



## Investigate the Potential of Multi Spectral Satellite Data for Mapping the Water Depth and the Area Adjacent to Reservoir (Case Study: Chah Nimeh Reservoirs in Sistan)

V. Rahdari<sup>1\*</sup>, S. Maleki<sup>1</sup>, M. Rahdari<sup>2</sup>,  
S. Mahomoudi<sup>3</sup>, N. Pormollaei<sup>4</sup>, M.R. Alimoradi<sup>5</sup>,  
E. Abtin<sup>6</sup>, M. Kadkhodae<sup>7</sup> and S. Pormanafi<sup>8</sup>

### Abstract

Due to the limited resources of water it is vital to investigate the quantity condition of reservoirs in order to plan for different usage of water as well as monitoring the sedimentation process. In this study the OLI sensor data from LANDSAT-8 satellite for Jan 2015 is used for producing Chah Nimeh water reservoir depth map and the map for the area around the lake. The water depths were measured with meter using boat. Water indices such as MNDWI, NDWI, AWEL, WRI and NDMI were generated using satellite data. By running simple linear regression between each index and field data the description coefficient  $R^2$  for water depth was calculated. Finally the water depth map was produced using MNDWI index which had the highest  $R^2$  equal to 0.85. The water depth map was produced using reclassifying of the MNDWI index. The map for the reservoir adjacent lands was generated using depth measuring results and hybrid image classification method. Results showed that the highest area are associated to 4-6m level depth. Map accuracy was assessed by producing error matrix which showed acceptable accuracy. Results showed that the map accuracy decreased with increase in water depth. The Z-TEST analysis showed however that in 0.01 level there was no significant difference between lowest depth map and deep water map accuracy.

**Keywords:** Chah Nimeh water reservoir, Landsat 8, Water index, Hybrid image classification, Water depth.

Received: February 17, 2016

Accepted: August 17, 2016

## تجارب و پیامدهای انتقال آب بین حوضه‌ای در جهان بررسی قابلیت داده‌های ماهواره‌ای چند طیفی در تهیه نقشه عمق آب و اراضی مجاور ذخیره‌گاههای آبی ( مطالعه موردی: ذخیره گاه‌های آبی چاه‌نیمه‌های سیستان )

وحید راهداری<sup>۱\*</sup>، سعیده ملکی<sup>۱</sup>، میثم راهداری<sup>۲</sup>،  
سعید محمودی<sup>۳</sup>، نیره پورملایی<sup>۴</sup>، محمدرضا علیمردادی<sup>۵</sup>،  
الهام آبتین<sup>۶</sup>، مهدی کدخدایی<sup>۷</sup> و سعید پورمنافی<sup>۸</sup>

### چکیده

با توجه به محدودیت منابع آب، بررسی وضعیت کمی آب ذخیره گاههای آبی برای برنامه‌ریزی جهت مصارف مختلف آب و نیز پایش روند رسوب گذاری در ذخیره گاههای آبی امری ضروری می‌باشد. در این مطالعه به منظور بررسی توانایی سنجنده‌های چند طیفی در مطالعات عمق سنجی، از تصویر ماهواره LANDSAT-8، سنجنده OLI در دی ماه سال ۱۳۹۳ برای تهیه نقشه عمق آب ذخیره‌گاههای آبی چاه‌نیمه و نقشه اراضی مجاور آن استفاده گردید. لذا ابتدا بوسیله قایق، عمق آب قسمت‌های مختلف دریاچه با متر، اندازه‌گیری شد. با استفاده از داده‌های ماهواره ای شاخص‌های مطالعات آب، مانند NDMI، WRI، AWEL، NDWI و MNDWI تهیه شد. با اعمال رگرسیون خطی ساده بین شاخص‌های تهیه شده و اعماق اندازه‌گیری شده ضریب توصیف مدل هر شاخص برای عمق آب محاسبه که در این بینف شاخص MNDWI دارای بیشترین ضریب توصیف با داده‌های عمق برابر ۰/۸۵ بود. نقشه عمق آب با طبقه‌بندی مجدد شاخص MNDWI بر اساس مدل تهیه شده تهیه گردید. نقشه اراضی پیرامونی با استفاده از روش‌های مختلف پردازش تصویر تهیه و نقشه نهایی به روش ترکیبی تهیه شد. نتایج نشان داد اعماق ۴-۶ متر دارای بیشترین سطح می‌باشد. دقت نقشه تهیه شده با تهیه ماتریس خطا بررسی شد که نتایج قابل قبولی را نشان می‌داد. بررسی ماتریس خطا کاهش دقت تهیه نقشه با افزایش عمق را نشان می‌داد که بررسی آماری Z-TEST نشان داد در سطح ۰/۰۱ با دقت نقشه اعماق کمتر دارای اختلاف معنی دار، نمی‌باشد.

**کلمات کلیدی:** ذخیره‌گاههای آبی چاه‌نیمه، لندست ۸، شاخص آب، طبقه‌بندی ترکیبی، عمق آب.

تاریخ دریافت مقاله: ۹۴/۱۱/۲۸

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۵/۵/۲۷

1- PhD Student in Environmental Planning, Isfahan University of Technology, Lecturer in Zabol university, Iran.

2-Lecturer, Project Management Group, Payam-e Noor University, Sistan and Balochistan Center, Iran.

3-PhD in Climatology, Sistan and Balochistan Environment Conservation Administration, Iran.

4-PhD Student in Environment, Science and Research Unit, Azad University, Sistan and Balochistan Environment Conservation Administration, Iran.

5-PhD Student in Climate Change, Hakim Sabzevari University, Sistan and Balochistan Environment Conservation Administration, Iran.

6-MSc. in Environment, Sistan and Balochistan Environment Conservation Administration, Zabol, Iran.

7-Ms of Rangeland, Sistan and Balochistan Environment Conservation Administration

8-Faculty Member, Department of Environment, Faculty of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Iran.

\*- Corresponding Author

۱- دانشجوی دکتری آمایش محیط زیست، دانشگاه صنعتی اصفهان، مربی دانشگاه زابل.

۲-مربی گروه مدیریت پروژه، دانشگاه پیام نور سیستان و بلوچستان، واحد مرکز.

۳-دکتری محیط زیست، اداره کل محیط زیست سیستان و بلوچستان.

۴- دانشجوی دکتری محیط زیست، دانشگاه آزاد واحد علوم تحقیقات، اداره کل محیط

زیست سیستان و بلوچستان

۵- دانشجوی دکتری تغییرات اقلیم، دانشگاه حکیم سبزواری، اداره کل محیط زیست

سیستان و بلوچستان

۶- کارشناس ارشد محیط زیست، اداره محیط زیست شهرستان زابل

۷- کارشناس ارشد مرتعداری، اداره کل محیط زیست سیستان و بلوچستان

۸- عضو هیات علمی گروه محیط زیست دانشکده منابع طبیعی- دانشگاه صنعتی اصفهان

\*- نویسنده مسئول

## ۱- مقدمه

در روش طبقه‌بندی ترکیبی، برای تهیه نقشه کاربری و پوشش اراضی، مجموعه‌ای از روش‌های طبقه‌بندی نظارت شده و نظارت نشده و شاخص‌های مختلف، جهت تهیه لایه‌های اطلاعاتی، مورد استفاده قرار می‌گیرد. به همین دلیل از دقت بیشتری نیز برخوردار است. در این روش لایه‌های اطلاعاتی مربوط به کاربری‌ها و پوشش‌های اراضی که هر کدام به روش‌های مختلف از تصاویر ماهواره‌ای بدست آمده با هم ترکیب می‌شوند. یکی از طرح‌های طبقه‌بندی ترکیبی، طرح طبقه‌بندی اندرسون<sup>۴</sup> است. این طرح بر اساس کلاس‌های غالب کاربری و پوشش اراضی منطقه مورد مطالعه و با توجه به تعاریف کلاس‌های کاربری و پوشش اراضی، ایجاد می‌شود و با توجه به تعاریف لایه‌ها برای هر کدام روشی مشخص می‌شود (Kamusoko and Aniya, 2006).

