

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه سبزگان
دانشکده علوم - گروه شیمی

پایان نامه کارشناسی ارشد

گرایش شیمی فیزیک

تعیین پارامترهای ترمودینامیکی استخراج ترکیبات جیوه از نمونه‌های حقیقی

نگارش:

الهه آستانی کلاشمی

استاد راهنما:

دکتر مرتضی واحدپور

استاد مشاور:

هادی بابایی

تیر ۱۳۸۸

تقدیم به تک گوهران جهان هستی

پدر و مادر مهربانم،

و یاران همیشگی زندگی ام

خواهر و برادرانم

سپاسم را خدایی است که جزء او مرا پناهی نیست
و با تشکر و سپاس بی کران از استاد راهنمای گرامیم:

جناب آقای دکتر مرتضی واحدپور

و استاد مشاورم

جناب آقای مهندس بابایی

که چشم مرا به یکی از زیباترین شگفتی های خلقت گشودند و مرا
با قطره ای از گوهر ناب هستی آشنا نمودند. چه بسیار آموختم از
آموخته های ایشان

و...

و قدردانی فراوان از داوران محترم پایان نامه، آقایان دکترقنادزاده و
دکتر یافتیان.

و کمال سپاس را دارم از آقایان دکتر کاظمی زاده، زنگنه، دکتر کامیابی،
مهندس غیائی، مهندس کریمی پور، خانم دولتپوری و همه اساتیدی که در
این دوره از محضرشان، درس ها آموختم.

از زحمات بی دریغ کارکنان پژوهشکده آبروی آب های داخلی کشور
مخصوصاً آقای مهندس خداپرست، آقای خوشحال، تجدد، خانم برقی،
فئید، احمد نژاد و تمامی بزرگانی که در تمامی مراحل انجام این تحقیق
اعم از گردآوری مطالب، نمونه برداری، آزمایش های شیمیایی و جذب اتمی،
همراه و همکارم بودند، کمال تشکر را دارم.

و سپاس از تمامی دوستانی که لحظاتی شیرین و به یاد ماندنی را در
کنارشان گزراندم :

خانمها: ثابت قدم، بحرپیما، پری نژاد، افتخاری، اسدی نژاد، بزرگی، جمشیدی، غیائی،
حاجی عبداللی، محمد نژاد، کریمی، عشوری، غمخوار، سیدی راد، اصغری، مفتخر،
میاننداری، توضیحی، حسینی، سلیمانی.

آقایان: زمانی، اصانلو، محمدلو.

چکیده

تالاب انزلی، واقع در حاشیه جنوبی دریای خزر، یکی از اکوسیستم‌های کم‌نظیر دنیاست که از چهار حوضچه شرقی، مرکزی، غربی و سیاه‌کشیم تشکیل شده است. این اکوسیستم دارای ۲۰ گونه ماهی است و آب بیش از ۱۱ رودخانه دائمی و فصلی، که از کوه‌های البرز و تالش سرچشمه می‌گیرند، بعد از گذر از مزارع و شالیزارهای اطراف تالاب، به درون آن تخلیه می‌شوند و با انتقال آب و ته‌نشین شدن رسوبات آن که حاوی غلظت بالایی از عناصر سنگین است، موجب آلودگی تالاب می‌شوند.

ترکیبات جیوه جزء آلاینده‌های خطرناکی در آب رودخانه‌ها و دریاچه‌ها هستند. که از ته نشین شدن و رسوب کردن فاضلاب‌های صنعتی و شهری در ته رودخانه‌ها حاصل می‌شوند. ماهی و پرستنداران دریایی منبع برجسته ترکیبات جیوه در رژیم غذایی انسان هستند.

در این تحقیق سعی شده است، علاوه بر مطالعه آب ۴ حوضچه تالاب انزلی از نظر میزان آلودگی به ترکیبات جیوه، اثر ایستگاه‌ها و فصول نمونه‌برداری بر روی غلظت جیوه مورد بررسی قرار گیرد. بدین منظور ۲۰ نمونه آب در فصل پاییز و زمستان ۸۶ و تابستان ۸۷ از ایستگاه‌های موجود در حوضچه‌های تالاب برداشته شد و آنالیزهای فیزیکی و شیمیایی لازم بر روی آن‌ها انجام گرفت. برای تعیین غلظت ترکیبات جیوه در نمونه‌های آب از روش هضم اسیدی و آنالیز جذب اتمی بخار سرد استفاده شد. برای بررسی تأثیر ایستگاه‌ها و فصول نمونه‌برداری از محاسبات تحلیل واریانس یک طرفه و دو طرفه استفاده شد.

