

بررسی ارتباط متغیرهای اقلیمی و سطح آبدار تالاب جازموریان با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره‌ای

محمد باقر رهنما^{۱*}، فرزانه قادری نسب^۲

۱. دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان و نویسنده مسئول

۲. دانشجوی دکتری سازه‌های آبی، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

چکیده:

بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آبی، مدیریت نامناسب آب، خشکسالی و افزایش تقاضا، تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر وضعیت تالاب فصلی جازموریان داشته است. همزمان با کاهش سطح آبدار تالاب، سطح مرطوب آن خشک و پوشش گیاهی مشرف به تالاب ضعیف و در نهایت خاک تالاب مستعد تولید ریزگرد می‌شود. بررسی وضعیت کمی سطوح آبدار تالاب در گذشته و ارتباط آن با متغیرهای اقلیمی در احیا و نگهداری تالاب نقشی مهمی دارد. در این مطالعه سطح آبدار تالاب فصلی جازموریان طی سال‌های ۱۳۶۵ الی ۱۳۹۶ با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای سری لندست (سنجنده‌های TM، MSS، ETM+ و OLI) مورد بررسی قرار گرفت. پس از انجام پردازش‌های لازم بر روی تصاویر ماهواره‌ای، سطح آبدار تالاب استخراج شد. نتایج مطالعه نشان داد که تالاب جازموریان فصلی است که معمولاً از اواسط زمستان تا اوایل بهار آبیگری می‌شود و در اواخر بهار تا اوایل تابستان به طور کامل خشک می‌شود. با بررسی سطوح آبدار در ماه‌های مختلف طی دوره مورد بررسی، مشخص شد که تالاب طی فصل زمستان بهترین وضعیت خود را از لحاظ آبیگری تجربه کرده است. نتایج مطالعه طی دوره مورد بررسی نشان داد که بارش متوسط اطراف تالاب نسبت به دبی به تالاب از سمت رودخانه‌های هلیل و بمپور تاثیر بیشتری در آبیگری تالاب داشته است. همچنین جریان‌های سیلابی قابل توجه در رودخانه‌های هلیل و بمپور نیز سبب آبیگری تالاب شده‌اند. علاوه بر این در دوره مورد بررسی بر اساس ۶۲ سری داده مشاهداتی (۴۶ سری داده جهت پیش‌بینی رابطه و ۱۶ سری داده جهت صحت‌سنجی رابطه) و با به کارگیری نرم‌افزار SPSS، یک رابطه چند جمله‌ای نمایی بر حسب متغیرهای فوق‌الذکر برای پیش‌بینی سطح آبدار ارائه شد که می‌توان در برنامه‌ریزی مدیریت و احیای تالاب از آن بهره جست.

واژگان کلیدی: تالاب فصلی جازموریان، آبیگری تالاب، تصاویر سری لندست Landsat

مقدمه

خشکسالی، افزایش تقاضا، بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آبی و تغییرات کاربری اراضی تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر میزان آبیگری دریاچه‌های دائمی و فصلی و کاهش قابل ملاحظه سطح تالاب‌ها داشته است (Ma et al, 2011) و (Ma et al, 2014). وضعیت آبیگری تالاب تاثیر مستقیمی در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و به تبع جامعه گیاهی اطراف آن دارد (Ma et al, 2017). با کاهش میزان آبیگری دریاچه‌ها، بخشی از سطوح آبی خشک شده و سطوحی که توسط پوشش گیاهی تثبیت شده بودند به طور قابل توجهی به بادبرگی حساس شده و منجر به بیابان‌زایی و افزایش وقوع ریزگرد می‌شوند (Baddock, 2009).

تالاب جازموریان در جنوب شرق ایران نیز از این امر مستثنی نبوده است. احداث سد برسرخاچه‌های تعدیه کننده تالاب (سد مخزنی جیرفت بر روی رودخانه هلیل و سد انحرافی بمپور بر روی رودخانه بمپور)، افزایش برداشت آب‌های زیرزمینی در آبخوان‌های مشرف به تالاب، چرای بیش از حد دام‌ها و عدم وجود چارچوب مدیریتی مناسب سبب شده طی دهه گذشته نه تنها کارکردهای زیست محیطی تالاب از بین رود، بلکه با توجه به بافت خاک و رسوبات ریزدانه به عنوان یکی از کانون‌های تولید ریزگرد جنوب شرق کشور معرفی شود. بدیهی است قبل از انجام هر فرایندی برای احیای تالاب و حذف ریزگردها، بررسی تقویم زمانی وضعیت آبدار بودن تالاب و رابطه آن با متغیرهای اقلیمی امری اجتناب ناپذیر می‌باشد. مطالعات متعددی در خصوص عوامل اثر گذار بر نوسانات پهنه‌های آبی صورت پذیرفته است که می‌توان به مطالعات (Karim Masocha et al. 2019، Zou et al. 2017، Song et al. 2018، Martins et al. 2019 و سمیعی و همکاران، ۱۳۹۶) اشاره کرد. حسن زاده و همکاران فاکتورهای عمده در کاهش ارتفاع آب دریاچه ارومیه را توسط مدل دینامیک سیستم تعیین کردند. نتایج نشان داد فاکتورهای پیشنهادی علاوه بر تغییرات جریان وردی به علت تغییر اقلیم، استفاده مازاد از منابع آب ۶۵ درصد، احداث سد ۲۵ درصد و کاهش بارندگی ۱۰ درصد سطح در کاهش آب دریاچه موثر است (Hassanzadeh et

al., 2011) تصاویر ماهواره های و سنجش از دور نقشی مهم در بررسی، پایش دینامیکی و برنامه‌ریزی منابع آبهای سطحی ایفا می‌کنند (Sun et al., 2012).

یکی از روش‌های مطالعه و شناسایی پهنه‌های آبی، سنجش از دور می‌باشد که علاوه بر صرفه‌جویی در وقت و هزینه، انجام مطالعه در مکان‌های صعب العبور و باتلاقی را فراهم می‌کند. از جمله پرکاربردترین روش‌های سنجش از دوری جهت شناسایی پهنه‌های آبی، روش‌های مبتنی بر شاخص‌های طیفی هستند که با بکارگیری باندهای جذبی آب در طول موج های مختلف الکترومغناطیس به شناسایی سطح آب می‌پردازند (Du et al., 2012). نسبت انعکاس برای یک پدیده در طول موج‌های مختلف متفاوت است. علاوه بر این پدیده‌های متفاوت در یک طول موج مشخص نیز انعکاس متفاوتی دارند (Gautam et al., 2015). در سنجش از دور شاخص‌هایی که با ترکیب چند باند مختلف و استفاده از تضاد در محدوده طیفی این باندها باعث ارتقا سیگنال‌های دریافت شده، شناسایی بهتر پدیده‌ها و خارج شدن نویز از قسمت‌های مختلف طول موج می‌شود (Campos et al., 2012). شاخص‌های متعددی برای استخراج سطوح آبدار توسط محققان ارائه شده است که به عنوان مثال می‌توان به شاخص‌های NDWI (McFeeters, 1996)، MNDWI (Xu, 2006)، WRI (Fang-fang et al., 2002)، NDMI (Wilson and sader, 2002) اشاره کرد. شاخص NDWI در مطالعات محققان زیادی از جمله Ji et al. (2009)، al. (2016)، Fisher et al. (2017)، Sarp et al, 2019، Dai et al, 2019، Wang et al, 2019، Campos et al, 2012، Watson et al, 2018، جهت استخراج سطوح آبدار مورد استفاده قرار گرفته است.