نظر به اینکه در روش طبقه‌بندی رقومی، جداسازی کلاسها بر اساس وضعیت و الگوی طیفی پدیده‌های مورد مطالعه صورت می‌گیرد، بنابراین میزان موفقیت طبقه‌بندی رقومی بستگی به میزان تمایز بازتاب‌های طیفی پدیده‌ها از یکدیگر دارد. سنجش از دور با توجه به توانایی بالا در جمع‌آوری اطلاعات در زمان کوتاه و در محدوده‌های وسیع با قابلیت محاسبه شاخص‌های مرتبط با مطالعات آب‌شناسی راهکاری بسیار مناسب و مؤثر می‌باشد (Ebrahimi Kia et al., 2009). Rahdari et al. (2011) در مطالعه خود به منظور تهیه نقشه کاربری و پوشش اراضی تالاب هامون از ترکیب نتایج پردازش شاخص‌های مختلف گیاه، آب و خاک استفاده و نقشه کاربری و پوشش اراضی اراضی آبدار و خشک تالاب را با ضریب کاپای بیش از ۰/۹ تهیه کردند.

(Kianejad and Mojaradi 2009) به منظور طبقه بندی کاربری و پوشش اراضی تالاب میقان اراک از داده‌های ماهواره‌ای استفاده کردند. آنها با استفاده از شاخص‌های در  $NDWI^5$  و  $MNDWI^6$  نقشه مناطق آبدار را تهیه کردند. جدول ۱، برخی از شاخص‌های مطالعات آب شناسی تهیه شده از داده‌های ماهواره‌ای را نشان می‌دهد. در این جدول منظور از Green باند ۳، Red باند ۴، NIR باند ۵، MNIR باند ۶ و MIR باند ۷، می‌باشد.

ارزیابی نقشه‌های موضوعی تهیه شده از یک منطقه توسط داده‌های ماهواره‌ای برای درک انتخاب درست داده‌های مورد استفاده، روش نمونه‌برداری و تجزیه و تحلیل داده‌ها از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد. برای بررسی درستی نقشه‌هایی که با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای تهیه می‌شود پس از مقایسه نقشه تهیه شده واقعیت

عملیات عمق‌سنجی برای اطلاع از اجزای زیر آب به منظور انجام مطالعات هیدرولوژیکی، کاربرد در امور محیط زیست، نظامی و مهندسی و ...، ضرورت دارد (karimian et al., 2006). اندازه‌گیری‌های دوره‌ای از مناطق آبی به روش مستقیم آب‌نگاری هزینه بر بوده و زمان زیادی را به خود اختصاص می‌دهد. (Lu et al., 2011; Xu, 2006). امروزه با پیشرفت فن‌آوری، استفاده داده‌های ماهواره به دلیل ویژگی‌های خاص خود مانند دید وسیع، یکپارچه‌گی، استفاده از قسمت‌های مختلف طیف انرژی مغناطیسی برای ثبت خصوصیات پدیده‌ها، امکان بکارگیری سخت‌افزارها و نرم‌افزارها و کم هزینه و سریع‌تر بودن تجزیه و تحلیل باعث شده که به این منظور با استقبال خاصی روبه‌رو شود. رقومی بودن تصاویر ماهواره از دیگر مزایای آن است که امکان بسیاری از تجزیه و تحلیل‌ها و پردازش‌های کامپیوتری را بر روی تصاویر ماهواره‌ای فراهم می‌کند (Rouse et al., 1973; Rahdari et al., 2013).

داده‌های بدست آمده از سنجنده‌های نصب شده بر روی سری ماهواره‌های لندست از مهمترین منابع اطلاعاتی برای تهیه نقشه کاربری و پوشش اراضی می‌باشند (Purkis and Klemas, 2011; Malmir et al., 2015). آخرین نسل از این ماهواره‌ها که لندست ۸ نام دارد در ۲۰۱۳/۲/۱۱ به فضا پرتاب شده و دارای دو سنجنده به نام‌های OLI و TIRS می‌باشد. ارتقای قدرت تفکیک رادیومتریک سنجنده OLI به ۱۶ بیت باعث شده تا امکان انجام برخی مطالعات بخصوص در زمینه تهیه نقشه پراکنش انواع گونه‌های پوشش گیاهی فراهم گردد (Mei et al., 2015).

از طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای نقشه‌های موضوعی بدست می‌آید که نشان دهنده کمیت، کیفیت و چگونگی توزیع پدیده‌های مختلف سطح زمین می‌باشد (Rahdari et al., 2011).

امروزه روش‌های مختلفی مانند طبقه‌بندی نظارت نشده<sup>۱</sup>، طبقه‌بندی نظارت شده<sup>۲</sup>، روش ترکیبی<sup>۳</sup> و یا استفاده از شاخص‌های مختلف برای طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد که متناسب با هدف هر مطالعه طرح‌ریزی می‌گردند (AI-Doski et al., 2013).

دقت کلی یک برآورد کلی از صحت طبقه‌بندی است. از محدودیت‌های این روش این که پیکسل‌هایی که به اشتباه به طبقه‌ای اختصاص یافته‌اند و پیکسل‌هایی که به عنوان طبقه واقعی خود طبقه‌بندی نشده‌اند در محاسبه، لحاظ نمی‌شوند.

ضریب  $\theta$  کاپا که نشان دهنده توافق طبقه بندی با داده‌های واقعیت زمینی است. دامنه ضریب کاپا بین صفر تا ۱ می‌باشد که عدد ۱ نشان دهنده همسویی یا توافق صددرصد نقشه طبقه‌بندی شده با واقعیت زمینی است. معادله محاسبه ضریب کاپا برابر است با:

$$k = \frac{\theta_1 - \theta_2}{1 - \theta_2}$$

$K$ : ضریب کاپا

$\theta_1$ : دقت کلی

$\theta_2$ : توافق اتفاقی که از طریق زیر محاسبه می‌گردد

$$\theta_1 = \sum x_i + \sum x + i / N^2$$

که  $x_i$  جمع ستون

$x+i$ : جمع ردیف

$N$ : تعداد کل ستون می‌باشد.

دقت تولید کننده<sup>۱۶</sup> که بیانگر دقت طبقه بندی پیکسل‌های مربوط به یک کلاس خاص در نقشه واقعیت زمینی می‌باشد. محاسبه دقت تولید کننده برای هر کلاس به صورت زیر است:

$$P.A = \frac{X_{jj}}{\sum_{i=1}^r X_{ij}}$$

که در آن،  $X_{jj}$  عنصر قطری هر کلاس و  $\sum_{i=1}^r X_{ij}$  مقادیر ستون هر کلاس و  $P.A$  دقت تولید کننده است.

میدانی ماتریس خطا تهیه می‌گردد که در آن عناصر قطر اصلی نشان دهنده پیکسل‌هایی می‌باشد که به درستی طبقه‌بندی شده‌اند. عناصر هر سطر شامل پیکسل‌هایی هستند که به اشتباه به کاربری که در آن سطر قرار گرفته است نسبت داده شده‌اند و عناصر هر ستون شامل پیکسل‌هایی است که از کاربری هر ستون به اشتباه به کاربری‌های دیگر نسبت داده شده است. این ماتریس با مقایسه پیکسل‌هایی که در فرایند طبقه‌بندی تصویر ماهواره‌ای به درستی طبقه‌بندی شده‌اند با پیکسل‌هایی که به اشتباه طبقه‌بندی شده‌اند تهیه می‌گردد. با استفاده از ماتریس خطا برای ارزیابی دقت نقشه‌های تهیه شده شاخص‌هایی مانند دقت کلی<sup>۱۷</sup>، ضریب کاپا<sup>۱۱</sup>، دقت تولید کننده<sup>۱۲</sup> دقت کاربر<sup>۱۳</sup>، خطاهای اومیسون<sup>۱۴</sup> (خطای کاهنده) و کمسیون<sup>۱۵</sup> (خطای افزاینده) تهیه می‌گردند (Rahdari, 2006)

برخی از شاخص‌هایی که با استفاده از ماتریس خطا تهیه می‌گردند عبارتند از: (Rahdari, 2006)

دقت کلی که بعنوان یک معیار ارزش گذاری دقت طبقه بندی از طریق تقسیم مجموعه پیکسل‌های صحیح طبقه‌بندی شده تمامی طبقات به مجموع پیکسل‌های مرجع می‌باشد:

$$O.A = \frac{\sum_i^c E_{ii}}{N}$$

که در آن  $C$  تعداد کلاسها،  $N$  تعداد کل پیکسل‌های معلوم،  $E_{ii}$  اعضای قطری ماتریس خطا و  $O.A$  (Overall Accuracy) دقت کلی می‌باشد.