برای بررسی میزان آلودگی ترکیبات جیوه در بافت عضله‌ی ماهیان ۴ حوضچه تالاب، ۵۰ نمونه ماهی در ۶ گونه مختلف انتخاب شد. برای بررسی تأثیر عوامل سن، طول و وزن بر روی غلظت ترکیبات جیوه در بافت عضله‌ی ماهیان از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد.

نتایج آنالیز جذب اتمی بخار سرد با روش هضم قلیایی برای ماهیان نشان می‌دهد که غلظت ترکیبات جیوه در نمونه‌های ماهی در مقایسه با غلظت استاندارد آن، در حد طبیعی و کمتر از مقدار استاندارد است ولی در نمونه‌های آب، بیش از حد استاندارد آب آشامیدنی است. بیشترین آلودگی نسبت به این عنصر در نمونه‌های آب در حوضچه‌ی شرقی و در نمونه‌های ماهی در اردک ماهی اندازه‌گیری شده است.

نتایج تحلیل واریانس یک طرفه نشان می‌دهد، غلظت ترکیبات جیوه در ایستگاه‌های نمونه‌برداری شده با سطح اطمینان ۹۵٪ با یکدیگر تفاوت معنی‌دار دارند. نتایج تحلیل واریانس دو طرفه نشان می‌دهد، ایستگاه‌ها و فصول نمونه‌برداری دو عاملی هستند که با سطح اطمینان ۹۵٪ روی غلظت جیوه تأثیر می‌گذارند. همچنین نتایج ضریب همبستگی پیرسون نشان می‌دهد که غلظت ترکیبات جیوه در بافت عضله ماهیان با سطح اطمینان ۹۹٪ به وزن و طول بستگی دارد.

برای مطالعه ترمودینامیکی استخراج ترکیبات جیوه در بافت عضله ماهیان، ۵ نمونه ماهی انتخاب شد. هضم بافت عضله‌ی این ماهیان در محدوده‌ی دمایی ۳۳۱-۳۶۵ K انجام شد. برای محاسبه پارامترهای ترمودینامیکی تعادلی استخراج منحنی $\ln k_c$ بر $1/T$ حسب رسم شد. ΔG° و $\Delta S^\circ, \Delta H^\circ$ استخراج ترکیبات جیوه در بافت عضله ماهیان با استفاده از این منحنی به‌دست آمدند. کمیت‌های ترمودینامیکی محاسبه شده مربوط به شکستن پیوند گوگرد اسیدآمینه سیستئین با جیوه‌ی معدنی در پروتئین‌های گوگرددار است.

کلید واژگان: تالاب انزلی، ترکیبات جیوه، دستگاه جذب اتمی بخار سرد، ماهی، عضله، تحلیل واریانس، ترمودینامیک.

<< فهرست مطالب >>

عنوان

صفحه

فصل اول: مقدمه

۲	..... ۱-۱- تعریف تالاب
۲	..... ۱-۲- موقعیت جغرافیایی تالاب
۳	..... ۱-۳- مراحل تکوین تالاب
۴	..... ۱-۴- توپوگرافی و مرفولوژی
۶	..... ۱-۵- اهمیت و ارزش تالاب انزلی
۷	..... ۱-۵-۱- منابع گیاهی
۸	..... ۱-۵-۲- زیستگاه پرندگان مهاجر
۸	..... ۱-۵-۳- محل پرورش ماهی‌ها
۹	..... ۱-۵-۴- محل تخم‌ریزی آبزیان
۹	..... ۱-۵-۵- ارزش کشاورزی
۱۰	..... ۱-۵-۶- شیمی آب تالاب انزلی
۱۱	..... ۱-۵-۷- رسوب‌شناسی تالاب انزلی
۱۱	..... ۱-۶- منابع آلاینده تالاب انزلی و اثرات آن‌ها
۱۳	..... ۱-۶-۱- فاضلاب‌های شهری و خانگی
۱۳	..... ۱-۶-۲- فاضلاب‌های صنعتی
۱۴	..... ۱-۶-۳- مواد زاید جامد شهری- روستایی و صنعتی
۱۵	..... ۱-۶-۴- پساب‌های کشاورزی
۵	..... ۱-۶-۵- آلودگی نفتی
۱۶	..... ۱-۷- فلزات سنگین و اثر آن‌ها بر محیط زیست