این مطالعه با هدف تهیه تقویم زمانی از آبیگری تالاب جازموریان، بررسی روند تغییرات آبیگری تالاب با پارامترهای بارندگی، تبخیر، دبی ورودی به تالاب و تعیین میزان اهمیت عوامل تأثیرگذار بر نوسانات سطوح خشک و مرطوب تالاب انجام شده است. همچنین یک رابطه جهت

2. Normalized Difference Water Index

3. Modification of normalized difference water index

4. Water Ratio Index

5. Normalized Difference Moisture Index

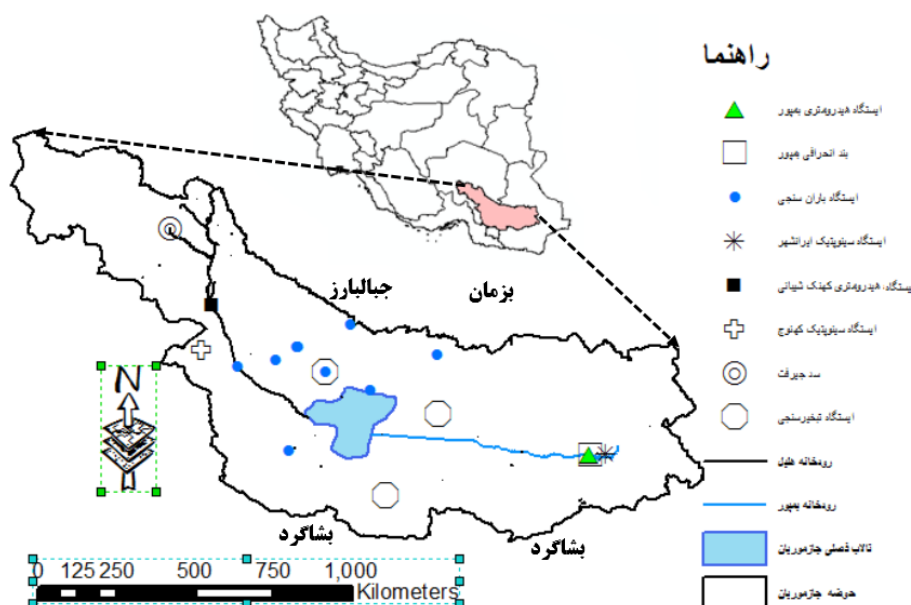
پیش‌بینی سطح آبدار تالاب بر اساس متغیرهای نامبرده ارائه شده است که می‌توان در حفظ و مدیریت احیای تالاب از آن بهره برد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

حوضه آبریز هامون-جازموریان با وسعتی حدود ۶۹۳۹۰ کیلومترمربع بخشی از حوضه مسدود میانی در جنوب شرقی ایران به شمار می‌آید که در مختصات جغرافیایی ۵۱°-۵۶° تا ۲۳°-۶۱° طول شرقی و ۲۸°-۲۶° تا ۳۰°-۲۹° عرض شمالی واقع شده است. در بخش مرکزی این حوضه و در حد فاصل استان‌های کرمان و سیستان و بلوچستان در موقعیت جغرافیایی ۳۹° ۵۸' تا ۱۴° ۵۹' شرقی و ۱۰° ۲۷' تا ۳۸° ۲۷' شمالی تالاب‌های جزموریان قرار دارد (اداره کل حفاظت محیط زیست استان سیستان و بلوچستان، ۱۳۹۳). جزموریان فرورفتگی وسیعی در جنوب شرقی ایران، واقع در ارتفاع بین ۵۰۰-۳۶۰ متر از سطح دریا است. این فرورفتگی از هر طرف توسط رشته

کوه‌هایی احاطه شده که ارتفاع آنها به ۳۰۰۰-۱۰۰۰ متر از سطح دریا می‌رسد. رشته کوه‌های آتشفشانی در شمال شرق (جبال بارز)، جازموریان را از کویر لوت جدا می‌کند. میزان بارندگی سالانه در ارتفاعات شمال غربی بیش از ۲۰۰ میلی‌متر، در بخش شرقی آن بلافاصله در شرق ایران‌شهر بیشتر از ۱۵۰ میلی‌متر و میزان بارندگی در جنوب غربی کمتر از یکصد میلی‌متر در سال می‌باشد (محمدی، ۱۳۸۹). این تالاب از جانب شرق به وسیله رود بمپور و از سمت غرب توسط هلیل‌رود تغذیه می‌گردد. در شکل (۱) موقعیت مکانی حوضه آبریز جازموریان و تالاب فصلی جازموریان در کشور و در استان‌های کرمان و سیستان و بلوچستان نشان داده شده است. همچنین موقعیت سد جیرفت، بند انحرافی بمپور، ایستگاه هیدرومتری کهنک شیبانی (نزدیکترین ایستگاه هیدرومتری به تالاب از سمت غرب) و ایستگاه هیدرومتری بمپور (نزدیکترین ایستگاه هیدرومتری به تالاب از سمت شرق) نشان داده شده است.



شکل ۱- موقعیت حوضه آبریز جازموریان در کشور، موقعیت تالاب فصلی جازموریان در حوضه آبریز، موقعیت ایستگاه‌های باران‌سنجی، تبخیر سنجی و هیدرومتری مورد استفاده در مطالعه

داده های مورد استفاده

داده های مورد استفاده در این مطالعه شامل داده های هواشناسی، داده های هیدرولوژی و داده های تصاویر ماهواره ای می باشند که در ذیل معرفی می گردند.

داده های هواشناسی و هیدرولوژی مورد

استفاده

در این مطالعه از داده های ایستگاه های تبخیر سنجی اطراف تالاب (۳ ایستگاه)، ایستگاه های باران سنجی اطراف تالاب (۹ ایستگاه) و ۲ ایستگاه هیدرومتری به شرح جدول (۱)

استفاده شده است. موقعیت این ایستگاه ها نسبت به تالاب در شکل (۱) نشان داده شده است. همچنین جهت بررسی اثر جریان های ورودی به تالاب از سمت رودخانه های هلیل و بمپور، دبی به ترتیب در ایستگاه هیدرومتری کهنک شیبانی و بمپور مورد استفاده قرار گرفت. قابل ذکر است که ایستگاه های فوق الذکر نزدیکترین ایستگاه ها به تالاب می باشند که به ترتیب ۲۰۰ و ۱۵۰ کیلومتر با تالاب فاصله دارند.

جدول ۱- مشخصات ایستگاه های تبخیر سنجی، باران سنجی و هیدرومتری مورد استفاده در مطالعه

x	y	نام ایستگاه	توضیح
60.6	27.2	پایاب سد بمپور	هیدرومتری
57.8	28.3	کهنک شیبانی	هیدرومتری
27.2	58.3	کلات ملک	تبخیرسنجی
59.5	27.5	گلمورتی	تبخیرسنجی
59.1	26.9	اسفند	تبخیرسنجی
58.6	27.8	محمدد آباد زهکلوت	باران سنجی
58.4	28	نمداد کوهستان	باران سنجی
58	27.8	گنج آباد سرخ قلعه	باران سنجی
58.4	28	نمزداد	باران سنجی
58.2	27.9	شاه آباد سابق	باران سنجی
58.3	27.2	کلات ملک	باران سنجی
58.8	28.2	کنت آباد	باران سنجی
59.4	27.9	هودیان	باران سنجی
58.9	27.7	چاه کیچی	باران سنجی

تصحیح رادیومتریکی به روش کاهش تیرگی پدیده^۱ و تصحیح اتمسفری به روش سریع^۲ در محیط نرم افزار ENVI5.3 انجام شد. همچنین عملیات اصلاح خطاهای ناشی از نقص سامانه تصحیح گر خط پویس^۳ ماهواره لندست ۷ که مسئول ایجاد تعادل و تصحیح در جهت حرکت این ماهواره است بر روی تصاویر سال های ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۵ با استفاده از افزونه Landsat Gapfill انجام شد.