#### جدول ۱- شاخص‌های مورد استفاده در مطالعات آب شناسی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای

منبع	فرمول	شاخص
McFeeters (1996)	$\frac{Green - NIR}{Green + NIR}$	NDWI
Wilson and Sader (2002)	$\frac{NIR - MNIR}{NIR + MNIR}$	NDMI <sup>7</sup>
Xu (2006)	$\frac{Green - MIR}{Green + MIR}$	MNDWI
Shen and Li (2010)	$\frac{Green - Red}{MIR + NIR}$	WRI <sup>8</sup>
(2014) Feyisa et al.	$4 * (Green - MIR) - ((0.25 * MIR) + (2.75 * SWIR))$	AWEI <sup>9</sup>

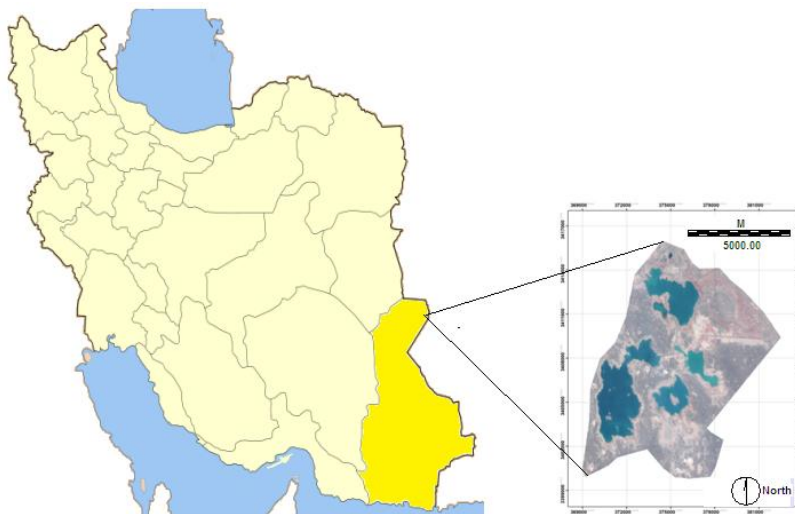
مخازن در در جنوب شرقی سیستان در حاشیه مرز ایران و افغانستان در فاصله تقریبی ۴ کیلومتر در ساحل چپ دلتای هیرمند در موقعیت جغرافیایی ۶۱°۳۷' تا ۶۱°۴۶' طول شرقی و ۳۰°۴۳' تا ۳۰°۵۲' عرض شمالی ۳۵ کیلومتری شهر زابل، قرار گرفته و در سال ۱۳۶۱ با انتقال آب از رودخانه هیرمند آگیری شدند. ارتفاع متوسط منطقه ۵۰۰ متر از سطح آب‌های آزاد می‌باشد. از نظر ژئومورفولوژی این منطقه فاقد پستی و بلندی است و اختلاف ارتفاع چندان محسوس دیده نمی‌شود و فقط به صورت تپه ماهورهای کم ارتفاع می‌باشد. متوسط بارش آن حدود ۵۸٫۸ در سال و متوسط دمای منطقه حدود ۲۱٫۷۴ درجه سانتی گراد است. مساحت منطقه مورد مطالعه ۱۳۰۷۷ هکتار می‌باشد. شکل ۱ تصویر ماهواره‌ای رنگی کاذب از منطقه مورد مطالعه و جایگاه آن در ایران و استان سیستان و بلوچستان را نشان می‌دهد.

## ۲-۲- داده‌های مورد استفاده:

در این تحقیق از تصاویر ماهواره‌ای سنجنده OLI مربوط به دی ماه سال ۱۳۹۳ و نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ و بازدیدهای میدانی استفاده گردید.

## ۲-۳- روش کار

در این مطالعه به منظور تهیه نقشه کاربری و پوشش اراضی با انجام بازدیدهای میدانی در دی سال ۱۳۹۳ هزمان با برداشت تصویر از منطقه، ابتدا انواع کاربری و پوشش‌های اراضی در منطقه مورد مطالعه مشخص شد.



شکل ۱- ترکیب رنگی سنجنده TM ماهواره لندست، ذخیره گاه‌های آبی چاه‌نیمه ۱ تا ۳ (Rahdari et al., 2009a)

دقت کاربر بیانگر<sup>۱۷</sup> احتمال طبقه بندی یک کلاس خاص، مطابق با همان کلاس در نقشه واقعیت زمینی می باشد که به صورت زیر محاسبه می شود:

$$U.A = \frac{X_{ii}}{\sum_{j=1}^r ij}$$

که در آن  $X_{ii}$  عنصر قطری یک کلاس  $\sum_{j=1}^r ij$  و مجموع پیکسل‌های سطر همان کلاس و  $U.A$  دقت کاربر است.

بر اساس دو دقت یاد شده، خطاهای اومیسون (خطای کاهنده) و کمسیون (خطای افزایشده) به صورت زیر تعریف می شوند:

$$P.A - I = error Commission$$

$$U.A - I = error Omission$$

در این تحقیق با توجه به اهمیت برنامه‌ریزی برای کاشت انواع مختلف محصولات بر اساس نیاز بازار از قابلیت‌های داده‌های این سنجنده استفاده گردیده است.

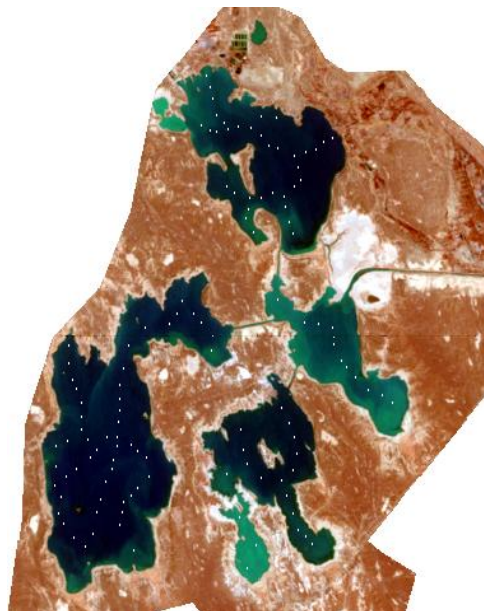
هدف از این مطالعه نشان دادن قابلیت داده‌های ماهواره ای چند طیفی سنجنده TM در تهیه نقشه کاربری و پوشش اراضی با تاکید در تهیه نقشه عمق آب در ذخیره‌گاه آبی چاه‌نیمه منطقه سیستان به عنوان مهمترین منبع آبی در شمال استان سیستان و بلوچستان و یک زیستگاه مهم برای پرندگان می‌باشد.

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- منطقه مورد مطالعه

چاه‌نیمه‌های سیستان سه حفره یا سه گودال طبیعی در کنار رودخانه هیرمند می‌باشد که در تراس‌های دوره کواترنری حفر شده است. این

جهت تعیین عمق آب در زمان برداشت تصویر با استفاده از قایق و متر عمق آب در ۱۲۰ نقطه اندازه‌گیری شد و در هر محل موقعیت اندازه‌گیری عمق با استفاده از GPS ثبت گردید. شکل ۲، پراکنش نقاط نمونه برداری شده از عمق آب را نشان می‌دهد.



