٤٤٥٨٧

دانشگاه رازی

دانشکده علوم

گروه زیست شناسی

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته ی زیست شناسی

گرایش اکولوژی گیاهی

**عنوان پایان نامه**

# بررسی اثر کروم و نیکل بر باردهی جوامع پریفیتون در نهرهای مصنوعی

و

# مطالعه باردهی جوامع جلبکی چشمه آب گرم کیله سفید

۱۳۸۷ /۱/ ۱۸

استاد راهنما:

دکتر مظفر شریفی

نگارش:

حمید رضا قاسمی

شهریورماه ۱۳۸۶

۲۴۳۹۶

**کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و**
**نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه**
**متعلق به دانشگاه رازی است.**

دانشگاه رازی

دانشکده علوم

گروه زیست شناسی

**پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته ی زیست شناسی گرایش اکولوژی گیاهی**

**حمیدرضا قاسمی**

## تحت عنوان

# بررسی اثر کروم و نیکل بر باردهی جوامع پریفیتون در نهرهای مصنوعی

# و

# مطالعه باردهی جوامع جلبکی چشمه آب گرم کیله سفید

در تاریخ ۲۵/۶/۸۷ توسط هیأت داوران زیر بررسی و با درجه عالی به تصویب نهایی رسید.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ۱- استاد راهنما | دکتر مظفر شریفی | با مرتبه‌ی علمی | دانشیار | امضاء |
| ۲- استاد داور داخل گروه | دکتر علی بیدمشکی پور | با مرتبه‌ی علمی | استادیار | امضاء |
| ۵- استاد داور خارج از گروه | دکتر محمد سلطانیان | با مرتبه‌ی علمی | استادیار | امضاء |

با تشکر و سپاس از:

♣ استاد ارجمند و عزیزم جناب آقای دکتر مظفر شریفی که در تمامی مراحل تحقیق با تلاش و راهنمایی مستمر خویش همواره مایه امیدواری و دلگرمی من بودند.

♣ جناب آقای دکتر محمد سلطانیان، استاد مدعو از دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه زحمت قرائت پایان نامه و حضور در جلسه دفاع را کشیدند.

♣ جناب آقای دکتر علی بیدمشکی‌پور مدیریت محترم گروه زیست‌شناسی که به عنوان ممتحن داخلی در جلسه دفاع حضور داشتند.

♣ جناب آقای دکتر جوشقانی که به عنوان نماینده تحصیلات تکمیلی در جلسه دفاع حضور داشتند.

♣ دوستان بسیار عزیزم خانمها: یلدا صادقی، معصومه اسمائیلی، عزیزپوریان، مظفری، تقی نژاد، خانم دکتر صادقی و دانشجویان آزمایشگاه اکولوژی گیاهی.

و با سپاس فراوان از دوستان گرامی آقایان: اسلام عطازاده، جواد چراغپور، سجاد سی سخت، مهدی زاهد زاده و آقای اشراقی که همواره مرا شرمنده محبت‌های خود نموده‌اند تشکر ویژه‌ای دارم.

و سایر عزیزان در آزمایشگاه‌های مختلف آزمایشگاه تحقیقاتی سلولی و مولکولی و بیوشیمی کمال تشکر را دارم.

با آرزوی موفقیت برای تمام کسانی که مرا صادقانه در این دوره همراهی کرده و از هیچ کمکی فروگذار نکردند.

## چکیده

مطالعه اکولوژیک چشمه گرم (کلاریوترمال) کیله سفید در منطقه سرپل ذهاب واقع در غرب ایران انجام شد (خرداد و تیرماه ۸۵). حداکثر دمای آب ۲۹/۵ درجه سانتی گراد بود. هنگام مطالعه دما در سرچشمه ۲۷ درجه سانتی گراد بود. مقدار عناصر شیمیایی آب اندازه گیری نشد. pH آب در طول کانال تغییرات قابل ملاحظه ای نشان نداد و تقریبا قلیایی (۷/۳۵) بود. گونه های غالب .*Novicula* Spp و .*Diatoma* Spp بود. مقدار کلروفیل a (ایستگاه اول ۰/۱۹۹، دوم ۲/۶۷۷، سوم ۱/۹۳۵، چهارم ۱/۱۳۶ میلی گرم در متر مربع)، وزن خشک یاDry mass (ایستگاه اول ۰/۰۰۵، دوم ۳/۳۴۵، سوم ۰/۵۶۲، چهارم ۰/۰۰۲ میلی گرم در سانتی متر مربع) و وزن خاکستر خشک یا AFDM (ایستگاه اول ۰/۰۰۰۶، دوم ۰/۱۷۷، سوم ۰/۰۵۵، چهارم ۰/۰۰۰۱ میلی گرم در متر مربع) در سرچشمه و ایستگاه چهارم از ایستگاههای دیگر کمتر بود. مقدار بیوماس بین ایستگاه ۱و ۴ تفاوت معنی داری نشان نداد، اما تفاوت ها در سطح ۰/۰۵ معنی دار است. در ایستگاه اول و آخر اشکال رشته ای بیشترین بیوماس را به خود اختصاص دادند.