شاخص مورد استفاده جهت استخراج خطوط

مرزی تالاب

1. Dark Object Subtraction
2. quick
3. Scan Line Corrector

داده های ماهواره ای

به منظور تهیه تقویم زمانی از سطوح آبدار تالاب، کلیه تصاویر موجود سری لندست (سنجنده های TM، MSS، ETM+ و OLI) مربوط به تالاب در موقعیت pass=۱۵۸، row=۱۴۱ طی سال های ۱۳۵۱ تا ۱۳۹۶ مورد بررسی قرار گرفت.

پیش پردازش داده های ماهواره ای

در این مطالعه کلیه تصاویر مورد استفاده از نوع انعکاس سطحی بوده و از وبسایت سازمان زمین شناسی آمریکا با سطح یک پردازشی دانلود شده اند. عملیات پردازش هندسی، رادیومتریکی و هندسی بر روی تصاویر انجام شد.

تاریخ‌های ۱۳۹۵/۱۲/۱۹، ۱۳۹۶/۱/۲۱ و ۶ اردیبهشت ۱۳۹۷ از منطقه مورد مطالعه بازدید میدانی به عمل آمد و در چندین نقطه UTM مرز تالاب برداشت شد. شکل (۲) تصاویر مربوط به بازدید میدانی تاریخ ۱۳۹۶/۱/۲۱ از تالاب فصلی جازموریان را نشان می‌دهد. پس از پردازش تصاویر و پیاده‌سازی شاخص حدود ارائه شده با سعی و خطا به گونه‌ای تغییر داده شد که مرز آبی ارائه شده با نقاط مشاهده شده در بازدید میدانی منطبق شود. قابل ذکر است برای ماهواره سری Landsat7 و ماهواره‌های قبل از آن به دلیل عدم دسترسی به نمونه‌های تعلیمی مناسب از سطح خشک و مرطوب تالاب در هر سال، از روش تفسیر بصری با استفاده از تصاویر کاذب رنگی مختلف برای ارزیابی صحت تفکیک سطوح خشک و مرطوب تالاب جازموریان استفاده شد.

در این مطالعه جهت استخراج سطوح آبدار از شاخص NDWI استفاده شده است. این شاخص که از ترکیب باند مادون قرمز نزدیک و باند سبز بر اساس رابطه (۱) استخراج می‌شود (McFeeters 1996). در این شاخص مقادیر مثبت نشان دهنده آب و مقادیر منفی سطوح غیر آب می‌باشند

$$NDWI = \frac{\text{green-NIR}}{\text{green-NIR}} \quad (1)$$

جی و همکاران (Ji et al, 2009) پیشنهاد کردند که با استفاده از حد آستانه مناسب، می‌توان از این شاخص برای استخراج سطوح آبدار استفاده کرد. همچنین می‌توان برای تفکیک سطوح آبی از سایر سطوح از تفسیر بصری بر اساس شاخص NDWI استفاده کرد (Gardelle و همکاران، 2011، Rokni و همکاران، 2014).

به منظور استخراج حد آستانه مناسب برای شاخص NDWI و برداشت مختصات مرز آبی تالاب و همچنین نمونه‌برداری از موقعیت سطوح آبی و سطوح غیر آبی در



شکل ۲- تصاویر مربوط به بازدید میدانی تاریخ ۱۳۹۶/۱/۲۱ از تالاب فصلی جازموریان الف: تعدادی از نقاط مشخص شده به عنوان مرز آب و خشکی، ب: وضعیت سطوح آبدار تالاب در قسمت‌های کم عمق آن

$$P^{a_8} + a_9(TS_1)^{a_{10}} \quad (2)$$

که در این معادله S سطح آبدار تالاب در ماه مورد بررسی (km^2) ، S_1 سطح آبدار تالاب در ماه قبل (km^2) ، Q_b دبی متوسط ماهانه در ایستگاه هیدرومتری پایین دست سد بمپور (m^3/s) ، Q_k دبی متوسط ماهانه در ایستگاه هیدرومتری کهنک شیبانی (m^3/s) ، P جمع بارش ماهانه اطراف تالاب T تبخیر پتانسیل ماهانه اطراف تالاب (mm) می‌باشند. در این معادله ضرایب a_1 تا a_{10} توسط نرم افزار ارائه خواهند شد. همچنین مقادیر S و S_1 با استفاده از

بررسی ارتباط سطح آبدار تالاب با متغیرهای

اقلیمی

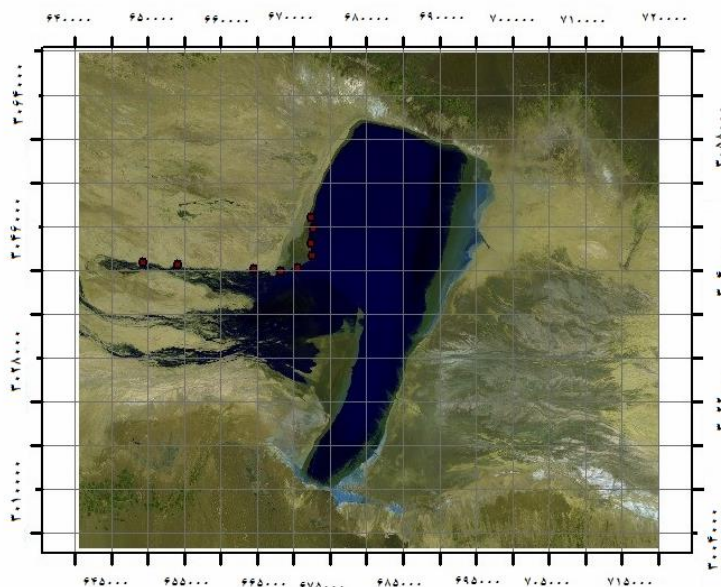
در این مطالعه، رابطه پیش‌بینی "سطح آبدار تالاب" بر حسب متغیرهای "دبی پایین دست بند انحرافی بمپور"، "دبی در ایستگاه هیدرومتری کهنک شیبانی"، "میانگین بارش ایستگاه‌های اطراف تالاب" و "میانگین تبخیر پتانسیل در ایستگاه‌های نزدیک تالاب" با استفاده از نرم افزار SPSS ارائه شد. رابطه پیشنهادی مطابق رابطه (۲) می‌باشد.

بحث نتایج

استخراج حد آستانه و محاسبه سطح آبدار تالاب

همانگونه که قبلا ذکر شد حد آستانه شاخص NDWI به گونه‌ای تغییر داده شده که مرز آب با نقاطی که در بازدید میدانی به عنوان مرز خشکی و آب مشاهده شده بودند منطبق باشد. شاخص NDWI در این مطالعه برابر $0.086 -$ استخراج شد. شکل (۳) تصویر پردازش شده مربوطه به محدوده مورد مطالعه، اخذ شده از ماهواره لندست، سنجه OLI تاریخ ۱۳۹۶/۱/۲۱ را با ترکیب رنگ کاذب نشان می‌دهد.

پردازش تصاویر ماهواره‌ای به دست خواهد آمد. قابل ذکر است که معادلات چند جمله‌ای درجه یک، درجه ۲ و همچنین انواع معادلات غیر خطی نیز بررسی شدند که مشخص شد رابطه چند جمله‌ای نمایی مطابق رابطه (۲) ضریب همبستگی بالاتری نشان می‌دهد. نکته قابل توجه در معادله بالا عبارت (TS₁) است که از ضرب کردن سطح آبدار ماه قبل (S₁) در تبخیر ماهانه (T) حاصل می‌شود. این کار بدین دلیل صورت گرفته است که تبخیر و تعرق پتانسیل در تالاب بسیار بالاست و از طرفی این مقدار تبخیر فقط روی سطح آبدار تالاب به وقوع می‌پیوندد (اگر بخشی از تالاب آب داشته باشد، تبخیر تنها در همان بخش رخ می‌دهد).



