

## بررسی تغییرات سطح تالاب گاوخونی طی سال‌های ۱۳۳۵ تا ۱۳۹۴ به کمک عکس‌های هوایی و داده‌های ماهواره‌ای

ناصر هنرجو، حمیدرضا ضیایی و احمد جلالیان  
دانشگاه آزاد خوراسگان، اصفهان

### چکیده

تغییرات سطح آب تالاب گاوخونی در سالهای ۱۳۳۵ تا ۱۳۹۳ با استفاده از عکس‌های هوایی سال ۱۳۳۵ و داده‌های ماهواره‌ای سال‌های ۱۳۵۶، تا ۱۳۹۳ مورد بررسی قرار گرفت. برای استخراج محدوده تالاب از داده‌های ماهواره‌ای، از شاخص NDWI استفاده گردید. نتایج نشان داد که درصد تغییرات مساحت مناطق پوشیده از آب در سال‌های ۱۳۵۶، ۱۳۶۵، ۱۳۷۲، ۱۳۷۴، ۱۳۷۷، ۱۳۷۹، ۱۳۸۷، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۳ نسبت به سال ۱۳۳۵ به ترتیب ۱/۰۳، ۰/۹۴، ۱/۱۱، ۰/۶۲، ۰/۰۱، ۰/۰۰۸، ۰/۰۷ و ۰/۱۶ درصد بوده است. بررسی همبستگی بین سطح آب تالاب با بارش سالانه در ایستگاه کوه‌رنگ و اصفهان نشان داد که علت کاهش سطح آب در تالاب گاوخونی کاهش بارندگی در این دو استان نمی‌باشد. بنظر می‌رسد تبدیل اراضی مرتعی و جنگلی به اراضی کشاورزی و استفاده از آب زاینده‌رود در اراضی بالادست بمنظور آبیاری این اراضی علت اصلی کوچک شدن مساحت این تالاب باشد.

واژه‌های کلیدی: شاخص تغییرات آب نرمال شده، تغییر کاربری اراضی، داده‌های ماهواره‌ای لندست

### مقدمه

آب موجود در سطح زمین بخش مهمی از سیکل هیدرولوژیکی آب بوده و از این جهت بررسی تغییرات آن در طول زمان حائز اهمیت می‌باشد. دریاچه‌ها و تالاب‌ها بخشی از آب سطحی زمین می‌باشند و مدیریت آنها قسمتی از مدیریت منابع آب زمین محسوب می‌گردد (جاواک و همکاران ۲۰۱۵). بدست آوردن اطلاعات قابل اعتماد از پراکنش و پایش منابع آبی در گذشته، حال و آینده، حائز اهمیت می‌باشد (Du et al. 2012). عکس‌های هوایی و نیز داده‌های ماهواره‌ای به طور گسترده‌ای در مناطق مختلف دنیا برای این منظور مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در ایران اولین سری عکس‌های هوایی سراسری از سال ۱۳۳۴ تا ۱۳۳۶ میلادی و با مقیاس ۱/۵۵۰۰۰ تهیه شد و بعنوان اطلاعات پایه در مطالعات مختلف مورد استفاده قرار گرفته است (رضوانی ۱۳۸۲). داده‌های ماهواره‌ای نیز در سه دهه اخیر در تشخیص منابع آبی سطحی مکرراً در نقاط مختلف دنیا بکار گرفته شده‌اند. در این مطالعات از تکنیک‌های مختلفی برای استخراج اطلاعات مورد نیاز از این داده‌ها استفاده شده است. تقسیم و نسبت مقادیر پیکسل‌ها در باندهای مختلف یکی از تکنیک‌های معتبر برای حذف تأثیر برخی پدیده‌ها در تصویر و تشخیص عوارض خاص در کاربری‌های مختلف بوده است. به عنوان مثال در تصاویر ماهواره‌ای ETM+، از نسبت باند ۴ به باند ۳ این تصاویر برای شناخت وضعیت و تراکم پوشش گیاهی، از نسبت باند ۷ به باند ۵ برای تشخیص کانی‌های رسی و سنگ‌های دگرگونی هیدروترمال، از نسبت باند ۳ به باند ۱ برای تشخیص اکسید آهن و از نسبت باند ۵ به باند ۴ برای کانی‌های آهن استفاده می‌شود (Reckwel 2010, Sadia et al. 2014). تعدادی از محققین از شاخص تغییرات رطوبت نرمال شده<sup>۱</sup> برای استخراج سطح منابع آبی (دریا، دریاچه، آب‌بندان، هور، باطلاق، مرداب و ...) استفاده کردند (Sun et al. 2012, McFeeters 1996, Jawak et al. 2015). در تحقیقی توسط Rokni و همکاران (۲۰۱۴) شاخص‌های تغییرات آب نرمال شده، شاخص تغییرات آب نرمال شده اصلاح شده<sup>۲</sup>، شاخص تغییرات رطوبت نرمال شده<sup>۳</sup> شاخص نسبت آب<sup>۴</sup>، شاخص تغییرات

