

## اثرات تغییر کاربری اراضی بر کیفیت آب تالاب بین‌المللی انزلی

مریم فلاح<sup>۱\*</sup>، سیما فاخران اصفهانی<sup>۲</sup>

۱- کارشناسی ارشد، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، پست الکترونیکی: maryam.fallah85@gmail.com

۲- استادیار، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، پست الکترونیکی: fakheran@cc.iut.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۰/۹

\* نویسنده مسوول

تاریخ دریافت: ۹۴/۴/۶

© نشریه علمی - پژوهشی اقیانوس‌شناسی ۱۳۹۴، تمامی حقوق این اثر متعلق به نشریه اقیانوس‌شناسی است.

### چکیده

در سال‌های اخیر تالاب انزلی تحت تاثیر عواملی مانند ورود انواع فاضلاب‌ها، تغییر کاربری اراضی، ته‌نشینی رسوبات آب‌های وارده قرار گرفته که باعث کاهش سطح تالاب و همچنین رشد بی‌رویه گیاهان آبی شده است. در این مقاله با تعیین کاربری اراضی روی تالاب در محیط GIS و اندازه‌گیری پارامترهای کیفی آب، اثر تغییر کاربری اراضی روی کیفیت آب در سال‌های ۱۳۶۴ و ۱۳۹۲ بررسی گردیده است. نتایج نشان می‌دهد کاربری جنگل و باغ در سال ۱۳۶۴ و کاربری کشاورزی و مرتع در سال ۱۳۹۲ بیشترین درصد مساحت را دارا هستند. بر اساس آنالیز آماری (PCA) کاربری شهری و کشاورزی بیشترین مقدار همبستگی را با عامل اول دارا هستند و سپس به ترتیب به پارامترهای نیترات، فلیاییت کل، BOD<sub>5</sub>، COD، هدایت الکتریکی اختصاص دارند. که حاکی از تبدیل شدن بخش زیادی از مساحت کاربری جنگل به کشاورزی و پوشش گیاهی سطح و کناره آب و شهر طی این سال‌ها است.

کلمات کلیدی: تالاب انزلی، تجزیه به مولفه‌های اصلی (PCA)، کاربری اراضی، کیفیت آب.

### ۱. مقدمه

سامانه اطلاعات جغرافیایی فرصت‌های مناسبی را جهت آنالیز کامل داده‌های مکانی فراهم می‌کنند و کاربردهای موثری برای بررسی پوشش و کاربری اراضی و تغییرات آن‌ها در زمینه‌های محیط زیست، هیدرولوژی، کشاورزی، جنگلداری، جغرافیا و مدیریت شهری دارند (Brondizio and Moran, 1994). این نقشه‌ها علاوه بر اینکه موقعیت مکانی فعالیت‌های در حال انجام را روی زمین نشان می‌دهند، تصویری از وضعیت طبیعی حال منطقه را نیز به نمایش می‌گذارند (علوی پناه، ۱۳۸۵؛ غلامعلی‌فرد و همکاران، ۱۳۹۱). استفاده از داده‌های سنجنش از دور با هدف پایش، نیازمند به روز کردن دو منبع اساسی اطلاعات یعنی

تالاب‌ها حمایت‌کننده فرآیندهای زیستی، شیمیایی و فیزیکی فراوانی هستند که مستقیم و غیرمستقیم در راستای منافع جوامع بشری قرار می‌گیرند (ثابت رفتار، ۱۳۷۶). فعالیت‌هایی نظیر اعمال سیاست‌های غلط آبرسانی، اجرای پروژه‌های نفتی، پروژه‌های سدسازی، توسعه راه‌ها، هدایت فاضلاب‌ها و پسماندهای شهری و صنعتی به سمت تالاب‌ها و معرفی گونه‌های غیر بومی تقریباً تمام تالاب‌های بین‌المللی ایران را در آستانه نابودی قرار داده است (فرج زاده و احمدی، ۱۳۷۶). داده‌های سنجنش از دور و

در حوضه‌های با کاربری کشاورزی و شهری بالا، نسبت به حوضه‌هایی که این کاربری‌ها در آن‌ها کمتر است، میزان pH و شوری بالاتر است (Coppin et al., 2004). محققین با استفاده از روش‌های آماری مختلف از جمله PCA کیفیت آب دریاچه مانچار در پاکستان را مورد ارزیابی قرار دادند و عوامل موثر در وخیم‌تر شدن شرایط کیفی آب را فعالیت‌های صنعتی، کشاورزی و فاضلاب‌های شهری دانستند (Kazi et al., 2009). Hassler (2004) بیان نمود که کیفیت آب رودخانه‌های کالیفرنیا تحت تأثیر توسعه کشاورزی و فعالیت‌های دامداری و دامپروری به شدت آلوده است. به طوری که این اقدامات باعث کاهش کیفیت آب اکثر رودخانه‌ها در این ایالت شده است (Hassler, 2004). روابط بین کاربری زمین و کیفیت آب رودخانه سیلیوونگ در اندونزی را بررسی نمودند، نتایج نشان‌دهنده کاهش ۳۳ درصدی کیفیت آب رودخانه سیلیوونگ در طول ۱۲ سال به دلیل تغییر کاربری زمین بوده است (Shokoohi et al., 2011). ساکی زاده (۱۳۸۳) در تحقیقی در رابطه با بررسی و منشأیابی منابع آلاینده در حوزه آبخیز رودخانه سیاهرود استان گیلان نتیجه‌گیری کرد که کیفیت آب این رودخانه کاملاً تحت تأثیر فعالیت‌ها و گستره اراضی کشاورزی است (Charkhabi et al., 2005). در مقاله حاضر به آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی در طی سال‌های ۱۳۶۴ تا ۱۳۹۲ و تأثیر آن روی کیفیت آب تالاب انزلی با توجه به اندازه‌گیری برخی پارامترهای آب پرداخته خواهد شد.