شکل ۳- تصویر پردازش شده ۱۳۹۶/۱/۲۱ مربوط به تالاب فصلی جازموریان

اوایل بهار آبیگری می‌شود. در این دوره بیشترین تکرار آبدار بودن تالاب اسفند می‌باشد. به عبارت دیگر، مطابق تقویم زمانی آبدار بودن تالاب، فصل زمستان را می‌توان بهترین دوره در خصوص وضعیت تالاب تلقی کرد.

تقویم آبیگری تالاب در سنوات گذشته

در جدول (۲) تعداد تکرار آبدار بودن تالاب در ماه‌های مختلف، طی سال‌های ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۶ نشان داده شده است. همانطور که از ارقام جدول (۲) مشخص است تالاب جازموریان، تالابی فصلی است که معمولا در زمستان و

جدول ۲- نتیجه پردازش تصاویر طی سال‌های ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۶ در خصوص وضعیت آبدار بودن تالاب در ماه‌های مختلف

ماه	تعداد تکرار آبدار بودن	ماه	تعداد تکرار آبدار بودن
فرودین	۱۱	مهر	۱
اردیبهشت	۸	آبان	۱
خرداد	۵	آذر	۳
تیر	۳	دی	۱۰
مرداد	۲	بهمن	۱۱
شهریور	۲	اسفند	۱۶

می‌شود این است که نوسانات سطح آبدار تالاب روند خاصی نداشته و با بارش اطراف تالاب همخوانی بیشتری دارند. که با نتایج مطالعات هاشمی تنگستانی و همکاران (۱۳۹۲) همخوانی دارد. نکته مهم دیگر این است که در زمان‌هایی که دبی در ایستگاه‌های هیدرومتری به صورت قابل توجهی افزایش پیدا کرده است، تالاب نیز آبدار شده است. به عبارت دیگر جریان‌های سیلابی قابل توجه شانس رسیدن به تالاب را پیدا می‌کنند.

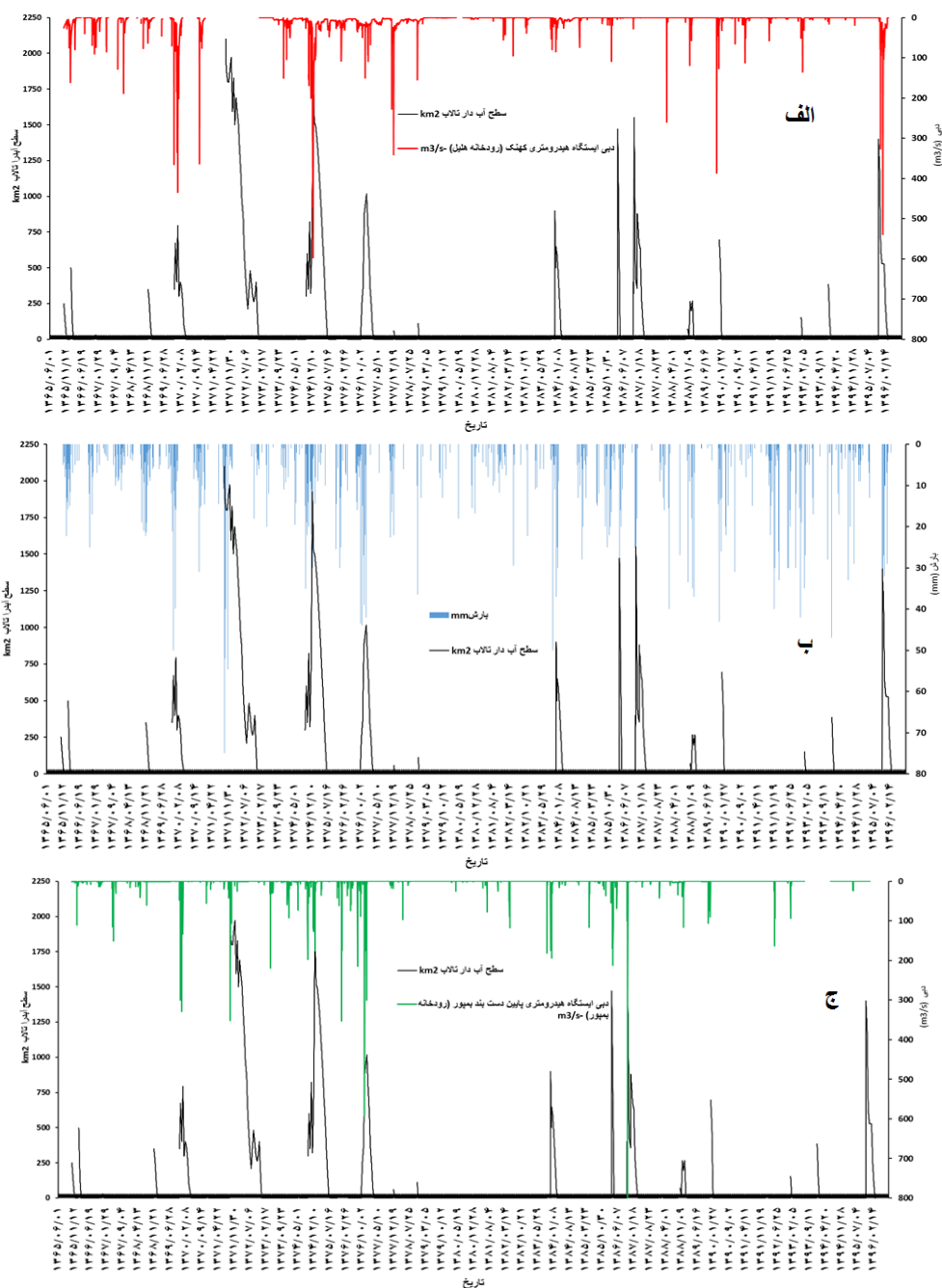
نوسانات سطح آبدار تالاب با دبی‌های زیاد همبستگی مثبت دارد. گرچه فاصله ایستگاه هیدرومتری کهنک شیبانی تا تالاب جازموریان زیاد می‌باشد (نزدیک به ۱۵۰ کیلومتر)، اما با توجه به محدودیت وجود ایستگاه هیدرومتری در حوضه آبریز، نزدیکترین ایستگاه اندازه‌گیری دبی به تالاب می‌باشد. آب‌های سطحی رودخانه‌های موجود در سطح حوضه تا رسیدن به تالاب چندین کیلومتر مسیر را باید در شرایط نفوذ نسبتاً زیاد به سفره‌های زیرزمینی، وجود برداشت‌های مستقیم و مصارف کنترل نشده در مسیر رودخانه و همچنین دمای بالا و تبخیر زیاد که در تابستان روزانه قریب به ۱۵ میلیمتر نیز می‌رسد پشت سر بگذارند. این در حالی است که هر چه به سمت تالاب نزدیک می‌شویم عرض رودخانه افزایش یافته و شیب بسیار کم می‌شود و سرعت حرکت جریان کند می‌شود. این افزایش عرض به گونه‌ای است که نتیجه این عوامل سبب خواهد شد آب واصله به تالاب به میزان قابل ملاحظه‌ای کمتر از آب جاری در رودخانه‌ها باشد.