شکل ۲- پراکنش نقاط نمونه برداری از عمق آب

طبقه‌بندی ترکیبی برای طبقه‌بندی تصویر ماهواره‌ای استفاده گردید. در این روش لایه‌های مختلف نقشه سطح زمین با استفاده از روش‌های مختلف پردازش تصویر تهیه گردید. به این ترتیب برای تهیه نقشه عمق آب در منطقه مورد مطالعه ابتدا با تعیین آستانه مقدار عددی سواحل دریاچه در باند شماره ۵ سنجنده OLI با اعمال طبقه بندی مجدد بر روی این باند نواحی آبدار به صورت صفر و ۱ تفکیک شدند. سپس این لایه در تمامی باندهای تصویر ضرب گردید و تصویر اراضی آبدار در هر باند جدا گردید. به منظور تهیه نقشه عمق از شاخص MOISTURENESS پردازش TASSLED CAP و شاخص‌های مختلف مانند NDWI, AWEL, WRI, NDMI, NDWI تهیه گردید.

مدل مناسب برای تهیه نقشه عمق آب ابتدا با اعمال طبقه بندی نظارت نشده به روش خوشه بندی<sup>۱۹</sup> نقشه عمق در ۶ طبقه و بدون برچسب<sup>۲۰</sup> تهیه شد. با مراجعه به منطقه و با استفاده از نقشه نظارت نشده تهیه شده در هر طبقه به صورت تصادفی از عمق آب نمونه برداری انجام و موقعیت آن با استفاده از GPS ثبت گردید. به این ترتیب عمق در ۱۲۰ نقطه تعیین گردید. با توجه به نتایج بدست آمده از نمونه‌برداری عمق و قدرت تفکیک مکانی داده ماهواره‌ای برای طبقات عمق آب، فاصله ۲ متر و به دلیل تعداد نمونه‌های کمی که از اعماق بیش از ۲۴ متر برداشت شده بود حداکثر عمق بیش از ۲۴ متر در نظر گرفته شد.

به منظور تهیه مدل عمق آب، با انجام رگرسیون ساده خطی بین اندازه‌گیری‌های انجام شده از عمق آب به عنوان متغیر وابسته و مقادیر عددی پیکسل‌های شاخص‌های مورد استفاده در مناطق آبدار به عنوان متغیر مستقل، مدل‌های عمق آب با استفاده از هر شاخص تهیه گردید. در نهایت با مشخص نمودن مقدار عددی آستانه عمق هر طبقه در شاخص‌های مختلف و با اعمال طبقه بندی مجدد بر روی آنها، نقشه عمق آب حداکثر در ۱۳ طبقه تهیه شد.

در این مطالعه با توجه به اهمیت تأثیر اراضی پیرامونی ذخیره گاه‌های آبی چاه‌نیمه از نظر بار آلودگی و یا تثبیت ماسه بادی، برای تهیه نقشه سایر پوشش‌ها و لایه‌های اطلاعاتی، تصویر مناطق زیر آب از داده‌های ماهواره‌ای حذف گردید. جهت تهیه نقشه پوشش گیاهی، نمونه برداری با استفاده از GPS در مناطق با پوشش گیاهی انجام شد. شاخص گیاهی SAVI جهت تهیه نقشه پوشش گیاهی تهیه و سپس حد پایین و بالای مناطق دارای پوشش گیاهی بر روی

### ۲-۳-۱- پیش پردازش تصاویر ماهواره

جهت آماده سازی تصویر ماهواره‌ای ابتدا دقت ثبت تصاویر با مقایسه عوارض مشخص بر روی زمین و تصویر با استفاده از GPS کنترل و با توجه به خطای کمتر از ۴ متر مورد قبول قرار گرفت. تصحیح رادیومتریک در محیط نرم افزار ENVI 5.1 انجام شد. تصحیح جوی با استفاده از اطلاعات همراه تصویر و به روش FLAASH<sup>۱۸</sup> در نرم افزار ENVI 5.1 اعمال گردید. این روش تصحیح جوی نیاز به ورودی‌هایی دارد که به این منظور از اطلاعات همراه تصویر ماهواره مانند مشخصات سنجنده شامل (نوع سنجنده، ارتفاع و اندازه پیکسل)، مشخصات منطقه تصویربرداری، شامل (متوسط ارتفاع منطقه- که از مدل رقومی ارتفاع که از سازمان نقشه‌برداری کشور تهیه شده بود-، موقعیت مرکز سین و زمان و تاریخ پرواز سنجنده)، مدل اتمسفری و ذرات معلق جوی مناسب منطقه استفاده گردید (Peña and Brenning, 2015).

### ۲-۳-۲- پردازش تصاویر

مراحل مختلف پردازش تصویر در نرم افزار IDRISI TERRSET انجام گردید. به منظور دستیابی به اهداف این تحقیق از روش

Peña and Brenning (2015) و Malmir et al. (2015) نیز برای بررسی بصری منطقه مطالعه خود از تصویر رنگی کاذب با ترکیب باندی مشابه استفاده کرده‌اند. در این تصویر آبهای مناطق عمیق‌تر با تن رنگ آبی تیره‌تری مشاهده می‌شوند (Komeil Rokni et al., 2014). پردازش بصری تصویر و حضور در منطقه انواع کاربری و پوشش‌های اراضی در ۴ طبقه اصلی طبقه‌بندی و برای هر طبقه تعاریفی ارائه گردید. جدول شماره ۲، طبقات کاربری و پوشش اراضی و تعاریف آنها را بر اساس بازدیدهای میدانی نشان می‌دهد.

### جدول ۲- کاربری‌های شناسایی شده در منطقه و مشخصات آنها در این مطالعه

مشخصات	نوع کاربری و پوشش اراضی	کد
عمق‌های مختلف آب در طبقات ۲ متری	نقشه عمق آب در ۱۳ طبقه	۱
اراضی با پوشش گیاهی بیشتر از ۱۵ درصد	پوشش گیاهی	۲
اراضی شور و پف کرده	شوره زارها	۳
اراضی بدون پوشش گیاهی که اکثراً توسط قلوه سنگ پوشیده شده	اراضی بایر	۴

روش نمونه برداری در این مطالعه سیستماتیک تصادفی می‌باشد. به این ترتیب که سایر پوشش‌های اراضی به غیر از آب، پس از حضور در منطقه و تعیین گروه پوشش و محدوده آن در سطح زمین، به صورت تصادفی و با توجه به قدرت تفکیک مکانی سنجنده نمونه‌برداری انجام شد. نمونه برداری از عمق آب به صورت تصادفی در داخل گروه‌های بازتابندگی تعیین شده توسط طبقه‌بندی نظارت نشده انجام گردید.

Misra and Balaji (2015) نیز در مطالعه خود به منظور بررسی تغییرات ساحل خط ساحلی گوجرات برای بررسی دسته‌های بازتابندگی هر گروه از طبقات کاربری و پوشش اراضی از طبقه‌بندی نظارت نشده خوشه‌ای استفاده کردند و در داخل هر خوشه نمونه‌برداری انجام دادند.

برای تهیه نقشه پس از تفکیک اراضی زیر آب از خصوصیت جذب بالای امواج مادون قرمز نزدیک، توسط آب استفاده گردید. با افزایش عمق آب، میزان بازتابندگی این امواج از کف دریاچه کاهش می‌یابد. با استفاده از این روابط و با درک این مسئله که در میان پوشش‌های اراضی منطقه کمترین اعداد در باند مادون قرمز نزدیک سنجنده

شاخص گیاهی مشخص گردید. نقشه پوشش گیاهی با استفاده از شاخص گیاهی SAVI و با اعمال طبقه‌بندی مجدد بر روی این شاخص با حد آستانه بیش از ۰/۰۷ تهیه و لایه پوشش گیاهی در یک طبقه از تصویر منطقه جدا گردید.

$$L:0.5 \text{ SAVI} = \left( \frac{(NIR - R)}{(NIR + RED + L)} \right) \cdot (1 + L)$$

در شاخص SAVI، ضریب L شاخص خاک است که در اکثر مطالعات برابر ۰/۵ در نظر گرفته می‌شود (Masoud and Koike, 2006). برای تهیه نقشه اراضی بایر و شوره زارها با استفاده از روش طبقه‌بندی نظارت شده تصاویر به روش بیشترین شباهت<sup>۲۰</sup> استفاده گردید. به این منظور ابتدا لایه‌های آب و پوشش گیاهی تهیه شده در مراحل قبل از تصاویر ماهواره‌ای جدا گردید. با استفاده از تصاویر رنگی کاذب، طبقه بندی نظارت شده با تهیه فایل‌های آموزشی معادل ۴ درصد کل منطقه برای تصاویری که از آنها آب و پوشش گیاهی جدا شده بود تعیین و با معرفی به نرم افزار، نقشه شوره‌زارها و اراضی بایر به روش طبقه‌بندی نظارت شده به صورت بیشترین شباهت تهیه گردید.

