بسم الله الرحمن الرحیم

تأییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

اعضای هیئت داوران نسخه نهائی پایان نامه خانم پریسا احمدی
تحت عنوان: پایش زیستی و تعیین منشأ تر کیبات PAHs در رسوبات سطحی و تخم پرندگان دریایی در منطقه خور موسی- خلیج فارس
را از نظر فرم و محتوی بررسی نموده و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی‌ارشد پیشنهاد می‌کنند.

اعضای هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضا
۱- استاد راهنما	دکترعلیرضا رباحی	استادیار	
۲- استاد مشاور	مهندس سید محمود قاسمپوری	مربی	
۳- استاد ناظر	دکتر آزاده شعبازی	استادیار	
٤- استاد ناظر	دکتر حبیب الله یونسی	دانشیار	
٥- نماینده‌شورای‌تحصیلات‌تکمیلی	دکتر عباس اسماعیلی	استاد	

آیین‌نامه حق مالکیت مادي و معنوي در مورد نتایج پژوهشهاي علمي دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاستهاي پژوهشي و فناوري دانشگاه در راستاي تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایي علمي و فني است و رعایت حقوق مادي و معنوي دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضاي هیأت علمي، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهشهاي علمي که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرحهاي تحقیقاتي با هماهنگي دانشگاه انجام شده است، موارد زیر را رعایت نمایند:

ماده ۱- حق نشر و تکثیر پایان نامه/ رساله و درآمدهاي حاصل از آنها متعلق به دانشگاه مي باشد ولي حقوق معنوي پدید آورندگان محفوظ خواهد بود.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمي و یا ارائه در مجامع علمي باید به نام دانشگاه بوده و با تایید استاد راهنماي اصلي، یکي از اساتید راهنما، مشاور و یا دانشجو مسئول مکاتبات مقاله باشد. ولي مسئولیت علمي مقاله مستخرج از پایان نامه و رساله به عهده اساتید راهنما و دانشجو مي باشد.

تبصره: در مقالاتي که پس از دانش‌آموختگي بصورت ترکیبي از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه/ رساله نیز منتشر مي شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

ماده ۳- انتشار کتاب، نرم افزار و یا آثار ویژه (اثري هنري مانند فیلم، عکس، نقاشي و نمایشنامه) حاصل از نتایج پایان نامه/ رساله و تمامي طرحهاي تحقیقاتي کلیه واحدهاي دانشگاه اعم از دانشکده ها، مراکز تحقیقاتي، پژوهشکده ها، پارك علم و فناوري و دیگر واحدها باید با مجوز کتبي صادره از معاونت پژوهشي دانشگاه و براساس آئین نامه هاي مصوب انجام شود.

ماده ٤- ثبت اختراع و تدوین دانش فني و یا ارائه یافته ها در جشنواره‌هاي ملي، منطقه‌اي و بین‌المللي که حاصل نتایج مستخرج از پایان‌نامه/ رساله و تمامي طرح‌هاي تحقیقاتي دانشگاه باید با هماهنگي استاد راهنما یا مجري طرح از طریق معاونت پژوهشي دانشگاه انجام گیرد.

ماده ٥- این آیین‌نامه در ٥ ماده و یك تبصره در تاریخ۸۷/٤/۱ در شوراي پژوهشي و در تاریخ ۸۷/٤/۲۳ در هیأت رئیسه دانشگاه به

تایید رسید و در جلسه مورخ ۸۷/۷/۱۵ شوراي دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب در شوراي دانشگاه لازم‌الاجرا است.

« اینجانب **پریسا احمدی مطلق** دانشجوی رشته **محیط زیست** ورودی سال تحصیلی **۱۳۸۹** مقطع **کارشناسی ارشد** دانشکده منابع طبیعی متعهد می‌شوم کلیه نکات مندرج در آئین نامه حق مالکیت مادي و معنوي در مورد نتایج پژوهش هاي علمي دانشگاه تربیت مدرس را در انتشار یافته هاي علمي مستخرج از پایان نامه / رساله تحصیلي خود رعایت نمایم. در صورت تخلف از مفاد آئین نامه فوق الاشعار به دانشگاه وکالت و نمایندگی می دهم که از طرف اینجانب نسبت به لغو امتیاز اختراع بنام بنده و یا هر گونه امتیاز دیگر و تغییر آن به نام دانشگاه اقدام نماید. ضمناً نسبت به جبران فوري ضرر و زیان حاصله بر اساس برآورد دانشگاه اقدام خواهم نمود و بدینوسیله حق هر گونه اعتراض را از خود سلب نمودم»