## ۲. مواد و روش‌ها

### ۲-۱ منطقه مورد مطالعه

تالاب انزلی در شمال ایران، سواحل جنوبی دریای مازندران در شهرستان انزلی واقع در استان گیلان در طول جغرافیایی  $49^{\circ}14'20''$  تا  $49^{\circ}36'45''$  و عرض جغرافیایی  $37^{\circ}22'30''$  تا  $37^{\circ}32'18''$  قرار گرفته است (شکل ۱). تالاب، به چهار منطقه آبکنار (غرب)، شرق، مرکزی و سیاه کشیم تقسیم می‌شود. این مناطق از نظر برخی ویژگی‌ها، از هم متمایز هستند. تالاب انزلی در سال ۱۳۵۴ در فهرست تالاب‌های بین‌المللی کنوانسیون رامسر به ثبت رسید (Ramsar convention, 1971). این تالاب در فهرست تالاب‌های سیاه موترو قرار دارد و بر اساس آن، کشور ایران موظف به احیای مجدد تالاب و جلوگیری از تغییرات بوم‌شناختی آن است (آذری، ۱۳۸۸).

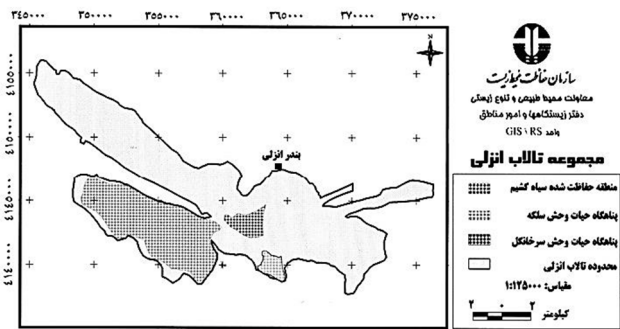
داده‌های کاربری و داده‌های زیستگاه‌های تالابی هستند. این داده‌ها اطلاعات خوبی برای مدیران منابع طبیعی در راستای تلاش آن‌ها برای حفاظت از منابع طبیعی و آگاهی دادن به مردم در مورد وضعیت در حال تغییر تالاب‌های طبیعی فراهم می‌کنند (Papastergiadou et al., 2008). امروزه به دنبال تغییرات ناشی از فعالیت‌های انسانی و تغییرات اقلیمی، برنامه‌ریزی برای حفاظت از منابع طبیعی ارزشمند و در خطر، نیازمند روشی مناسب و علمی برای شناسایی و کمی‌سازی روند تغییرات در ترکیب کاربری اراضی است. به این ترتیب تا حد زیادی می‌توان روند تغییرات را تعیین و در مورد آینده مدل‌سازی نمود تا بتوان روند نامناسب تغییرات سرزمین را تعیین و از گسترش آن جلوگیری کرد (Frimpong, 2011). با افزایش توانایی تفکیک مکانی، طیفی و زمانی ماهواره‌ها، امکان پایش معتبرتر و کاراتر محیط زیست در طول زمان در مقیاس جهانی، منطقه‌ای و محلی فراهم شده است (Kashaigili et al., 2006). اطلاع از وضعیت کیفی آب‌های سطحی و زیرزمینی با استفاده از شاخص‌های کیفیت آب این امکان را فراهم می‌سازد تا ضمن استفاده از اطلاعات به‌دست آمده در مواقع لزوم بتوان راهکارهای مدیریتی را اتخاذ نمود تا کمترین آسیب به این منابع مهم و حیاتی وارد گردد (سعادت و همکاران، ۱۳۸۵). بسیاری از محققین توجه زیادی به ارتباط کاربری اراضی با کیفیت آب سطح حوزه آبخیز پرداخته‌اند، به طوری که در اغلب مطالعات برای تعیین مقیاس، سه سطح کل حوزه آبخیز، زون تعریف شده یا بافر و حریم ساحلی را برای بررسی مورد استفاده قرار داده‌اند (Bateni et al., 2013). محققین در بررسی تغییرات اراضی بر کیفیت آب در رودخانه‌های تاکاهاشی و کاکوکا در ژاپن نشان دادند که نحوه استفاده از زمین‌های اطراف رودخانه‌ها بر نوع و مقدار آلودگی و تغییرات آن اثرات قابل ملاحظه‌ای دارد (Teraoka and Ogava, 1984). از جمله مواردی که به عنوان عامل بوم‌شناختی، اقتصادی و اجتماعی بر تغییر کیفیت آب در آبخیزهای فرادست سدهای مخزن، یا رودخانه‌ها از نظر فیزیکی، شیمیایی و بوم‌شناختی موثر است، تغییر کاربری اراضی است (Da Silva and Sacomani, 2001). در مطالعه دیگری Chen و Tong (۲۰۰۲) گزارش نمودند که با افزایش وسعت اراضی کشاورزی، کیفیت آب کاهش داشته و رابطه بین افزایش سطح اراضی جنگلی با مقادیر مشخصه‌های کیفیت آب، منفی بوده است. بنابراین می‌توان بیان کرد که کاربری‌های شهری و کشاورزی بر کیفیت آب تأثیر بسزایی دارند، به طوری که