بررسی ارتباط سطح آبدار تالاب با متغیرهای

بارش و دبی

در شکل (۴) تغییرات سطح آبدار تالاب نسبت به بارش اطراف تالاب و دبی در ایستگاه‌های هیدرومتری کهنک شیبانی و پایین‌دست بند انحرافی بمپور طی سال‌های ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۶ نشان داده شده است. در این شکل در قسمت (الف) ارتباط سطح آبدار تالاب با دبی در ایستگاه هیدرومتری کهنک شیبانی که بر روی رودخانه هلیل قرار دارد نشان داده شده است، که نشان دهنده جریان ورودی به تالاب از سمت غرب می‌باشد. در همین شکل در قسمت (ب) ارتباط سطح آبدار تالاب با میانگین بارش بر روی تالاب طی دوره مورد بررسی نشان داده شده است. همچنین در قسمت (ج) ارتباط سطح آبدار تالاب با دبی در ایستگاه هیدرومتری "پایین دست بند انحرافی بمپور" که بر روی رودخانه بمپور قرار دارد نشان داده شده است (دبی در این ایستگاه نشان دهنده جریان ورودی به تالاب از سمت شرق می‌باشد).

همانطور که از شکل (۴) مشخص می‌باشد تالاب جازموریان طی دوره مورد بررسی، تالابی فصلی می‌باشد که معمولاً در زمستان تا اوایل بهار آبیگری می‌شود و در اواخر بهار تا اواسط تابستان خشک می‌شود. این تالاب بهترین وضعیت آبدار بودن خود را طی سال آبی ۱۳۷۱-۱۳۷۲ تجربه کرده است. که پس از وقوع سیلاب با دوره بازگشت ۸۰۰ سال، تالاب به مدت ۱۶ ماه متوالی آبدار بوده است (دی ماه ۱۳۷۱ تا فرودین ماه ۱۳۷۳). نکته قابل توجه دیگری که از سه گراف ترسیم شده در شکل (۴) استنباط



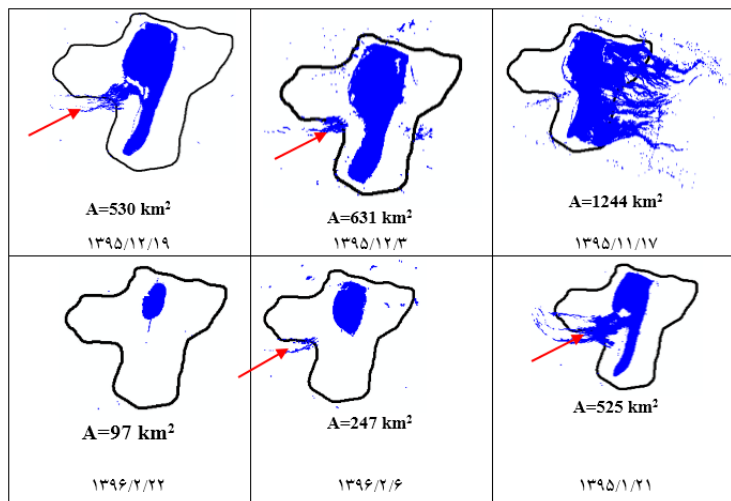
شکل ۴- بررسی ارتباط سطح آبدار تالاب با متغیرهای بارش و دبی (الف: سطح تالاب- دبی در ایستگاه هیدرومتری کهنک شبیانی ب: سطح تالاب و بارش و ج: سطح تالاب و دبی در ایستگاه هیدرومتری پایین دست بند انحرافی بهور)

تالاب صورت پذیرفته و تاثیر کمتری از سمت غرب تالاب (رودخانه هلیل) داشته است. این سطح به طور قابل ملاحظه‌ای در تاریخ ۱۳۹۵/۱۲/۳ کاهش پیدا کرده و نصف شده است. مطابق بازدیدهای میدانی مشخص شد در قسمت انتهایی حوضه، شیب بسیار ملایم می‌باشد و به واسطه تغییر تدریجی شیب نمی‌توان مرز و حدی را برای

بررسی روند آبیگری و خشک شدن تالاب

در شکل (۵) روند آبدار و خشک شدن تالاب جازموریان طی دوره بهمن ماه ۱۳۹۵ تا اردیبهشت ماه ۱۳۹۶ نشان داده شده است. همانطور که مشخص است در تاریخ ۱۳۹۵/۱۱/۱۷ آبیگری تالاب جازموریان از سمت شرق

تالاب مشخص کرد. همانطور که قبلاً ذکر شد تمامی خروجی‌های سطحی حوضه به سمت تالاب جازموریان می‌باشد.



شکل ۵- بررسی روند آبدار و خشک شدن تالاب جازموریان طی دوره بهمن ماه ۱۳۹۵ تا اردیبهشت ماه ۱۳۹۶

جدول ۳- داده های مورد استفاده جهت استخراج ضرایب رابطه پیش بینی سطح آبدار تالاب

ردیف	سال	شماره ماه	S(km2)	Qb(m3/s)	Qk(m3/s)	P(mm)	T(mm)	S1 (km2)
۱	۶۵	۱۰	۲۵۱	۰٫۷	۲۲٫۳۵	۱۱	۱۲۵	۳۰۰
۲	۶۵	۱۲	۱۰	۵٫۵۲	۱۶٫۷۱	۵	۱۹۶	۳۷
۳	۶۶	۱	۵۰۰	۲٫۲۳	۵۱٫۲۹	۷۵	۲۰۰	۱۰
۴	۶۶	۲	۱۵۰	۰٫۳۳	۱۱٫۲۲	۲۵	۴۲۳٫۳	۵۰۰
۵	۶۶	۱۱	۳۰	۱٫۴۹	۱۲٫۳۶	۱۵	۱۳۴٫۶	۶۰
۶	۶۶	۱۲	۱۰	۰٫۴۷	۳۱٫۹۹	۴	۱۸۷٫۶	۳۰
۷	۶۸	۱۰	۰	۰٫۶۶	۱٫۴۹	۱۰	۱۲۴	۰
۸	۶۸	۱۲	۲۵۰	۰٫۹۳	۱۱٫۱۳	۱۳	۱۸۲	۶۰۰
۹	۶۹	۱۰	۰	۰٫۱	۴٫۳۸	۱۰	۸۹	۰
۱۰	۶۹	۱۱	۶۷۳	۱۳٫۸۷	۴۵٫۸۷	۹۵	۱۰۲	۲۰
۱۱	۷۰	۲	۳۷۰	۰٫۱۷	۸٫۳۵	۱٫۵	۲۷۰	۵۸۵
۱۲	۷۰	۳	۱۰۳	۰٫۲۵	۰	۰	۳۶۷	۳۷۰
۱۳	۷۰	۹	۰	۰٫۰۶	۰٫۵	۲	۱۱۷٫۹	۰
۱۴	۷۰	۱۰	۰	۰٫۰۹	۳۱٫۳۵	۱۵	۸۰	۰
۱۵	۷۱	۱۰	۱۸۷۵	۲۴٫۹۱	ثبت نشده است	۱۸۰	۴۵٫۱	۰
۱۶	۷۱	۱۱	۱۹۰۰	۰٫۰۹	ثبت نشده است	۸۰	۷۹	۱۸۷۵
۱۷	۷۱	۱۲	۱۹۷۳	۰٫۵۵	ثبت نشده است	۵	۱۷۵	۱۹۰۰
۱۸	۷۲	۱	۱۸۲۷	۱٫۱۵	ثبت نشده است	۶	۲۷۳	۱۹۷۳
۱۹	۷۲	۲	۱۶۸۹	۰٫۵۹	ثبت نشده است	۰	۴۳۱	۱۸۲۷
۲۰	۷۲	۳	۱۵۹۰	۰٫۳۵	ثبت نشده است	۰	۵۲۷	۱۶۸۹
۲۱	۷۲	۴	۱۳۲۸	۰٫۵۸	ثبت نشده است	۰	۵۱۵	۱۵۹۰
۲۲	۷۲	۵	۹۶۵	۰٫۶۱۱	ثبت نشده است	۰	۴۷۳٫۱	۱۳۲۸
۲۳	۷۲	۶	۶۰۰	۰٫۳۴	ثبت نشده است	۰	۳۹۸	۹۶۵
۲۴	۷۲	۷	۳۱۶	۰٫۰۷	ثبت نشده است	۰	۳۰۹٫۵	۶۰۰

از طرفی سیلاب‌های قابل توجه سنوات گذشته، رسوبات قابل توجهی را به سمت تالاب حرکت داده اند و رسوبات ریز دانه با گذشت زمان، هم شیب و هم نفوذ پذیری کفه تالابی را کاهش داده‌اند. به عبارت دیگر حتی با بارش اندک اطراف تالاب، سطح وسیعی خیس خواهد شد و آب بر

سطح تالاب نمایان خواهد شد. بدیهی است سطح وسیع و ارتفاع کم آب و شرایط پتانسیل بالای تبخیر در منطقه شرایط خوبی برای باقی ماندن آب نمی‌گذارد.

