

دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
دانشکده عمران و محیط زیست

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد با عنوان:

بررسی هیدرودینامیک تالاب انزلی با استفاده از مدل‌های
عددی

توسط:

فرشاد بوستانی

اساتید راهنما:

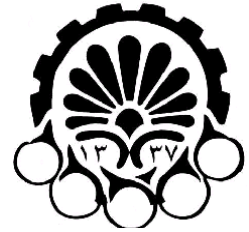
دکتر احمد طاهرشمسی

دکتر سید محمدرضا علوی مقدم

استاد مشاور:

مهندس موسوی

پاییز ۱۳۸۶



دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)
معاونت پژوهشی

بسمه تعالی
فرم اطلاعات پایان نامه
کارشناسی ارشد و دکترا

تاریخ:.....
پیوست:.....

نام و نام خانوادگی: فرشاد بوستانی	دانشجوی: آزاد () بورسیه (....) معادل (....)
شماره دانشجویی: ۸۳۱۲۴۱۹۴	دانشکده: عمران رشته تحصیلی: سازه‌های هیدرولیکی
نام و نام خانوادگی استاد راهنما: آقای دکتر طاهرشمسی و آقای دکتر علوی مقدم	
عنوان پایان نامه به فارسی: بررسی هیدرودینامیک تالاب انزلی با استفاده از مدل‌های عددی عنوان پایان نامه به انگلیسی: Investigation of Anzali wetland hydrodynamics by numerical models	
نوع پروژه: کارشناسی ارشد (x) / دکترا (....) کاربردی (....) / بنیادی (....) / توسعه‌ای (....) / نظری (....)	
تاریخ شروع:	تاریخ خاتمه:
سازمان تأمین کننده اعتبار:	
واژه‌های کلیدی به فارسی: هیدرودینامیک، تالاب انزلی، مدل‌های عددی واژه‌های کلیدی به انگلیسی: hydrodynamics, Anzali wetland, numerical models	
نظرها و پیشنهادهای منظور بهبود فعالیت‌های پژوهشی دانشگاه: استاد راهنما: دانشجو:	
امضاء استاد راهنما:	تاریخ:
نسخه ۱: معاونت پژوهشی نسخه ۲: کتابخانه و به انضمام دو جلد پایان نامه به منظور تسویه حساب با کتابخانه و مرکز اسناد و مدارک علمی	

چکیده

از نظر بیولوژیکی، مردابهای ساحلی در زمره غنی‌ترین نواحی روی کره زمین می‌باشند. در این نواحی آب و خشکی و آب شور و شیرین با هم در تماس هستند. موجودات زیستی زیادی در مردابها جمع می‌شوند و اختلاط زندگی جانوری و گیاهی در آنجا وجود دارد. همچنین مردابها به عنوان منابعی برای آب باران و رواناب نقش مهمی در کاهش اثر سیل و کنترل فرسایش و کیفیت آب دارند. از دیگر فواید مردابها فواید محیط زیستی و تفریحی می‌باشند که هر کدام زمینه های تحقیقی زیادی را بوجود می‌آورند. بنا به اهمیت مردابها بررسی دقیق و کلاسیک آنها می‌تواند اطلاعات ارزشمندی برای شناخت آنها و استفاده بهتر از آنها در اختیار ما قرار دهد.

تالاب انزلی یکی از مهمترین تالابهای ایران است. این تالاب دارای اکوسیستم‌های آبی و خشک متفاوتی است. این تالاب نمونه‌ای از یک تالاب طبیعی و پیوسته است که گیاهان و زیباگان ارزشمندی در خود دارد. رودخانه‌های دائمی زیادی به این تالاب می‌ریزند. نقش تفریحی این تالاب نیز حائز اهمیت است. تالاب انزلی از نظر زیست محیطی در معرض تهدیداتی قرار گرفته است که از جمله آنها می‌توان به گسترش مناطق شهری اطراف، ورود فاضلاب به آبهای منتهی به این تالابها، رودخانه های آلوده و شکار غیر قانونی اشاره کرد.

هدف از ارائه این پایان‌نامه بررسی مطالعات انجام شده بر روی تالاب انزلی و جمع‌آوری اطلاعات پایه‌ای موجود در مورد آن بمنظور تشکیل مدل دوبعدی افقی هیدرودینامیک و انتقال-پخش در این تالاب و بررسی توزیع دو مورد از پارامترهای کیفی مورد توجه، یعنی اکسیژن مورد نیاز شیمیایی و شوری توسط یک مدل عددی می‌باشد.

فصل اول

کلیات

۱ مقدمه

در تعریف تالاب می‌توان گفت تالابها مناطق پستی هستند که عموماً بواسطه یک زبانه ماسه‌ای از دریا جدا شده‌اند و یا مناطق پستی هستند که در کنار رودخانه‌های جزرومدی قرار گرفته‌اند (Reed, 1990).

تالابها یکی از مهمترین و پربرترین اکوسیستم‌های روی زمین می‌باشند که در سرتاسر جهان در مساحت‌های مختلف یافت میشوند. تالابها معمولاً در طول لبه مخزن دریاچه‌ها، در سیل دشت رودخانه‌ها و در دهانه دلتا تشکیل می‌شوند. بر اساس نتایج آماری ۶٪ سطح زمین از تالابها پوشیده شده است که این مقدار برابر ۸/۶ میلیون کیلومتر مربع می‌باشد (Ayati, 2003), (UMEP IETC& ILEC, 2001).

بشر تالابها را برای مقاصد مختلف اقتصادی-اجتماعی استفاده کرده است. عوامل مختلفی اکوسیستم، کارایی و نقش آنها را تهدید می‌نمایند. این عوامل شامل خاکریزی برای اصلاح اراضی، ساخت سد، آلودگی ورود مواد معدنی، انحراف آب به منظور آبیاری، تغذیه کنترل نشده حیوانات از تالابها، ماهیگیری بیش از حد و همچنین فعالیت‌های توریستی و تفریحی کنترل نشده می‌باشد.

۱ اهمیت و ضرورت تحقیق

بر اساس قوانین بین‌المللی، ایران محل شکل‌گیری کونوانسیون رامسر شناخته شد و تمرکز آن بر روی حفاظت و استفاده‌های وسیع از اجزاء تالابها و بطور عمده، پرنده‌های دریایی آن بود. بطور خاص در نواحی خشک و نیمه‌خشک، وجود تالابها، باتلاق و احجام آب موجود، نقش بسیار موثری در وضعیت محیط زیست، حیات وحش و بشر ایفا می‌کنند. بعضی از موارد اهمیت تالابها در زیر آورده شده‌اند (<http://ramsar.org>).