به منظور بررسی بلندمدت اثر نیکل بر باروری جوامع پریفیتون، از نهرهای مصنوعی داخل آزمایشگاهی با غلظتهای ۲/۵، ۵ و ۷/۵ میلی گرم نیکل در لیتر استفاده شد. اثرات نیکل بر باروری جامعه پریفیتون از طریق اندازه گیری بیوماس یعنی وزن خشک (در تیمار اول ۰/۰۴۹، دوم ۰/۰۲۳، سوم ۰/۰۱۱ میلی گرم در سانتی متر مربع)، کلروفیل $a$ (در تیمار اول ۶/۱۲، دوم ۳/۸۸، سوم ۰/۸۵۳ میلی گرم در متر مربع) وزن خشک بدون خاکستر یا AFDM (در تیمار اول ۰/۰۱۲، دوم ۰/۰۱، سوم ۰/۰۱ میلی گرم در مترمربع)، میزان تجمع نیکل و ارزیابی شد. در نهرهای مصنوعی حاوی نیکل یک کاهش معنی دار ($p<0.05$) در مقدار کلروفیل $a$ و AFDM و میزان تراکم نیکل (در تیمار اول ۱/۹۹۰، دوم ۴/۸۲، سوم ۵/۸۷ میلی گرم در لیتر)وجود داشت اما تفاوتها برای وزن خشک معنی دار نبود. همچنین در نهرهایی که مقدار نیکل بیشتر بود، با گذشت زمان و پیشرفت آزمایش، مقدار نیکل بیشتری توسط جامعه پریفیتون جذب شد. برخلاف میزان جذب نیکل مقدار متغیرهای دیگر در نهرها با افزایش غلظت نیکل، سیر نزولی در پیش گرفت. البته از آنجایی که نیکل در ساختمان برخی آنزیمها نقش دارد، در نهر مربوط به تیمار اول (حاوی ۲/۵ میلی گرم نیکل در لیتر) مقدار کلروفیل $a$ و AFDM سیر صعودی داشت.

به منظور ارزیابی بلند مدت (۳۰ روزه) اثرات کروم بر بیوماس پریفیتونهای جلبکی، از نهرهای مصنوعی درون آزمایشگاهی با غلظت های ۲ و ۴ میلی گرم در لیتر استفاده شد. اثر کروم بر باروری جوامع پریفیتون از راه اندازه گیری

بیوماس (وزن خشک ، AFDM، کلروفیل $a$ و میزان تجمع فلز کروم) بررسی شد. در نهرهای مصنوعی حاوی ۲و ۴ میلی گرم در لیتر کروم یک تفاوت معنی دار ($p<0.05$) در کاهش وزن خشک (تیمار اول ۰/۰۶۱، دوم ۰/۰۲۸ میلی گرم در سانتی مترمربع)، وزن خشک بدون خاکستر یا AFDM (تیمار اول ۰/۰۱۳، دوم ۰/۰۰۹ میلی گرم در متر مربع)، کلروفیل $a$ (تیمار اول ۴/۰۲، دوم ۳/۱۵ میلی گرم در متر مربع) و افزایش میزان تجمع کروم (تیمار اول ۰/۴۳۲، دوم ۰/۴۶۶ میلی گرم در لیتر) وجود داشت. در نهر شاهد و نهرهای حاوی ۲ و ۴ میلی گرم درلیتر کروم، مقدار متغیرهای ذکر شده (به جزء میزان تجمع کروم) سیر نزولی داشت اما شدت افت آنها در نهرهای آلوده بیشتر بود. سختی و pH در طول آزمایش اندازه گیری شد و تغییرات آنها معنی دار نبود و مقدار آنها به ترتیب ۳۰۰ و ۸/۳۵ الی ۸/۴۵ بود.