<sup>1</sup> - Normalized Difference Water Index (NDWI)

<sup>2</sup> - Modified NDWI (MNDWI)

<sup>3</sup> - Normalized Difference Moisture Index (NDMI)

<sup>4</sup> - Water Ratio Index (WRI)

پوشش گیاهی نرمال شده، شاخص خودکار استخراج پهنه های آبی<sup>۵</sup> را برای استخراج سطح پوشیده شده از آب دریاچه ارومیه مورد مطالعه و مقایسه قرار دادند و شاخص تغییرات رطوبت نرمال شده را بهترین شاخص در تشخیص محدوده آبی دریاچه ارومیه در سال های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۳ دانستند.

مساحت تالاب گاوخونی واقع در انتهای حوضه آبخیز زاینده رود در سال ۱۳۳۵ عبارت از ۴۷ هزار هکتار آب شور بوده و محل پرورش گیاهانی نظیر آتریپلکس، انواع گز و آبزیانی نظیر ماهی گورخری، ماهی کپور و ... در سال های گذشته بوده است. علاوه بر این انواع پرندگان نظیر اردک کله سبز، کشیم کوچک، حواصیل خاکستری، اگرت بزرگ، کاکایی سرسیاه و ... در این تالاب زمستان گذرانی داشته اند. در سال های اخیر این تالاب در معرض کم آبی قرار گرفته و مساحت آن بشدت کوچک گردیده است. اهداف این تحقیق عبارتند از:

• تهیه نقشه پهنه آبی تالاب گاوخونی با استفاده از عکس های هوایی سال ۱۳۳۵ شمسی و داده های ماهواره ای از سال