۱۷	..... ۸-۱- فلز جیوه
۱۷	..... ۱-۸-۱- تاریخچه
۱۸	..... ۲-۸-۱- جیوه در طبیعت
۱۹	..... ۳-۸-۱- خواص فیزیکی و شیمیایی فلز جیوه
۲۰	..... ۴-۸-۱- ایزوتوپ‌های جیوه
۲۱	..... ۵-۸-۱- کاربردهای فلز جیوه در صنعت
۲۲	..... ۶-۸-۱- منابع ورود فلز جیوه و ترکیبات آن به محیط زیست
۲۳	..... ۷-۸-۱- ترکیبات جیوه
۲۶	..... ۱-۷-۸-۱- متیله شدن شیمیایی متیل قلع (IV) با Hg(II)
۲۷	..... ۲-۷-۸-۱- متیله شدن شیمیایی متیل یدید با جیوه
۲۸	..... ۳-۷-۸-۱- متیله شدن زیستی جیوه در اکوسیستم‌های آبی
۳۰	..... ۸-۸-۱- سینتیک سمیت جیوه و ترکیبات آن
۳۰	..... ۱-۸-۸-۱- جذب جیوه و ترکیبات آن
۳۱	..... ۲-۸-۸-۱- حذف و رفع مسمومیت جیوه و ترکیبات آن
۳۲	..... ۹-۸-۱- تاریخچه‌ی سمیت فلز جیوه و ترکیبات آن
۳۴	..... ۱۰-۸-۱- مروری بر تحقیقات انجام شده در این زمینه
۳۸	..... ۹-۱- روش‌های تعیین غلظت جیوه در نمونه‌های حقیقی
۳۹	..... ۱۰-۱- اهداف تحقیق

فصل دوم: اندازه‌گیری جیوه در نمونه‌های آب تالاب انزلی

۴۱	..... ۱-۲- جیوه در اکوسیستم‌های آبی
۴۲	..... ۲-۲- ایستگاه‌های نمونه‌برداری آب
۴۳	..... ۳-۲- تجهیزات و مواد شیمیایی مورد نیاز برای هضم نمونه‌های آب
۴۴	..... ۴-۲- تعیین پارامترهای فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های آب

۴۵	..... اندازه‌گیری اکسیژن محلول (DO) به روش وینکلر
۴۵	..... اندازه‌گیری سولفات (SO_4^{-2})
۴۶	..... اندازه‌گیری کلسیم (Ca)
۴۶	..... اندازه‌گیری سختی کل (TH)
۴۸	..... هضم شیمیایی نمونه‌های آب تالاب انزلی جهت استخراج جیوهی کل (THg)
۵۱	..... حد تشخیص تجربی و حساسیت
۵۱	..... نتایج اندازه‌گیری غلظت جیوهی کل در نمونه‌های آب تالاب انزلی
۵۴	..... پردازش آماری نتایج اندازه‌گیری غلظت جیوهی کل در نمونه‌های آب تالاب انزلی
۶۶	..... تفسیر روش کار
۶۷	..... مسیرهای ورودی جیوه و ترکیبات آن به آب‌های طبیعی
۶۷	..... ۱-۱۰-۲- ورودی‌های جوی
۶۷	..... ۲-۱۰-۲- ورودی‌های رودخانه‌ای
۶۸	..... ۳-۱۰-۲- ورودی‌های فاضلابی
۶۸	..... ۱۱-۲- بحث و نتیجه‌گیری روی غلظت جیوه نمونه‌های آب تالاب انزلی

فصل سوم: اندازه‌گیری ترکیبات جیوه در ماهیان تالاب انزلی

۷۳	..... ۱-۳- اهمیت و ارزش غذایی ماهیان
۷۳	..... ۲-۳- رده‌بندی ماهیان دریای خزر
۷۴	..... ۱-۲-۳- خانواده اردک ماهیان
۷۵	..... ۲-۲-۳- خانواده کپور ماهیان
۷۵	..... ۱-۲-۲-۳- ماهی حوض - کاراس
۷۷	..... ۲-۲-۲-۳- کپور معمولی
۷۸	..... ۳-۲-۲-۳- ماهی سفید
۷۹	..... ۴-۲-۲-۳- سیمنما