کلمات کلیدی: کلروفیل a، وزن خشک، وزن خاکستر خشک، چشمه گرم

## فهرست مطالب


**فهرست**

**مطالب..... ا**

**فهرست شکلها و نمودارها..... ت**

**فهرست جداول .....ث**

**اختصارات..... ج**

**فصل اول: مقدمه**

۱-۱- کلیاتی پیرامون آلودگی

۱-۱-۱- تعاریف .....۲

۱-۱-۲- انواع آلودگی ها .....۲

۱-۱-۳- آلودگی در محیط آب شیرین ..... ۴

۱-۱-۴- شیوه های بررسی آلودگیها در آب شیرین ..... ۶

۱-۱-۵- انتخاب موجود زنده ..... ۷

۱-۱-۶- آماده کردن نمونه ها برای تحلیل های آزمایشگاهی ..... ۹

۱-۲- آلودگی فلزات سنگین (نیکل و کروم)

۱-۲-۱- فلـزات سـنگین ..... ۹

۱-۲-۲- اثرات محیط زیستی فلزات سـنگین ..... ۱۰

۱-۲-۳- تراکم نیکل در محیط زیـست ..... ۱۲

۱-۲-۳-۱- تراکم کروم در محـیط زیـست ..... ۱۲

۱-۲-۳-۲- راههای ورود کروم به محیط ..... ۱۳

۱-۲-۴- حرکت و تجمع فلزات سنگین ..... ۱۵

۱-۲-۴-۱- سرنوشت نیکل در محیط ..... ۱۵

۱-۲-۴-۲-مکانیسم هایی که بـرای جلـوگیری از تجمـع نیکـل در سـلول هـا..... ۱۷

۱-۲-۴-۳- راههای بیولوژیکی برای کاهش مقدار فلـزات سـنگین در آبهـای آلـوده .....۱۷

۱-۲-۴-۴- موجوداتی که فلزات سنگین را در خود جمع می کننـد ..... ۱۹

۱-۲-۴-۵- سرنوشـت کـروم در محـیط ..... ۱۹

۱-۲-۵- سمیت فلزات سنگین ..... ۲۰

۱-۲-۶- اثر نیکل برموجودات زنـده ..... ۲۲

۱-۲-۶-۱- اثـر نیکـل برمیکرواورگانیـسمها ..... ۲۲

۱-۲-۶-۲- اثر نیکل بر جلبکها و گیاهان آبـزی ..... ۲۳

۱-۲-۶-۳- اثر نیکل بر بـی مهرگـان آبـزی ..... ۲۵

۱-۲-۶-۴- اثر نیکل بر ماهیهـا ..... ۲۷

۱-۲-۶-۵- اثر نیکـل بـر گیاهـان ..... ۲۸

۱-۲-۶- ۶- اثـر نیکـل برحیوانـات ..... ۲۹

۱-۲-۶-۷- اثرات نیکل بر جمعیت و اکوسیستم ..... ۳۰
۱-۲-۶-۸- ضرورت نیکل برای موجودات زنده ..... ۳۰
۱-۲-۷- اثر کروم بر موجودات زنده ..... ۳۵
۱-۲-۷-۱- اثرکروم برمیکرواورگانیسمها ..... ۳۵
۱-۲-۷-۲- اثرکروم بر گیاهان ..... ۳۶
۱-۲-۷-۳- اثر کروم بر ماهیها ..... ۳۷
۱-۳- بررسی مطالعات صورت گرفته..... ۳۷
۱-۳-۱- بررسی مطالعات صورت گرفته در مورد آلودگی نیکل و کروم ..... ۳۷
۱-۳-۲- بررسی مطالعات صورت گرفته در مورد چشمه های آب گرم ..... ۴۶

**فصل دوم: روش کار .....۴۹**
۲-۱- مواد و روشهای مورد استفاده برای اندازه گیری مقدار نیکل ..... ۵۰
۲-۲- مواد و روشهای مورد استفاده برای اندازه گیری مقدار کروم .....۵۲
۲-۳- روش کار بررسی وضعیت جوامع پریفیتیک چشمه گرم کیله سفید ..... ۵۶
**فصل سوم: نتایج .....۵۷**
۳-۱- اثر نیکل بر باردهی و میزان بیوماس جوامع پریفیتون ..... ۵۸
۳-۲- اثر کروم بر باردهی و میزان بیوماس جوامع پریفیتون ..... ۶۳
۳-۳- چشمه آب گرم کیله سفید ..... ۷۰
**فصل چهارم: بحث ..... ۸۱**
۴-۱- بحث و نتیجه گیری (نیکل) .....۷۴
۴-۲- بحث و نتیجه گیری (کروم) ..... **۷۶**
۴-۳- بحث و نتیجه گیری (چشمه آب گرم) .....۷۸
**منابع و ماخذ .....۸۳**