ادامه جدول ۳- داده های مورد استفاده جهت استخراج ضرایب رابطه پیش بینی سطح آبدار تالاب

ردیف	سال	شماره ماه	S(km2)	Qb(m3/s)	Qk(m3/s)	P(mm)	T(mm)	S1 (km2)
۲۵	۷۲	۸	۳۴۶	۰٫۱	ثبت نشده است	۰	۲۱۹	۳۱۶
۲۶	۷۲	۹	۴۰۰	۰٫۱	ثبت نشده است	۰	۱۸۹٫۳	۳۴۶
۲۷	۷۲	۱۰	۲۶۲	۰٫۱	ثبت نشده است	۵	۱۶۰٫۹	۴۰۰
۲۸	۷۲	۱۱	۴۰۰	۰٫۴۴	ثبت نشده است	۲۰	۱۶۷	۲۶۲
۲۹	۷۲	۱۲	۱۷۳	۰٫۱	ثبت نشده است	۹	۲۰۷	۴۰۰
۳۰	۷۳	۱	۵۰	۰٫۹۵	ثبت نشده است	۶	۲۸۴٫۶	۱۷۳
۳۱	۷۳	۱۲	۱۰۰	۵٫۹۷	۱۲٫۵۴	۴۶	۱۰۰	۰
۳۲	۷۴	۹	۳۰۰	۱۸	۶	۷۳	۹۸	۰
۳۳	۷۴	۱۰	۶۰۰	۰٫۷۷	۳۷٫۸۳	۵۳	۶۰	۰
۳۴	۷۴	۱۲	۱۹۰۰	۰٫۷۷	۱۷۵٫۷۹	۱۸۴	۹۷٫۴	۸۲۳
۳۵	۷۵	۱	۱۵۰۰	۰٫۷۵	۹۴٫۹۴	۴۹	۱۹۴٫۲	۱۹۰۰
۳۶	۷۵	۲	۱۴۱۵	۰٫۷۶	۱۷٫۶۷	۲۰	۳۵۰٫۴	۱۵۰۰
۳۷	۷۵	۴	۸۷۰	۰٫۷۶	۱۴٫۵۶	۲	۴۱۵٫۸	۱۰۲۵
۳۸	۷۵	۵	۳۳۴	۰٫۸۸	۸٫۰۵	۳۰	۴۰۲٫۷	۸۷۰
۳۹	۷۵	۶	۱۶۳	۰٫۷۵	۳٫۸۳	۰	۳۴۹٫۳	۳۳۴
۴۰	۷۵	۱۲	۴۵۰	۱۴٫۳۸	۱۰٫۷۸	۵۰	۱۴۸٫۳	۰
۴۱	۷۶	۸	۰	۱۰٫۳۵	۲۱٫۲۶	۱۰	۱۵۵	۰
۴۲	۷۶	۹	۱۰	۷٫۴۵	۱۷٫۰۲	۱۶	۱۱۷٫۶	۰
۴۳	۷۶	۱۱	۹۵۰	۳۵٫۳۵	۲۵٫۱۷	۶۷	۱۳۷	۳۶۲
۴۴	۷۶	۱۲	۱۰۱۷	۱۶٫۴۴	۱۶٫۱۶	۵۰	۱۴۰٫۳	۹۵۰
۴۵	۷۷	۱	۷۹۳	۰٫۱۲	۳۱٫۵۶	۵	۰٫۵۲۸۵	۱۰۱۷
۴۶	۷۷	۳	۶۹	۰٫۱۴	۴٫۵	۰	۴۳۰	۲۴۱
۴۷	۷۷	۱۰	۱۵۰	۰٫۳۹	۲٫۶۱	۲۹	۱۵۶	۰
۴۸	۷۷	۱۱	۰	۳٫۹	۳۲٫۳۵	۱۵	۹۷٫۳	۵۰
۴۹	۸۳	۱۲	۶۵۰	۲۷٫۵	۲۳٫۶	۸۵	۱۲۹٫۱	۰
۵۰	۸۴	۱	۴۵۰	۰٫۰۹	۶٫۲۴	۰	۲۷۱	۶۵۰
۵۱	۸۴	۲	۸۰	۰٫۰۶	۲٫۹۹	۲٫۵	۳۹۰٫۵	۴۵۰
۵۲	۸۶	۴	۵۰	۲۵٫۵۲	۰٫۰۷	۱۳	۴۴۶	۷۹۳
۵۳	۸۶	۱۰	۱۰۶۸	۴۸٫۳۹	۱٫۹۲	۱۳۳	۹۹	۰
۵۴	۸۶	۱۱	۴۵۳	۰٫۸۹	۰	۲۲	۱۳۳	۱۰۶۸
۵۵	۸۶	۱۲	۸۱۹	۰٫۰۳	۰	۰	۲۱۸	۴۵۳
۵۶	۸۷	۱	۶۷۲	۰٫۰۳	۰٫۰۲	۲	۳۱۱٫۵	۸۱۹
۵۷	۹۲	۱۲	۱۵۳	۰٫۰۴	۳۳	۴۵	۲۵۵	۰
۵۸	۹۳	۱۲	۳۸۶	۰	۳	۵۲	۱۸۶	۰
۵۹	۹۴	۱	۱۲۴	۰	۰	۰	۲۶۸٫۲	۳۸۶
۶۰	۹۵	۱۱	۱۲۴۴	۰	۱۰۲	۱۳۳	۰	۰
۶۱	۹۵	۱۲	۶۳۰	۰	۴۰	۶	۰	۱۲۴۴
۶۲	۹۶	۲	۲۴۷	۰	۲۲	۲	۰	۵۲۵

جدول ۴- مجموعه داده‌های مورد استفاده جهت اعتباری سنجی رابطه استخراج شده بین سطح آبدار تالاب و متغیرهای وابسته