### ۳-۲ تهیه نقشه‌های پوشش و کاربری اراضی

به منظور انجام بررسی اثر کاربری اراضی بر کیفیت آب تالاب، نقشه‌های کاربری اراضی مورد نیاز است. لذا نقشه‌های پوشش و کاربری اراضی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ از سازمان محیط زیست استان گیلان تهیه شد. نقشه‌های کاربری با استفاده از ماهواره لندست ۵ برای سال ۱۳۶۴ و لندست ۸ برای سال ۱۳۹۲ با روش هیبرید تهیه گردید. مشخصات ماهواره‌ها در جدول ۱ آورده شده است. تهیه نقشه‌ها همگی با عملیات میدانی همراه بوده و صحت آن‌ها به واسطه نقاط کنترلی تأیید گردیده‌اند. برای آشکارسازی تغییرات از روش مقایسه پس از طبقه‌بندی با استفاده از عملگر crosstab (نرم‌افزار IDRISI) انتخاب و تغییرات کلاس‌های نقشه‌های طبقه‌بندی شده مربوط به دو سال با هم مقایسه گردیدند. در نتیجه با استفاده از این روش امکان تعیین تغییرات رخ داده در هر کلاس نسبت به کلاس دیگر وجود دارد. روش پس از طبقه‌بندی که شامل مقایسه دو تصویر طبقه‌بندی شده به صورت جداگانه است، جهت تخمین تغییرات در کاربری‌های اراضی، مورد استفاده قرار می‌گیرد (Coppin et al., 2004; El-kawy et al., 2011). به منظور بارزسازی بهتر تصویر از شاخص پوشش گیاهی NDVI برای جداسازی پوشش سبز و از فیوژن تصاویر برای دید بهتر تصاویر جهت تفسیر بهتر استفاده شد که نتیجه اعمال آن روی تصاویر باعث ایجاد تفکیک بهتر پدیده‌ها گردید. این تصاویر کمک زیادی در تشخیص پوشش گیاهی و تعیین دقت تصاویر طبقه‌بندی شده می‌کند. این روش بهترین شیوه برای تخمین تغییرات در داده‌هایی است که طبقه‌بندی شده‌اند (Ren and Zhang, 2003). در نهایت نقشه آشکارسازی تغییرات نقشه‌های پوشش-کاربری مربوط به ۱۳۶۴ تا ۱۳۹۲ (تغییرات ۲۸ ساله) تولید شد. پس از آن جداول مربوط به درصد مساحت هر کلاس در هر سال نیز مشخص گردید. در این مطالعه از روش ماتریس خطا برای تعیین دقت تصویر استفاده شد.

جدول ۱: مشخصات تصاویر ماهواره‌ای

ماهواره	سنجنده	زمان جمع‌آوری	تعداد باندها	قدرت تفکیک زمینی	sun elevation	sun azimuth
LAND SAT5	TM	۱۰۵/۲۸ ۱۹۸۵	۷	۳۰ متر	deg ۶۱٫۵۴	deg ۱۱۶٫۱۰
LAND SAT8	TIRS-OLI	۱۰۵/۲۵ ۲۰۱۳	۱۱	۳۰ متر	۶۶٫۶۲۲۷۱۶۴	۱۲۸٫۸۱۵۳۲۲۴۰



شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه واقع در تالاب انزلی

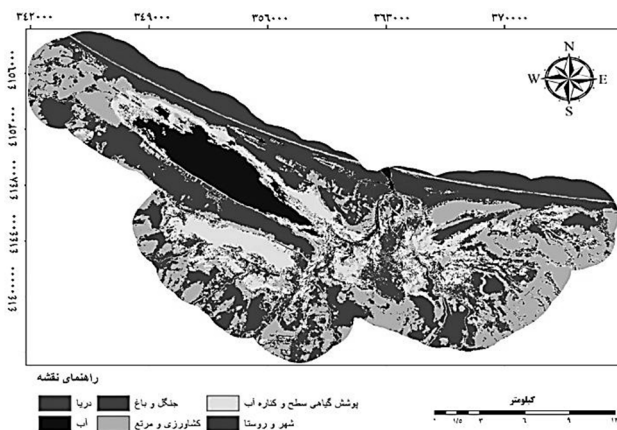
از آنجایی که یکی از اهداف مطالعه حاضر بررسی اثر کاربری اراضی بر کیفیت آب تالاب انزلی است، بنابراین با جمع‌آوری داده‌های سال ۱۳۶۴ و اندازه‌گیری کیفیت آب در سال ۱۳۹۳ نیل به این هدف برآورده گردید. داده‌های مربوط به کیفیت آب در سال ۱۳۶۴، از طریق مطالعات طرح‌های مختلف در کتابخانه سازمان محیط زیست واقع در پارک پردیسان تهران جمع‌آوری گردید. نمونه‌برداری در سال ۱۳۹۳ در هر فصل در دو نوبت به فاصله ۴۵ روز با سه تکرار از فروردین ماه ۱۳۹۳ تا شهریور ماه ۱۳۹۳ از ۱۰ ایستگاه هندخاله، تالاب غرب (ماه روزه)، تالاب غرب (آبکنار)، سیاه درویشان، تالاب مرکزی، نهنگ روگا، تالاب شرق، خروجی تالاب شرق، پیربازار و نوخاله صورت گرفت.