• کنترل سیل

تالاب ها می‌توانند باعث جلوگیری از وقوع سیل در برخی از نقاط پست شوند. تالابها مانند یک اسفنج ، آب زیادی به خود می‌گیرند و زمین منطقه تالاب، آب را جذب می‌نماید. آب در تالاب متوقف می‌شود و با سرعت ایمنی به مناطق اطراف باز می‌گردد. بسیاری از نواحی، به خاطر تخریب تالاب‌های اطراف آن در معرض خطر سیل‌گرفتگی قرار می‌گیرند.

• کیفیت آب

تالابها در تصفیه آب نیز نقش دارند . آنها مواد مغذی و فاضلاب سیلاب و رواناب را فیلتر می‌نمایند. تالابها به خاطر دارا بودن گونه‌های گیاهی مناسب و خاک خاص خود می‌توانند در از بین بردن و انتقال مواد آلاینده مفید باشند.

• محل زندگی حیات وحش

تالابها مانند جنگلهای مناطق پر باران می‌باشند و دارای گونه‌های بسیار متنوعی از حیات وحش هستند. در این محلها، گونه های مختلفی از حیوانات، مانند دوزیستان، خزندگان، پرندگان، پستانداران، حشرات و بندپایان می‌باشند .

• تفریح

انسانها به دلایل مختلفی علاقه مند به ماهیگیری، شکار، قایقرانی، پیاده‌روی و استراحت می‌باشند و بنا به حس زیبادوستی، بشر به این نواحی علاقه زیادی دارد .

تالاب انزلی بعنوان یکی از مهمترین تالابهای ایران که دارای اکوسیستم های آبی و خشک متفاوتی است، گیاهان و جانوران ارزشمندی در خود جای داده است. این تالاب در ژوئن ۱۹۷۵ بعنوان یک ناحیه با اهمیت از نظر زیست‌محیطی در کونوانسیون رامسر ثبت شد (<http://ramsar.org>). در دهه‌های اخیر، تالاب انزلی از نظر زیست‌محیطی در معرض تهدیداتی قرار گرفته است که از جمله دلایل آن می‌توان به موارد زیر اشاره کرد (Ayati, 2003):

- گسترش مناطق شهری اطراف

- ورود فاضلاب به آبهای منتهی به این تالابها

- رودخانه های آلوده

- شکار غیر قانونی

سه مورد نخست از موارد فوق در کیفیت آب تالاب تاثیرگذارند. بنابراین با بررسی هیدرودینامیک و کیفیت آب تالاب انزلی می‌توان شرایط آنرا بهتر شناخت و برای بهبود وضعیت آن راهکارهایی ارائه نمود.

۴ ۱ اهداف پایان نامه

هدف از ارائه این پایان نامه تشکیل مدل هیدرودینامیک تالاب انزلی و بررسی توزیع دو پارامترهای کیفی مورد توجه در آن، توسط یک مدل ریاضی می‌باشد. اهداف این پایان نامه بصورت فهرستوار در زیر آورده شده است:

- ✓ مدلسازی هیدرودینامیک تالاب انزلی و گسترش اکسیژن مورد نیاز شیمیایی در این تالاب با استفاده از مدل عددی MIKE21.
- ✓ مدلسازی هیدرودینامیک کانال کشتیرانی تالاب انزلی و بررسی میزان گسترش شوری در این کانال در نتیجه ارتباط آن با دریای خزر با استفاده از مدل عددی MIKE21.

۴ ۱ روش تحقیق

در این تحقیق بمنظور بررسی وضعیت هیدرودینامیک و کیفیت آب در تالاب انزلی از مدل عددی دوبعدی افقی MIKE21 استفاده شده است. بخش مهمی از این تحقیق را جمع‌آوری اطلاعات دقیق پایه‌ای مورد نیاز مدل که در سازمانهای مختلف کشور پراکنده بوده‌اند، تشکیل می‌دهد. با جمع‌آوری این اطلاعات و اجرای مدل در بازه‌هایی که اندازه‌گیریهای میدانی در آنها انجام شده است، کالیبراسیون^۱ و بررسی^۲ مدل صورت گرفته است و در نهایت بر اساس نتایج، در مورد وضعیت تالاب بحث شده است.

۵ ۱ خلاصه فصول

با توجه به هدف کلی این تحقیق، در فصل دوم، تالاب انزلی معرفی خواهد شد و در مورد هیدرولوژی حوضه آبریز، توپوگرافی، وضعیت آب و هوایی، وضعیت منابع آلودگی و سوابق مطالعاتی انجام شده در تالاب انزلی کلیاتی آورده شده است. بنا به اهمیت مساله رسوب در این تالاب، در ادامه این فصل، نگاهی اجمالی به این پدیده خواهیم داشت. در فصل سوم نیز مبانی تئوری معادلات حاکم بر هیدرودینامیک و پدیده انتقال-پخش در تالابها مورد بررسی قرار خواهد گرفت. بدنه اصلی تحقیق حاضر را فصول چهارم و پنجم تشکیل می‌دهند. در این فصول، در ابتدا به مدلسازی هیدرودینامیک تالاب انزلی خواهیم پرداخت و سپس در نتیجه آن، پدیده انتقال-پخش برای دو پارامتر با اهمیت در این تالاب، یعنی، اکسیژن مورد نیاز شیمیایی و شوری شبیه‌سازی خواهد شد. در فصل انتهایی این تحقیق، بر اساس نتایج بدست آمده از شبیه‌سازیهای انجام شده و وضعیت تالاب انزلی، نتیجه‌گیریها و پیشنهاداتی ارائه خواهد شد.