فهرست اشکال و نمودارها

شکل۱-۳-۱-۱- اثر اسیدیته بر میزان جذب فلزات سنگین نیکل، مس وکروم..... ۳۹
شکل۱-۳-۱-۲- اثر بیوماس جلبکی بر میزان جذب فلزات سنگین ..... ۴۰
شکل۲-۱- تصویری از نهرهای مصنوعی ..... ۵۱،۵۰
شکل۲-۲- تصویری از نهرهای آزمایشگاهی استفاده شده ..... ۵۴
شکل۲-۳- دستگاه جذب اتمی ..... ۵۵
شکل۳-۱-۱- شکل تغییرات وزن خشک ($mg/cm^{-2}$) باگذشت زمان پس از افزودن نیکل..... ۵۹
شکل۳-۱-۲- میزان وزن خشک (mg/cm-2) جامعه پریفیتون پس از ۳۰ روز آزمایش (نیکل)..... ۵۹
شکل۳-۱-۳- شکل تغییرات AFDM ($mg/cm^{-2}$) در طول آزمایش (نیکل)..... ۶۰
شکل۳-۱-۴- شکل تغییرات AFDM ($mg/cm^{-2}$) در انتهای آزمایش(نیکل)..... ۶۰
شکل۳-۱-۵- شکل تغییرات کلروفیل $a$ ($mg/m^{-2}$) در طول آزمایش (نیکل)..... ۶۱
شکل۳-۱-۶- شکل تغییرات کلروفیل $a$ ($mg/m^{-2}$) در انتهای آزمایش (نیکل)..... ۶۱
شکل۳-۱-۷- شکل تغییرات مقدار نیکل جذب شده (ppm) در طول آزمایش..... ۶۲
شکل۳-۱-۸- شکل تغییرات مقدار نیکل جذب شده (ppm) در طول آزمایش..... ۶۳
شکل۳-۲-۱- نمودار تغییرات کلروفیل $a$ ($mg/m^{-2}$) در طول آزمایش (کروم)..... ۶۴
شکل۳-۲-۲- نمودار تغییرات کلروفیل $a$ ($mg/m^{-2}$) در انتهای آزمایش (کروم)..... ۶۴
شکل۳-۲-۳- تغییرات وزن خشک یا Dry mass ($mg/cm^{-2}$) در انتهای آزمایش (کروم)..... ۶۵
شکل۳-۲-۴- شکل تغییرات وزن خشک یا Dry mass ($mg/cm^{-2}$) در انتهای آزمایش (کروم)..... ۶۵
شکل۳-۲-۵- شکل تغییرات وزن خشک بدون خاکستر (mg/cm-2) در انتهای آزمایش (کروم)..... ۶۶
شکل۳-۲-۶- شکل تغییرات وزن خشک بدون خاکستر (mg/cm-2) در انتهای آزمایش (کروم)..... ۶۷
شکل۳-۲-۷- شکل تغییرات مقدار کروم جذب شده (ppm) در طول آزمایش..... ۶۷
شکل۳-۲-۸- شکل تغییرات مقدار کروم جذب شده (ppm) در انتهای آزمایش..... ۶۸
شکل۳-۲-۹- شکل تغییرات مقدار کروم موجود در آب (ppm) درطول آزمایش..... ۶۸
شکل۳-۲-۱۰- شکل تغییرات مقدار کروم موجود در آب (ppm) درانتهای آزمایش..... ۶۹
شکل۳-۲-۱۱- نمودار تغییرات مقدار سختی کل (کلسیم و منیزیم) (ppm) درطول آزمایش..... ۶۹
شکل۳-۲-۱۲- شکل تغییرات مقدار BCF موجود در آب (mg/kg) درطول آزمایش..... ۷۳
شکل۳-۳-۱- مربوط به تغییرات کلروفیل $a$ بر حسب $mg.m^{-2}$..... ۷۰
شکل۳-۳-۲- مربوط به تغییرات وزن خشک (Dry mass) بر حسب $mg/cm^{-2}$..... ۷۱
شکل۳-۳-۳- مربوط به تغییرات وزن خاکسترخشک (AFDM) برحسب $mg/cm^{-2}$..... ۷۱

## فهرست جداول

جدول۱-۳-۱-۱- مقایسه مقدار جذب شده در حالت تعادل و جذب سالانه متفاوت.....۴۱
جدول۴-۱- نتایج ANOVA انجام شده برای متغیرهای اندازه گیری شده (نیکل).....۷۵
جدول۴-۲- نتایج ANOVA ی ویژگیهای گوناگون در طول آزمایش (کروم).....۷۷

## فهرست مخفف ها (اختصارات)

AFDM: وزن خشک بدون خاکستر

Chl *a*: کلروفیل *a*

PCBs: بی فنیل های پلی کلرینه

DDT: دی کلرو دی فنیل تری کلرو اتان

EDTA: اتیلن دی آمین تترا استیک اسید

$EC_{50}$: غلظتی از یک ماده شیمیایی که بر ۵۰ درصد موجودات تحت آزمایش اثرمی گذارد.

$LC_{50}$: غلظتی از یک ماده شیمیایی که ۵۰ درصد موجودات تحت آزمایش را می کشد.

BCF: مقدار فلز سنکین در پریفیتون برحسب میلی گرم بخش بر مقدار محیط برحسب کیلوگرم.

# فصل اول

## مقدمه

# کلیاتی پیرامون آلودگی

## ۱-۱-۱- تعاریف

برای آلودگی محیط زیست تعاریف متفاوتی ارائه شده است و هر تعریف خسارت های وارده را از دیدگاههای مختلف بیان کرده است. بعنوان نمونه Holdgate در سال ۱۹۷۹ ورود مواد یا انرژی به محیط توسط انسان بطوریکه سبب زیان هائی به سلامتی انسان، آسیب به منابع زنده و سیستم های اکولوژیک، زیان به ساختمان جامعه می شود را بعنوان آلودگی در نظر می‌گیرد. Odum در سال ۱۹۶۷ هر نوع تغییر فیزیکی، شیمیائی و یا بیولوژیک در کیفیت هوا، خاک و آب را که بر موجودات زنده اثر سوء داشته باشد و یا اینکه آب را برای استفاده نامناسب کند، آلودگی می داند. Edwards و همکارانش (۱۹۷۵) نیز اثرات مواد یا انرژی آزاد شده توسط انسان بر منافع وی را آلودگی می‌دانند (Sharify and Ghafori,۲۰۰۱).

مبحث آلودگی بسیار حائز اهمیت است زیرا منابع انسان در اثر آلودگی دچار آسیب می شوند. اگر آلودگی از خود انسان و فعالیت های او ناشی شود، او باید قادر باشد تا آن را کنترل کند. کنترل آلودگی با صرف هزینه بالا قابل انجام است. بهر حال سود و فایده منابع ممکن است از هزینه کنترل بسیار بیشتر و مهمتر باشد. آلودگی در بسیاری از نقاط جهان در حال افزایش است و دلیل آن هم افزایش روز افزون جمعیت انسان و کاهش فضای مناسب برای هرنفر انسان و نیز افزایش تقاضا برای مصرف در جامعه انسانی است. انسان با بهره برداری افراطی و غیر ضروری از منابع موجود سبب ازبین رفتن سریع منابع می شود. انسان بسبب ایجاد این آلودگی مجبور به پرداخت هزینه مقابله با اثرات ناشی از آن است. همچنین انسان متحمل پرداخت هزینه های سنگینی نیز خواهد بود. کاهش باردهی نظام های حیاتی، از دست رفتن تنوع زیستی و زشتی مناظر از جمله صدماتی است که انسان در هر حال باید بهای گزاف آنها را بپردازد.

## ۱-۱-۲- انواع آلودگی ها

با توجه به تعریف آلودگی که در بخش قبل به آن اشاره شد تقریبا هر چیزی که توسط انسان تولید

می‌شود، می تواند در زمانی خاص بعنوان یک ماده آلاینده مورد توجه باشد بنابراین هر چیزی در یک مکان فرضی با آسیب دادن جزئی می تواند یک آلاینده باشد. بعنوان نمونه، برای یک کشاورز که زمین کشاورزی اش در یک طرح ذخیره سازی آب ازبین می رود، آب خالص خودش یک آلاینده است (Mason,۱۹۹۱). موادی که برای حیات ضروری هستند، نظیر مس و روی، وقتی در مقادیر بالا وجود داشته باشند می توانند شدیدا سمی باشند.