### ۲-۲ اندازه‌گیری پارامترهای آب

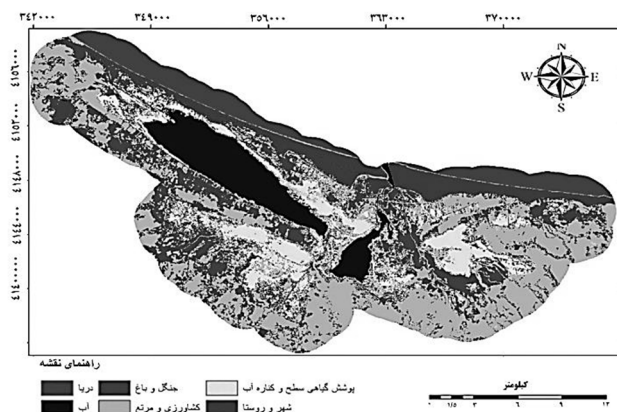
پارامترهای درجه حرارت آب و هوا به کمک دماسنج جیوه‌ای، اسیدیته توسط pH متر دیجیتال Metrohm مدل ۷۴۴۰، هدایت الکتریکی به وسیله EC متر دیجیتال JEN WAY مدل ۴۳۱۰، اکسیژن محلول به روش وینکلر، نترات و فسفات به روش رنگ‌سنجی و به ترتیب با استفاده از اسپکتوفتومتری JASCO مدل V-۵۳۰ و اسپکتوفتومتری JEN WAY مدل ۶۴۰۰، BOD<sub>5</sub> با استفاده از انکوباتور JEN WAY VELP-FTC901 به روش اکسیژن باقی مانده پس از ۵ روز، کدورت به وسیله دستگاه کدورت سنج DRT-15CE، اکسیژن خواهی شیمیایی به روش هضم به صورت تقطیر برگشتی و سپس رنگ‌سنجی، کلر به روش موهر، سختی و قلیائیت کل به روش تیتراسیون و کل جامدات محلول به وسیله کاغذ صافی و روش استاندارد اندازه‌گیری گردید (APHA, 1992).

## ۴-۲ آنالیزهای آماری

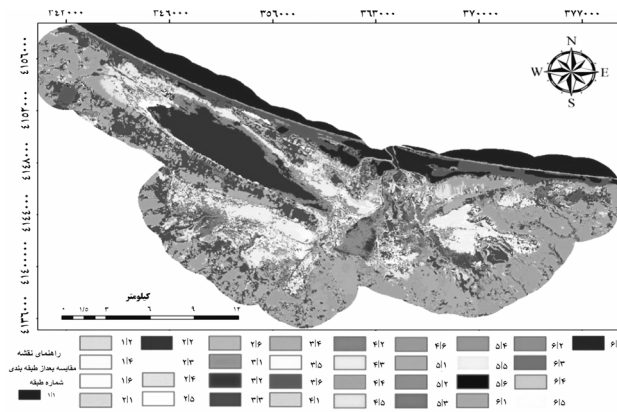
در سال ۱۳۶۴، کاربری جنگل و باغ و در سال ۱۳۹۲، کاربری کشاورزی و مرتع به خود اختصاص داده است (جدول ۳). بیشترین درصد مساحت اراضی در سال ۱۳۹۲ به ترتیب شامل: کشاورزی و مرتع، جنگل و باغ، پوشش گیاهی سطح و کناره آب، شهر و در سال ۱۳۶۴ به ترتیب شامل: جنگل و باغ، کشاورزی و مرتع، پوشش گیاهی سطح و کناره آب، آب و شهر است.



شکل ۲: نقشه کاربری اراضی تالاب انزلی در سال ۱۳۶۴



شکل ۳: نقشه کاربری اراضی تالاب انزلی در سال ۱۳۹۲



شکل ۴: نقشه آشکارسازی تغییرات بین سال‌های ۱۳۶۴ و ۱۳۹۲

جهت تعیین موثرترین پارامترهای وارد شده در این تحقیق، روش تجزیه به مولفه‌های اصلی (PCA) مورد استفاده قرار گرفت. در ابتدا با آزمون KMO و روش بارتلت مناسب بودن پارامترها جهت این روش مورد بررسی قرار گرفت. در روش PCA مجموعه متغیرهای اصلی را به یک مجموعه کوچک‌تر تبدیل کرده به طوری که این مجموعه کوچک، علت بیشتر واریانس موجود در داده‌ها باشد. لذا این روش، واریانس موجود در داده‌های چند متغیره را به مولفه‌هایی تجزیه می‌کند که اولین مولفه تا آنجا که ممکن است علت بیشترین واریانس موجود در داده‌ها است. دومین مولفه علت بیشترین واریانس بعد از مولفه اول و الی آخر است (منصورفر، ۱۳۸۵). کلیه آنالیزهای آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ انجام گردید.

