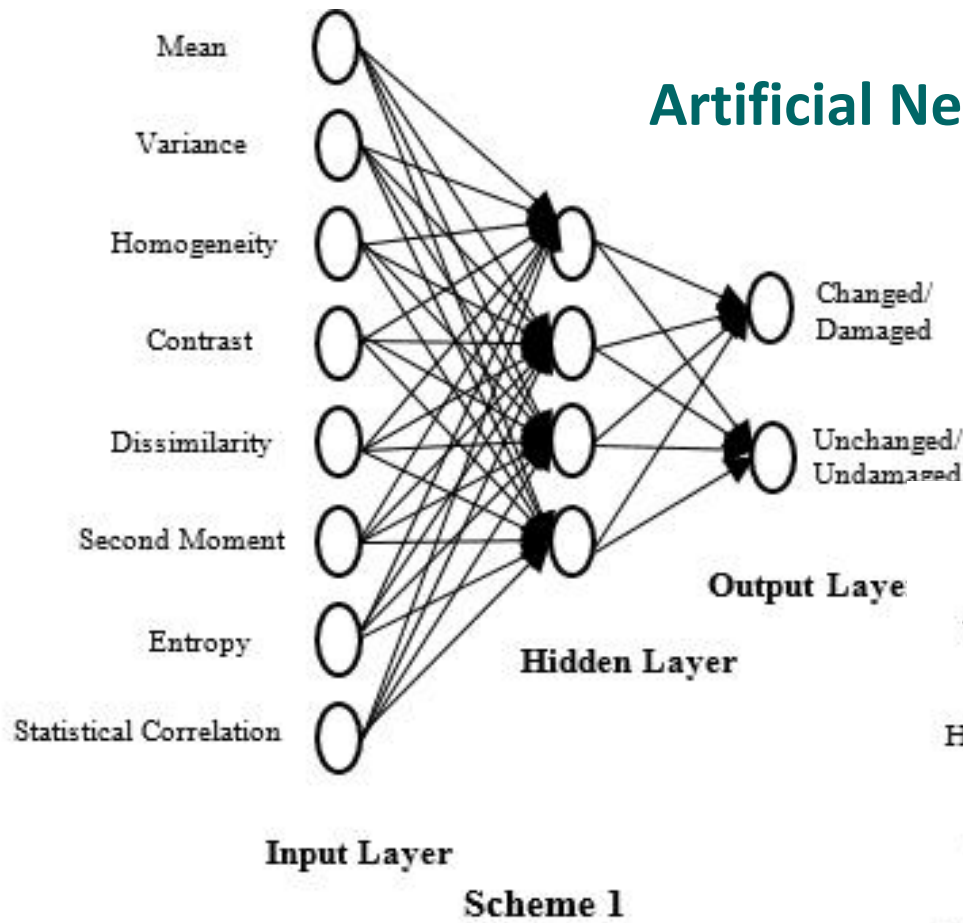


Building footprint in part of the satellite images in the study area	pattern classification with visual interpretation		Reference damage map for part of the satellite images in the study area
	Changed (Collapsed)	Unchanged (No Collapsed)	
			
			