¹ Calibration

² Verification

فصل دوم

معرفی تالاب انزلی

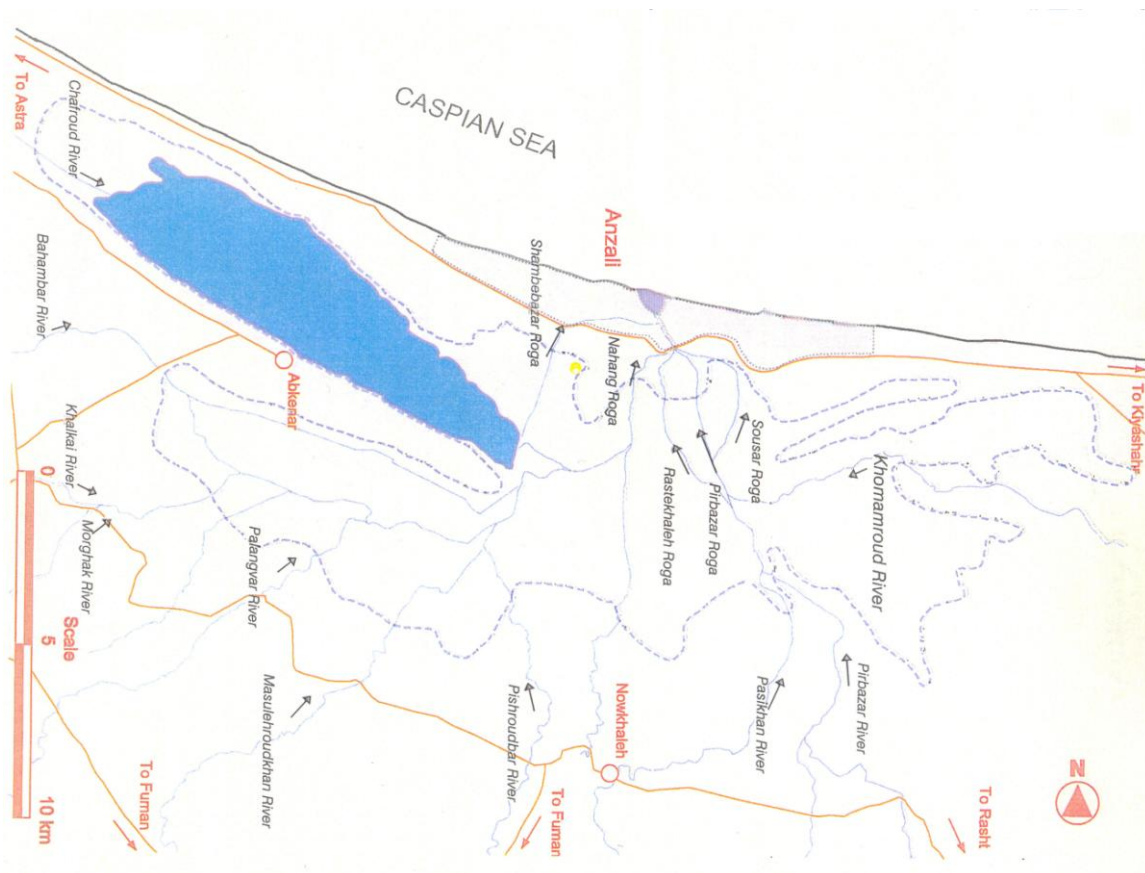
۱-۲ مقدمه

تالاب انزلی تالابی کوچک ولی مشهور است که در ساحل جنوبی دریای خزر واقع شده است. حوضه آبریز این تالاب بین $36^{\circ}55'$ و $37^{\circ}32'$ شمالی و $48^{\circ}55'$ و $49^{\circ}42'$ شرقی قرار دارد و کل مساحت آن ۳۶۱۰ کیلومتر مربع می‌باشد. این تالاب در شکل ۱-۲ نشان داده شده است (<http://ramsar.org>).

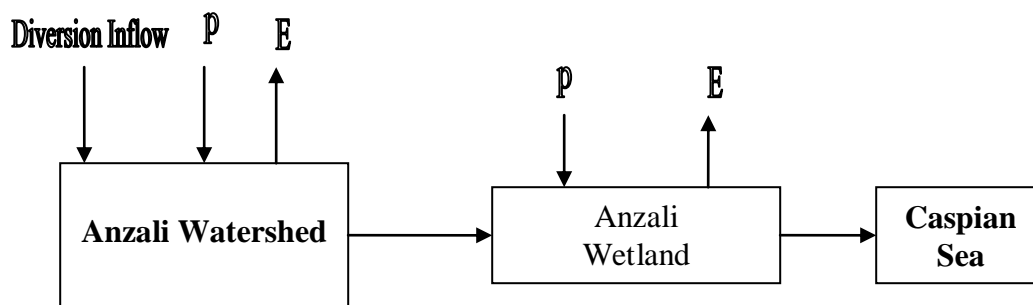
تالاب انزلی به عنوان زیستگاهی برای گونه‌های متفاوتی از گیاهان و حیات وحش و همچنین بعنوان پناهگاهی موقت برای پرندگان مهاجر، نقش حیاتی ایفا می‌کند. از مشکلات موجود در این تالاب می‌توان به مساله افزایش مواد جامد معلق، افزایش رسوب و افزایش آلاینده‌ها اشاره کرد که هر کدام به نوعی وضعیت زیست محیطی تالاب را تهدید می‌کنند؛ مثلا افزایش مواد جامد معلق منجر به کاهش دید پرندگان می‌شود و افزایش رسوب باعث تبدیل تالاب به زیستگاهی منحصرا برای زیگان نواحی کم عمق می‌گردد (Ayati, 2003).

۲-۲ هیدرولوژی حوضه آبریز تالاب انزلی

هیدرولوژی حوضه آبریز تالاب انزلی بطور عمده تحت تاثیر بارش، تبخیر و مقادیر منحرف شده آب از سازه‌های انحراف رودهای تاریک و سنگر می‌باشد که در شکل ۲-۲ نشان داده شده‌اند (Nippon Koie, 2003).



شکل ۱-۲ موقعیت تالاب انزلی (Nippon Koie, 2003)



شکل ۲-۲ جریان آب در حوضه آبریز انزلی (Nippon Koie, 2003)

۴ ۲ میزان بارش و تبخیر

متوسط سالیانه بارش در حوضه آبریز با استفاده از روش چند ضلعی تسین^۱ بعد از اعمال ضریب کاهش سطح به بارش نقطه ای تقریباً ۱۱۶۰ میلی متر بدست آمده است. اندازه گیری میزان متوسط تبخیر نشان داده است که این مقدار بین ۹۰۰ تا ۱۰۰۰ میلی متر تغییر می کند و دارای میانگین حسابی ۹۵۳ میلی متر بودند. با ضرب کردن این مقدار در ضریب تصحیح تشتک تبخیر^۲، یعنی ۰،۹، متوسط تبخیر سالیانه ۸۵۸ میلی متر بدست می آید (سازمان مدیریت منابع آب، ۱۳۸۰).

۴ ۲ ۲ سازه های انحراف آب

سازه های انحراف آب موجود در حوضه آبریز تالاب انزلی نیز در هیدرولوژی حوضه آبریز آن تاثیرگذارند (شکل ۲-۲). بندهای تاریک و سنگر در همسایگی سفیدرود و در شرق حوضه آبریز انزلی واقعند. این سازه ها بمنظور انحراف آب آبیاری و صنعتی، بخصوص در فصل برداشت محصول که جریانهای طبیعی، کم قدرت هستند، در حوضه آبریز انزلی ساخته شده اند (Nippon Koie, 2003).