## ۳. نتایج و بحث

تصاویر حاصل از طبقه‌بندی نظارت شده اولیه به روش حداکثر احتمال و طبقه‌بندی نهایی در ۶ طبقه برای سال‌های ۱۳۶۴ و ۱۳۹۲ در شکل‌های ۲ و ۳ آورده شده است.

## ۳-۱ آشکارسازی تغییرات

در این قسمت با مقایسه دو نقشه کاربری اراضی در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۶۴ در شکل ۴ با استفاده از نرم افزار IDRISI Taiga، به مقایسه درصد مساحت تغییر یافته در سال جدید رسیده‌ایم. یعنی هر کاربری با توجه به تغییرات زمانی به چه کاربری‌هایی با چه میزان مساحت تبدیل شده است. با بررسی نتایج موجود در جدول ۲، که ستون‌های افقی بیانگر تغییرات مساحت بر حسب هکتار در سال ۱۳۹۲ و ستون‌های عمودی بیانگر این تغییرات در سال ۱۳۶۴ است متوجه می‌شویم که بخش زیادی از مساحت کاربری جنگل به کشاورزی و در درجه بعدی به پوشش گیاهی سطح و کناره آب و شهر تبدیل شده است. کاربری آب (مساحت تالاب) به کاربری کشاورزی و مرتع تبدیل شده است. پوشش گیاهی کناره آب هم به کاربری کشاورزی و مرتع تبدیل شده است و پوشش گیاهی سطح آب هم به کاربری آب با توجه به کاهش پوشش گیاهی سطح آب روی تالاب انزلی تبدیل شده است. با بررسی نتایج موجود در سال‌های ۱۳۶۴ و ۱۳۹۲ متوجه می‌شویم که بیشترین درصد مساحت را

جدول ۲: ماتریس تغییرات سال‌های ۱۳۶۴ تا ۱۳۹۲ (مساحت بر حسب هکتار)

جمع	شهر	پوشش گیاهی سطح و کناره آب	کشاورزی و مرتع	جنگل و باغ	آب	دریا	
۳۷۹۹/۷۹	۰/۶۳	۸۵/۱۴	۹۶/۹۳	۲۹/۷۹	۰	۳۵۸۷/۳	آب
۴۷۶۹/۱۹/۰۲	۱/۰۸	۸۹۷/۸۴	۵۶۵/۰۲	۴۱۸/۶۸	۲۸۸۶/۵۷	۰	دریا
۱۲۳۳۶/۹۳	۱۵/۸۴	۲۹۲۵/۴۴	۱۷۶۵/۵۳	۷۵۲۱/۱۲	۹۹	۰	جنگل و باغ
۱۵۵۰۳/۷۶	۲۵/۰۲	۱۸۷۳/۱۷	۷۲۰۳/۶	۶۳۲۶/۱۱	۱۷۵/۸۶	۰	کشاورزی و مرتع
۶۹۶۰/۰۶	۰/۵۴	۳۷۱۲/۲۳	۹۵۴/۵۴	۲۱۴۸/۹۳	۱۴۳/۸۲	۰	پوشش گیاهی سطح و کناره آب
۳۷۱۵/۲۸	۱۳۳۲/۰۹	۴۴/۶۴	۲۴۴/۲۶	۲۰۶۵/۲۳	۲۹/۱۶	۰	شهر
۱۳۷۵/۲	۱۳۷۵/۲	۹۵۴۸/۴۶	۱۰۸۲۹/۸۸	۱۸۴۰۹/۸۶	۳۳۳۴/۴۱	۳۵۸۷/۳	جمع

جدول ۳: مساحت طبقات مختلف کاربری و پوشش زمین بر حسب هکتار در سال‌های ۱۳۶۴ و ۱۳۹۲

پوشش زمین	۱۳۹۲	۱۳۶۴	۱۳۶۴-۱۳۹۲
آب	۳۷۹۹/۷۹	۳۵۸۷/۳	+۲۱۲/۴۹
دریا	۴۷۶۹/۱۹	۳۳۳۴/۴۱	+۱۴۳۴/۷۸
جنگل و باغ	۱۲۳۳۶/۹۳	۱۸۴۰۹/۸۶	-۶۰۷۲/۹۳
کشاورزی و مرتع	۱۵۵۰۳/۷۶	۱۰۸۲۹/۸۸	+۴۶۷۳/۸۸
پوشش گیاهی سطح و کناره آب	۶۹۶۰/۰۶	۹۵۴۸/۴۶	-۲۵۸۸/۴
شهر	۳۷۱۵/۲۸	۱۳۷۵/۲	+۲۳۴۰/۱۸