۸۰	..... ۳-۴-۲-۵- تیز کولی
۸۱	..... ۳-۳- نمونه برداری از ماهیان تالاب انزلی
۸۴	..... ۳-۴- تجهیزات و مواد شیمیایی مورد نیاز برای هضم نمونه های ماهی
۸۵	..... ۳-۵- هضم شیمیایی نمونه های ماهی جهت استخراج ترکیبات جیوه
۸۷	..... ۳-۶- حد تشخیص تجربی و حساسیت
۸۸	..... ۳-۷- نتایج اندازه گیری غلظت ترکیبات جیوه در بافت عضله ماهیان
۹۰	..... ۳-۸- محاسبات تحلیل واریانس نتایج در نمونه های ماهی
۹۱	..... ۳-۹- عوامل زیست سنجی مؤثر در ترکیبات جیوه ماهیان
۹۶	..... ۳-۱۰- مسیرهای جذب جیوه و ترکیبات آن در ماهیان
۹۶	..... ۳-۱۰-۱- جذب از راه غذا
۹۶	..... ۳-۱۰-۲- جذب از راه سطح بدن
۹۶	..... ۳-۱۰-۳- جذب از راه تنفس
۹۷	..... ۳-۱۱- تأثیر جیوه و ترکیباتش بر روی زنجیره ی غذایی آبی
۹۸	..... ۳-۱۲- بحث و نتیجه گیری روی غلظت ترکیبات جیوه ماهیان

فصل چهارم: مطالعات ترمودینامیکی استخراج ترکیبات جیوه در ماهیان تالاب انزلی

۱۰۳	..... ۴-۱- مقدمه
۱۰۴	..... ۴-۲- ترمودینامیک سیستم های زنده
۱۰۶	..... ۴-۳- درشت مولکول های زیستی
۱۰۷	..... ۴-۴- پروتئین ها
۱۱۲	..... ۴-۵- طبقه بندی پروتئین ها
۱۱۲	..... ۴-۵-۱- پروتئین ها ساده
۱۱۲	..... ۴-۵-۲- پروتئین ها مرکب
۱۱۳	..... ۴-۶- شیمی پروتئین های آبزیان خوراکی (غذاهای دریایی)

۱۱۳	..... واکنش جیوه با اسید آمینه سیستمین ۷-۴
۱۱۶	..... پتانسیل‌های مولکولی در مولکول‌های پروتئین ۸-۴
۱۱۷	..... پتانسیل‌های پیوندی ۱-۸-۴
۱۱۸	..... پتانسیل‌های غیر پیوندی ۲-۸-۴
۱۱۸	..... برهم‌کنش‌های دوربرد ۱-۲-۸-۴
۱۱۹	..... برهم‌کنش‌های کوتاه برد ۲-۲-۸-۴
۱۱۹	..... بررسی پیوند بین جیوه و اسید آمینه‌ی سیستمین ۹-۴
۱۲۱	..... هضم شیمیایی بافت عضله‌ی ماهی در دماهای مختلف ۱۰-۴
۱۲۱	..... برهم‌کنش‌های بافت عضله‌ی ماهی در آون ۱۱-۴
۱۲۲	..... مطالعه سیستم از دیدگاه ترمودینامیکی ۱۲-۴
۱۲۷	..... محاسبه ثابت تعادل غلظتی و تعیین پارامترهای ترمودینامیکی ۱۳-۴
۱۳۵	..... محاسبات تحلیل واریانس غلظت جیوه در دماهای مختلف ۱۴-۴
۱۳۶	..... بحث و نتیجه‌گیری ۱۵-۴
۱۳۹	..... کتاب‌نامه ۱۳-۴