تاریخ:

امضا

۱۳۹۱/۰۷/۱۲

آیین نامه چاپ پایان نامه (رساله) های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس مبین بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

ماده ۱) در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله) های خود، مراتب را قبلاً به مرکز نشر دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲) در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه)، عبارت ذیل را چاپ کند:

« کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد نگارنده در رشته **محیط زیست** است که در سال **۱۳۸۰** در دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی نور به راهنمایی جناب آقای **دکتر علیرضا ریاحی بختیاری** و مشاوره استاد محترم آقای **مهندس سید محمود قاسمپوری** از آن دفاع شده است.»

ماده ۳) به منظور جبران بخشی از هزینه های نشریات دانشگاه تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به مرکز نشر دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می‌تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

ماده ۴) در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰ ٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأدیه نماید.

ماده ۵) دانشجو تعهد و قبول می‌کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می‌تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند، به علاوه به دانشگاه حق می‌دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تأمین نماید.

ماده ۶) اینجانب **پریسا احمدی مطلق** دانشجوی رشته **محیط زیست** در مقطع **کارشناسی ارشد** تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می‌شوم.

نام و نام خانوادگی: پریسا احمدی

تاریخ و امضا:
۱۳۹۱/۰۷/۱۲

دانشکده منابع طبیعی
گروه محیط زیست
پایان نامه کارشناسی ارشد

پایش زیستی و منشأیابی ترکیبات PAHs با استفاده از تخم پرندگان کنارآبزی مهاجر و بومی و رسوبات، در منطقه خورموسی، خلیج‌فارس

پژوهش‌گر
پریسا احمدی مطلق

استاد راهنما
دکتر علیرضا ریاحی بختیاری

مهر ۱۳۹۱

با تقدیر از سه وجود مقدس

آنان که تا نوان شدند تا ما به توانایی برسیم

موهایشان سپید شد تا ما روسپید شویم

و عاشقانه سوختند تا گرما بخش وجود ما و روشنگر راهمان باشند

پدرانمان

مادرانمان

استادانمان

سپاس بی کران پروردگار یکتا را که هستی مان بخشید و به طریق علم و دانش رهنمونمان شد و به همنشینی رهروان علم و دانش مفتخرمان نمود و خوشه چینی از علم و معرفت را روزیمان ساخت.

از استاد بزرگوار و گرانقدرم جناب آقای **دکتر علیرضا ریاحی بختیاری** که با حمایت ها و رهنمودهای ارزشمند و سازنده این جانب را در تمامی مراحل انجام پایان نامه یاری نمودند کمال تشکر می کنم.

همچنین از حمایت های بی دریغ استاد گرامی جناب آقای **مهندس سید محمود قاسمپوری** صمیمانه تشکر می کنم.

از اساتید محترم داور جناب آقای **دکتر یونسی** و سرکار خانم **دکتر شهبازی** به دلیل مطالعه ی دقیق و ارائه نقطه نظرات ارزشمند خویش کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از اساتید عزیز گروه جناب آقای **دکتر اسماعیلی و دکتر بهرامی فر** که افتخار شاگردیشان را داشتم نهایت تقدیر و سپاسگزاری را دارم.

از جناب آقای **سیف الله قوانلی** که پدرانه و بی چشمداشت در امر نمونه برداری یاری نمودند و همچنین برادرم آقای **محمد احمدی مطلق** خالصانه تشکر می کنم.

از کارشناسان محترم آزمایشگاه، سرکار خانم مهندس **حقدوست** و جناب آقایان مهندس **بور**، **حسینی**، **کمالی** و **نایجی** کمال تشکر را دارم.

از تمام دوستان عزیزم خانم ها **زهرا باقری**، **مهرنوش محمدی**، **پرواسفری**، **الهام گرمسیری**، **معصومه جاوید**، **سمیرا بجانی**، **صغری عزیزی** و آقایان **عبدالرضا مشروفه**، **حسن یوسفی** و **حسین خیرفام** بسیار سپاسگزارم.