۴ ۲ ۲ دبی

اطلاعات دبی روزانه برای ۲۸ ایستگاه توسط گروه تحقیقاتی جایکا جمع آوری شده است و اطلاعات هیدرولوژیکی، مربوط به ۱۴ ایستگاه برای مدت ۱۵ سال قبل از آن توسط سازمان مدیریت منابع آب جمع آوری شده بود. در حوضه آبریز تالاب انزلی ۵ ایستگاه دارای اطلاعاتی کمتر از ۱۰ سال می باشند. بمنظور ارزیابی اطلاعات هیدرولوژیکی، این اطلاعات با تشکیل منحنی های دو جرمی^۳ که نمودار دبی متوسط در برابر دبی هر ایستگاه می باشد، توسط گروه مطالعاتی جایکا کنترل شده است. این نمودارها نشان دادند که ایستگاهها دارای رابطه خطی هستند و در نتیجه اطلاعات سازگار و قابل قبول می باشند (Nippon Koie, 2003).

۴ ۲ ۲ حجم و زمان ماند تالاب

بر اساس بررسی نقشه های موجود و اطلاعات عمق سنجی جمع آوری شده، حجم تالاب چیزی در حدود ۳۰۰ میلیون مترمکعب، سطح آب تالاب انزلی در حدود ۱۹۳ کیلومتر مربع و عمق متوسط آن ۱،۵۵ متر تخمین زده شد. بر اساس

¹ Thesian

² Pan correction coefficient

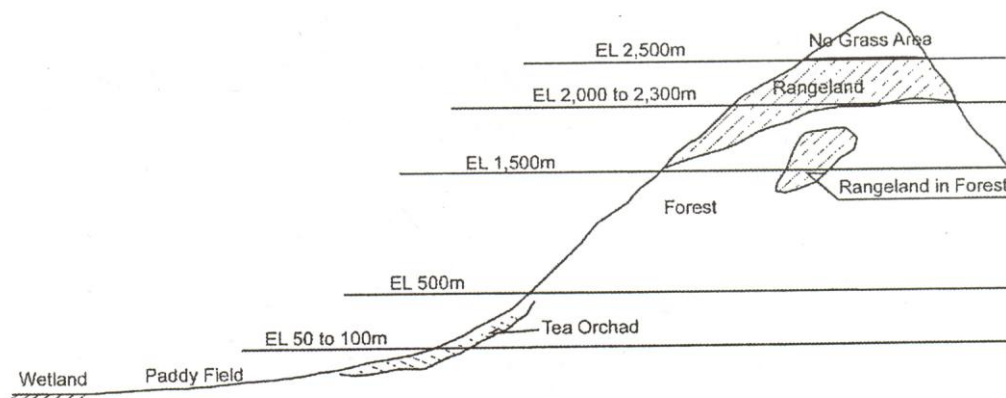
³ Double mass curves

جریانهای ورودی سالیانه، زمان ماند هیدرولیکی تالاب ۴۸ روز تخمین زده شده است (Nippon Koie, 2003). با فرض عمق متوسط ۲ متر، زمان ماند تالاب یک ماه تخمین زده شده است (Taher-Shamsi, 2003).

۳-۲ توپوگرافی حوضه آبریز تالاب انزلی

حوضه آبریز تالاب انزلی در شمال ایران و در ساحل جنوبی دریای خزر بین $36^{\circ}55'$ و $37^{\circ}32'$ شمالی و $48^{\circ}55'$ و $49^{\circ}42'$ شرقی قرار دارد. این حوضه آبریز دارای ارتفاع ماکزیمم ۳۶۱۰ متر در ناحیه کوهستانی و ارتفاع مینیمم ۲۵ متر در ساحل دریای خزر می باشد. حوضه آبریز تالاب انزلی توسط مرزهای سفیدرود در شرق، رشته کوههای البرز در جنوب و غرب و دریای خزر در شمال احاطه شده است.

حوضه آبریز تالاب انزلی از نظر ژئومورفولوژیکی به دو ناحیه تقسیم می شود؛ ناحیه ساحلی پست و ناحیه کوهستانی مرتفع. ناحیه ساحلی پست، یعنی دشت انزلی دارای عرض تقریبی ۶۰ کیلومتر و طولی بین ۲۰ تا ۴۰ کیلومتر و ناحیه کوهستانی آن دارای عرض ۷۰ کیلومتر و طول ۲۵ کیلومتر است. ناحیه پست این حوضه آبریز که عموماً ارتفاعی کمتر از ۱۰۰ متر دارد، شامل تالاب انزلی و مساحت وسیعی شالیزار است. شیب طبیعی این ناحیه کمتر از ۱٪ و در ناحیه کوهستانی تا بیش از ۲۵٪ افزایش می یابد. رابطه بین توپوگرافی و کاربرد ارضی در حوضه آبریز تالاب انزلی در شکل ۳-۲ نشان داده شده است (Nippon Koie, 2003).



شکل ۳-۲ توپوگرافی حوضه آبریز تالاب انزلی (Nippon Koie, 2003)

۴-۲ وضعیت آب و هوایی تالاب انزلی

آب و هوای شمال ایران، شامل استانهای گیلان، مازندران و گلستان، بعنوان آب و هوای خزری معروف است. در این ناحیه تاثیر این نوع آب و هوا روی نوار ساحلی دریای خزر و همجواری با رشته کوههای البرز از جنوب به آب و هوایی متفاوت از بقیه نقاط ایران منجر شده است.

• وضعیت باد

باد در این ناحیه در دو جهت اصلی می وزد. باد حاکم باد شمال غربی است که در نتیجه جابجایی های قاره ای هوا، یعنی جبهه های مدیترانه ای ایجاد می شود. دیگر نوع باد در این ناحیه باد جنوبی است که توسط رشته کوههای البرز بوجود می آید؛ این باد به سمت نواحی ساحلی می وزد (سازمان هواشناسی کشور).

• وضعیت بارش، تبخیر و درجه حرارت

بارش در این ناحیه فراوان است و از ۲۰۰ تا ۴۰۰ میلی متر در سال تغییر می کند. بارش از غرب به شرق کاهش پیدا می کند و بر عکس تبخیر از غرب به شرق افزایش پیدا می کند و دارای متوسطی برابر ۸۰۰ میلی متر در سال است. حداکثر میزان بارش در این ناحیه در ایستگاه انزلی برابر با ۱۸۲۸ میلی متر در سال برآورد شده است. بارش بین ماههای اکتبر و ژانویه حداکثر و بین ماههای آوریل و جولای حداقل است. درجه هوا در این ناحیه ملایم است و بین $0.8^{\circ}C$ - تا $37.3^{\circ}C$ تغییر می کند. رطوبت نسبی بنا به موقعیت و فصل در دامنه ای بین ۲۴ تا ۱۰۰ درصد تغییر می نماید (سازمان هواشناسی کشور).