کشاورزی و شهری بیشترین همبستگی را با عامل اول دارند. دومین عامل ۱۴/۸۸ درصد کل واریانس را سبب شده است، که با پارامترهای pH، هدایت الکتریکی و TDS بیشترین همبستگی را دارد. سومین عامل ۱۲/۳۲ درصد کل واریانس را سبب شده است که با پارامترهای دما و قلیابیت کل بیشترین همبستگی را دارد. باتوجه به سهم بالای عامل اول، پارامترهایی که دارای همبستگی بالایی با این عامل هستند دارای اثرگذاری بیشتری بر کیفیت آب و بر پارامترهای مختلف تالاب هستند. بیشترین مقدار همبستگی با عامل اول مربوط به کاربری شهری و کشاورزی است که با مطالعات Chessman و Townsend (۲۰۰۹)؛ Kazi و همکاران (۲۰۰۹)؛ Hassler, (2004)؛ Teraoka و Ogava (۱۹۸۴) درباره کاهش کیفیت آب در اثر افزایش کاربری کشاورزی و شهری مشابه است. پوشش گیاهی دارای بیشترین مقدار بار منفی و همبستگی با عامل اول است. یعنی افزایش آلودگی تالاب باعث کاهش میزان پوشش گیاهی شده است که با مطالعات Chen و Tong (۲۰۰۲) مبنی بر ارتباط منفی بین سطح اراضی جنگلی با مقادیر مشخصه‌های کیفیت آب مشابه است. نیترات هم دارای مقدار بالایی همبستگی با عامل اول می‌باشد که به دلیل افزایش بی‌رویه کودها و سموم کشاورزی، ورود پساب‌های شهری و صنعتی، از طرفی افزایش رشد آژولا طی سالیان اخیر و نقش آن در تثبیت ازت است، باتوجه به اینکه کاربری شهری و کشاورزی هم افزایش داشته است. کلر هم دارای بیشترین مقدار بار منفی و همبستگی با عامل اول است که

مقادیر پارامترهای کیفی آب (میانگین  $\pm$  خطای معیار) در سال‌های ۱۳۶۴ و ۱۳۹۳ نیز در جدول ۴ آمده است.

جدول ۴: مقادیر پارامترهای کیفی آب (میانگین  $\pm$  خطای معیار) در سال‌های ۱۳۶۴ و ۱۳۹۳ (N=۱۲)

پارامترهای کیفی آب (واحد)	۱۳۶۴	۱۳۹۳
pH	۸/۰۴ $\pm$ ۰/۳۱	۸/۳ $\pm$ ۰/۷۲
هدایت الکتریکی ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )	۱۰۷۲/۰۶ $\pm$ ۱۸۱/۲	۲۵۶۸/۹۵ $\pm$ ۳۵۱/۵
اکسیژن محلول ( $\text{mg}/\text{L}$ )	۶/۴۲۷ $\pm$ ۱/۶۸	۷/۶۴ $\pm$ ۱/۱
نیترات ( $\text{mg}/\text{L}$ )	۰/۱۱۲ $\pm$ ۰/۱۶	۴/۵۲ $\pm$ ۰/۸۲
فسفات ( $\text{mg}/\text{L}$ )	۰/۱۰۶ $\pm$ ۰/۰۸	۰/۴۲۸ $\pm$ ۰/۱۴
BOD <sub>5</sub> ( $\text{mg}/\text{L}$ )	۴/۱۷ $\pm$ ۱/۰۳	۴۰/۷۲ $\pm$ ۱۲/۱
اکسیژن خواهی شیمیایی ( $\text{mg}/\text{L}$ )	۲۵/۵۲ $\pm$ ۲/۲۵	۱۰۸/۱۳ $\pm$ ۹/۴۱
کدورت (NTU)	۱۸/۶۴ $\pm$ ۲/۴۶	۵۱/۸ $\pm$ ۱۱/۱۸
دمای آب ( $^{\circ}\text{C}$ )	۲۳/۶۴ $\pm$ ۰/۸۱	۲۴/۰۲ $\pm$ ۰/۷۳
کلر ( $\text{mg}/\text{L}$ )	۱۴/۱۸۴ $\pm$ ۱۸/۱۴	۱/۲ $\pm$ ۰/۷۷
سختی کل ( $\text{mg}/\text{L CaCO}_3$ )	۲۸۲/۹۶ $\pm$ ۲/۹۱	۴۲/۷ $\pm$ ۳/۱۶
قلیابیت کل ( $\text{mg}/\text{L CaCO}_3$ )	۱۸۹/۵۱ $\pm$ ۱۵۱/۶۱	۱۲۷۶/۲۵ $\pm$ ۳۶۳/۳
کل جامدات محلول ( $\text{mg}/\text{L}$ )	۷۰۶ $\pm$ ۹/۸۱	۳۳۴۰/۹۲ $\pm$ ۲۳۹/۸
عمق آب (cm)	۱۶۹/۷۷ $\pm$ ۱۸/۰۹	۲۰۸ $\pm$ ۱۶/۵۱

طبق آنالیز آماری (PCA) سه عامل اول ۷۳/۸ درصد کل واریانس مجموعه داده‌ها را در بر می‌گیرند. به عبارتی بیشترین سهم را از درصد واریانس‌ها به خود اختصاص داده‌اند (جدول ۵). اولین عامل ۴۶/۶۰ درصد کل واریانس را سبب شده است. با توجه به اینکه هر متغیر در عاملی قرار می‌گیرد که با آن عامل همبستگی بالایی معنی‌داری داشته باشد، پارامترهای فصل، نیترات، قلیابیت کل، BOD<sub>5</sub>، COD، هدایت الکتریکی، TDS، فسفات و کاربری

با ارتباط متقابل با سایر کاربری‌ها و پارامترها بر کیفیت آب اثرگذار است.