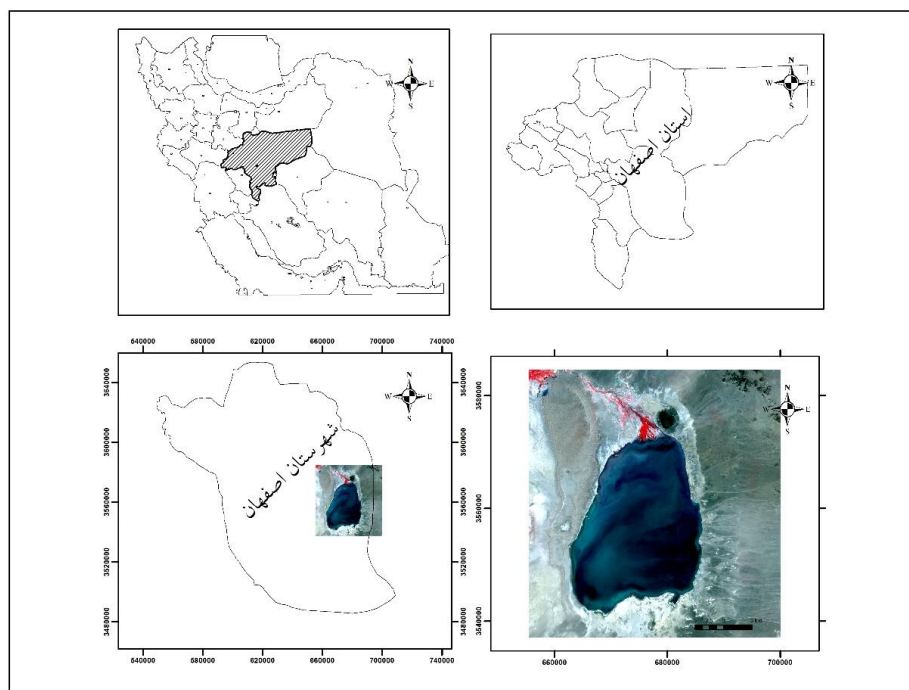
۱۹۷۶ تا ۲۰۱۴

• آشکارسازی تغییرات ایجاد شده در پهنه های آبی منطقه طی بازه زمانی ۱۳۳۵-۱۳۹۴

## مواد و روش ها

### منطقه مورد مطالعه

در شکل ۱ نقشه تالاب گاوخونی در استان اصفهان، شهرستان اصفهان در انتهای حوضه آبخیز زاینده رود دیده می شود.



شکل ۱- موقعیت تالاب گاوخونی در اصفهان و ایران

### جمع آوری و استخراج داده ها

در این تحقیق اقدام به تهیه عکس های هوایی منطقه با مقیاس ۱/۵۵۰۰۰ مربوط به سال ۱۳۳۵ از سازمان جغرافیایی ارتش گردید. نقشه های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ منطقه نیز تهیه گردید. در مرحله بعد داده های ماهواره ای سال های مختلف مطابق جدول شماره ۱ از سایت سازمان زمین شناسی امریکا<sup>۶</sup> دانلود گردید. به منظور بررسی تغییرات سطح آب تالاب، از

<sup>۵</sup> - Automated Water Extraction Index (AWEI)

<sup>۶</sup> - United State Geological Survey (USGS)

تکنیک‌های سامانه اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور استفاده شد. در ارتباط با هدف پژوهش، تصاویر مربوط به ماهواره لندست سنجنده‌های TM، MSS، ETM+ مورد استفاده قرار گرفت. انتخاب مناسب‌ترین داده‌های ماهواره‌ای بایستی با رعایت شرایط اکولوژیک و اقلیم منطقه مورد مطالعه انجام گیرد که در این مورد تلاش گردید داده‌های ماهواره‌ای سال‌های مختلف مربوط به فصل تابستان و یا اواخر بهار (جدول ۱) باشد تا منطقه عاری از هر گونه پوشش ابر باشد.

جدول شماره ۱- داده‌های ماهواره‌ای مورد استفاده

ردیف	منابع مورد استفاده	تعداد باند	قدرت تفکیک		تاریخ میلادی			تاریخ فارسی
			متر	روز	ماه	سال	سال	
۱	عکس‌های هوایی	-	-	-	-	-	۱۳۳۵	
۲	سنجنده MSS لندست ۱	۴	۳۰	۱	۵	۱۹۷۷	۱۳۵۶	
۳	سنجنده MSS لندست ۴	۴	۳۰	۱۳	۵	۱۹۸۶	۱۳۶۵	
۴	سنجنده TM لندست ۴	۷	۳۰	۱۴	۶	۱۹۹۳	۱۳۷۲	
۵	سنجنده TM لندست ۵	۷	۳۰	۳	۵	۱۹۹۵	۱۳۷۴	
۶	سنجنده TM لندست ۵	۷	۳۰	۲۸	۶	۱۹۹۸	۱۳۷۷	
۷	سنجنده ETM لندست ۷	۹	۳۰	۱۶	۵	۲۰۰۰	۱۳۷۹	
۸	سنجنده ETM لندست ۷	۹	۳۰	۲۵	۷	۲۰۰۸	۱۳۸۷	
۹	سنجنده ETM لندست ۷	۹	۳۰	۲۸	۵	۲۰۱۰	۱۳۸۹	
۱۰	سنجنده OLI لندست ۸	۱۱	۳۰	۱۴	۷	۲۰۱۴	۱۳۹۳	