۲-۵ ویژگیهای تالاب انزلی

سطح تالاب انزلی بنا بر آنچه در کونوانسیون رامسر ثبت شده است ۱۵۰ کیلومتر مربع می باشد و بر اساس تصاویر GIS که توسط جایکا تهیه شده است، ۱۹۳ کیلومتر مربع تعیین شده است. این تالاب از نظر فیزیکی توسط یک لاگون بیضی شکل در غرب، ناحیه حفاظت شده سیاه کشیم در جنوب غربی، نواحی آبگیر آزاد حسین بخوانده در شرق و کانالهای زهکشی در مرکز شناخته می شود.

در حال حاضر ناحیه لاگون در تالاب انزلی دارای طولی برابر ۱۷ کیلومتر و ماکزیمم عرض ۳ کیلومتر است. با استفاده از منحنی حجم-عمق که توسط وزارت جهاد کشاورزی در سال ۱۹۹۱ تنظیم شده است، ظرفیت این تالاب در حدود ۱۰۰ میلیون کیلومتر مربع تخمین زده می شود. سطح تالاب در حدود ۴۹ کیلومتر مربع برآورد شده است. لاگون تالاب انزلی فقط یک ورودی از غرب دارد که چافرود است و دو خروجی دارد که نهنگ روگا^۱ و شنبه بازار روگا می باشند.

^۱ روگا در لهجه محلی یعنی کانال.

ناحیه حفاظت شده سیاه کشیم در جنوب غربی این تالاب قرار دارد. رودهای ورودی به این ناحیه مرغک، خالکایی، ماسوله رودخان و بهمبر از غرب و جنوب می‌باشند. تنها خروجی آن در شرق قرار دارد و توسط شالیزار احاطه شده است. کانالهای مرکزی توسط رودهای پسیخان و پیربازار و قسمت شرقی تالاب توسط خمامرود تغذیه می‌شوند. عمق این کانالها ۰،۵ تا ۲،۵ متر است که از ماکروفیت و نیزار پوشیده شده است. پنج روگا، یعنی شنبه بازار، نهنگ، راسته خاله، پیربازار و سوسر آب تالاب را به دریای خزر تخلیه می‌نمایند. این روگاها بین ۰،۷ تا ۳ متر عمق دارند و کانالهای راسته خاله و نهنگ روگا در دهه ۱۹۸۰ توسط وزارت جهاد کشاورزی عمیق سازی شدند (Nippon Koie, 2003).

۲-۶ تغییرات هیدرولوژیکی اخیر در تالاب

اگر چه اطلاعات موجود در رابطه با وضعیت هیدرولوژیکی تالاب انزلی محدود است، اطلاعات مربوط به تغییرات آن موجود می‌باشند. تغییرات سطح آب تالاب انزلی در ۷۰ سال گذشته در جدول زیر آورده شده است و در جدول ۲-۱ نشان داده شده است. مساحت سطحی تالاب انزلی در ۱۹۸۹ حدود یک پنجم آن در سال ۱۹۳۰ شده است (Nippon Koie, 2003).

جدول ۲-۱ تغییرات تراز سطح آب دریای خزر و مساحت سطح آب در تالاب انزلی (Nippon Koie, 2003)

سال	مساحت سطح آب (km^2)	تراز متوسط سطح آب دریای خزر
۱۹۳۰	۲۵۸	-۲۵.۳۹
۱۹۵۶	۸۸	-۲۷.۶۳
۱۹۶۶	۵۴	-۲۷.۷۱
۱۹۷۷	-	-۲۸.۴۴
۱۹۸۹	۵۷	-۲۶.۹۹
۲۰۰۲	-	-۲۶.۴۷

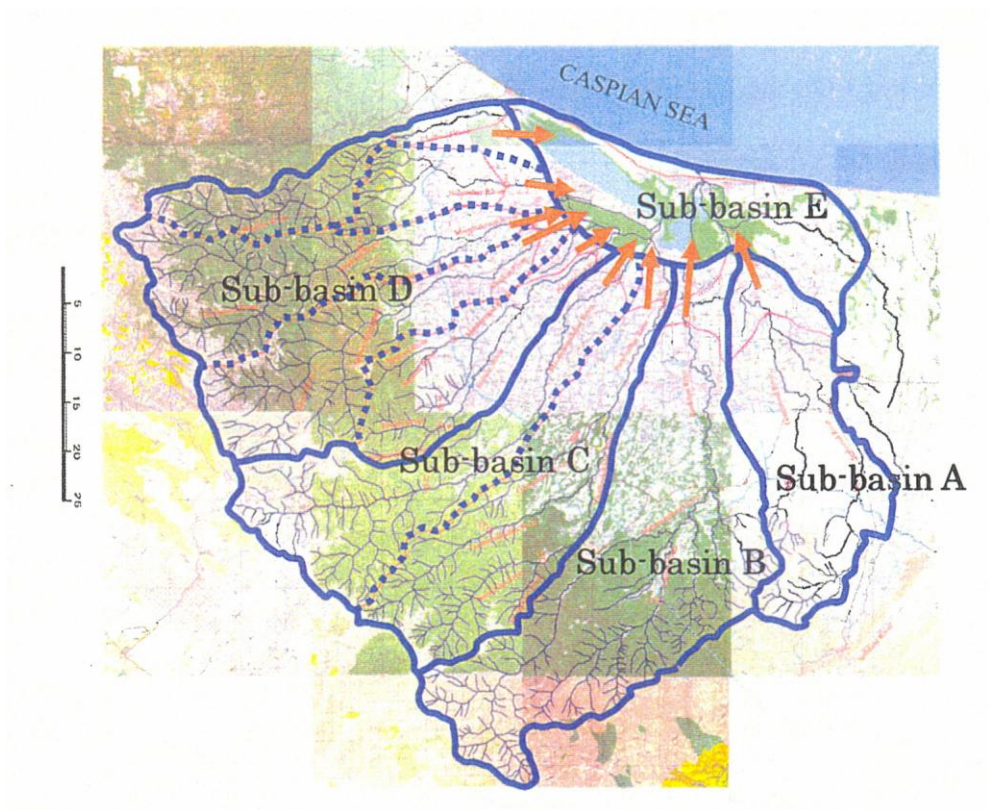
اطلاعات فوق دال بر یک رابطه نامنظم بین تغییرات سطح آب تالاب و تراز آب دریای خزر را نشان می‌دهد. برنامه استفاده از زمینهای قدیمی احاطه کننده تالاب گویای مطلب فوق است. عکسهای هوایی که در دهه ۱۹۷۰ از تالاب انزلی گرفته شد نشان می‌دهد که این برنامه تا حدودی اجرا شد و قسمتی از بخشهای تالاب به شالیزار تبدیل شدند. در اواخر دهه ۱۹۸۰ و اوایل دهه ۱۹۹۰ وقتی سطح آب دریای خزر بالا آمد خیلی از زمینهای نقاط پست سیلگیر شدند و در نتیجه آن صدمات زیادی به محصولات، خانه ها و اموال رسید.