جدول ۵: تجزیه و تحلیل مولفه‌های اصلی (PCA) با پارامترها

عامل اول	عامل دوم	عامل سوم	
۰/۹۵۰	-۰/۰۳۶	-۰/۲۶۵	کاربری شهری
۰/۹۵۰	-۰/۰۳۶	-۰/۲۶۵	کاربری کشاورزی
۰/۹۵۰	-۰/۰۳۶	-۰/۲۶۵	کاربری پوشش گیاهی سطح و کناره
۰/۹۲۹	-۰/۱۲۷	۰/۰۸۵	فصل
۰/۸۵۵	-۰/۰۵۰	۰/۰۲۵	نیترات
-۰/۸۵۳	۰/۰۶۴	۰/۳۹۳	کلر
-۰/۸۳۱	۰/۰۷۸	۰/۳۱۸	سختی کل
۰/۷۲۹	-۰/۱۱۶	۰/۵۱۵	قلیابیت کل
۰/۶۶۱	-۰/۵۵۱	۰/۲۶۵	اکسیژن خواهی زیستی
۰/۵۸۶	-۰/۵۵۳	۰/۳۰۰	اکسیژن خواهی شیمیایی
۰/۵۰۳	-۰/۶۷۳	۰/۴۰۶	فسفات
۰/۲۵۹	۰/۶۴۴	۰/۱۳۴	pH
۰/۵۶۸	-۰/۵۹۲	۰/۱۳۹	هدایت الکتریکی
۰/۵۶۶	-۰/۵۹۰	۰/۱۱۹	کل جامدات محلول
۰/۲۵۵	۰/۴۴۷	۰/۷۸۷	دما
۰/۲۲۰	۰/۴۱۹	-۰/۵۹۰	اکسیژن محلول
۰/۴۶۸	-۰/۰۱۹	۰/۱۴۹	کدورت
۰/۰۳۳	-۰/۲۸۶	-۰/۳۳۸	عمق
۴۶/۶۰۱	۱۴/۸۸۵	۱۲/۳۱۷	درصد واریانس
۴۶/۶۰۱	۶۱/۴۸۶	۷۳/۸۰۳	درصد واریانس جمعی

بدون تفکیک و بازیافت نشده به حوزه تالاب از مهم‌ترین علل تخریب تالاب هستند. با بررسی این عوامل در این پژوهش تأثیر آن‌ها بر روند تخریب تالاب اثبات شده است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که باید به طور مداوم پایش کیفیت آب و بررسی اثر تغییرات کاربری اراضی روی کیفیت آب تالاب انجام شود تا از نابودی تالاب در آینده‌ای نزدیک جلوگیری شود.

## ۵. سپاسگزاری

از همکاری اداره کل محیط زیست، معاونت پژوهشی و تحصیلات تکمیلی دانشگاه صنعتی اصفهان به لحاظ فراهم آوردن امکان تحقیق و بودجه و همچنین آقای مهندس محسن ایرانمهر سپاسگزاری به عمل می‌آید.

## منابع

احمدی، ر.؛ فرج زاده، م.، ۱۳۷۶. تغییرات کاربری اراضی در حوضه آبریز و نقش آن در وقوع حرکات توده ای، دومین کنفرانس زمین لغزه و کاهش خسارت‌های آن. انتشارات موسسه بین‌المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله. تهران. ۱۲.

آذری، ف.، ۱۳۸۸. طرح تعیین محدوده حریم (سپر) تالاب انزلی. سازمان حفاظت محیط زیست. تهران. ۳۸۷.

ثابت رفتار، ک.، ۱۳۷۶. طرح حفاظت و بازسازی تالاب انزلی (فاز دوم). اداره کل حفاظت و محیط زیست استان گیلان. انزلی. ۸۹۰. سعادت، ح.؛ غلامی، ش.؛ شریفی، ف.؛ ایوب زاده، س.، ۱۳۸۵. بررسی اثرات تغییرات کاربری اراضی در رواناب سطحی (مدل شبیه سازی). مجله منابع طبیعی ایران. جلد ۹۵، شماره ۲، صفحات ۳۲-۳۹.

علوی پناه، س.ک.، ۱۳۸۵. کاربرد سنجش از دور در علوم زمین (علوم خاک). چاپ دوم. انتشارات دانشگاه تهران. صفحات ۴۷۸.

غلامعلی فرد، م.؛ جورابیان شوشتری، ش.؛ حسینی کهنوج، ح.؛ بالی، ع.؛ دلش، ح.؛ معین، ح.، ۱۳۹۱. کاربرد نمایه توافق کاپا در پایش تغییرات پوشش سرزمین سواحل استان بوشهر (دوره زمانی ۱۳۹۰-۱۳۶۷). نشریه اقیانوس‌شناسی. جلد ۳، شماره ۱۲، صفحات ۶۳-۷۵.

منصورفر، ک.، ۱۳۸۵. روش‌های پیشرفته آماری همراه با برنامه‌های کامپیوتری. چاپ اول. انتشارات دانشگاه تهران. ۴۵۹ صفحه.

برای تهیه نقشه‌های کاربری اراضی، مطالعه روی مساحتی معادل ۴۷۰۸۵/۱۱ هکتار به منظور بررسی تغییرات کاربری اراضی انجام گرفت که طبق نتایج به دست آمده بیشترین کاربری در سال ۱۳۶۴ مربوط به کاربری جنگل و در سال ۱۳۹۲ مربوط به کاربری کشاورزی است. در کل ۱۰ درصد کاربری کشاورزی و ۵ درصد کاربری شهری افزایش داشته است. کاربری پوشش گیاهی سطح آب کاهش داشته، در نتیجه مساحت آبی تالاب افزایش یافته است که این کاهش پوشش گیاهی می‌تواند به دلیل سرد شدن هوا و محبوس شدن گونه‌هایی نظیر آزولا در لابه‌لای نیزارهای تالاب باشد. اثر کاربری بر کیفیت آب هم در طول این ۲۸ سال نشان‌دهنده وضعیت وخیم تالاب است که روز به روز شرایط به سمت بدتر شدن وضعیت تالاب پیش می‌رود.

## ۴. نتیجه‌گیری

می‌توان عوامل تخریب‌کننده تالاب را در سه دسته شیمیایی، فیزیکی و بوم‌شناسی طبقه‌بندی نمود. که عوامل بوم‌شناسی مانند ورود گونه غیر بومی آزولا، عوامل شیمیایی مانند ورود بی‌رویه پساب‌های شهری و کشاورزی و فیزیکی مانند ورود زباله‌های

- GIS for forest cover change detection (A case study of Owabi Catchment in Kumasi, Ghana). Kwame Nkrumah University of Science and Technology. College of Engineering. 111PP.
- Hassler, M., 2004. Animal grazing effects on runoff water quality in a semiarid grassland. *Journal of Environmental Quality*, 21: 102- 105.
- Kashaigili, I.; Mbilinyi, B.P.; Mccartney, M.; Mwanuzi, F.L., 2006. Dynamic of usangu plains wetlands: use of remote sensing and GIS as management decision tools. *Physics and chemistry of the Earth*, 31(15): 967-975.
- Kazi, T.G.; Arain, M.B.; Jamali, M.K.; Jalbani, N.; Afridi, H. I.; Sarfraz, R.A.; Baig, J.A.; Shah, A.Q., 2009. Assessment of water quality of polluted lake using multivariate statistical techniques: A case study. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 72(2): 301-309.
- Papastergiadou, E.S.; Retalis, A.; Apostolakis, A.; Georgiadis, T., 2008. Environmental monitoring of Spatio-temporal changes using remote sensing and GIS in a Mediterranean wetland of northern Greece. *Water Resources management*, 22(5): 579-594.
- Ramsar convention Bureau., 1971. Information sheet on Ramsar Wetlands, Gland, Switzerland. .
- Shokoohi, R.; Hosseinzade, E.; Alipour, M.; Hosseinzade, S., 2011. Evaluation Aydughmush river quality parameters changes and wilcox index calculation. *Rasayan journal of chemistry*, 4(3): 673-680.
- Teraoka, H.; Ogava, M., 1984. Behavior of elements in the Takahashi, Japan river basin. *Journal Environmental Quality*, 13(3): 453-459.
- Tong, S.T.Y.; Chen, W., 2002. Modeling the relationship between land use and surface water quality. *Journal of Environmental Management*, 66(4): 377- 393.
- APHA., 1992. Standard method for examination of water and wastewater. 18<sup>th</sup> edition, American.
- Bateni, F.; Fakheran, S.; Soffianian, A.R., 2013. Assessment of land cover changes & water quality changes in the Zayandehroud River Basin between 1997–2008. *Environmental Monitoring and Assessment*, 185(12): 10511-10519.
- Brondizio, E.S; Moran, E.F., 1994. Land use change in The Amazon Estuary: patterns of caboclo settlement and landscape management. *Human Ecology*, 22(3): 249-278.
- Charkhabi, A.H.; Sakizadeh, M.; Rafiee, G., 2005. Seasonal fluctuation of heavy metals pollution in Iran's Siahrood River-a preliminary study. *Environmental Science and Pollution Research*, 12(5): 264-270.
- Chessman, B.; Townsend, S., 2009. Differing effects of catchment land use on water chemistry explain contrasting behavior of a diatom index in tropical northern and temperate southern Australia. *Ecological Indicators*, 10(3): 620-626.
- Coppin, P.; Jonckeele, I.; Nackaerts, K.; Muys, B.; Lambin, E., 2004. Review article digital change detection methods in ecosystem monitoring: a review. *International journal of Remote Sensing*, 25(9): 1565-1596.
- Da Silva, A.M.; Sacomani, L.B., 2001. Using chemical and physical parameters to define quality of Parado river water (botucatu- sp- brazil). *Water Research*, 35(6): 1609-1616.
- El-kawy, O.R.; Rod, J.K.; Ismail, H.A.; Suliman, A.S., 2011. Land use and land cover change detection in the western Nile delta of Egypt using remote sensing data. *Applied Geography*, 31(2): 483-494.
- Frimpong, A., 2011. Application of remote sensing and