به منظور تهیه نقشه نهایی کاربری و پوشش اراضی منطقه، با طبقه بندی مجدد لایه‌های تهیه شده، ابتدا نقشه آب در ۱۳ طبقه، پوشش گیاهی به عنوان طبقه ۱۴، شوره زار، طبقه ۱۵ و اراضی بایر به عنوان طبقه ۱۶ طبقه بندی مجدد گردید. در نهایت تمامی لایه‌های تهیه شده با استفاده از قابلیت‌های سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی در ۱۶ طبقه با یکدیگر ترکیب و نقشه نهایی ذخیره‌گاه‌های آبی چاه‌نیمه ۱ تا ۳ و اراضی مجاور آن با استفاده از روش طبقه‌بندی ترکیبی تهیه شد.

جهت بررسی دقت نقشه‌های تهیه شده، تعداد ۳۴ نقطه از نمونه‌های عمق آب و برداشت‌های صحرائی که از سایر قسمت‌ها انجام شده بود مورد استفاده قرار گرفت. دقت نقشه‌های تهیه شده با مقایسه نقشه‌های تهیه شده با واقعیت زمینی و مقایسه و بررسی تصاویر رنگی کاذب تهیه شده از تصاویر با محاسبه شاخص‌هایی مانند ضریب کاپا، صحت کلی، دقت کاربر، دقت تولید کننده، خطای کمسیون و امسیون محاسبه گردید.

### ۳- نتایج و بحث

به منظور تهیه نقشه کاربری و پوشش اراضی منطقه ابتدا تصاویر رنگی کاذب FCC<sup>۲۲</sup> با ترکیب باندی RGB: 5, 4, 2 تهیه شد.

Kiamejad and Mojaradi (2009) به منظور تهیه نقشه اراضی زیر آب در تالاب میقان اراک از شاخص‌های NDWI، NDWIF و MNDWI استفاده کردند و این شاخص‌ها را در بیان خصوصیات مناطق تالابی مؤثر بیان کردند.

در این مطالعه، نقشه پوشش گیاهی فقط با استفاده از شاخص گیاهی SAVI تعیین و با اعمال طبقه‌بندی مجدد بر روی تصویر SAVI نقشه پوشش گیاهی بدست آمد. (Masoud et al. (2006) در مطالعات خود بیان کردند اعمال رگرسیون ساده خطی بین مقادیر نمونه برداری شده از درصد تاج پوشش گیاهی و مقادیر شاخص گیاهی SAVI نشان داد این شاخص با دارا بودن ضریب خاک، قابلیت بالایی در نشان دادن وضعیت تاج پوشش گیاهی مناطق خشک دارد. آنها ضریب خاک برابر ۰/۵ را مقدار قابل قبولی در اکثر مطالعات بررسی شده در مناطق خشک بیان کرده‌اند. در این مطالعه، نقشه شوره زارها و اراضی بایر با اعمال طبقه‌بندی به روش بیشترین شباهت بر روی تصاویر بدون آب و پوشش گیاهی تهیه شد. (Rahdari (2006) از روش مشابهی برای تهیه نقشه اراضی با خاک شور استفاده کرد.

در نهایت نقشه اراضی زیر آب و اراضی پیرامونی دریاچه با تلفیق لایه‌های تهیه شده در محیط GIS در ۱۶ طبقه به روش طبقه‌بندی ترکیبی تهیه گردید. شکل ۳ نقشه کاربری و پوشش اراضی منطقه، شکل ۴، مساحت هر طبقه از اعماق دریاچه چاه‌نیمه‌های ۱ تا ۳ و شکل ۵، مساحت اراضی پیرامونی در مقایسه با سطوح زیر آب، بر حسب هکتار را نشان می‌دهد.

بررسی شکل ۴ نشان می‌دهد بیشترین مساحت عمق را آب‌های با عمق ۶-۴ به خود اختصاص داده‌اند. همچنین اراضی دارای پوشش گیاهی دارای ۱۶۴۲ هکتار مساحت هستند که نقش مهمی در تثبیت خاک‌های اطراف ذخیرگاه و جلوگیری از ورود آنها توسط باد به دریاچه را دارند.

در بررسی دقت نقشه‌های تهیه شده، از نقاطی استفاده شد که در پردازش‌ها مورد استفاده قرار نگرفته بودند. به این ترتیب احتمال بزرگنمایی دقت نقشه‌های تولیدی نیز کاهش یافت. ماتریس خطا با محاسبه تعداد پیکسل‌هایی که به درستی طبقه‌بندی شده بودند و نیز پیکسل‌هایی از یک کاربری که اشتباهاً به کاربری‌های دیگر نسبت داده شده بودند محاسبه گردید. جدول ۴، ماتریس خطای محاسبه شده برای نقشه دریاچه چاه‌نیمه و اراضی مجاور آنرا نشان می‌دهد.

OLI مربوط به آب می‌باشد (Rahdari et al., 2013) پس از تعیین آستانه بالایی آب در محل ساحل دریاچه در این باند، اراضی آبدار در یک طبقه از سایر قسمت‌ها تفکیک شدند. برای نمونه‌برداری از عمق آب ابتدا با استفاده از روش طبقه‌بندی نظارت نشده استفاده گردید. در این روش بدون نیاز به حضور در منطقه به منظور نمونه برداری از عمق آب تصویر اراضی آبدار از داده ماهواره‌ای مربوط به منطقه تفکیک و با اعمال طبقه‌بندی نظارت نشده به روش خوشه‌ای، نقشه اعماق آب در ۶ طبقه تهیه گردید که مطالعات میدانی و بررسی بصری تصاویر رنگی کاذب با توجه به تغییر تن رنگ آبی با تغییر عمق تایید کردند که طبقه‌بندی نظارت نشده در ارتباط با اختلاف عمق آب انجام شده است. سپس با استفاده از قایق و به همراه دستگاه GPS در طبقات آب تهیه شده در مرحله قبل به صورت تصادفی با پراکنش مناسب اندازه‌گیری عمق انجام گردید.

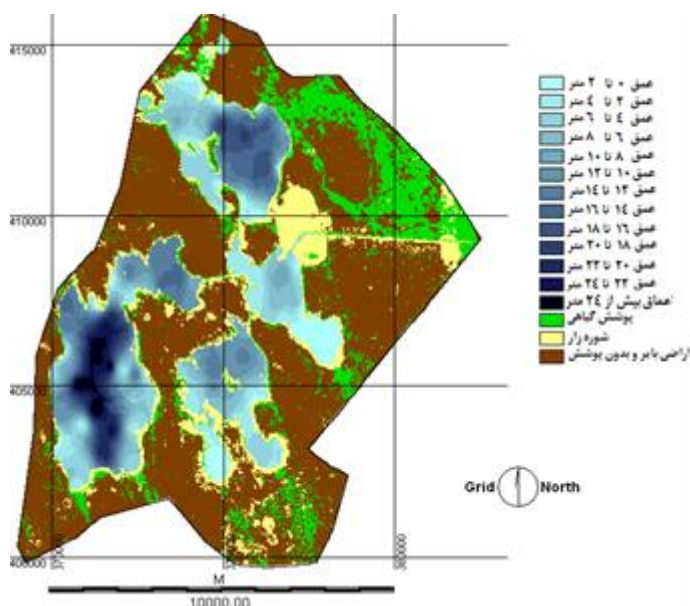
جهت تهیه نقشه عمق آب آنالیز رگرسیون ساده خطی بین عمق آب به عنوان متغیر وابسته و مقادیر عددی هر محل نمونه برداری در باندهای مختلف تصویر و پردازش‌های انجام شده بر روی تصویر به عنوان متغیر مستقل انجام شد که در نهایت بیشترین همبستگی بین داده‌ها و شاخص MNDWI وجود داشت. جدول ۳، مدل‌های تهیه شده با استفاده از اعمال رگرسیون خطی بین داده‌های عمق و پردازش‌های انجام شده بر روی تصویر و ضرائب توصیف آنها را نشان می‌دهد.