تلاشهایی بمنظور ساخت بند برای جلوگیری از صدمات فوق صورت گرفت که موفقیت کمی داشت. اکنون بیشتر این نقاط در آب غوطه‌ورند و بعضی از کشاورزان حتی سعی در خشکاندازی زمینهای خود دارند (Nippon Koie, 2003).

۷-۲ بار آلودگی ورودی به تالاب انزلی

۱-۷-۲ جریانهای آبی در تالاب انزلی

آلودگی حوضه از طریق ۹ رود و زهکش انتقال می‌یابد. برای تحلیلی بر روی بار آلودگی حوضه آبریز تالاب به ۵ زیرحوضه تقسیم شد که در شکل زیر نشان داده شده اند. در این شکل مشخص است که بار آلودگی تالاب از این ۵ زیرحوضه وارد تالاب می‌شود و تالاب انزلی را می‌توان به این نواحی تقسیم کرد. وضعیت حاضر منابع آلودگی در هر زیرحوضه در زیر خلاصه شده است (Nippon Koie, 2003).



شکل ۲-۴ زیر حوضه های ناحیه مورد مطالعه (Nippon Koie, 2003)

• زیرحوضه A

رشت بزرگترین شهر این ناحیه در این زیرحوضه واقع شده است و بیشتر کارخانه های صنعتی در این زیرحوضه واقعند. آب رودخانه این تالاب از طریق قسمت شرقی تالاب به دریای خزر می‌ریزد.

• زیر حوضه B

این زیرحوضه کم جمعیت است. آب رودخانه نظیر این زیرحوضه نیز از قسمت شرقی تالاب به دریای خزر می‌ریزد.

• زیرحوضه C

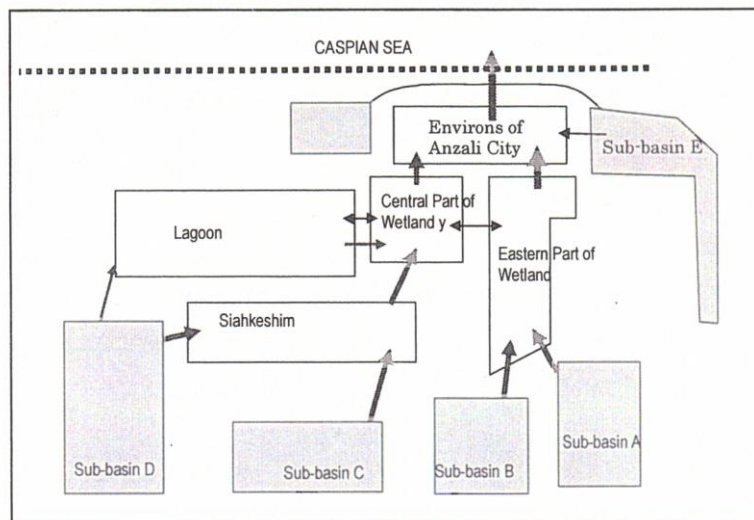
شهرهای اصلی واقع در این زیرحوضه، شهرهای فومن و صومه سرا می باشند. رودخانه نظیر این زیرحوضه از طریق ضلع شرقی سیاه‌کشیم و لاگون به دریای خزر می‌ریزند.

• زیرحوضه D

جمعیت این زیرحوضه کم است و رودخانه نظیر آن به سیاه‌کشیم می‌ریزد.

• زیرحوضه E

در این زیر حوضه فاضلاب شهر انزلی به تالاب می‌ریزد و یا از طریق زهکشها به دریای خزر تخلیه می‌شود.



شکل ۲-۵ مکانیزم تخلیه بار آلودگی در تالاب انزلی (Nippon Koie, 2003)

۲-۸ وضعیت منابع آلودگی مختلف در تالاب

۲-۸-۱ فاضلاب خانگی

بار آلودگی ناشی از فاضلاب خانگی به جمعیت بستگی دارد. جمعیت ۹۹۰۰۰۰ نفری حوضه به چند زیرحوضه تقسیم می‌شود که در جدول ۲-۲ نشان داده شده‌اند.

جدول ۲-۲ توزیع جمعیت در زیرحوضه های مختلف تالاب (Nippon Koie, 2003)

زیر حوضه	جمعیت کل	درصد	جمعیت شهری	جمعیت غیرشهری
زیر حوضه A	۴۱۸۵۴۵	٪۵۰	۳۶۰۰۹۰	۵۸۴۵۵
زیر حوضه B	۱۸۹۵۵۷	٪۹	۱۲۲۷۳۱	۶۶۸۲۶
زیر حوضه C	۱۰۹۰۹۷	٪۲۰	۳۴۲۶۷	۷۴۸۳۰
زیر حوضه D	۱۵۲۹۳۸	٪۹	۵۱۴۰۴	۱۰۱۵۳۴
زیر حوضه E	۱۲۳۴۶۱	٪۱۲	۱۰۱۵۳۴	۲۱۹۲۷
کل	۹۹۳۵۹۸	٪۱۰۰	۶۷۰۰۲۶	۳۲۳۵۷۲

۴ ا ۲ فاضلاب صنعتی

کل جریان فاضلاب صنعتی تخلیه شده در حوضه، در حدود کمتر از ۷۰۰۰ مترمکعب در روز تخمین زده می‌شود. توزیع فعالیت صنعتی در زیر حوضه های مختلف به جدول ۲-۳ خلاصه شده است.