## روش کار

در این تحقیق محدوده تالاب از عکس‌های هوایی ۱۳۳۵ در یک فایل وکتوری پلی گونی تهیه و ژئورفرنس گردید و مساحت محدوده محاسبه گردید. جهت کار بر روی داده‌های ماهواره‌ای مراحل پیش پردازش بر روی این داده‌ها شامل تصحیح رادیومتریک، تصحیح آتمسفری، و ژئورفرنس کردن داده‌ها توسط نرم افزار ENVI نسخه ۵/۱ اجرا گردید (Schroeder et al. 2006). برای استخراج محدوده پوشیده از آب تالاب در داده‌های ماهواره‌ای سال‌های مختلف، از شاخص  $NDWI^Y$  بر اساس رابطه شماره ۱ استفاده گردید (Mcfeters 1996, Rokni et al. 2014, Jawak et al. 2015). این فرمول در نرم افزار ENVI نوشته و اجرا گردید و در آن داده‌های باند سبز و باند مادون قرمز نزدیک وارد می‌شود:

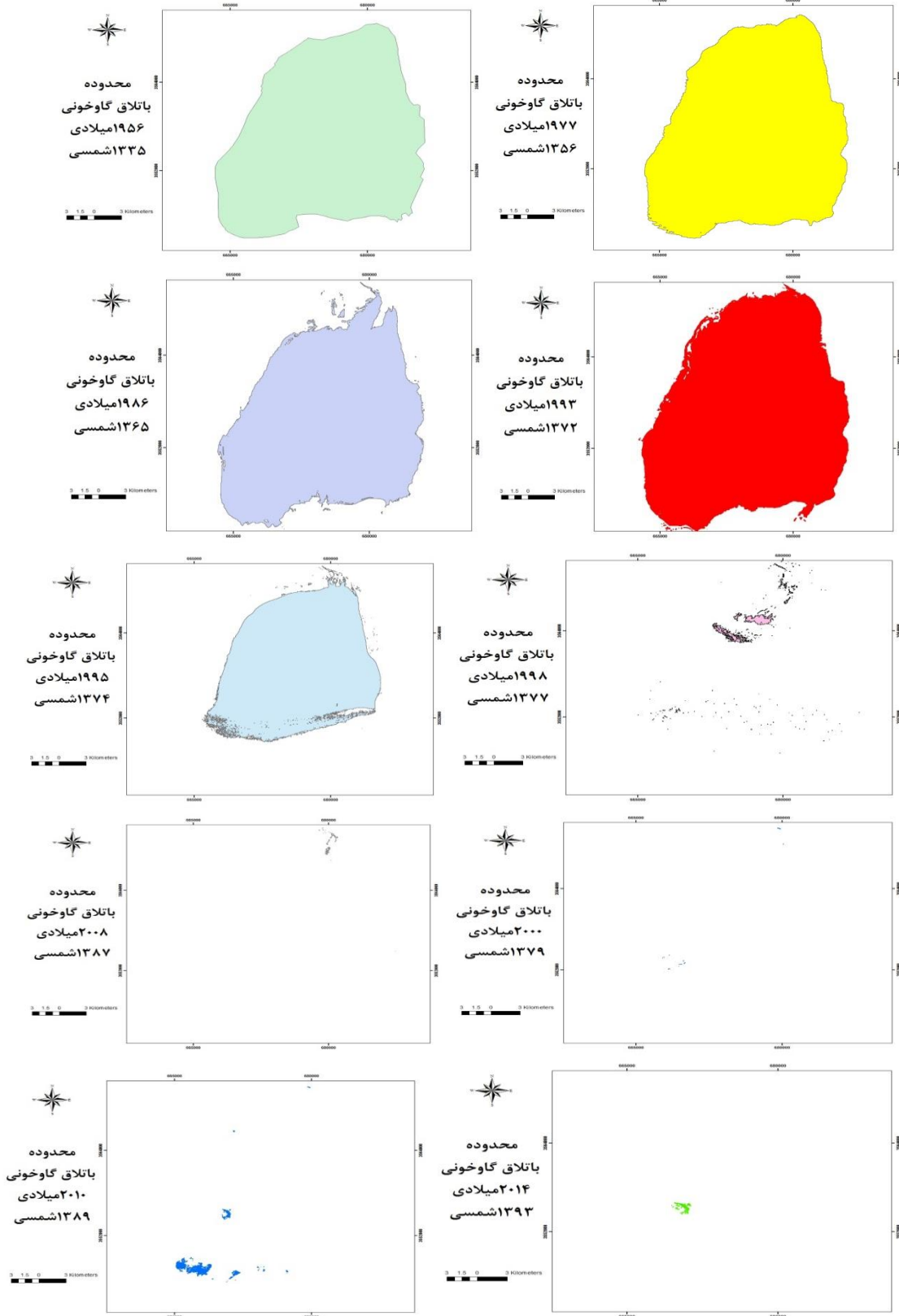
$$NDWI = \frac{Green - NIR}{Green + NIR} \quad (1)$$