<< فهرست اشکال >>

صفحه	عنوان
شکل ۱-۱: موقعیت جغرافیایی تالاب انزلی	۳
شکل ۲-۱: تصویری از ۴ حوضچه تالاب انزلی	۵
شکل ۳-۱: چرخه‌ی جیوه در طبیعت	۲۳
شکل ۴-۱: فعالیت میکروارگانیسم‌ها در سیکل جهانی جیوه	۳۰
شکل ۱-۲: موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری آب تالاب انزلی	۴۳
شکل ۲-۲: منحنی استاندارد غلظت جیوه برای نمونه‌های آب	۵۰
شکل ۳-۲: نمودار جعبه‌ای غلظت‌های جیوه‌ی کل ایستگاه‌های فصل پاییز -۱۳۸۶	۵۷
شکل ۴-۲: نمودار تابع چندگانه ایستگاه‌های فصل پاییز -۱۳۸۶	۵۹
شکل ۵-۲: نمودار جعبه‌ای غلظت‌های جیوه‌ی کل ایستگاه‌های فصل زمستان -۱۳۸۶	۶۰
شکل ۶-۲: نمودار جعبه‌ای غلظت‌های جیوه‌ی کل ایستگاه‌های فصل تابستان -۱۳۸۷	۶۱
شکل ۷-۲: نمودار تابع چندگانه ایستگاه‌های فصل زمستان -۱۳۸۶	۶۱
شکل ۸-۲: نمودار تابع چندگانه ایستگاه‌های فصل تابستان -۱۳۸۷	۶۲
شکل ۱-۳: اردک ماهی	۷۵
شکل ۲-۳: ماهی کاراس	۷۶
شکل ۳-۳: ماهی کپور	۷۷
شکل ۴-۳: ماهی سفید	۷۸
شکل ۵-۳: سیم‌نما	۷۹
شکل ۶-۳: تیز کولی	۸۰
شکل ۷-۳: منحنی استاندارد غلظت جیوه‌ی معدنی برای نمونه‌های ماهی	۸۷
شکل ۸-۳: همبستگی سن، وزن و طول کل اردک ماهی با غلظت جیوه‌ی معدنی	۹۴
شکل ۹-۳: همبستگی وزن و طول کل ماهیان با غلظت جیوه‌ی معدنی	۹۵

- شکل ۴-۱ ساختار پروتئین‌ها از ساختار اول تا ساختار چهارم ۱۱۲
- شکل ۴-۲: منحنی $\ln K_c$ بر حسب $1/T$ برای اردک ماهی ۳ ۱۳۳
- شکل ۴-۳: منحنی $\ln K_c$ بر حسب $1/T$ برای اردک ماهی ۴ ۱۳۳
- شکل ۴-۴: منحنی $\ln K_c$ بر حسب $1/T$ برای اردک ماهی ۵ ۱۳۳
- شکل ۴-۵: منحنی $\ln K_c$ بر حسب $1/T$ برای کپور معمولی ۱۳۴
- شکل ۴-۶: منحنی $\ln K_c$ بر حسب $1/T$ برای ماهی سفید ۱۳۴

<< فهرست جداول >>

صفحه	عنوان
۱۱	جدول ۱-۱: نتایج حاصل از آنالیز شیمیایی آب مناطق مختلف تالاب انزلی
۲۰	جدول ۲-۱: خواص اتمی و فیزیکی جیوه
۴۳	جدول ۱-۲: موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه برداری آب تالاب انزلی
۴۷	جدول ۲-۲: نتایج تجزیه‌ای عوامل فیزیکی و شیمیایی آب تالاب انزلی - پاییز ۱۳۸۶
۴۷	جدول ۳-۲: نتایج تجزیه‌ای پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب تالاب انزلی - زمستان ۱۳۸۶
۴۸	جدول ۴-۲: نتایج تجزیه‌ای پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب تالاب انزلی - تابستان ۱۳۸۷
۵۰	جدول ۵-۲: شرایط دستگاہی به کار رفته برای عنصر جیوه
۵۰	جدول ۶-۲: غلظت استانداردهای جیوه بر حسب (ppb)
۵۲	جدول ۷-۲: نتایج آماری غلظت جیوه کل (µg/lit)
۵۳	جدول ۸-۲: نتایج آماری غلظت جیوه کل (µg/lit)
۵۳	جدول ۹-۲: نتایج آماری غلظت جیوه کل (µg/lit)
۵۷	جدول ۱۰-۲: جدول استاندارد anova
۶۰	جدول ۱۱-۲: جدول استاندارد anova
۶۰	جدول ۱۲-۲: جدول استاندارد anova
۶۵	جدول ۱۳-۲: جدول استاندارد ۲-anova
۶۵	جدول ۱۴-۲: جدول استاندارد ۲-anova
۶۵	جدول ۱۵-۲: جدول استاندارد ۲-anova
۷۰	جدول ۱۶-۲: غلظت جیوه کل (ppb)
۷۱	جدول ۱۷-۲: غلظت جیوه کل در آب فاضلابها بر حسب (ppb)
۸۲	جدول ۱-۳: مشخصات زیست‌سنجی اردک ماهی