جدول ۲-۳ توزیع فعالیتهای صنعتی در هر زیرحوضه (Nippon Koie, 2003)

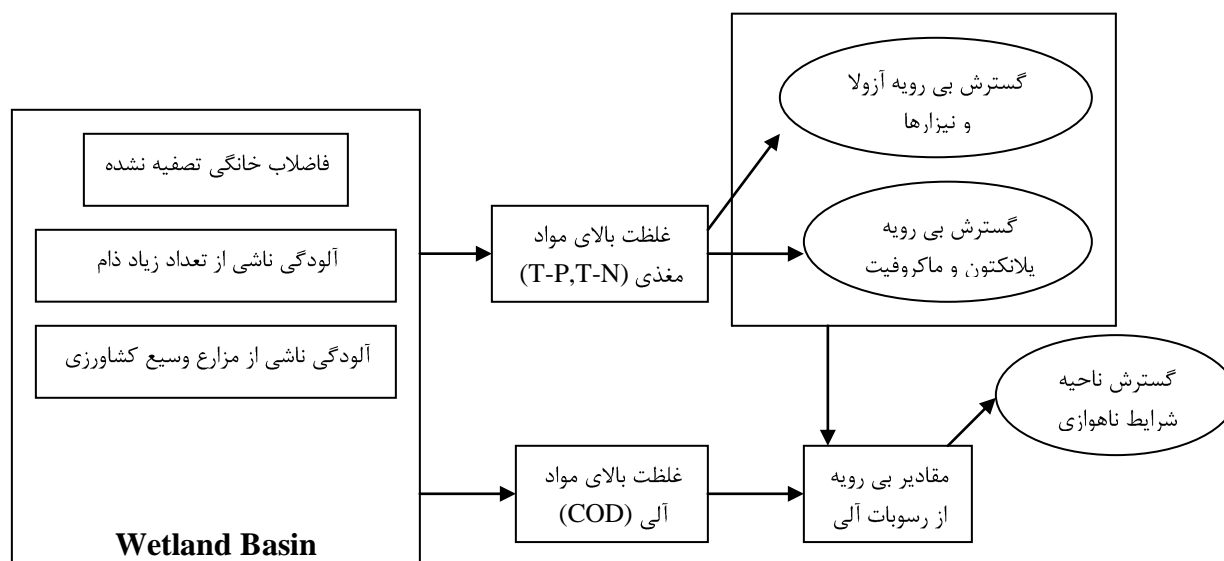
زیر حوضه	نام شهر صنعتی	مساحت(هکتار)	کارخانه های مشغول به کار
زیر حوضه A	رشت	۴۲۰	۱۲۵
زیر حوضه B	شفت	۳۸	۲
زیر حوضه C	فومن	۱۴	-
زیر حوضه D	صومعه سرا	۱۰۰	۱۵
زیر حوضه E	انزلی	۵۰	۳۴

۳-۸-۲ فاضلاب دامی

حدود ۸۶۰۰۰۰ راس دام در این حوضه تغذیه می‌شوند. تعداد کل دامهای حوضه برابر با جمعیت انسانها در حوضه می‌باشد ولی آلودگی تولید شده توسط یک دام از آلودگی تولید شده توسط انسان بیشتر است و بنابراین، آلودگی تولید شده توسط دامها بیشتر است.

۹-۲ تخریب کیفیت آب در تالاب انزلی

بارهای آلودگی زیادی بر اکوسیستم تالاب انزلی تاثیر می‌گذارند و پدیده های خاصی در تالاب انزلی گزارش شده‌اند مانند رشد بی رویه آزولا و فراگمیت و شرایط ناهواری در بستر تالاب. این پدیده ها را می توان به ورود بی رویه T-N, COD و T-P وابسته دانست. مکانیزم تخریب کیفیت آب در تالاب انزلی در شکل زیر نشان داده شده است.



شکل ۲-۶ مکانیزم تخریب کیفیت آب و اکوسیستم تالاب انزلی (Nippon Koie, 2003)

۲ ۹ ۴ علت غلظت بالای مواد مغذی

با مقایسه غلظت‌های مواد مغذی (T-N, T-P) با معیارهای مختلف اوتروفیکاسیون می‌توان گفت کیفیت آب در تالاب انزلی بین حد بالایی شرایط مزوتروفیک و شرایط اوتروفیک می‌باشد. یکی از مشکلات مخفی مربوط به شرایط اوتروفیک، رشد بی‌رویه پلانکتون و یا ماکروفیت‌های خاص می‌باشد. گسترش اخیر آزولا و رشد انبوه نیزارها را می‌توان به اوتروفیکاسیون آب وابسته دانست (Nippon Koie, 2003).

۲ ۹ ۴ علل وجود غلظت‌های بالای مواد آلی

COD شاخصی برای آلودگی‌های آلی می‌باشد که با ورود آلاینده‌های آلی بوجود می‌آید و باعث رشد بی‌رویه گیاهان می‌شود. راهنمای کیفیت آب سازمان محیط زیست آمریکا (US EPA) اشاره می‌کند که شرایط اوتروفیک بسیار زیاد یا در این تحقیق، آلودگی آلی زیاد، شرایطی می‌باشد که دارای COD بیشتر از ۳۰ میلی‌گرم بر لیتر است. با افزایش

آلودگی آلی، میزان اکسیژن محلول بطور معمول کاهش می یابد و شرایط ناهوازی در کف آب در ناحیه سیاه کشیم، بندر انزلی و پایین دست رودخانه پیربازار گزارش شده است (Nippon Koie, 2003).

۲ ۹ ۴ شوری در تالاب انزلی

پدیده شوری در تالاب انزلی، بخصوص در کانال کشتیرانی این تالاب، به عنوان تنها راه ارتباطی با دریای خزر حائز اهمیت است که در این خصوص در فصل پنجم بحث خواهد شد.

۲ ۱۰ سابقه مطالعات انجام شده در مورد تالاب انزلی

از زمانی که تالاب انزلی از نظر مطالعاتی مورد توجه قرار گرفته است تا سال ۱۹۸۷ هیدرولیک و هیدرودینامیک تالاب انزلی بطور مستقیم مورد توجه تیمهای مطالعاتی قرار نگرفت و این در حالی است که بعضی از اقدامات یا مطالعات انجام شده صرفاً جنبه مهندسی داشته و بجهت تغییر در خصوصیات هیدرولیکی تالاب انجام گرفته است. در سال ۱۹۸۷ برای شناخت خصوصیات هیدرولیکی تالاب انزلی از یک مدل ریاضی استفاده گردید (مهندسین مشاور یکم، ۱۳۶۷). این مدل بکمک اطلاعات جمع‌آوری شده توسط مهندسین مشاور هاسکونینگ حل شده است که با توجه به اطلاعات ناقص، پراکنده و غیر هماهنگ، جوابهای مدل تقریبی می‌باشند. در سال ۲۰۰۳ میلادی، سازمان محیط زیست ایران پروژه ای تحقیقاتی تحت عنوان "طرح جامع مطالعاتی بمنظور حفاظت اکوسیستم تالاب انزلی"^۱ با همکاری JICA^۲ به انجام رساند که تا کنون کاملترین مجموعه تحقیقاتی در دسترس در مورد تالاب انزلی می‌باشد. در این تحقیق، وضعیت رسوب در طول یک سال در تالاب مدلسازی شده است. در زیر، بصورت فهرستوار به پاره ای از تحقیقات انجام شده در رابطه با تالاب انزلی اشاره شده است:

۱. گزارش احیا پرورش ماهی در تالاب انزلی که در ۱۳۴۳ توسط کمیته شیلات شوروی سابق (مهندسین مشاور یکم، ۱۳۶۷).
۲. مطالعات لیمنولوژی تالاب انزلی توسط شرکت شیلات ایران در ۱۳۵۰ و سازمان محیط زیست در ۱۳۵۳ (مهندسین مشاور یکم، ۱۳۶۷).
۳. مطالعه روشهای تثبیت سطح تالاب انزلی توسط مهندسین مشاور کی-کانسالت در سال ۱۳۵۵ (مهندسین مشاور یکم، ۱۳۶۷).
۴. هیدرولوژی انهار بخش شرقی تالاب انزلی توسط وزارت نیرو در سالهای آبی ۶۱-۶۲ و ۶۲-۶۳ (مهندسین مشاور یکم، ۱۳۶۷).