Proposed Method

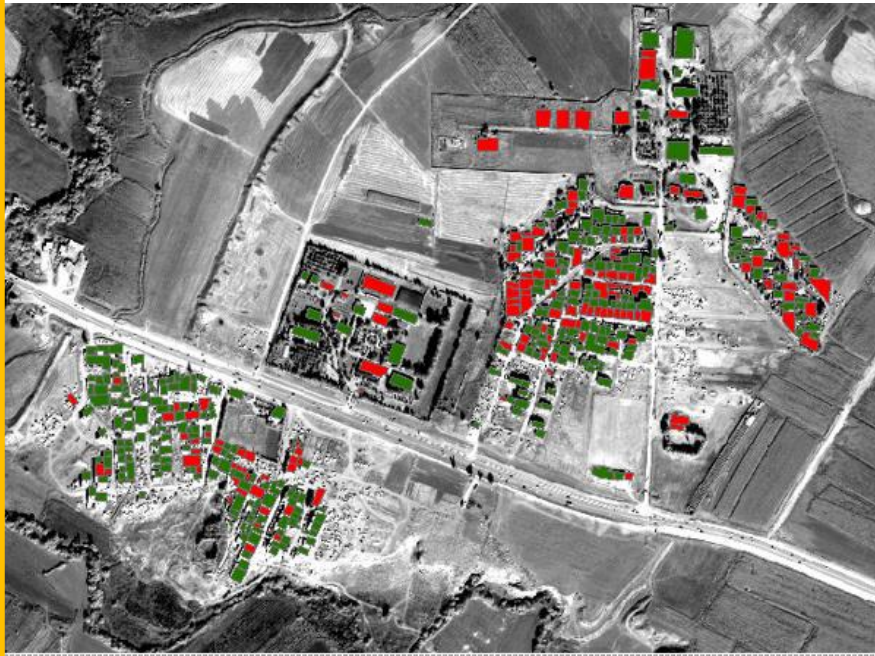


Artificial Neural Networks Damage Mapping



ANN's confusion matrix for only post_event damage map

Confusion Matrix		Reference Data(Ground Truth)			
		Changed/ Collapsed	Unchanged/ No collapsed	Sum	UA
ANN Classification	Changed/ Collapsed	85	77	162	0.53
	Unchanged/ No collapsed	41	276	317	0.87
	Sum	126	353	OA = 0.75	
	PA	0.68	0.78		



ANN's damage mapping using both pre_event and post event images

ANN's confusion matrix for pre_event and post_event images

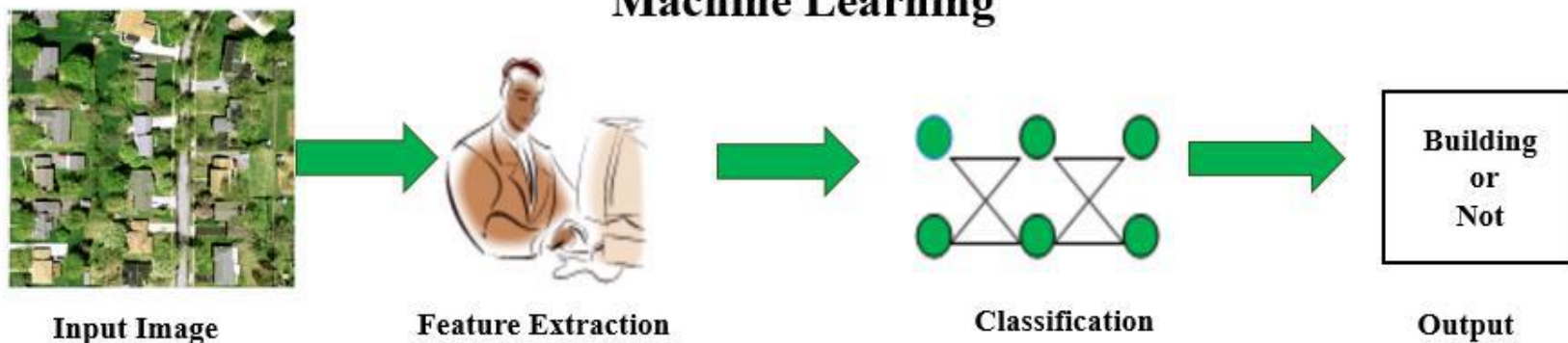
Confusion Matrix		Reference Data(Ground Truth)			
		Changed/ Collapsed	Unchanged/ No collapsed	sum	UA
ANN Classification	Changed/ Collapsed	76	83	159	0.48
	Unchanged/ No collapsed	50	270	320	0.84
	Sum	126	353	OA = 0.72	
	PA	0.60	0.76		