۹۹	جدول ۲-۳: مشخصات زیست‌سنجی کپور معمولی
۸۳	جدول ۳-۳: مشخصات زیست‌سنجی کاراس
۸۳	جدول ۴-۳: مشخصات زیست‌سنجی تیزکولی
۸۳	جدول ۵-۳: مشخصات زیست‌سنجی ماهی سفید
۸۴	جدول ۶-۳: مشخصات زیست‌سنجی سیم‌نما
۸۶	جدول ۷-۳: شرایط دستگاهی به‌کار رفته برای عنصر جیوه
۸۶	جدول ۸-۳: غلظت استانداردهای جیوه بر حسب (ppb)
۸۹	جدول ۹-۳: نتایج آماری غلظت جیوه‌ی معدنی ($\mu\text{gg}^{-1}.\text{d.w}$) در ماهی کاراس
۸۹	جدول ۱۰-۳: نتایج آماری غلظت جیوه‌ی معدنی ($\mu\text{gg}^{-1}.\text{d.w}$) در ماهی کپور معمولی
۸۹	جدول ۱۱-۳: نتایج آماری غلظت جیوه‌ی معدنی ($\mu\text{gg}^{-1}.\text{d.w}$) در ماهی سفید
۹۰	جدول ۱۲-۳: نتایج آماری غلظت جیوه‌ی معدنی ($\mu\text{gg}^{-1}.\text{d.w}$) در اردک ماهی
۹۰	جدول ۱۳-۳: غلظت جیوه‌ی معدنی ($\mu\text{gg}^{-1}.\text{d.w}$) در سیم‌نما
۹۱	جدول ۱۴-۳: جدول استاندارد anova انواع ماهیان
۹۳	جدول ۱۵-۳: جدول همبستگی غلظت جیوه‌ی معدنی با عوامل زیست‌سنجی اردک ماهی
۹۳	جدول ۱۶-۳: جدول همبستگی غلظت جیوه‌ی معدنی با عوامل طول کل و وزن در کل ماهیان
۱۰۱	جدول ۱۷-۳: نتایج آماری غلظت جیوه‌ی معدنی ($\mu\text{gg}^{-1}.\text{d.w}$)
۱۳۱	جدول ۱-۴: نتایج پارامترهای ترمودینامیکی استخراج جیوه‌ی معدنی
۱۳۱	جدول ۲-۴: نتایج پارامترهای ترمودینامیکی استخراج جیوه‌ی معدنی
۱۳۱	جدول ۳-۴: نتایج پارامترهای ترمودینامیکی استخراج جیوه‌ی معدنی
۱۳۲	جدول ۴-۴: نتایج پارامترهای ترمودینامیکی استخراج جیوه‌ی معدنی
۱۳۲	جدول ۵-۴: نتایج پارامترهای ترمودینامیکی استخراج جیوه‌ی معدنی
۱۳۲	جدول ۶-۴: نتایج پارامترهای ترمودینامیکی استخراج جیوه‌ی معدنی
۱۳۶	جدول ۷-۴: جدول استاندارد anova انواع ماهیان

۱-۱- تعریف تالاب

تالاب در لغت به مفهوم آبگیر، استخر و برکه و به‌طور کلی محلی است که آب رودخانه‌ها و چشمه‌ها یا آب باران در آن جمع می‌شود و راکد می‌ماند و به همین جهت آن را مرداب نیز گویند. طبیعی است تعریف جامعی از تالاب که بیانگر کلیه ویژگی‌های آن باشد باید از دیدگاه اکولوژیک مطرح شود و چنین مفهومی، نخستین بار در توافق‌نامه^۱ رامسر (دهه ۴۰ شمسی) عرضه گردیده و این پدیده را عبارت از «مناطق مردابی، آب مانده، جاری، تازه، لب شور و یا آب‌های دریا به شرطی که هنگام جزر، ارتفاع آب بیش از ۶ متر نباشد» دانسته‌اند. تعریف دیگری نیز توسط کمیسیون تالاب‌های کشور در سال ۱۳۶۲ از تالاب شده که بار اکولوژی آن بیشتر شده است. طبق این تعریف، «تالاب ناحیه‌ای از مظاهر طبیعی خدادادی است که در روند پیدایش، خاک آن به‌وسیله آب‌های سطحی و زیرزمینی به‌صورت اشباع درآمده و طی یک دوره‌ی کافی و در شرایط عادی محیطی تشکیل شده و دارای توالی زیستی است. این مجموعه (اکوسیستم) دارای جوامعی از گیاهان و جانوران ویژه‌ای است که امکان سازگاری در چنین شرایط اکولوژیکی را دارا هستند مانند مرداب، باطلاق، برکه، آب بندان و غیره» هر چند که هنوز اصطلاح «مرداب انزلی» عمومیت داشته و حتی بسیاری از متخصصین علمی نیز از استعمال واژه «تالاب» پرهیز می‌کنند اما تعریف فوق تأکید می‌نماید که لغت تالاب دارای مفهومی جامع است و تفاوت این دو، تنها در ویژگی‌های اکولوژیک آن‌ها است [۱].