چکیده

خور موسی بزرگترین اکوسیستم خلیجی موجود در خلیج فارس بوده و به شدت آلوده به مواد نفتی و سایر آلاینده‌ها می‌باشد. در مطالعه حاضر، برای اولین بار غلظت ترکیبات PAHs در تخم پرندگان منطقه خورموسی و ارتباط بین تجمع این آلاینده‌ها در تخم پرندگان دریایی و رسوبات منطقه بین جزر و مدی مورد بررسی قرار گرفت. رسوبات سطحی از ۱۸ ایستگاه و ۳۴ تخم پرنده از ۴ گونه واقع در دو جزیره غیرمسکونی در منطقه خورموسی، نمونه‌برداری شدند. گونه‌های مورد مطالعه شامل سلیم خرچنگ‌خوار (*Dromas ardeola*)، پرستوی دریایی پشت‌دودی (*Sterna anaethetus*)، اگرت ساحلی (*Egretta gularis*) و پرستوی دریایی کاکلی کوچک (*Sterna bengalensis*) بودند. نمونه‌ها در اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۰ جمع‌آوری شدند و غلظت ۲۳ ترکیب PAHs در آنها اندازه‌گیری و تعیین منشأ شد. غلظت کل ترکیبات PAHs در رسوبات در محدوده ۱۹۷۴-۷۷۴ نانوگرم بر گرم وزن خشک و در نمونه‌های تخم پرندگان در محدوده ۳۳۵-۴۴ نانوگرم بر گرم وزن تر قرار داشت. غلظت متوسط PAHs/TOC در رسوبات و PAHs/Lipid در تخم پرندگان جمع-آوری شده از هر منطقه، ارتباط همبستگی مثبت و معنی‌داری با هم داشتند. غلظت ترکیبات PAHs در دو جزیره مورد مطالعه، تفاوت معنی‌داری با هم نشان ندادند. غلظت PAHs/Lipid در تخم اگرت ساحلی به طور معنی‌داری بیش از سایر گونه‌ها بود. نسبت‌های تشخیصی در هر دو نوع نمونه رسوبات و تخم پرندگان، منشأ غالب ترکیبات PAHs را پایروژنیک نشان دادند. در نتیجه می‌توان گفت، محیط زادآوری پرندگان دریایی نقش عمده‌ای در انتقال آلودگی به پرنده و در نتیجه تخم آن دارد.

کلمات کلیدی: تخم پرندگان دریایی، رسوبات، ترکیبات PAHs، پایشگر زیستی

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۱- مقدمه	۱
۱-۱- بیان مسئله	۲
۱-۱-۱- ضرورت انجام تحقیق	۳
۱-۲- کلیات و مفاهیم	۳
۱-۲-۱- هیدروکربن‌های آروماتیک چندحلقه‌ای (PAHs)	۳
۱-۲-۲- تعیین منشأ	۴
۱-۲-۳- شاخص زیستی	۵
۱-۲-۴- پایشگر زیستی	۵
۱-۲-۵- ارزیابی اکولوژیک رسوبات	۵
۱-۲-۶- ارزیابی سمیت نمونه‌های تخم پرندگان	۵
۱-۳- معرفی گونه‌های مورد مطالعه	۶
۱-۳-۱- پرستوی دریایی کاکلی کوچک	۶
۱-۳-۲- پرستوی دریایی پشت‌دودی	۶
۱-۳-۳- اگرت ساحلی	۷
۱-۳-۴- سلیم خرچنگ‌خوار	۷
۱-۴- اهداف تحقیق	۸

۱-۵- سوالات تحقیق ۸

۱-۶- فرضیات تحقیق ۹

۲- پیشینه پژوهش

۲-۱- مقدمه ۱۰

۲-۲- اندازه‌گیری غلظت ترکیبات PAHs طبیعی در تخم پرندگان ۱۰

۲-۳- اثر تیمارهای مختلف مواد نفتی بر تخم پرندگان ۱۲

۲-۴- مطالعاتی جهت اندازه‌گیری مقادیر سمی ترکیبات PAHs ۱۳

۲-۵- مطالعات انجام شده بر روی رسوبات ۱۴

۲-۶- جمع‌بندی ۱۴

۳- مواد و روش‌ها ۱۵

۳-۱- منطقه مورد مطالعه ۱۵

۳-۲- روش تحقیق ۱۶

۳-۲-۱- نمونه برداری ۱۶

۳-۲-۲- بیومتری نمونه‌های تخم پرندگان ۱۸

۳-۲-۳- استخراج مواد آلی ۱۸

۳-۲-۳-۱- نمونه‌های تخم پرندگان ۱۸

۳-۲-۳-۲- نمونه‌های رسوبات ۱۹

۳-۲-۴- کروماتوگرافی ستونی ۱۹

۳-۲-۵- آنالیز دستگاهی ۲۰
۳-۳ - برنامه دمایی دستگاه هنگام تزریق ۲۰
۳-۴ - کنترل کیفی ۲۱
۳-۵- آنالیز TOC ۲۲
۳-۶- آنالیز لیپید ۲۲

۴- نتایج، بحث و نتیجه‌گیری
۴-۱- تعیین غلظت و منشأ ترکیبات PAHs در رسوبات ۲۴
۴-۲- تعیین منشأ ترکیبات PAHs ۲۸
۴-۲-۱- نسبت MP/P ۲۸
۴-۲-۲- نسبت Flt/Flt+Pyr ۲۸
۴-۲-۳- نسبت Ph/An ۲۹
۴-۲-۴- نسبت BaA/BaA+Chry ۲۹
۴-۳- همبستگی غلظت ترکیبات PAHs با TOC ۳۰
۴-۴- ارزیابی خطر ترکیبات PAHs با استفاده از شاخص‌های SQGs ۳۲
۴-۵- غلظت و منشأ ترکیبات PAHs در تخم پرندگان دریایی ۳۴
۴-۶- ارزیابی سمیت نمونه‌های تخم پرندگان ۳۹
۴-۷- همبستگی ترکیبات PAHs بین رسوبات و تخم پرندگان ۴۰
۴-۸- تجمع زیستی ترکیبات PAHs ۴۱
۴-۹- منشأیابی پریلن ۴۴

۴-۱۰- نتیجه‌گیری کلی ۴۷

۴-۱۱- پیشنهادات پژوهشی ۴۹

فهرست مراجع ۵۰

فهرست جداول

عنوان		صفحه
جدول۳-۱	میانگین طول، عرض و وزن تخم گونه‌های مورد مطالعه (M±SE)	۱۸
جدول ۳-۲	حد تشخیص ترکیبات PAHs مورد مطالعه برای دستگاه GC-MS	۲۳
جدول ۴-۱	غلظت ترکیبات PAHs در رسوبات سطحی جزایر غیرمسکونی A و B در خورموسی	۲۵
جدول ۴-۲	مختصات جغرافیایی ایستگاه‌ها، Tolal PAHs، مقدار TOC در هر ایستگاه، Total PAHs/TOC، میزان LMW، HMW و نسبت LMW/HMW	۲۷
جدول ۴-۳	مقادیر شاخص‌های ارزیابی خطر اکولوژیکی رسوبات ساحلی	۳۳
جدول ۴-۴	تقسیم‌بندی غلظت یک آلاینده در رسوبات از دیدگاه بروز سمیت برای موجودات زنده با استفاده از شاخص‌های TELs و PELs	۳۳
جدول ۴-۵	غلظت Total PAHs، میزان لیپید، Total PAHs/Lipid (میانگین±SE) و نسبت LMW/HMW برای هر گونه در جزایر مورد مطالعه	۳۶
جدول ۴-۶	میانگین، حداقل و حداکثر غلظت ترکیبات PAHs در تخم پرندگان در جزایر مورد مطالعه	۳۷
جدول ۴-۷	تجمع زیستی ترکیبات PAHs در تخم پرندگان دریایی به تفکیک تعداد حلقه آروماتیک	۴۲
جدول ۴-۸	نتایج حاصل از تعیین منشأ پریلن در رسوبات سطحی و تخم پرندگان دریایی منطقه خورموسی- بندر ماهشهر	۴۵

فهرست شکل‌ها

عنوان صفحه

شکل۳-۱ منطقه نمونه برداری از تخم پرندگان و رسوبات خور موسی-خلیج فارس ۱۵

شکل۳-۲ مراحل بیومتری نمونه های تخم پرندگان ۱۷

شکل۳-۳ کروماتوگرام مربوط به استاندارد ۱ppm توسط دستگاه GC-MS ۲۱

شکل۴-۱ میانگین غلظت ترکیبات PAHs/TOC در نمونه‌های رسوبات A و B ۲۴

شکل ۴-۲ نسبت‌های Ph/An در مقابل BaA/BaA+Chr و نسبت‌های MP/P در مقابل Flt/Flt+Pyr برای منشأیابی رسوبات ۳۰

شکل ۴-۳ همبستگی مثبت و معنی‌دار بین غلظت ترکیبات PAHs و TOC در رسوبات منطقه خورموسی ۳۲

شکل ۴-۴ تفاوت بین گونه‌ها در تجمع ترکیبات PAHs/Lipid ۳۵

شکل ۴-۵ نسبت‌های Ph/An در مقابل BaA/BaA+Chr و نسبت‌های MP/P در مقابل Flt/Flt+Pyr برای منشأیابی رسوبات ۳۸

شکل ۴-۶ میانگین غلطت ترکیبات PAHs/TOC در رسوبات و PAHs/Lipid در تخم پرندگان جمع‌آوری شده از جزایر A و B ۴۳

شکل ۴-۷ نسبت‌های%Per/PAHs در مقابل %Per/PAI برای تعیین منشأ پریلن در رسوبات سطحی و تخم پرندگان در جزایر مورد مطالعه ۴۶

فصل اول

مقدمه و کلیات

۱-۱ مقدمه

خلیج فارس منبع بزرگی از آلودگی نفتی بوده و تا کنون سه واقعه بزرگ نفتی شامل حمله بر تانکرهای نفت و آتش‌سوزی چاه‌های نفت در جنگ ایران و عراق (۱۹۸۸-۱۹۸۰) و جنگ عراق و کویت (۱۹۹۱) را متحمل شده‌است (Sheppard، ۱۹۹۳). به دلیل شرایط اقلیمی حاکم بر منطقه خلیج‌فارس و توسعه صنعتی در سواحل آن، مشکلات وابسته به آلودگی نفتی در این منطقه بسیار بیشتر از سایر مناطق جلوه‌گر می‌شود (Munawar و همکاران، ۲۰۰۲).

یکی از مناطق بسیار آلوده در شمال‌غرب خلیج‌فارس، منطقه بندر امام خمینی است. خور موسی، بندر امام خمینی را به خلیج فارس متصل نموده و محل رفت و آمد کشتی‌های باری و نفت‌کش‌ها می-باشد. خور موسی در شمال غربی خلیج‌فارس واقع شده و از سمت جنوب به خلیج‌فارس متصل گشته‌است. برخورداری این منطقه از موقعیت خاص جغرافیایی، منجر به ایجاد مجموعه‌ای از تأسیسات و صنایع پتروشیمی مانند مجتمع‌های پتروشیمی رازی و امام خمینی و نیز بنادر حساس و استراتژیکی مانند ماهشهر و اسکله‌های صادرات نفت شرکت نفت ایران گردیده است (جاوید و صمدیار، ۱۳۸۵) که با توجه به این موضوع، احتمال بروز آلودگی محیط‌زیست دریایی و خلیجی به ترکیبات نفتی و ترکیبات حاصل از احتراق سوخت‌های فسیلی وجود دارد. خورموسی دارای اکوسیستم منحصر به فردی است که علاوه بر داشتن آبزیان با ارزش، پذیرای تعدادی از پرندگان بومی و مهاجر با ارزش نیز می‌باشد، همچنین از دیگر ویژگی‌های مهم آن همجواری با تالاب بین‌المللی شادگان است (سبزعلی‌پور و همکاران، ۱۳۸۵).

پرندگان دریایی و گونه‌های ساحلی همواره در معرض آلودگی‌های وارد شده به محیط‌زیست دریایی هستند. پایش سطوح آلاینده‌ها توسط تخم پرندگان، یک ابزار مناسب برای نشان دادن وضعیت آلودگی محیط‌زیست است و به دلیل نقش حساس پرندگان به عنوان شاخص جنبه‌های مختلف آلاینده-

های زیست محیطی، پایش زیستی[1] آلاینده‌ها توسط پرندگان در کشورهای مختلف از سال ۱۹۶۰ آغاز شد (Becker و همکاران، ۲۰۰۱). زیرا در اکوسیستم‌های دریایی بسیاری از مواد شیمیایی در موجودات زنده تجمع یافته و در اثر بزرگنمایی زیستی در طول زنجیره غذایی، در بافت پرندگان ماهی‌خوار افزایش یافته و به دلیل چربی‌دوست بودن، در فصل تولید مثل به همراه تخم از بدن دفع می‌شوند. در این میان، پرندگان گوشتخوار در رأس هرم غذایی اغلب به عنوان شاخص زیستی آلاینده‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند زیرا آنها نسبت به گونه‌های پائین‌تر زنجیره غذایی در معرض سطوح بالاتری از آلاینده‌ها قرار می‌گیرند و علاوه بر آن، تعداد آنها زیاد است و طول عمر بالایی نیز دارند.

۱-۱-۱ ضرورت انجام تحقیق

ترکیبات PAHs در خلال تغذیه، خودآرایی و تنفس جذب بدن پرندگان می‌شوند و موجب تأثیرات سمی بسیاری به خصوص بر جنین پرندگان نظیر کاهش اندازه جنین و اختلال در رشد سلولی پرندگان می‌شوند. بنابراین، پرندگان آلاینده‌های شیمیایی پایدار را تجمع داده و در معرض خطر این آلاینده‌ها هستند. جذب ترکیبات PAHs توسط پرندگان، سبب اختلالات ژنتیکی و تغییر در اندازه تخم و ضخامت پوسته شده و علاوه بر آن سبب بروز سرطان در پرندگان بالغ می شود (Haffman و Gay، ۱۹۸۱؛ Shore و همکاران، ۱۹۹۹؛ Vidal و همکاران، ۲۰۱۱). بنابراین می‌توان از پرندگان به عنوان پایشگر زیستی[2] برای آلاینده‌های محیط‌زیست استفاده نمود، زیرا آنها آلاینده‌های موجود در محیط را نشان داده و سریعاً به رخدادهای آلودگی واکنش می‌دهند.

در طول فصل زادآوری، ذخایر انرژی آزاد شده و پرندگان ماده در این فصل برای تخم‌گذاری، مقدار زیادی غذا مصرف می‌کنند. پروتئین‌ها و چربی‌های هضم شده به همراه آلاینده‌هایی که به آنها متصل شده‌اند به تخم‌ها انتقال یافته و به همین دلیل غلظت آلاینده‌ها در تخم نشان دهنده مواد شیمیایی موجود در محیط زیست در نزدیکی کلونی تولید مثل و در زمان کوتاهی قبل از تخم‌گذاری است (Gounter و همکاران، ۲۰۰۰؛ Burger و Gochfeld، ۲۰۰۳؛ Cifuents و همکاران، ۲۰۰۳؛ Hebert و همکاران، ۲۰۱۰). به عبارت دیگر تخم پرندگان شاخص خوبی برای نشان دادن آلودگی‌های زیست‌محیطی در مکان آشیانه‌سازی هستند (Stronkhorst و همکاران، ۱۹۹۳؛ Albers و Loughlin، ۲۰۰۳). بنابراین گرچه انتظار می‌رود غلظت ترکیبات PAHs در تخم پرندگان پائین باشد، اما به دلیل ذخیره لیپید بالا،

[1] Biomonitoring
[2] Biomonitoring agent

پایشگر زیستی خوبی برای آلودگی PAHs می‌باشد (Berney و همکاران، ۲۰۰۱). مقایسه غلظت ترکیبات PAHs نشان می‌دهد که غلظت این ترکیبات در تخم پرندگان ۲ تا ۳ برابر بیش از میزان آن در بافت کبد می‌باشد (Pereira و همکاران، ۲۰۰۹). همچنین تخم پرندگان ماتریس مناسبی برای پایش می-باشند و سلامت محیط زیست را توصیف می‌کنند (Berney و همکاران، ۲۰۰۱)، نمونه‌برداری از تخم پرندگان نسبت به خود پرندگان، تأثیر کمتری بر موفقیت تولید مثلی دارد (Vidal و همکاران، ۲۰۱۱)، با نمونه‌برداری از تخم‌ها نیازی به قربانی کردن پرنده بالغ نبوده (Gochfeld و Burger، ۱۹۹۸؛ Ikemoto و همکاران، ۲۰۰۵)، همچنین نمونه‌برداری از تخم‌ها راحت‌تر بوده و غلظت آلاینده‌ها در تخم به طور مستقیم غلظت آلاینده‌ها را در محدوده زمان تخم‌گذاری نشان می‌دهد (Ross و همکاران، ۲۰۰۸). محتوای لیپید بالا و تجمع ترکیبات پایدار چربی‌دوست، ثبات در سال و منطقه مشخص، انعکاس آلاینده‌ها در پرندگان ماده زادآور (نشان دهنده سلامت و تولید مثل جامعه)، محدود بودن به فصل تولیدمثل و عدم تأثیرپذیری از تغییرات فصلی آلاینده‌ها از دیگر مزیت‌های نمونه برداری از تخم پرندگان می‌باشد (Becker و همکاران، ۲۰۰۱) و همچنین میزان آلودگی موجود در تخم انعکاس دهنده ارزیابی خطر برای جنین در حال رشد می‌باشد (Albanis و همکاران، ۲۰۰۳).

۱-۲ کلیات و مفاهیم

در انجام تحقیق حاضر مفاهیم و مبانی علمی مختلفی استفاده شده که در ذیل توضیحات ضروری هر یک از آن‌ها ارائه گردیده است.

۱-۲-۱ هیدروکربن‌های آروماتیک چندحلقوی (PAHs)

ترکیبات PAHs از دو یا چند حلقه بنزنی تشکیل شده‌اند که در ساختار خود دارای هیدروژن و کربن هستند. هزاران ترکیب PAHs وجود دارد که تفاوت آنها در تعداد حلقه‌های آروماتیک و جایگاه گروه‌های استخلافی روی حلقه اصلی است. ترکیبات PAHs با وزن‌های مولکولی پائین‌تر (LMW[۱]) شامل ۲ تا ۳ حلقه بنزنی هستند. این ترکیبات دارای اثرات سمی حاد و تأثیرات مخرب بر بعضی ارگانیسم‌ها هستند اما سرطان‌زا نیستند. اما ترکیبات PAHs با وزن‌های مولکولی بالاتر (HMW[۲]) شامل ترکیبات ۴ تا ۷ حلقوی دارای اثرات سمی کمتر بوده اما به طور قابل ملاحظه‌ای سرطان‌زا و جهش‌زا هستند و تأثیرات

[۱] Lower Molecular Weight
[۲] Higher Molecular Weight

تجمعی بسیاری بر جنین موجوداتی نظیر ماهی و سایر موجودات آبزی، دوزیستان، پرندگان و پستانداران دارند. ترکیبات PAHs در همه جای طبیعت از جمله رسوب، خاک، هوا، آبهای سطحی، گیاهان و بافت-های حیوانات وجود دارند که اصولاً به دلیل فرآیندهای طبیعی مانند آتش‌سوزی جنگل، سنتز سلولی و فعالیت‌های آتشفشانی است. فعالیت‌های انسانی در ارتباط با تولید عمده این ترکیبات، عمدتاً شامل پیرولیز موادآلی در دمای بالاتر از $^{\circ}C$ ۷۰۰، برخی فرآیندها در صنایع آهن و استیل، تولید گرما و انرژی و تصفیه و پالایش نفت می‌باشند. تعدادی از ترکیبات PAHs سرطان‌زاترین ترکیباتی هستند که تابه‌حال شناخته شده‌اند (Eisler، ۱۹۸۷).

ترکیبات PAHs در طبیعت دارای چهار منشأ پتروژنیک، پایروژنیک، دیاژنیک و بیوژنیک هستند. ترکیباتی منشأ پتروژنیک دارند که به طور مستقیم از نفت و در اثر عواملی مانند ریزش‌های نفتی، تخلیه آب توازن کشتی‌های نفت‌کش و جریان‌های ناشی از بارندگی که منجر به شسته شدن این ترکیبات نفتی از سطح مناطق مسکونی می‌شوند، وارد محیط‌زیست می‌شوند. ترکیباتی که منشأ پایروژنیک دارند در پروسه احتراق ناقص ترکیبات آلی و در نتیجه فرایندهای سوختن در درجه حرارت‌های بالا مانند سوخت بنزین و گازوئیل در موتور ماشین و آتش‌سوزی جنگل‌ها وارد اتمسفر شده و در نهایت در اثر بارندگی، وارد محیط‌زیست آبی می‌شوند (Latmir و Zheng، ۲۰۰۳). منشأ دیاژنیک به ترکیباتی اشاره دارد که پس از ورود به رسوبات و استقرار در بخش‌های عمیق‌تر منجر به تشکیل ترکیبات PAHs می‌شوند مانند پریلن و ترکیبات بیوژنیک ترکیباتی هستند که دارای منشأ زیستی هستند. مانند ترپن‌های گیاهی که منجر به تشکیل ترکیباتی مانند فنانترن و کرایزن می‌شوند (Hites و همکاران، ۱۹۸۰).

۱-۲-۲ تعیین منشأ[۱]

جهت تعیین منشأ غالب ترکیبات PAHs از نسبت‌های تشخیصی[۲] استفاده می‌گردد که با توجه به اختلاف در واکنش‌پذیری، حلالیت و خصوصیات ترمودینامیکی بین برخی از جفت ایزومرهای PAHs، از آنها برای تعیین منشأ استفاده می‌گردد (Gshwend و Hites، ۱۹۸۱؛ Colombo و همکاران، ۱۹۸۹). در زیر به برخی از آن نسبت‌ها اشاره شده است (Zakaria و همکاران، ۲۰۰۲؛ Riyahi و همکاران، ۲۰۰۹).

- ✓ MP/P (*methylphenanthrene /phenanthrene*)
- ✓ Flu/Ant (*fluoranthene/ anthracene)*
- ✓ Per/PAI **(***perylene/Pentacyclic aromatic hydrocarbon isomers)*

[۱] Source Identification
[۲] Diagnostic ratios

- ✓ LMW/HMW (*Lower Molcular Weight/ Higher Molecular Weight*)
- ✓ Per/ΣPAHs (*perylene/ ΣPAHs*)
- ✓ Pyr/per (*Pyrene/ perylene)*
- ✓ P/A (*phenanthrene/ anthracene)*
- ✓ Fl/ Fl+Py (*fluoranthene/ fluoranthene + Pyrene)*
- ✓ BaA/Chr(*benzo(a)anthracene/Chrysene*)

۱-۲-۳ شاخص زیستی

به موجود زنده و یا بخشی از موجود زنده و یا جامعه زیستی که شامل اطلاعاتی کیفی درباره محیط‌زیست و یا بخشی از آن می‌شود (Markert و همکاران، ۲۰۰۳).

۱-۲-۴ پایش‌گر زیستی

به موجود زنده و یا بخشی از موجود زنده و یا جامعه زیستی که شامل اطلاعاتی کمی درباره جنبه‌های کیفی محیط‌زیست و یا بخشی از آن می‌باشد. در واقع، تفاوت اساسی شاخص زیستی و پایش‌گر زیستی از جنبه کمیت و کیفیت مواد شیمیایی در محیط‌زیست است (Markert و همکاران، ۲۰۰۳).

۱-۲-۵ ارزیابی ریسک اکولوژیک رسوبات

ارزیابی ریسک اکولوژیک نمونه‌های رسوب توسط شاخص‌های TELs[۱]-PELs[۲] و ERM[۴]-ERL[۳] که در گروه مجموعه‌ای از شاخص‌های SQGs[۵] قرار می‌گیرند صورت پذیرفت.

۱-۲-۶ ارزیابی سمیت نمونه‌های تخم پرندگان

تا به حال مطالعاتی راجع به اندازه‌گیری مقادیر سمی ترکیبات PAHs انجام شده‌است. برای اندازه‌گیری میزان دوز کشنده ۵۰ (LD_{50})[۶]، Brunstrom و همکاران، ۱۹۹۱، ۲۴ ترکیب PAHs را به تخم مرغ تزریق کردند. از بین ترکیبات تزریق شده، بنزو(k)فلوئورانتن، دی‌بنزو(h،a)آنتراسن و بنزو(a)آنتراسن، کشنده‌ترین تأثیرات را بر جنین مرغ داشته و مقادیر LD_{50} برای آنها به ترتیب ۱۴، ۳۹ و ۷۹ میکروگرم بر کیلوگرم

[۱] Threshould Effect Levels
[۲] Probable Effect Levels
[۳] Effect Range Low
[۴] Effect Range Medium
[۵] Sediment Quality Guidelines
[۶] Lethal Dose 50