سال	شماره ماه	S(km ²) محاسبه شده با تصاویر ماهواره ای	S1 (km ²)	Q _b (m ³ /s)	Q _k (m ³ /s)	P(mm)	T(mm)	S(km ²) محاسبه شده بر اساس فرمول
۶۵	۱۱	۳۷	۲۵۱	۰,۹۶	۱۲,۱۴	۹,۵	۱۵۰	۱۵۳,۵۳
۶۶	۱۰	۶۰	۰	۱,۵	۴,۲۷	۱۸	۱۱۳,۸	۸۷,۴۸
۶۸	۱۱	۶۰۰	۰	۰,۶۸	۱۲,۰۱	۸۵	۱۳۱,۵	۵۶۷,۴۴
۶۹	۱۲	۷۹۵	۶۷۳	۱۸,۷۹	۱۰۵,۸۲	۸۰	۱۱۰	۹۶۷,۰۴
۷۰	۱	۵۸۵	۷۹۵	۰,۴۴	۱۲,۱۴	۳۲	۱۵۴	۶۲۹,۶۵
۷۰	۱۱	۲۳۶	۰	۲,۹۱	۳۲,۵۸	۵۸	۹۸	۳۷۲,۲۹
۷۴	۱۱	۸۲۳	۶۰۰	۰,۹۶	۲۴,۸۵	۴۶	۱۰۵,۵	۶۱۱,۳۹
۷۵	۳	۱۰۲۵	۱۴۱۵	۰,۷۸	۲۰,۶۹	۱۸	۳۷۵,۳	۹۵۲,۳۱
۷۶	۱	۲۱۰	۴۵۰	۸,۵۳	۳۳,۳۳	۲۰	۲۱۶,۹	۳۳۶,۳۵
۷۶	۱۰	۳۶۲	۱۰	۰,۴۲	۲۱,۸۸	۷۰	۸۵	۴۴۲,۲۳
۷۷	۲	۲۴۱	۷۹۳	۰,۱۱	۱۴,۸	۰	۳۴۰	۴۴۶,۹۴
۷۷	۱۲	۱۰	۱۸۰	۱,۸۶	۵۶,۸۴	۲۲	۱۵۰	۲۰۴,۶۹
۸۶	۳	۷۹۳	۰	۱۵,۹۴	۰,۱۵	۷۰	۴۹۰,۳	۴۳۰,۲۴
۸۷	۲	۲۹۴	۶۷۲	۰,۲۱	۰	۰	۳۷۳,۵	۳۳۳,۰۱
۹۳	۱	۲۱	۱۵۳	۰	۲۲	۴	۱۹۷	۷۹,۴۰
۹۶	۱	۵۲۵	۶۳۰	۰	۱۰۵	۰	۲۱۰	۴۰۵,۲۵

جهت استخراج رابطه مناسب، ۴۶ سری داده شامل داده‌های سطح آب‌دار تالاب محاسبه شده با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای (S)، دبی متوسط ماهانه در ایستگاه‌های هیدرومتری کهنک شیبانی (Q_k) و پایین دست بند بمپور (Q_b)، بارش متوسط اطراف تالاب (P) و تبخیر تعرق پتانسیل اطراف تالاب (T) به شرح جدول (۳) مورد استفاده قرار گرفت. همچنین قابل ذکر است در جدول (۳)، ۶۲ سری داده موجود است که ۱۶ سری داده (از دی ماه ۱۳۷۱ تا فرودین ماه ۱۳۷۳) به دلیل عدم ثبت دبی در ایستگاه کهنک شیبانی غیر قابل استفاده بودند. پارامترهای این جدول قبلاً در رابطه (۲) معرفی شدند. با استفاده از ۴۶ سری داده مطابق جدول (۲) در نرم افزار SPSS، ضرایب a_1 تا a_{10} رابطه (۲) با $R^2 = 0.85$ به صورت زیر استخراج شد:

همچنین به نظر می‌رسد در سمت شرق تالاب تغییرات قابل ملاحظه توپوگرافی وجود ندارد و بارش اندک سطح وسیعی را آبدار می‌کند. همچنین مطابق تصاویر موجود در شکل (۵) مشخص است از تاریخ ۱۳۹۵/۱۲/۳ تا ۱۳۹۵/۱/۲۱ سطح تالاب ثابت مانده است اما تغذیه از سمت غرب تالاب و ناشی از رودخانه هلیل بوده است (مصوب رودخانه با فلش نشان داده شده است). همچنین با بررسی تصاویر موجود در شکل (۵) مشخص است که قسمت شمالی تالاب آخرین نقطه ای است که آب تبخیر می‌شود.

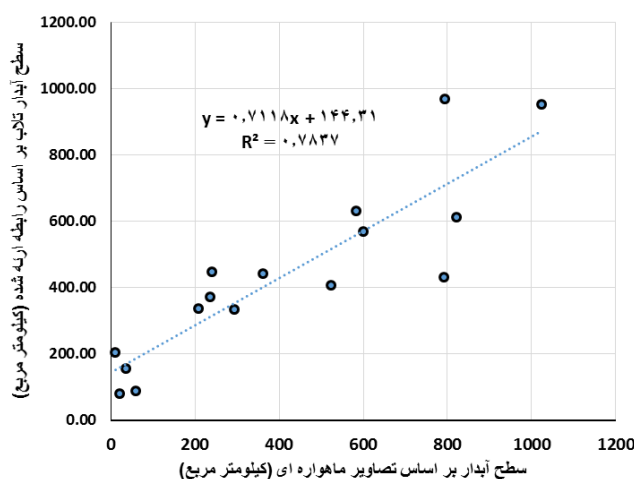
ارائه رابطه پیش بینی سطح آبدار تالاب بر

اساس متغیرهای بارش، دبی و تبخیر

$$S = 0.5S_1^{1.05} + 0.002Q_b^{2.93} + 7.5Q_k^{0.5} + 0.5P^{1.68} - 1.93(TS_1)^{0.34} \quad (3)$$

ضرایب رابطه پیش بینی سطح آبدار تالاب مورد استفاده قرار نگرفته بودند تا صحت رابطه ارائه شده در این قسمت مورد ارزیابی قرار گیرد. در شکل (۶) همبستگی سطح آبدار پیش بینی شده در نرم افزار SPSS و سطح آبدار پردازش شده توسط تصاویر ماهواره ای نشان داده شده است.

جهت ارزیابی رابطه (۳) مجموعه ۱۶ سری داده مطابق جدول (۴) مورد استفاده قرار گرفت. قابل ذکر است که ضریب همبستگی بین داده های آنالیز شده با استفاده از تصاویر ماهواره ای و داده های حاصل شده از رابطه ارائه شده در این مطالعه $R^2 = 0.78$ میباشد که دقت مناسب دارد. قابل ذکر است که این داده ها قبلاً جهت استخراج



شکل ۶- مقایسه سطح آبدار پیش بینی شده در نرم افزار SPSS و پردازش شده توسط تصاویر ماهواره ای

زمستان داشته است. همچنین مشخص شد که بارش اطراف تالاب نسبت به دبی ورودی به تالاب از سمت شرق و غرب تاثیر زیادتری در آبیگری تالاب داشته است و جریان های سیلابی در مقایسه با جریان های کوچک قابل توجه شانس بیشتری برای رسیدن به تالاب را دارند. این امر بدین دلیل است که آب های رودخانه ای موجود در حوضه در شرایط نفوذ نسبتاً زیاد به آبخوان ها، وجود برداشت های مستقیم و مصارف کنترل نشده در مسیر رودخانه و همچنین دمای بالا و تبخیر زیاد که در تابستان روزانه قریب به ۱۵ میلیمتر نیز می رسد پشت سر بگذارند تا به تالاب برسند که این امر سبب خواهد شد که آب واصله به تالاب به مراتب کمتر از آب جاری شده در رودخانه باشد. از سوی دیگر حتی در صورت ورود مقطعی آب به تالاب نیز به دلیل مقطعی بودن جریان ورودی و زیاد بودن تبخیر، تالاب به سرعت آب خود را از دست داده و خشک خواهد شد. بنابراین باتوجه به وضعیت هیدرولوژی حوضه آبریز تالاب

نتیجه گیری

در مطالعه حاضر با بررسی تصاویر ماهواره ای محدوده تالاب جازموریان طی سال های ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۶ تقویم آبدار بودن تالاب مورد بررسی قرار گرفت. علاوه بر این ارتباط سطح آبدار تالاب و متغیرهای بارش و دبی ورودی به تالاب مورد بررسی قرار گرفت. در بخشی از مطالعه رابطه ای برای پیش بینی سطح آبدار تالاب (ماهانه) بر اساس متغیرهای میانگین بارش ماهانه، دبی متوسط ماهانه در ایستگاه های هیدرومتری "کهنک شیبانی" و "پایین دست بند انحرافی بمپور" و همچنین تبخیر پتانسیل ماهانه ارائه شد. صحت رابطه ارائه شده جهت پیش بینی سطح آبدار تالاب نیز مورد بررسی قرار گرفت که مشخص شده رابطه پیشنهادی عملکرد مناسبی در پیش بینی سطح آبدار تالاب دارد. از این رابطه می توان در برنامه های مدیریت و احیای تالاب استفاده کرد. در نتیجه آنالیز تصاویر ماهواره ای مشخص شد تالاب بهترین وضعیت آبیگری را در فصل

- WRI, NDWI, MNDWI, Supervised Classification and KT Transformation. *Aquatic Procedia*, 4, pp.739-746.
8. Hassanzadeh, E., Zarghami, M. and Hassanzadeh, Y., 2012, Determining the main factors in declining the Urmia Lake level by using system dynamics modeling. *Water Resources Management* 26, No. 1, pp.129-145.
 9. Ji L, Zhang L, Wylie B (2009) Analysis of dynamic thresholds for the normalized difference water index. *Photogramm. Eng. Remote Sens.* 75(11):1307-17
 10. Karim, M., Maanan, M., Maanan, M., Rhinane, H., Rueff, H. and Baidder, L., 2019, Assessment of water body change and sedimentation rate in Moulay Bouselham wetland, Morocco, using geospatial technologies. *International journal of sediment research* 34, No. 1, pp.65-72.
 11. Ma, M., Baskin, C.C., Yu, K., Ma, Z. and Du, G., 2017, Wetland drying indirectly influences plant community and seed bank diversity through soil pH. *Ecological Indicators*, 80, pp.186-195.
 12. Ma, M., Ma, Z. and Du, G., 2014, Effects of water level on three wetlands soil seed banks on the Tibetan Plateau. *PloS one* 9, No. 7, p.e101458.
 13. Ma, M., Zhou, X. and Du, G., 2011, Soil seed bank dynamics in alpine wetland succession on the Tibetan Plateau. *Plant and soil* 346, No. 1-2, pp.19-28.
 14. Martins, V.S., Kaleita, A., Barbosa, C.C., Fassoni-Andrade, A.C., de Lucia Lobo, F. and Novo, E.M., 2019, Remote sensing of large reservoir in the drought years: Implications on surface water change and turbidity variability of Sobradinho reservoir (Northeast Brazil). *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 13, pp.275-288.
 15. Masocha, M., Dube, T., Makore, M., Shekede, M.D. and Funani, J., 2018, Surface water bodies mapping in Zimbabwe using landsat 8 OLI multispectral imagery: A comparison of multiple water indices. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 106, pp.63-67.
 16. McFeeters, S.K., 1996, the use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. *International journal of remote sensing* 17, No. 7, pp.1425-1432.
 17. Rahdari, V., maleki, S., Rahdari, M., pakniyat, D., 2014, Preparing a map of the ecological resources of the jazmorian Wetland and introducing it as one from areas جازموریان و همچنین وضعیت پارامترهای اقلیمی بویژه بارش و تبخیر، به خوبی مشخص می‌گردد که این اکوسیستم آبی به شدت تحت تاثیر عامل تبخیر و درجه حرارت بالا قرار دارد. از سوی دیگر به دلیل شرایط فیزیوگرافی بستر تالاب که از شیب بسیار کمی برخوردار است، مقدار کمی بارش در سطح وسیعی نمود پیدا می‌کند و این موضوع افزایش قابل توجه تبخیر از سطح دریاچه را فراهم می‌آورد. به همین دلیل بویژه در دهه اخیر در شرایطی که تالاب در مقطعی از سال به دلیل شرایط اقلیمی و سیلاب‌های بزرگ آبدار گردیده، سطح وسیعی از تالاب آبیگری شده و با سرعت زیادی کاهش پیدا کرده و نهایتاً تالاب در مدت زمان کوتاهی خشک شده است.
- ### منابع
1. Baddock, M.C., Bullard, J.E. and Bryant, R.G., 2009, Dust source identification using MODIS: a comparison of techniques applied to the Lake Eyre Basin, Australia. *Remote Sensing of Environment* 113, No.7, pp.1511-1528.
 2. Campos, J.C., Sillero, N. and Brito, J.C., 2012, Normalized difference water indexes have dissimilar performances in detecting seasonal and permanent water in the Sahara-Sahel transition zone. *Journal of Hydrology*, 464, pp.438-446.
 3. Dai, C., Howat, I.M., Larour, E. and Husby, E., 2019, Coastline extraction from repeat high resolution satellite imagery. *Remote Sensing of Environment*, 229, pp.260-270.
 4. Du, Z., Bin, L., Ling, F., Li, W., Tian, W., Wang, H., Gui, Y., Sun, B. and Zhang, X., 2012, Estimating surface water area changes using time-series Landsat data in the Qingjiang River Basin, China. *Journal of Applied Remote Sensing* 6 No. 1, p.063609.
 5. Fang-fang, Z., Bing, Z., Jun-sheng, L., Qian, S., Yuanfeng, W. and Yang, S., 2011, Comparative analysis of automatic water identification method based on multispectral remote sensing. *Procedia Environmental Sciences* 11, pp.1482-1487.
 6. Fisher, A., Flood, N. and Danaher, T., 2016, Comparing Landsat water index methods for automated water classification in eastern Australia. *Remote Sensing of Environment*, 175, pp.167-182.
 7. Gautam, V.K., Gaurav, P.K., Murugan, P. and Annadurai, M., 2015, Assessment of Surface Water Dynamics in Bangalore Using

- and Liu, J., 2019. Dynamic detection of water surface area of Ebinur Lake using multi-source satellite data (Landsat and Sentinel-1A) and its responses to changing environment. *Catena*, 177, pp.189-201.
23. Watson, C.S., King, O., Miles, E.S. and Quincey, D.J., 2018. Optimising NDWI supraglacial pond classification on Himalayan debris-covered glaciers. *Remote sensing of environment*, 217, pp.414-425.
24. Wilson, E.H. and Sader, S.A., 2002, Detection of forest harvest type using multiple dates of Landsat TM imagery. *Remote Sensing of Environment* 80, No. 3, pp.385-396.
25. Xu, H., 2006, Modification of normalised difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery. *International journal of remote sensing* 27, No. 14, pp.3025-3033.
26. Zou, Z., Dong, J., Menarguez, M.A., Xiao, X., Qin, Y., Doughty, R.B., Hooker, K.V. and Hambright, K.D., 2017, Continued decrease of open surface water body area in Oklahoma during 1984–2015. *Science of the Total Environment*, 595, pp.451-460.
- protected by the Environmental Protection Agency using RS and GIS, Environmental Protection Agency of Sistan and Baluchestan Province(Persian)
18. Samiei, M., Ghazavi, R., Pakparvar, M., Vali AA., 2017, The effect of climate change on Maharlo lake level change using satellite image processing. *RS & GIS for Natural Resources* 8, No.1, PP.1-18. (Persian)
19. Sarp, G. and Ozcelik, M., 2017, Water body extraction and change detection using time series: A case study of Lake Burdur, Turkey. *Journal of Taibah University for Science*, 11(3), pp.381-391.
20. Song, C., Ke, L., Pan, H., Zhan, S., Liu, K. and Ma, R., 2018, Long-term surface water changes and driving cause in Xiong'an, China: From dense Landsat time series images and synthetic analysis. *Science Bulletin* 63, No. 11, pp.708-716.
21. Sun, F., Sun, W., Chen, J. and Gong, P., 2012, Comparison and improvement of methods for identifying waterbodies in remotely sensed imagery. *International journal of remote sensing* 33, No. 21, pp.6854-6875.
22. Wang, J., Ding, J., Li, G., Liang, J., Yu, D., Aishan, T., Zhang, F., Yang, J., Abulimiti, A.