۱-۲- موقعیت جغرافیایی تالاب

تالاب انزلی، با مساحتی حدود ۱۵۰ کیلومتر مربع و مختصات جغرافیایی $28^{\circ} 37'$ عرض شمالی (N) و $49^{\circ} 25'$ طول شرقی (E)، در ساحل جنوب غربی دریای خزر در غرب دلتای سفیدرود و در جنوب بندر انزلی، در استان گیلان واقع شده است. شکل ۱-۱ نشان می‌دهد که

¹ Convention

تالاب انزلی از سمت شمال به دریای خزر، از سمت شرق به روستای پیربازار، از غرب به کپورچال و آبکنار و از جنوب به صومعه سرا و بخش‌هایی از شهرستان رشت محدود شده است [۱].



شکل ۱-۱: موقعیت جغرافیایی تالاب انزلی [۲].

۱-۳- مراحل تکوین تالاب

در بررسی مراحل تکوین و شکل‌گیری تالاب به نظرات و فرضیات مختلف و متعددی برخورد می‌نماییم که عمده‌ترین دلیل پیدایش آن از نظر تکتونیکی است که بیان می‌کند تالاب انزلی، منطقه گودرفته‌ای در بخش جنوب‌غربی دشت ساحلی خزر است که در طی چند مرحله پسروی سطح آب دریای خزر و جریانات دریایی آن (در راستای غرب به شرق) به همراه حرکات امواج ناشی از وزش بادهای شمال و شمال غربی و با جابه‌جایی ماسه‌های ساحلی و تشکیل تیغه ماسه‌ای (منطقه‌ای بین انزلی و کپورچال) شکل گرفته است [۳].

۴-۱- توپوگرافی و مرفولوژی

تالاب انزلی، یکی از معدود تالاب‌های دنیاست که از ویژگی‌های مرفولوژیکی منحصر به فردی برخوردار است و با اینکه در دهه‌های اخیر، مرفولوژی و اندازه آن با تغییرات آب و هوایی و نوسانات سطح آب دریای خزر، ثابت نبوده است اما می‌توان آن را از نظر جغرافیایی و مرفولوژیکی همان‌طوری که در شکل ۱-۲ مشاهده می‌شود به چهار بخش نسبتاً متمایز تقسیم نمود، که عبارتند از:

۱- بخش شرقی که حوضچه^۱ شرقی تالاب را تشکیل می‌دهد و به زبان محلی شیجان نامیده می‌شود، کم‌عمق‌ترین بخش تالاب بوده و به علت آلودگی و افزایش مواد مغذی در آب، رشد گیاهان آبی در آن بسیار زیاد است. این بخش از تالاب با این که مساحت کمی از تالاب را شامل می‌گردد اما پذیرای آب بسیاری از رودخانه‌های کوچک و بزرگ بخش شرقی دشت گیلان از جمله رودخانه‌های خمام، چوکام، پیربازار، نوخاله و حسن‌رود است [۲].

۲- بخش مرکزی که شامل حوضچه مرکزی بوده و هندخاله نیز نامیده می‌شود، در قسمت‌هایی به دلیل افزایش گیاهان شناور به ویژه گیاهان برآمده از آب همانند نی و لویی، خشک شده است. آب اطراف تالاب از طریق دو زهکش اصلی تراب‌خاله و هندخاله وارد این بخش از تالاب می‌شوند [۲].

۳- بخش غربی که به نام آبکنار معروف است، حوضچه غربی را شامل می‌گردد که بیش از یک سوم مساحت تالاب را به خود اختصاص داده و عمیق‌ترین و پرآب‌ترین حوضچه تالاب به شمار می‌رود. گیاهان درون آبی در آن کمتر دیده می‌شود و به دلیل متلاطم بودن آب و افزایش اکسیژن محلول در آب، شرایط زیست محیطی مناسبی بر حوضچه حاکم است. در این بخش از تالاب، در اثر رشد گیاهان برآمده از آب، جزایر کوچکی پوشیده از نی به وجود آمده که لانه

¹ Basin

بسیاری از پرندگان مهاجر است. تنها رودخانه‌ای که آب خود را به این حوضچه تخلیه می‌کند، شيله رود است [۲].