در فرمول فوق پهنه‌های آبی دارای درجه روشنایی مثبت و سایر کاربری‌ها دارای درجه روشنایی منفی می‌شوند. به این صورت پهنه‌های آبی منطقه بکمک فرمول  $NDWI$  جدا گردید و در یک فایل وکتوری ذخیره گردید. این فرآیند برای یک یک داده‌های سال‌های مختلف انجام گردید و مساحت محدوده‌های پوشیده از آب تالاب برای داده‌های ماهواره‌ای سال‌های مختلف تعیین گردید.

## نتایج و بحث

نتایج نشان داد که بیشترین مساحت دریاچه بترتیب در سال‌های ۱۳۷۲ حدود ۵۳، در سال ۱۳۵۶ بیش از ۴۹ و در سال ۱۳۳۵ بیش از ۴۷ هزار هکتار بوده است. کمترین سطح آب در دریاچه گاوخونی در سال ۱۳۷۹ چهار هکتار، در سال ۱۳۸۷ سی و چهار هکتار و در سال ۱۳۹۳ هفتاد و هفت هکتار بوده است. نقشه‌های بدست آمده از عکس‌های هوایی و داده‌های ماهواره‌ای در شکل ۲ ارائه شده است.

<sup>7</sup> - Normalized Difference Water Index



شکل ۳- محدوده بدست آمده از تالاب گاوخونی پس از انجام مراحل پیش پردازش و اجرای NDWI

رکنی و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه تغییرات سطح آب دریاچه ارومیه از سال ۲۰۰۰ تا سال ۲۰۱۳ با استفاده از شاخص NDWI نتیجه گیری کردند که در سال های اخیر بخصوص از سال ۲۰۱۰ به بعد سطح آب بشدت کاهش یافته و به یک سوم سطح قبلی رسیده است. اطلاعات سطح آب تالاب گاوخونی به همراه بارش ایستگاه های اصفهان و ایستگاه کوهرنگ (سایت ادارات هواشناسی اصفهان و چهار محال و بختیاری) و نیز میزان آب ورودی به تالاب گاوخونی در ایستگاه ورزنه در سال های مختلف (حاجیان ۱۳۹۴) جهت مشاهده هر گونه همبستگی بین آنها در جدول شماره ۲ ارائه شده است. نتایج آنالیز رگرسیون نشان داد که همبستگی بین سطح آب تالاب گاوخونی با میزان بارش سالیانه در ایستگاه های کوهرنگ و با ایستگاه اصفهان وجود ندارد ( $P > 0.05$ ). قابل ذکر است که همبستگی بین مساحت تالاب و بارندگی در ایستگاه کوهرنگ تا سال های ۱۳۷۴ خوب بوده است ( $R^2 = 0.78$ ). به این صورت که تا آن سال در سال هایی که بارندگی زیاد بوده مساحت تالاب نیز زیاد بوده است ولی در سال های بعد با آنکه متوسط بارندگی سالیانه ایستگاه کوهرنگ چندان کم نگردیده ولی آب ورودی به تالاب در ایستگاه ورزنه بشدت کم شده و سطح تالاب نیز به مقدار زیادی کاهش یافته است.

در جدول ۲ مشاهده می شود که در سال های ۱۳۳۵، ۱۳۵۶، ۱۳۶۵، و ۱۳۷۲ درصد تغییرات مساحت تالاب اندکی تفاوت داشته است ولی در سال های پس از آن یعنی از سال ۱۳۷۷ به بعد سطح تالاب بشدت کاهش یافته و از ۱/۱۱ درصد مساحت اولیه (۱۳۳۵) در سال ۱۳۷۲ به ۰/۶۲، ۰/۱، ۰/۰۸، ۰/۰۷، ۰/۹، و ۰/۱۶ درصد رسیده است. بنظر می رسد تغییر کاربری اراضی و تبدیل اراضی مرتعی به اراضی کشاورزی و باغات و استفاده از آب زاینده رود در اراضی بالادست حوضه آبخیز زاینده رود بمنظور آبیاری باغ های احداث شده بر روی اراضی مرتعی، علت اصلی کاهش آب ورودی به تالاب گاوخونی در ایستگاه ورزنه باشد. رکنی و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه تغییرات سطح آب دریاچه ارومیه علل کاهش سطح آب دریاچه را ساخت سد بر روی رودخانه های ورودی به دریاچه، برداشت آب از منابع آب زیرزمینی در بالادست دریاچه، تغییر کاربری اراضی در حوضه آبخیز سد، و استفاده های صنعتی و دامداری از آب حوضه و خشکسالی منطقه در سالیان اخیر بعنوان آخرین پارامتر دانستند.

جدول شماره ۲- مطابقت سطح آب تالاب با بارندگی های اصفهان و کوهرنگ

سال	تغییرات		بارندگی اصفهان (میلیمتر)	بارندگی کوهرنگ (میلیمتر)	آب ورودی به تالاب گاوخونی در ورزنه (میلیون مترمکعب در سال)*
	مساحت (هکتار)	مساحت (%)			
۱۹۵۶	۱	۴۷۴۷۲	۱۲۰/۵	-	۲۳۲
۱۹۷۷	۱/۰۳	۴۹۲۶۷	۱۶۸/۳	۱۵۲۰	۴۷۱
۱۹۸۶	۰/۹۴	۴۴۹۷۸	۱۶۴/۸	۱۳۲۵	۲۳
۱۹۹۳	۱/۱۱	۵۲۸۹۵	۱۹۸/۸	۲۵۵۵	۹۴۲
۱۹۹۵	۰/۶۲	۲۹۷۵۱	۷۵/۹	۱۸۱۲	۶۷
۱۹۹۸	۰/۰۱	۶۱۳	۱۲۱/۵	۱۶۹۴	۴۶
۲۰۰۰	۰/۰۰۸	۴	۱۱۵/۳	۱۰۴۱	۵
۲۰۰۸	۰/۰۷	۳۴	۱۶۶/۲	۸۵۵	۲۵/۶
۲۰۱۰	۰/۹	۴۲۳	۱۸۶/۶	۱۲۹۱	۴/۷۷
۲۰۱۴	۰/۱۶	۷۷	۹۰/۸	۱۰۵۴/۵	-

\*حاجیان ن. و حاجیان پ. ۱۳۹۴

قدردانی: بدین وسیله از اداره کل محیط زیست اصفهان که هزینه های این تحقیق را پرداخت نموده است قدردانی می شود

## منابع:

- حاجیان، ن. و حاجیان، پ. ۱۳۹۴. مرجع جامع زاینده رود. جلد اول. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان).
- رضوانی، ع. ا. ۱۳۸۳. کاربرد عکس های هوایی و ماهواره ای در مطالعات شهری و منطقه ای. انتشارات نسل باران.