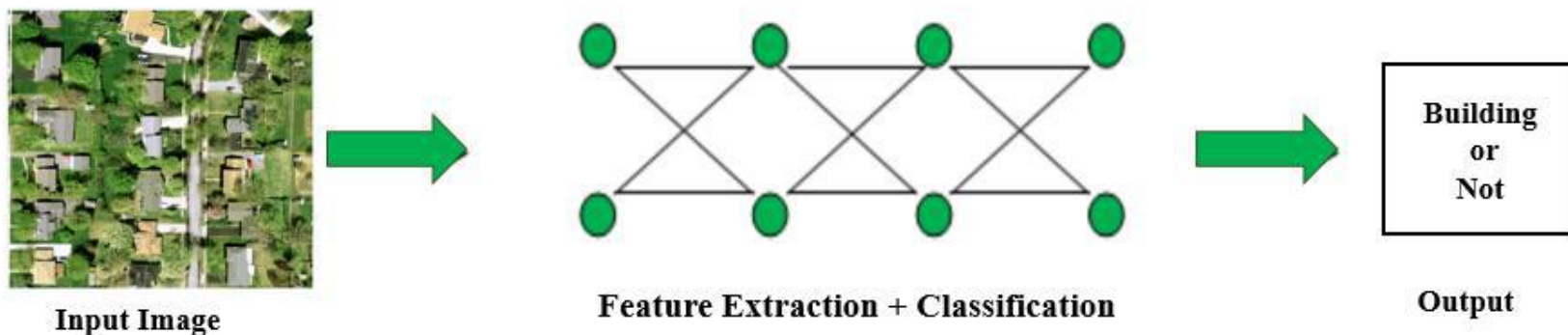
ANN's damage mapping using only post_event damage map

طراحی شبکه عصبی کانولوشنی برای استخراج خودکار پلیگون ساختمان ها از تصاویر ماهواره ای و پهباد، با استفاده از مجموعه داده آموزشی چند مقیاسه، به منظور بررسی قابلیت تعمیم پذیری مجموعه داده آموزشی و دقت کلی شبکه آموزش دیده پیشنهادی، که شبکه در فرایند آموزشی خود تصاویری را که تست می شود، از پیش ندیده است

Machine Learning



Deep Learning



طراحی الگوریتم - مراحل یادگیری عمیق تحقیق در حال انجام با دانشجوی دکتری - خانم مهندس موسوی

طراحی شبکه عصبی کانولوشنی

طراحی فیلتر و وزن دهی اولیه در شبکه عصبی کانولوشنی

انتخاب تابع فعال ساز

مرحله گذگاری و کدگشایی از طریق کاهش ابعاد

آموزش و اصلاح وزن ها در شبکه عصبی کانولوشنی

مجموعه داده مورد استفاده	منطقه	حسگر	قدرت تفکیک مکانی (متر)	مرجع
Indiana (آموزش شبکه)	شهری/حومه	هوایی	۰/۳	خوش برش ماسوله و همکاران (۲۰۲۰)
WHU-I (آموزش شبکه)	شهری	ماهواره‌ای	۰/۳ تا ۲/۵	خوش برش ماسوله و همکاران (۲۰۲۰)
Sarpol-Zahab (تست شبکه)	شهری	پهباد	۰/۱۵	موسوی و منصوری