۴- بخش سیاه کشیم که در جنوب آبکنار واقع شده و تنها راه ارتباطی آن با تالاب، از طریق تنگه باریکی، واقع در شمال شرقی آن است، مخزن آب رودها و نهرهای کوچک بسیاری است که از آن جمله می‌توان رودهای ضیابر، اسفند، کلسر و نرگستان را نام برد اما اصلی‌ترین مسیر آبی در این بخش، بهمبر روگا است که از به هم پیوستن رودخانه‌های کوچک و تعدادی نهر و یا زهکشی، ایجاد شده و در تنگه ورودی سیاه کشیم، به بخش غربی تالاب می‌پیوندد [۲].



شکل ۱-۲: تصویری از ۴ حوضچه تالاب انزلی [۲]

چهار بخش مذکور همان‌طور که اشاره شد از نظر مورفولوژیکی، جغرافیایی و خصوصیات فیزیکی شیمیایی با یکدیگر تفاوت‌های کلی داشته و محیط‌های متفاوتی را تشکیل می‌دهند. از نظر توپوگرافی، محدوده آبریز آن دارای وسعتی معادل ۳۷۴۰ کیلومتر مربع است که در حدود ۲۰۰۰ کیلومتر مربع آن در دشت گیلان واقع شده و بقیه زمین‌های کوهستانی و کوهپایه است که از سمت شمال به دریای خزر، از جنوب و غرب به انتهای شیب سلسله جبال البرز و کوه‌های تالش و از جانب شرق به دلتای رودخانه سفیدرود محدود می‌شود.

کوه‌های مشرف بر دشت گیلان و حوضه آبریز تالاب انزلی که بر حجم و گستره تالاب تأثیرگذار هستند عبارتند از:

۱- رشته کوه‌های لاهیجان، دیلمان، عمارلو، خزران و تخت سلیمان که به موازات ساحل جنوبی دریای خزر کشیده شده و مرتفع‌ترین آن‌ها، درفک (دلفک) است که دارای ارتفاعی معادل ۳۵۰۰ متر از سطح دریا است.

۲- رشته کوه‌های شفت، ماسوله و طارم، در غرب گیلان که یکی از ارتفاعات مهم آن، قله «ونی» در جنوب منطقه امامزاده ابراهیم، به ارتفاع ۳۰۵۰ متر است.

۳- کوه‌های تالش که به موازات دریا امتداد داشته و دامنه‌های آن به‌وسیله رودهای متعددی شیار داده شده و ارتفاع آن‌ها به‌ندرت از ۲۵۰۰ متر تجاوز می‌کند. جلگه حاصلخیز گیلان نیز به‌شکل هلالی در بین دریا و کوه‌ها که عرض آن در دو انتهای شرقی و غربی منطقه، باریک و در حدود ۳ کیلومتر است و در ناحیه مرکزی بیش از ۵۰ کیلومتر است، قرار دارد. گیلان مرکزی، ناحیه‌ای صاف و هموار در جنوب تالاب انزلی بوده و اراضی آن، عمدتاً پست و پوشیده از جنگل یا شالیز است که سطح دشتی حوضه آبریز را شامل می‌گردد. در این منطقه، توسعه کوهپایه‌ها در فومنتات به‌ندرت از ۱٪ تجاوز می‌کند به‌همین دلیل می‌توان حدود کوهپایه و کوهستان را به سادگی مشخص نمود [۲].

۱-۵- اهمیت و ارزش تالاب انزلی

تالاب‌ها در مجموع دارای ارزش و فواید بسیار زیادی بوده و از نظر اکولوژیکی و اقتصادی می‌توانند در ابعاد منطقه‌ای و یا بین‌المللی مطرح باشند. تالاب انزلی، با داشتن موقعیت جغرافیایی ویژه و دارا بودن آب شیرین، یکی از غنی‌ترین اکوسیستم‌های جهان است. اهمیت‌های چندگانه تالاب انزلی چه از نقطه نظر بین‌المللی و چه داخلی به جز مسائل اکولوژیک و زیست‌محیطی، نقش خاصی در جغرافیا و حیات اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی و