



دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر  
دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی  
گروه زیست شناسی دریا

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته زیست شناسی دریا گرایش آلودگی دریا

**تجمع زیستی فلزات نیکل، کادمیم، مس و سرب در جلبکهای**

***S. angustifolium* و *E. intestinalis***

**و امکان استفاده از محتوای کلروفیل آنها به عنوان شاخص زیستی آلودگی فلزی**

استاد راهنما

دکتر علی دادالهی سهراب

اساتید مشاور

دکتر علیرضا صفاهیه

دکتر احمد سواری

پژوهشگر

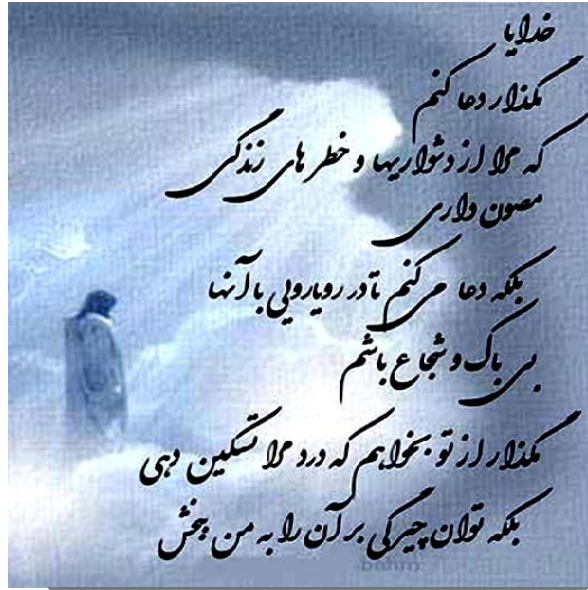
مصطفی اله وردی

بهمن ماه ۱۳۸۸

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و نوآوریهای ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه، متعلق به دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر می باشد.

بخش عمده ای از هزینه اجرای این تحقیق از طرح " کاربرد جلبکهای ماکروسکوپی در پایش زیستی فلزات سنگین در آبهای ساحلی استان بوشهر " تامین گردیده است و بدین وسیله از اداره کل حفاظت محیط زیست استان بوشهر تشکر و قدردانی می گردد.

دیشب با تمام بهای دیکه غمخیز فرقی داشت. دیشب در کنار عکس ماه، قاب دل من هم شکست. ز توی موج آب عوض، تو وسط تلاطم امواج خروشان آغایوسی از تنهایی. دیشب زمین یک کشتی بود و من با تاختنهای آرام آن بین ازل و ابد در رفت و آمد بودم و مرتباً به خود می گفتم شاید سر نوشت من این است که همیشه تنها بر عرشه کشتی، غروب را بنگرم. در همین حال، گمان دستی نماند و توانادست مرا گرفت و صدای عمیق بر گوشم ترانه خواند و گفت: باز گرد به سال سرزمینت. باز گرد پیش از آنکه کشتی دور تر شود. او کسی نبود جز تو. تویی که مهربانیت اندازه ندارد. تویی که هرگاه خواهد ست، پاسخم کنی.



تا گلی از سر ایوون تو پژمرد و فرو ریخت  
 شبنمی غم زده از گوشه مژگان من آویخت  
 دوری بین من و تو، دوری ماهی و دریاست  
 دوری بین من و تو، دوری ماه و تماشاست

### سپاس گزاری و قدر دانی:

از زحمات کلیه اساتید محترمی که همواره تلاش داشتند مرا در تمامی مراحل پروژه با دانسته ها، تجربیات و پیشنهادات خود راهنمایی کنند، خاضئانه سپاس گزاری می کنم.

از دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر و محیط زیست شهرستانهای بوشهر و کنگان به دلیل در اختیار قرار دادن امکانات لازم و همچنین از زحمات کارشناسان محترم آزمایشگاههای شیمی، معتمد، میکروبیولوژی، بیولوژی و محیط زیست در دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر تشکر می کنم.

از تمامی دوستانی که به هر صورت باعث رنجش خاطر آنان گردیدم، طلب بخشش می کنم و آرزومند موفقیت آنها در تمامی مراحل زندگی هستم.

در پایان ضمن قدر دانی از زحمات بی دریغ خانواده عزیزم که مرا تحت هر شرایطی تنها نگذاشتند و همواره مشوقی برای پیشبرد اهداف بودند، این پایان نامه را تقدیم می کنم به دو فرشته جاودان زندگانیم:





## فهرست مطالب

### عنوان

#### فصل اول: مقدمه و کلیات

۱-۱- اهمیت پایش فلزات سنگین در اکوسیستمهای ساحلی

۲-۱- روشهای پایش فلزات سنگین در اکوسیستمهای ساحلی

۳-۱- مزایای پایش زیستی

۴-۱- ویژگیهای یک پایشگر زیستی مناسب

۵-۱- اهمیت منطقه مورد مطالعه

۶-۱- اهداف مطالعه

۷-۱- ویژگیها و دلایل انتخاب فلزات مورد مطالعه

۱-۷-۱- نیکل

۲-۷-۱- کادمیم

۳-۷-۱- مس

۴-۷-۱- سرب

۸-۱- ویژگیها و دلایل انتخاب گونه های مورد مطالعه

۱-۸-۱- *Enteromorpha intestinalis*

۲-۸-۱- *Sargassum angustifolium*

۹-۱- دلایل اندازه گیری کلروفیل

۱۰-۱- پیشینه مطالعات

#### فصل دوم: مواد و روشها

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

۲-۲- نمونه برداری

۲-۳- استخراج و اندازه گیری کلروفیل

۲-۴- خشک کردن و آماده سازی نمونه ها

۲-۵- هضم شیمیایی نمونه ها

۲-۶- اندازه گیری فلزات سنگین

۲-۷- بررسی صحت داده ها

۲-۸- پردازش داده ها

### فصل سوم: نتایج

۳-۱- ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی آب دریا

۳-۲- غلظت فلزات سنگین در رسوبات

۳-۳- غلظت فلزات سنگین در جلبکها

۳-۴- همبستگی بین غلظت فلزات سنگین در رسوبات و جلبکها

۳-۵- غلظت و نسبت کلروفیلهای a و b در جلبک *E. intestinalis*

۳-۶- غلظت و نسبت کلروفیلهای a و c در جلبک *S. angustifolium*

۳-۷- همبستگی بین غلظت و نسبت کلروفیل در جلبکها و غلظت فلزات سنگین

### فصل چهارم: بحث و نتیجه گیری

۴-۱- بررسی غلظت فلزات سنگین در رسوبات

۴-۲- بررسی غلظت فلزات سنگین در جلبکها

۴-۳- بررسی تغییرات مکانی و زمانی غلظت فلزات سنگین در جلبکها

۴-۴- مقایسه توانایی جلبکها در تجمع زیستی فلزات سنگین



۴-۵- بررسی میزان همبستگی بین غلظت فلزات سنگین در رسوبات و جلبکها

۴-۶- بررسی امکان استفاده از محتوای کلروفیل جلبکها به عنوان شاخص آلودگی فلزی

**نتیجه گیری نهایی**

**پیشنهادات**

**منابع**

## فهرست جداول

### عنوان

- جدول ۱-۲- موقعیت جغرافیایی و وضعیت بستر ایستگاه های مورد مطالعه
- جدول ۲-۲- غلظت فلزات سنگین در نمونه استاندارد و درصد بازیافت
- جدول ۱-۳- پارامترهای فیزیکی و شیمیایی در ایستگاه های مختلف در بهمن ماه
- جدول ۲-۳- پارامترهای فیزیکی و شیمیایی در ایستگاه های مختلف در تیر ماه
- جدول ۳-۳- همبستگی بین غلظت فلزات در رسوبات و جلبکها
- جدول ۳-۴- همبستگی بین غلظت فلزات سنگین در رسوبات و غلظت کلروفیل در *E. intestinalis*
- جدول ۳-۵- همبستگی بین غلظت فلزات سنگین و کلروفیل در *E. intestinalis*
- جدول ۳-۶- همبستگی بین غلظت فلزات سنگین در رسوبات و غلظت کلروفیل در *S. angustifolium*
- جدول ۳-۷- همبستگی بین غلظت فلزات سنگین و کلروفیل در *S. angustifolium*
- جدول ۴-۱- مقایسه نتایج حاصل از اندازه گیری غلظت فلزات سنگین در رسوبات با سایر مطالعات در ایران
- جدول ۴-۲- مقایسه نتایج حاصل از اندازه گیری غلظت فلزات سنگین در رسوبات با سایر نقاط دنیا
- جدول ۴-۳- مقایسه غلظت فلزات سنگین در رسوبات سواحل بوشهر با استانداردها
- جدول ۴-۴- مقایسه نتایج حاصل از اندازه گیری غلظت فلزات سنگین در جلبکها با سایر مطالعات در ایران
- جدول ۴-۵- مقایسه نتایج حاصل از اندازه گیری غلظت فلزات سنگین در جلبکها با سایر نقاط دنیا
- جدول ۴-۶- مقایسه شاخص BSAF در جلبکهای نمونه برداری شده

## فهرست اشکال

### عنوان

شکل ۱-۱- *Enteromorpha intestinalis*

شکل ۲-۱- *Sargassum angustifolium*

شکل ۱-۲- موقعیت ایستگاه های مورد مطالعه

شکل ۲-۲- ایستگاه گناوه

شکل ۳-۲- ایستگاه نیروگاه اتمی

شکل ۴-۲- ایستگاه الی

شکل ۵-۲- ایستگاه هاله

شکل ۶-۲- نمونه برداری

شکل ۷-۲- کلروفیل استخراج شده

شکل ۱-۳- غلظت نیکل در رسوبات ایستگاههای مختلف در بهمن ماه و تیر ماه

شکل ۲-۳- غلظت کادمیم در رسوبات ایستگاههای مختلف در بهمن ماه و تیر ماه

شکل ۳-۳- غلظت مس در رسوبات ایستگاههای مختلف در بهمن ماه و تیر ماه

شکل ۴-۳- غلظت سرب در رسوبات ایستگاههای مختلف در بهمن ماه و تیر ماه

شکل ۵-۳- غلظت نیکل در جلبک *E. intestinalis* در بهمن ماه و تیر ماه

شکل ۶-۳- غلظت کادمیم در جلبک *E. intestinalis* در بهمن ماه و تیر ماه

شکل ۷-۳- غلظت مس در جلبک *E. intestinalis* در بهمن ماه و تیر ماه

شکل ۸-۳- غلظت سرب در جلبک *E. intestinalis* در بهمن ماه و تیر ماه

شکل ۹-۳- غلظت نیکل در جلبک *S. angustifolium* در بهمن ماه و تیر ماه

- شکل ۳-۱۰- غلظت کادمیم در جلبک *S. angustifolium* در بهمن ماه و تیر ماه
- شکل ۳-۱۱- غلظت مس در جلبک *S. angustifolium* در بهمن ماه و تیر ماه
- شکل ۳-۱۲- غلظت سرب در جلبک *S. angustifolium* در بهمن ماه و تیر ماه
- شکل ۳-۱۳- غلظت کلروفیل a در جلبک *E. intestinalis* در بهمن ماه و تیر ماه
- شکل ۳-۱۴- غلظت کلروفیل b در جلبک *E. intestinalis* در بهمن ماه و تیر ماه
- شکل ۳-۱۵- نسبت کلروفیل (b/a)، در *E. intestinalis* در بهمن ماه و تیر ماه
- شکل ۳-۱۶- غلظت کلروفیل a در جلبک *S. angustifolium* در بهمن ماه و تیر ماه
- شکل ۳-۱۷- غلظت کلروفیل c در جلبک *S. angustifolium* در بهمن ماه و تیر ماه
- شکل ۳-۱۸- نسبت کلروفیل (c/a)، در *S. angustifolium* در بهمن ماه و تیر ماه

## فهرست فرمول ها

### عنوان

فرمول ۱-۲- محاسبه غلظت کلروفیل در جلبک *E. intestinalis*

فرمول ۲-۲- محاسبه غلظت کلروفیل در جلبک *S. angustifolium*

فرمول ۳-۲- محاسبه غلظت کلروفیل بر حسب میلیگرم در گرم وزن تر

فرمول ۴-۲- محاسبه غلظت فلزات سنگین بر حسب میکروگرم در گرم وزن خشک

:

Rohoan, )

(2006

(Tang et al., 2008)

(Abdallah & Abdallah, 2008)

(Blackmore, 1998; Anish et al., 2007)

.(Giusti, 2001)

.(Idris et al., 2007)

.(Giusti, 2001)

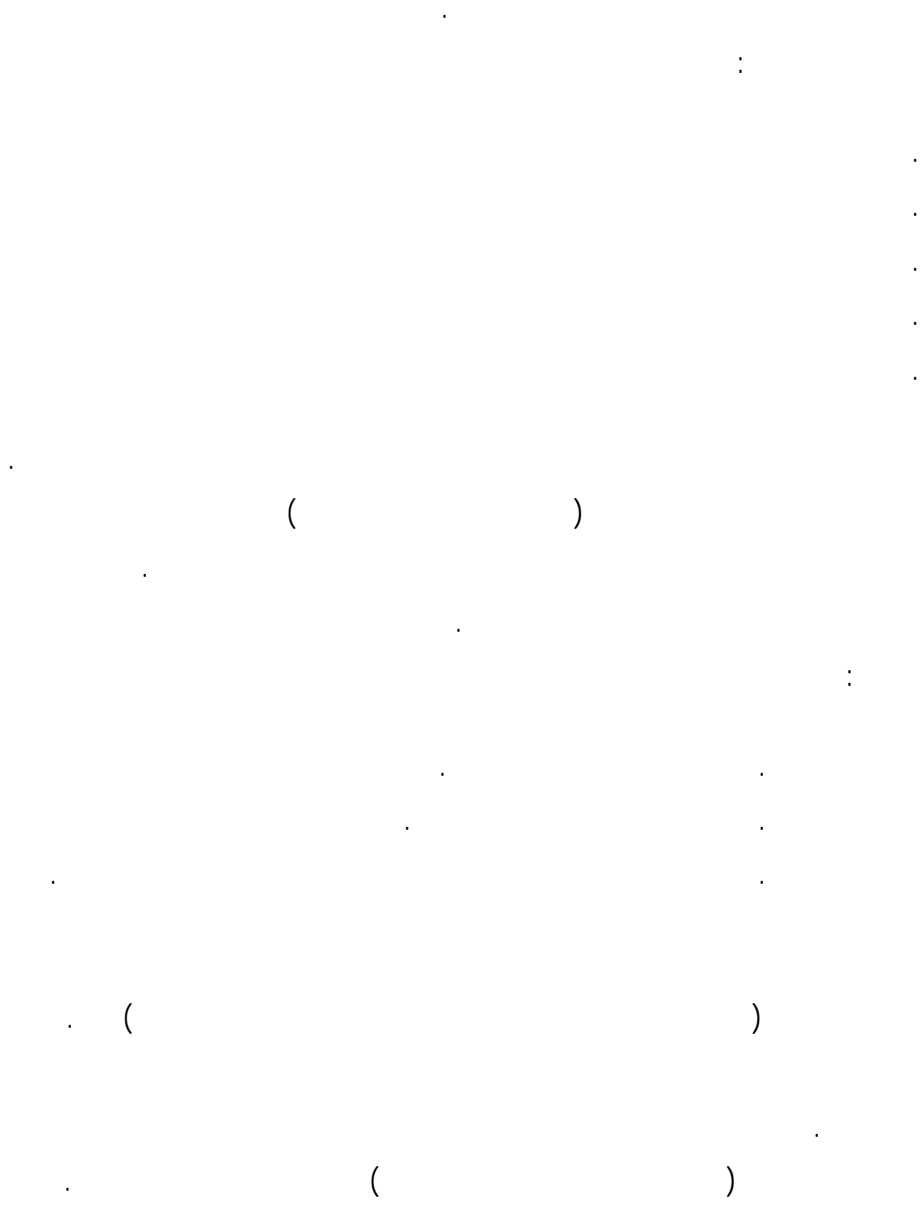
( )

.(Agarwal, 2005)

---

<sup>1</sup> Bioavailability  
<sup>2</sup> Biomonitoring





(Zhou et al., 2008)

---

<sup>1</sup> Biomonitor  
<sup>2</sup> Residue  
<sup>3</sup> Bioaccumulation  
<sup>4</sup> Biomagnification

( )

:

)

.(

.(Zhou et al., 2008)

Nicholson & )

(Lam, 2005; Lafabrie et al., 2007; Zhou et al., 2008

Philips Rainbow

( )  
)

- 
- 
- 

(

(Jothinayagi & Anbazhagan, 2009)

(Stengel et al., 2004; Abdallah & Abdallah, 2008)

---

<sup>1</sup> Synergism  
<sup>2</sup> Antagonistic  
<sup>3</sup> Suspension feeder  
<sup>4</sup> Deposit feeding  
<sup>5</sup> Detritivore

(Zhou et al., 2008)

(Millward & Turner, 2001)

Cardwell et al., 2002; Dadolahi et al., )

(2005

(Conti et al., 2003; Ordun~a-Rojas & Longoria-Espinoza 2006)

( )