زبیری، م. و مجد، ع. ۱۳۷۵. آشنایی با فن سنجش از دور و کاربرد آن در منابع طبیعی (اطلاعات ماهواره‌های .عکس هوایی و فضایی)، انتشارات دانشگاه تهران،

علوی پناه، س.ک. ۱۳۸۲. کاربرد سنجش از دور در علوم زمین، انتشارات دانشگاه تهران،

علوی پناه، س. ک.، متین فر، ح. ر. و سرمدیان، ف. ۱۳۸۴. ارزیابی کاربری داده‌های ماهواره‌ای از نظر صرفه جویی در

وقت، دومین همایش روشهای پیشگیری از اتلاف منابع ملی، تهران

علیزاده ربیعی، ح. ۱۳۸۴. سنجش از دور اصول و کاربردها، انتشارات سمت،

فاطمی، س. ب. و رضایی، ی. ۱۳۸۵. مبانی سنجش از دور، انتشارات آزاده،

Du Z., Linghu B., Ling F., Li W., Tian W., Wang H., Gui Y., Sun B., Zhang X. 2012. Estimating surface water area changes using time-series Landsat data in the qingjiang river basin, China. *J. Appl. Remote Sens.* 6, doi:10.1117/1.JRS.6.063609.

Jawak S.D., Kulkarni K. and Luis A. J. 2015. A review on extraction of lakes from remotely sensed optical satellite data with a special focus on cryospheric Lakes. *Advances in Remote Sensing*, 4: 196-213.

McFeeters S. K. 1996. The use of normalized difference water index (NDWI) in the delineation of open water features. *Int. J. Remote Sens.* 17: 1425-1432.

McFeeters S.K. 2013. Using the normalized difference water index (NDWI) within a geographic information system to detect swimming pools for mosquito abatement: A practical approach. *Remote Sens.* 5: 3544-3561

Rockwell B.W. 2010. Automated mapping of mineral groups and green vegetation from Landsat Thematic Mapper imagery with an example from the San Juan Mountains Colorado: U.S. Geological Survey Scientific Investigations <http://pubs.usgs.gov/sim/3252>

Rokni K., Anuar A., Selamat A., and Hazini Sh. 2014. Water feature extraction and change detection using multitemporal landsat imagery. *Remote Sens.* 6: 4173-4189.

Sadiya T.B., Ibrahim O., Asma T.F., Mamfe V., Nsofor C.J., Oyewmi A.S., Shar J.T., Sanusi M., Ozigis M.S. 2014. Mineral detection and mapping using band ratioing and crosta technique in Bwari area council, Abuja Nigeria. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, Volume 5, Issue 12: 1100-1108.

Schroeder T.A., Cohen W.B., Song C., Canty M.J., Yang Z. 2006. Radiometric correction of multi-temporal Landsat data for characterization of early successional forest patterns in western Oregon. *Remote Sens. Environ.* 103: 16-26.

Sun F., Sun W., Chen J., Gong P. 2012. Comparison and improvement of methods for identifying waterbodies in remotely sensed imagery. *Int. J. Remote Sens.* 33: 6854-6875

### Water Area of Gavkhooni Lagoon Change Detection via Aerial Photos of 1956 and Remote Sensing Data of 1977 to 2014

#### Abstract

Change detection of water area in Gavkhooni lagoon was investigated through aerial photos of 1956 and remote sensing data of 1977 to 2014. Extraction of water area from remote sensing data was done via Normalized Differential Water Index (NDWI) and compared with 1956 aerial photos. The results indicated that the percentage of changes in water area at 1956, 1977, 1989, 1993, 1995, 1998, 2000, 2010, and 2014 were 1, 1.03, 0.94, 1.11, 0.62, 0.01, 0.008, 0.07 and 0.16 respectively. Correlation investigations revealed occurrence of no relation between decrease in lagoon water area and precipitation values of Koohrang and Isfahan. It is supposed that transformation of range and forests to crop lands and using Zayanderood water for irrigation of these lands has led to decrease in water supply to Gavkhooni lagoon.

**Key Words:** Normalized Difference Water Index, Land use change, Landsat Data