جدول ۳- مدل‌های تهیه شده جهت تهیه نقشه اعماق آب

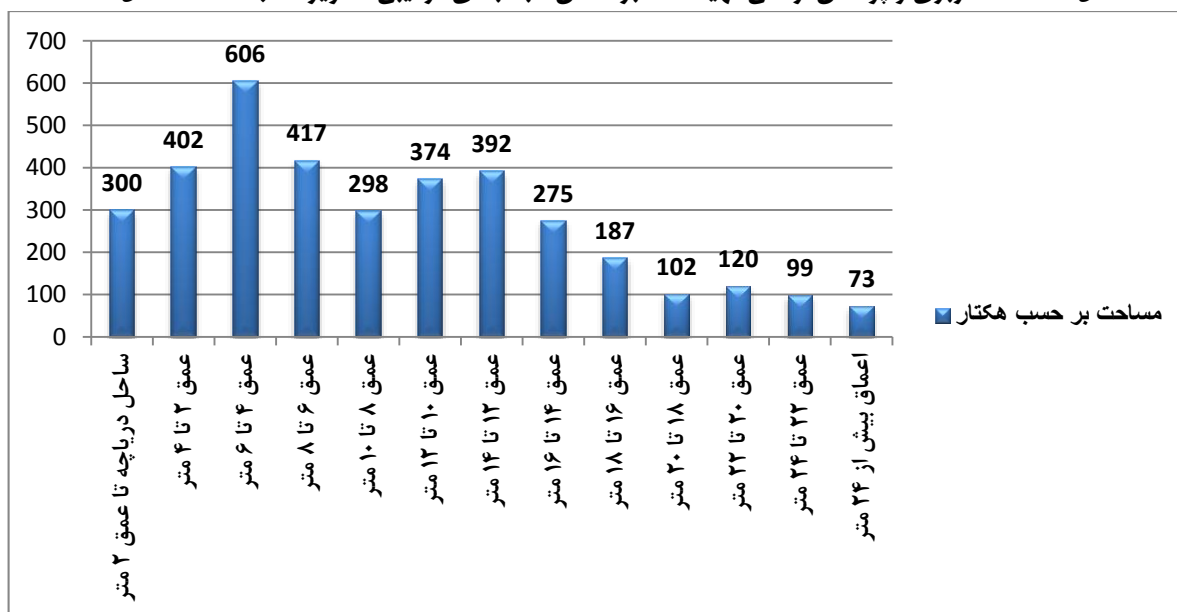
شاخص	مدل تهیه شده	ضریب همبستگی
MNDWI	$Y = -0.016X + 0/21$	$R^2 = 0/85$
AWEL	$Y = 0/016X + 0/2$	$R^2 = 0/52$
NDMI	$Y = -0/0004X + 0/1$	$R^2 = 0/05$
WRL	$Y = 0/016X + 0/21$	$R^2 = 0/55$
NDWI	$Y = 0/0004X + 0/4$	$R^2 = 0.40$
Moisture	$Y = -0.92X - 75.4$	$R^2 = 0/6$
TM4	$Y = -0.16X + 39.4$	$R^2 = 0.61$

با توجه به جدول ۳، از مدل تهیه شده از رگرسیون ساده خطی بین شاخص‌ها و نمونه‌های عمق، شاخص MNDWI که دارای بیشترین ضریب توصیف ۰/۸۵ بود، جهت تهیه نقشه آب استفاده شد. نقشه عمق با استفاده از مدل تهیه شده و با اعمال طبقه‌بندی مجدد با استفاده از عدد آستانه هر طبقه در شاخص MNDWI در ۱۳ طبقه تهیه گردید.





شکل ۳- نقشه کاربری و پوشش اراضی تهیه شده براساس طبقه‌بندی ترکیبی تصویر سنجنده OLI سال ۱۳۹۳

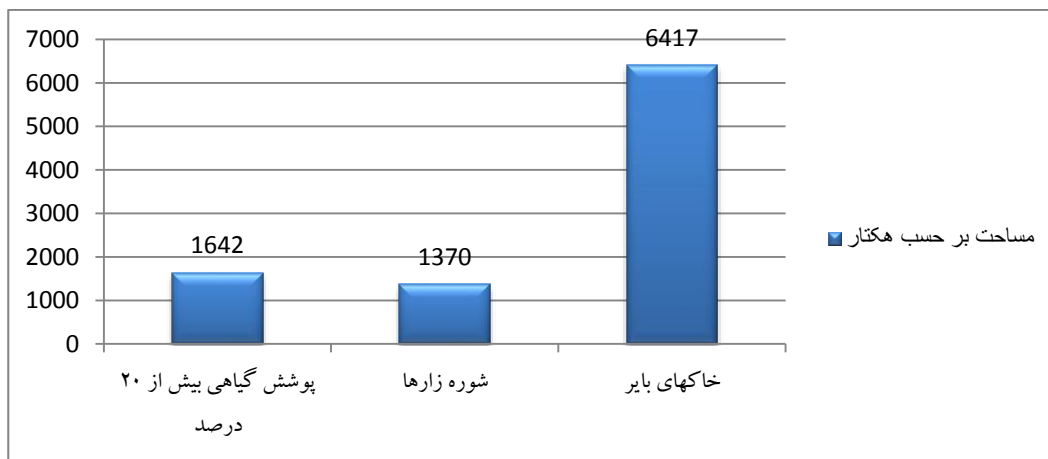


شکل ۴- مساحت کاربری و پوشش‌های اراضی ذخیره گاه آبی چاه نیمه در سال ۱۳۹۳ بر حسب هکتار

روش عمق سنجی کاهش پیدا می‌کند. اما بررسی ماتریس خطا نشان داد، نسبت دادن اشتباه طبقات به یکدیگر حداکثر در دو طبقه پایین تر و بالاتر رخ داده که توانایی این روش را نشان می‌دهد. با این وجود نقشه تولید شده از عمق دریاچه دارای پس از حذف اثر دقت داده‌های ماهواره‌ای در مطالعه پدیده‌های خارج از آب به صحت کلی برابر ۸۶٪ و ضریب کاپای ۰/۸۵ کاهش می‌یابد که مجدداً از دقت قابل قبولی برخوردار می‌باشد.

بررسی دقت اومسیون، کمسیون، دقت کاربر و تولید کننده در جدول ۴، نشان می‌دهد با افزایش عمق و از طبقه ۶ ماتریس خطا که مربوط به عمق ۱۰ تا ۱۲ متر بوده تا طبقه ۱۳ نقشه مربوط به اعماق بیش از ۲۴ متر، میزان خطا افزایش یافته و دقت کاربر و تولید کننده کاهش می‌یابد. مقایسه آماری به روش Z-TEST بین سطرها و ستون‌های این طبقات با طبقات پایین تر نشان داد در سطح ۰/۱۰ این اختلاف معنی‌دار نمی‌باشد. از آنجایی که ماتریس خطا نشان دهنده افزایش خطا است تایید می‌کند با افزایش عمق، دقت این





شکل ۵- مساحت اراضی پیرامونی دریاچه‌های چاه‌نیمه شماره ۱ تا ۳

مختلف برای تهیه آنها را می‌دهد و به این ترتیب نقشه‌ای دقیق از منابع مورد مطالعه تهیه می‌گردد (Kamusoko and Aniya, 2006).

در این مطالعه از سه روش طبقه بندی نظارت شده، طبقه بندی نظارت نشده و طبقه بندی هیبرید برای تهیه نقشه کاربری و پوشش اراضی استفاده شد. در روشهای نظارت شده و نظارت نشده امکان تفکیک برخی کاربری و پوشش‌های اراضی، به دلیل تشابه زیاد بازتاب آنها با یکدیگر و یا سطح کوچک، از یکدیگر با وجود نداشتن در حالیکه نقشه تهیه شده به روش طبقه بندی هیبرید از دقت بالایی برخوردار بود. (Rahdari et al., 2013) در مطالعه خود به همین مشکل اشاره کرده‌اند. با توجه به اینکه نتایج طبقه بندی نظارت نشده منطبق بر اختلاف عمق در نواحی مختلف دریاچه بود به منظور تهیه مدل عمق آب، نمونه برداری میدانی از اعماق مختلف آب پس از انجام طبقه بندی نظارت نشده در دسته‌های مختلف انجام شد.

(Kantakumar and Neelamsetti, 2015) در مطالعه خود به منظور تهیه نقشه کاربری اراضی از روش ترکیبی شامل استفاده از طبقه بندی نظارت شده به روش بیشترین شباهت، طبقه بندی نظارت نشده به روش خوشه‌ای و ... استفاده نمودند و بیان کردند با ترکیب روش‌های مختلف طبقه بندی تصاویر ماهواره‌ای توانستند بر مشکل شباهت رفتارهای بازتابندگی طیفی پدیده‌های مورد مطالعه که باعث ایجاد خطا در طبقه بندی تصاویر ماهواره‌ای می‌شد، غلبه کرده و نقشه مناسبی تهیه کنند.

(Darvish Sefat et al., 1999) گزارش دادند که دقت قابل قبول نقشه کاربری با استفاده از تصاویر ماهواره بیش از ۸۵٪ می‌باشد و بیان کرده‌اند که از میان معیارهای بیان دقت، ضریب کاپا به لحاظ محاسبه نمودن قسمت‌های اشتباه به همراه قسمت‌های صحیح، دارای توانایی بالایی برای برآورد دقت به ویژه به منظور مقایسه دقت نقشه‌های تولید شده دارد. همچنین آنها نمونه برداری از ۴ درصد منطقه را برای بررسی نقشه‌های تهیه شده قابل قبول بیان نمودند.

#### ۴- نتیجه گیری

ذخیره گاه‌های آبی چاه‌نیمه از رودخانه هیرمند آگیری شده و به علت عمق زیاد و سطح کم دارای آب ماندگار است و نقش قابل توجهی در تامین آب مورد شرب و کشاورزی منطقه سیستان دارد و در شرایط خشکسالی تنها مامن پرندگان مهاجر می‌باشد. همچنین تهیه اطلاعات پایه‌ای از منابع آب و ذخیره گاه‌های آبی، مانند عمق آب و حجم آب ذخیره شده، یکی از نیازهای اساسی جهت مدیریت بهینه آب و تهیه الگوی بهینه مصرف آب بخصوص در بحث پدافند غیر عامل می‌باشد همچنین تهیه نقشه این منطقه تالابی جهت درک مناسب مناطق مورد استفاده پرندگان بسیار دارای اهمیت است (Rahdari et al., 2009b).

امروزه با پیشرفت فن‌آوری، استفاده داده‌های ماهواره به دلیل ویژگی‌های خاص خود و امکان بکارگیری سخت‌افزارها و نرم‌افزارها و کم‌هزینه و سریع‌تر بودن تجزیه و تحلیل باعث شده که به این منظور با استقبال خاصی روبه رو شود. روش بکار گرفته شده برای طبقه بندی از دیگر عوامل مهم و تأثیرگذار در دقت طبقه بندی می‌باشد. طرح طبقه بندی هیبرید به کاربر امکان استفاده از روش‌های

جدول ۴- ماتریس خطای محاسبه شده برای نقشه دریاچه چاهنیمه و اراضی مجاور آن

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	دقت کاربر	خطای کمسیون	
۱	۸۷۵	۳۱	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۹۰۶	-۰/۹۷	-۰/۰۳
۲	۸۱	۱۵۶۳	۳۱	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۱۶۷۵	-۰/۹۳	-۰/۰۷
۳	۱۲	۶۶	۱۵۶۴	۱۱۳	۱۵	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۱۷۷۰	-۰/۸۸	-۰/۱۲
۴	.	.	۱۸	۱۴۰۵	۶۲	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۱۴۷۵	-۰/۹۵	-۰/۰۵
۵	.	.	۱۳	۲	۱۰۰۵	۶۱	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۱۰۸۱	-۰/۹۳	-۰/۰۷
۶	.	.	.	.	.	۱۲۱۳	۲۹	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۱۲۸۲	-۰/۸۸	-۰/۱۲
۷	.	.	.	.	۳۹	۱۲۲	۲۴۰۲	۱۳۷	.	.	.	.	.	.	.	.	۲۷۱۰	-۰/۸۹	-۰/۱۱
۸	.	.	.	.	.	.	۳۰۲	۱۴۵۷	۲۴۴	۲۵	.	.	.	.	.	.	۲۰۲۸	-۰/۷۲	-۰/۲۸
۹	.	.	.	.	.	۱۵	.	۱۹	۱۴۴۷	۹۴	۱	.	.	.	.	.	۱۶۳۶	-۰/۸۸	-۰/۱۲
۱۰	.	.	.	.	.	.	.	۲۶	۶۳	۹۹۲	۷۹	۶۴	۲۵	.	.	.	۱۲۷۰	-۰/۷۸	-۰/۲۲
۱۱	.	.	.	.	.	.	.	.	۹۴	۱۳۹۳	۱۳۹۳	۲۸۸	۱۰۱	.	.	.	۱۷۷۶	-۰/۷۳	-۰/۲۷
۱۲	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۱۵۰	۲۱۳۱	۲۰۲	۲۰۲	.	.	.	۲۴۸۳	-۰/۸۶	-۰/۱۴
۱۳	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۵۱	۹۹	۱۵۸۴	۱۵۸۴	.	.	.	۱۷۳۴	-۰/۹۱	-۰/۰۹
۱۴	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۲۷۳۱	۲۶	۲۸	۲۷۸۵	-۰/۹۸	-۰/۰۲	
۱۵	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۷۲	۶۴۲۸	۳۶۶	۶۸۷۴	-۰/۹۴	-۰/۰۶	
۱۶	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۴	۱۱۱	۱۱۶۲۴	۱۱۷۵۷	-۰/۹۹	-۰/۰۱	
کل پیکسلها	۹۶۸	۱۶۶۰	۱۶۲۶	۱۵۲۰	۱۱۲۱	۱۴۱۱	۲۸۴۴	۱۷۳۸	۱۷۵۴	۱۲۰۶	۱۵۷۴	۲۵۸۲	۱۹۳۲	۲۸۰۷	۶۵۷۵	۴۳۵۲	۴۳۵۲		
دقت تولید کننده	-۰/۹۰	-۰/۹۴	-۰/۹۶	-۰/۹۲	-۰/۹۰	-۰/۸۶	-۰/۸۴	-۰/۸۴	-۰/۸۲	-۰/۸۲	-۰/۸۲	-۰/۸۳	-۰/۸۲	-۰/۸۷	-۰/۹۸	-۰/۹۷	۳۹۷۲۵	پیکسل‌های صحیح	
خطای اومسیون	-۰/۱۰	-۰/۰۶	-۰/۰۴	-۰/۰۸	-۰/۱۰	-۰/۱۴	-۰/۱۶	-۰/۱۶	-۰/۱۸	-۰/۱۸	-۰/۱۸	-۰/۱۷	-۰/۱۸	-۰/۱۳	-۰/۱۲	-۰/۱۳			
صحت کلی	صحت کلی بدون در نظر گرفتن طبقات ۱۴ تا ۱۶																-۰/۸۶		
ضریب کارآ	ضریب کارآ بدون در نظر گرفتن طبقات ۱۴ تا ۱۶																-۰/۸۵		

## ۵- تشکر

به این وسیله از زحمات کارکنان اداره محیط زیست شهرستان زابل که در اجرای این تحقیق و بخصوص در هنگام نمونه برداری با ما همکاری داشته‌اند، نهایت تشکر را داریم.

## پی نوشت‌ها

- 1-Unsuperwised classification
- 2-Superwised Classification
- 3-Hybric classification
- 4-Anderson
- 5-Normalized Difference Water Index
- 6-Modified Normalised Difference Water Index
- 7-Normalized Difference Moisture Index
- 8-Water Ratio Index
- 9-Automated Water Extraction Index
- 10- Overall Accuracy
- 11-Kappa Coefficient
- 12-Producer's accuracy User's accuracy
- 13- Commission error
- 14- Ommission error
- 15- Overall Accuracy
- 16- Producer's accuracy
- 17- User's accuracy
- 18-Fast Line-ofsight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercubes
- 19Clustering
- 20-lable
- 21- Maxilike
- 22-False Composite Coller

## ۵- مراجع

- Al-doski J, Shattri M, Zulhaidi H (2013) Image classification in remote sensing. *Journal of Environment and Earth Science* 3(10):141-147
- Darvish Sefat A (1999) Thematic GIS data based maps accuracy assessment. 5th Geographic Information System conference, Iran, Tehran
- Ebrahimi Kia M, Saadat Seresht M, Firouz B (2009) Evaluation of bathymetry methods using satellite data. *Geomatic conference, Iran, Tehran*
- Feyisa GL, Meilby H, Fensholt R, Proud SR (2014) Automated water extraction index: A new technique for surface water mapping using Landsat imagery. *Remote Sens Environ* 140:23-35
- Kantakumar LN, Neelamsetti P (2015) Multi-temporal land use classification using hybrid approach. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences* 18:289-295

بررسی شکل ۳، نشان می دهد پوشش گیاهی در حاشیه دریاچه دارای بیشترین پراکنش می باشد. این پوشش برای حمایت از پرندگان زیستا در دریاچه دارای اهمیت زیادی می باشد. همچنین با توجه به وزش بادهای شدید در منطقه سیستان که اغلب به همراه برداشت ماسه بادی و به صورت طوفانهای گرد و خاک می باشند یکی دیگر از کارکردهای مهم پوشش طبیعی مجاور دریاچه تثبیت ماسه بادی می باشد که نقش قابل توجهی در جلوگیری از پر شدن دریاچه با ماسه بادی دارند (Rahdari et al., 2009).

با توجه به اینکه در آب های کدر امکان ورود امواج به نواحی عمیق تر آب محدود می شود (Feyisa et al., 2014) در این مطالعه تصویر برای زمانی انتخاب شد که ورودی آب به دریاچه وجود نداشته و آب از بیشترین شفافیت برخوردار باشد. با این وجود کاهش دقت تهیه نقشه قسمت های عمیق تر دریاچه نشان دهنده محدودیت های مطالعه با این روش می باشد. اما امکان تکرار تصاویر در دوره زمانی کوتاه، پایش تغییرات منابع آبی و همچنین حجم رسوب گذاری، سهل بودن و رایگان بودن دریافت بسیاری از تصاویر ماهواره ای چند طیفی انجام مطالعات با این روش را مقرون به صرفه می سازد. ضمن اینکه سنجنده OLI که هم دارای سن کمی بوده و هم قدرت تفکیک رادیومتریک بالایی می باشد در انجام این مطالعات قابلیت های بالایی دارد. این در حالی است که تهیه نقشه عمق با استفاده از اکوساندر و داده های رادار با قدرت تفکیک ارتفاعی مناسب، هزینه بر می باشد (Feyisa et al., 2014).

همچنین با داشتن اطلاعات اولیه از خصوصیات آب دریاچه هایی که امکان دسترسی به آنها وجود ندارد و با کالیبره کردن مدل های تهیه شده از مدل های تهیه شده در موارد مشابه، امکان برآورد سطح و حجم آب آنها فراهم می گردد. (Xu et al. (2010) در مطالعه خود به منظور بررسی تغییرات آب تالاب به این مسئله اشاره کرده اند.

در این مطالعه اعماق بیش از ۱۶ متر دارای کمترین دقت تولید کننده بین ۰/۸۳ تا ۰/۸۲ و بیشترین خطای اومسیون بین ۰/۱۷ تا ۰/۱۸ می باشند. میزان خطای اومسیون از عمق ۱۴ متر افزایش یافته و به ۰/۲۸ با دقت کاربر ۰/۷۲ می باشد. خطای اومسیون به طور نسبی در اعماق بیش از ۱۴ متر افزایش یافته است.

- Purkis SJ, Klemas VV (2011) *Remote Sensing and Global Environmental Change*. John Wiley & Sons
- Rahdari V (2006) Land use/cover change detection in mouteh wildlife refuge using RS and GIS. MS Thesis, Isfahan University of Technology
- Rahdari V, Maleki S, Afsari K, Abtin E, Piri H, Fakhireh A (2011) Investigation on satellite data and Geographic Information System capability for ecological sources mapping (Case study: Hamoun wetland wild life sanctuary). *Iranian Journal of Remote Sensing & GIS* 3(2):59-70
- Rahdari V, Maleki S, Abtin E (2013) Investigation on satellite data capability for wetland region zoning (case study: Hamoun wildlife refuge). *Journal of Wetland Ecobiology* 5(4):67-78
- Rahdari V, Maleki S, Fakhireh A, Rahdari M (2009a) land use land cover change detection in Chah Nimeh water reservoir using satellite data and GIS techniques. First National Conference on Improving the Pattern of Consumption of Natural Resources, Agriculture and Veterinary Medicine, Zabol, Iran
- Rahdari V, Maleki S, Rahnama M (2009b) Comparison of satellite image classification methods (supervised and unsupervised) for preparing land use and land cover map(case study: mouteh wildlife sancury). Geometric Conference, Tehran, Iran
- Rouse JW, Haas RH, Schell JA, Deering DW (1973) Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS (Earth Resources Technology Satellite). In *Proceedings of Third Earth Resources Technology Satellite Symposium*, Greenbelt, ON, Canada 351:309–317
- Shen L, Li C (2010) Water body extraction from Landsat ETM+ imagery using Adaboost Algorithm. In *Proceedings of 18th International Conference on Geo informatics*: 1–4
- Wilson EH, Sader SA (2002) Detection of forest harvest type using multiple dates of Landsat TM imagery. *Remote Sens, Environ* 80:385–396
- Xu H (2006) Modification of normalized difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery. *Int. J. Remote Sens* 27:3025–3033
- Xu YB, Lai XJ, Zhou CG (2010) Water surface change detection and analysis of bottomland submersion-emersion of wetlands in Poyang Lake reserve using ENVISAT ASAR data. *China Environ* 30:57–66
- Kamusoko C, Aniya M (2006) Land use/cover change and landscape fragmentation analysis in the Bindura district Zimbabwe. *Land Degradation & Development* 5:1431-1439
- Karimian A, Jafarzadeh N, Afkhami M (2006) Using remote sensing for water reservoir monitoring. First National Conference on Operations in the Water and Westwater Sector.
- Kianejad S, Mojaradi B (2009) using different spectral indices in order to temporary wetland management. The First National Conference on Combating Desertification and Sustainable Development of Desert Wetland, Arak, Iran
- Komeil Rokni K, Ahmad A, Selamat A, Hazini S (2014) Water feature extraction and change detection using multi temporal Landsat imagery. *Remote Sens* 6:4173-4189
- Lu S, Wu B, Yan N, Wang H (2011) Water body mapping method with HJ-1A/B satellite imagery. *Int. J. Appl. Earth Obs, Geoinf* 13:428–434
- Malmir M, Kheirkhah Z, Monavari SM, Jozi SA, Sharifi S (2015) Urban development change detection based on multi-temporal satellite images as a fast tracking approach-a case study of Ahwaz County. Southwestern Iran, *Environ Monit Assess* 187(3):187-190
- Masoud AA, Koike K (2006) Arid land salinization detected by remotely-sensed land cover changes: A case study in the Siwa region. NW Egypt, *Arid Environment* 66:151-167
- McFeeters SK (1996) The use of the normalized difference water index (NDWI) in the delineation of open water features. *International Journal of Remote Sens* 17:1425–1432
- Poursanidis D, Chrysoulakis N, Mitraka Z (2015) Landsat 8 vs. Landsat 5: A comparison based on urban and peri-urban cover mapping. *International Journal of Applied Earth Observation and Geo information* 35:259-269
- Misra R, Balaji R (2015) A study on the shoreline changes and Land-use/ land-cover along the South Gujarat coastline. *Procedia Engineering* 116:381–389
- Peña MA, Brenning A (2015) Assessing fruit-tree crop classification from Landsat-8 time series for the Maipo Valley, Chile. *Remote Sensing of Environment* 171:234–244