¹ The Study on Integrated Management for Ecosystem Conservation of the Anzali Wetland in the Islamic Republic of Iran

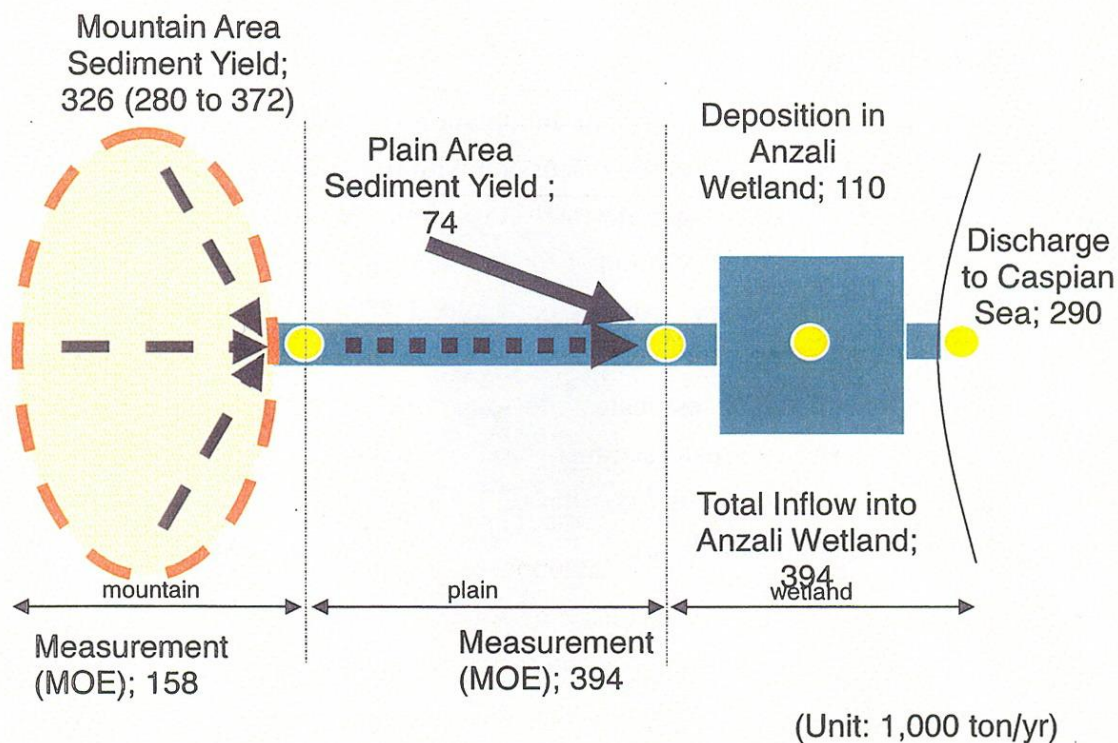
² Japan International Cooperation Agency

۵. اثرات متقابل جریانات دریایی و رودخانه ای در کانال بندر انزلی در بخش هیدرولوژی سازمان شیلات ایران در سال ۱۳۶۶ (مهندسین مشاور یکم ، ۱۳۶۷).
 ۶. گزارش طرح پیلوت، طرح احیاء تالاب انزلی توسط جهاد سازندگی در ۱۳۶۵ (گزارش مطالعات گام اول طرح جامع احیاء تالاب انزلی ، ۱۳۶۷).
 ۷. مدل ریاضی لاگون انزلی توسط محمودزاده در موسسه دلفت در سال ۱۹۷۸ (مهندسین مشاور یکم ، ۱۳۶۷).
 ۸. ارائه گزارش مطالعات طرح جامع احیاء تالاب انزلی توسط شرکت مهندسین مشاور یکم در سال ۱۳۶۷.
 ۹. بررسی اثرات فاضلابهای صنعتی و بهداشتی بر تالاب انزلی (Ayati, 2003).
 ۱۰. بررسی اکو هیدرولیک تالاب انزلی توسط دکتر طاهرشمسی در طی مقاله ای در کنفرانس بین المللی اکوهیدرولیک در سال ۲۰۰۴ (Taher-shamsi, 2004).
 ۱۱. مطالعات جایکا در تالاب انزلی تحت عنوان "طرح جامع مطالعاتی بمنظور حفاظت اکوسیستم تالاب انزلی" در سال ۲۰۰۳ (Nippon Koie, 2003).
- در تحقیق اخیر در تالاب انزلی، مساله رسوب در این تالاب به طور کامل بررسی شده است که بنا به اهمیت این پدیده، خلاصه‌ای از آن در این قسمت آورده شده است.

۱۱-۲ بررسی وضعیت رسوب در تالاب انزلی

۱-۱۱-۲ مقدمه

تبادل رسوب در تالاب انزلی را می توان توسط شکل ۲-۷ به تصویر کشید:



شکل ۲-۷ تبادل رسوب در تالاب انزلی (Nippon Koie, 2003)

رسوب در ناحیه کوهستانی نتیجه فرسایش طبیعی در مرتفعترین نقاط یعنی در جایی که زمین بایر است این رسوب در اثر فعالیتهای بشر در چراگاهها و جنگلها بوجود می آید. این فعالیتها شامل چرای دام، کشت مرتع، راهسازی و قطع درختان می باشد. در ناحیه دشت، رسوب به اندازه ناحیه کوهستانی چشمگیر نیست و این مساله بخاطر وجود شالیزارهایی است که بعنوان تله رسوبگیر عمل می کنند. رسوباتی که از ناحیه کوهستانی و ناحیه هموار وارد رودخانهها می شوند، به سمت تالاب انزلی در پایین دست انتقال می یابند و در آنجا یا ته نشین می شوند یا بصورت معلق به دریای خزر انتقال می یابند (Nippon Koie, 2003).