مجموعه داده های مورد استفاده در آموزش

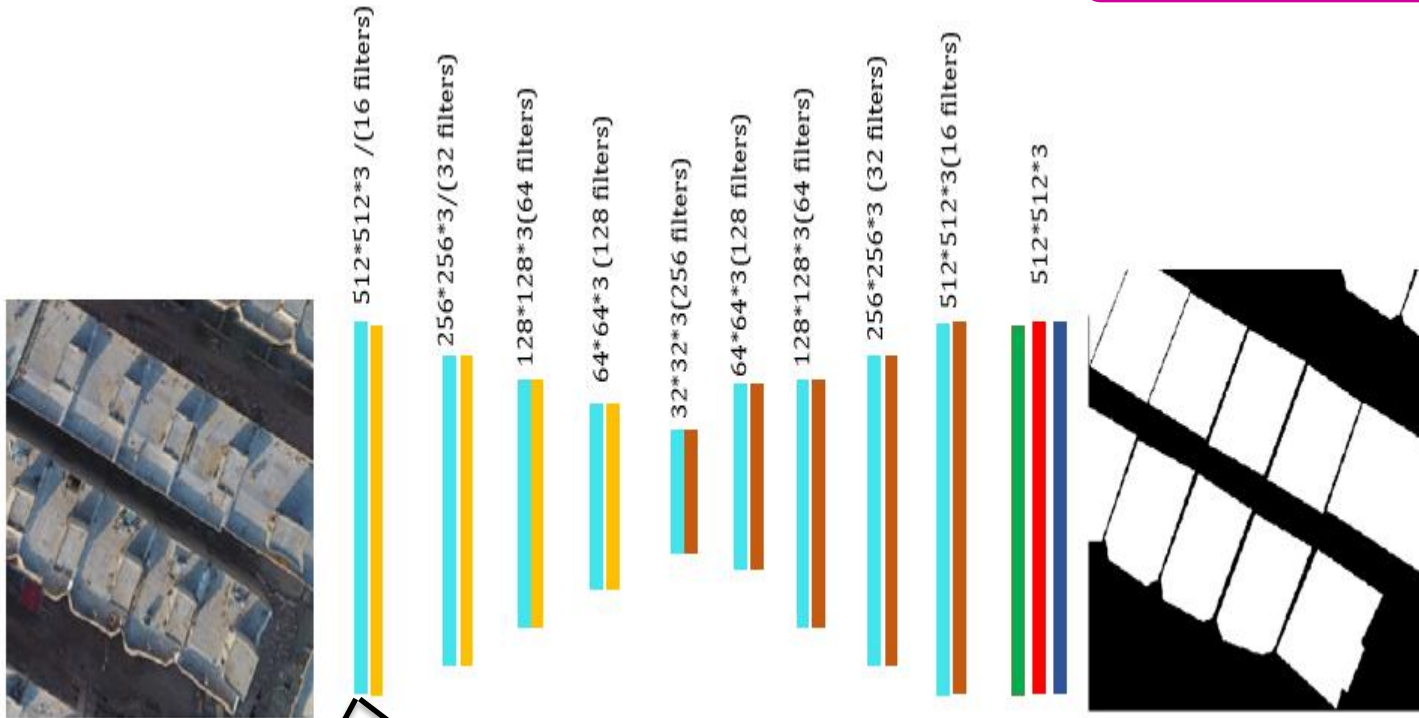


مجموعه داده های مورد استفاده در تست شبکه (۱۵)

(15) Iran - sar pol Zahab



شبکه کدگذار-کدگشا پیشنهادی



conv2Dblock +
ReLU+ Batch
normalization

MaxPooling

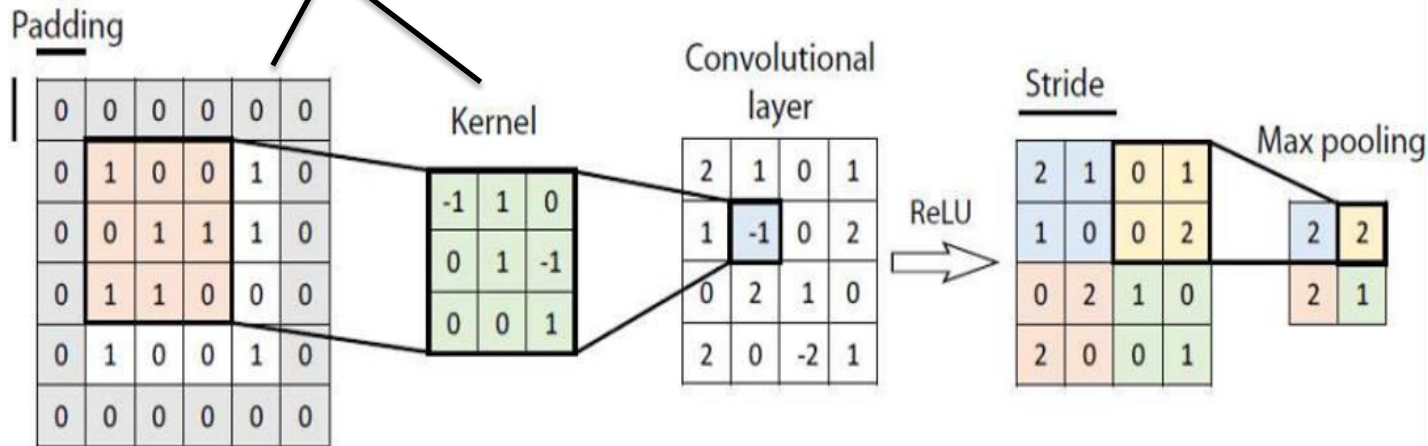
Up
Sampling

Dropout

Conv2d

Soft max

Cross-
entropy



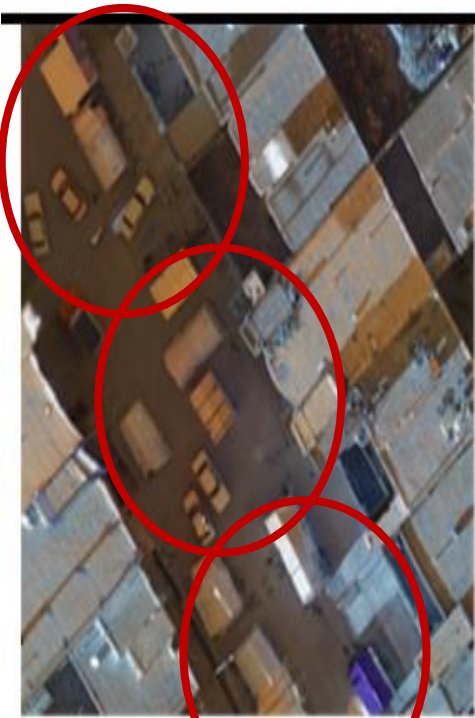


نتایج حاصل از تست شبکه یادگیری عمیق پیشنهادی

نتیجه	تصاویر تست RGB	نقشه واقعیت زمینی	پیش‌بینی شبکه
۱			
۲			
۳			
۴			
دقت کلی شبکه پیشنهادی			۷۸٪



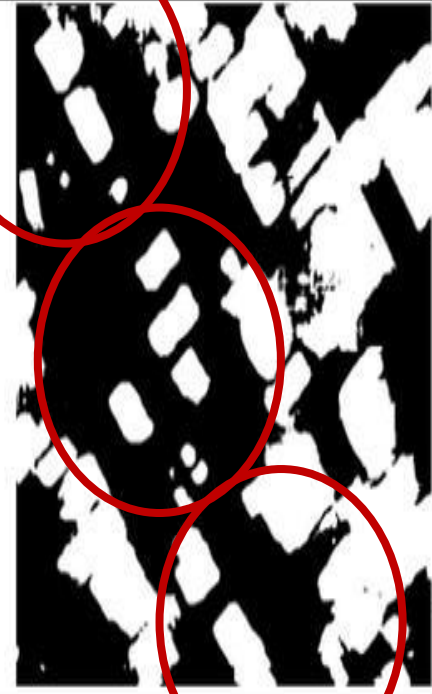
تصاویر تست RGB



نقشه واقعیت زمینی



پیش بینی شبکه



References

- Mansouri, B., Mousavi, S., & Amini Hosseini, K. (2018). Earthquake Building Damage Detection Using VHR Satellite Data (Case Study: Two Villages Near Sarpol-e Zahab). *Journal of Seismology and Earthquake Engineering*, 20(4), 45-55.
- Khoshboresh-Masouleh, M., Alidoost, F., & Arefi, H. (2020). Multiscale building segmentation based on deep learning for remote sensing RGB images from different sensors. *Journal of Applied Remote Sensing*, 14(3), 034503.
- Mansouri, B., and Hamednia, Y., 2015, “A Soft Computing Method for Rapid Damage Mapping Using VHR Optical Satellite Imagery”, *IEEE-JSTARS – IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing* (Volume: 8 , Issue: 10) – pages: 4935-4941 – Oct. 2015. DOI: 10.1109/JSTARS.2015.2493342
- Mansouri, B., and Mostafazadeh, M., 2015, “Object-Oriented Building Extraction Using VHR Optical Imagery and Seismic Damage Detection Using textural analysis and ANN”, *BESE (Journal of Science and Earthquake Engineering in Farsi)*, Year 1, Vol. 1 Spring 2015.