تاکنون بیش از ۱۵۰۰ نوع ماده بعنوان آلاینده در اکوسیستم های آب شیرین شناخته شده اند. بعضی از این آلاینده ها شامل موارد زیر هستند: اسید ها و بازها، آنیونهائی مانند سولفیدها و سیانید ها، شوینده ها، فاضلاب های خانگی، کود های کشاورزی، پس آبهای صنایع غذائی، گازها نظیر آمونیاک و کلرین، حرارت، فلزات مانند کادمیوم و روی، نوترینت ها بویژه فسفات و نیترات، نفت و فرآورده های نفتی، پسابهای سمی آلی مانند فرمالدئیدها و فنل ها، پاتوژن ها (عوامل بیماریزا)، آفت کشها و علف کش ها، بی‌فنیل‌های پلی کلرینه[1]، تشعشعات هسته ای و....

برخی از مواد شیمیایی معدنی توسط هوازدگی و فرسایش سطح خشکی ها و سپس انتقال توسط روان آبها به رودخانه ها و دریاچه ها وارد می شوند. بسیاری از این ترکیبات فلزی نظیر سرب، نیکل، کادمیوم و جیوه شدیدا سمی هستند. بسیاری از نمکهای غیر فلزی مانند کلرید سدیم در غلظت های پایین سمی نیستند اما در صورت تراکم در غلظت های بالا، بر جانوران و گیاهان اثر سمیت دارند. اسید ها و بازهای تولید شده توسط پروسه های مختلف صنعتی نیز از دیگر موارد آلاینده ها هستند. بعنوان نمونه ترکیبات سولفور در اثر ترکیب با اکسیژن اسید سولفوریک تولید می کنند که موجب اسیدی شدن آب می شود. هزاران ترکیب آلی مختلف طبیعی یا مصنوعی در صنایع شیمیایی جهت تولید آفت کشها، پلاستیک، داروها، رنگها و سایر محصولات مورد نیاز زندگی روزمره استفاده می شود. از آنجاییکه بسیاری از این ترکیبات در محیط ازبین‌نمی روند و یا با سرعت بسیار کند از بین می روند، می توانند در مقادیر بالا در جانداران تراکم یابند. بعنوان نمونه تراکم زیستی آفت کش د.د.ت[2] در اکوسیستم های آبی و تجمع آن در سطوح مختلف زنجیره‌های غذایی، یکی از مشکلات جدی زیست محیطی است (Cunningham and Saigo,۲۰۰۱)

یک ترکیب آلاینده خواه ناخواه بر یک موجود زنده و یا یک جامعه اثر خواهد گذاشت که این به

1. PCBs
2. D.D.T

غلظت آن ترکیب و مدت زمان در معرض بودن آن بستگی دارد. اثر یک ماده آلاینده بر یک موجود هدف ممکن است حاد یا مزمن باشد. اثرات حاد بسیار سریع رخ می دهند، اغلب کشنده هستند و بندرت قابل‌برگشت هستند. اثرات مزمن بعد از اینکه موجود زنده در معرض دزهای پائین قرارگرفت در مدت زمان طولانی توسعه می یابند و ممکن است در نهایت سبب مرگ شوند. دزهای پائین تر از حد مرگ سبب آسیب و تخریب پروسه ها و مراحل فیزیولوژیکی و یا رفتاری موجود زنده مانند کندی رشد یا مشکلات تولید مثلی می شوند و رویهم رفته تندرستی و سلامتی آن را کاهش می دهند. آلودگی در سطح جامعه یا اکوسیستم نیز اثراتی دارد مانند از دست رفتن برخی گونه ها، کاهش تنوع اما نه ضرورتا در تعداد گونه های منفرد، تغییر در تعادل پروسه هائی نظیر شکار، رقابت و چرخه مواد.

## ۱-۱-۳- آلودگی در محیط آب شیرین

رودخانه ها به منزله رگهای حیاتی خشکی ها هستند و همواره برای انسان اهمیت بسیار زیادی داشته اند. خصوصیات فیزیکی و شیمیائی رودخانه ها غالبا تحت تاثیر خاک، زمین شناسی، مقدار و توزیع بارندگی، شیمی اتمسفر، رویش های گیاهی اطراف، هیدرولوژی و نحوه استفاده از زمین در حوزه آبریز قرار دارد. رودخانه ها بیشتر مناطق جهان را زهکشی می کنند. وقتی باران می بارد، بخشی از آن به صورت سطحی یا زیر زمینی جریان می یابد و سرانجام رودخانه ها را می سازد. منطقه ای از یک خشکی که توسط یک شبکه زهکشی آبگیری می شود حوزه آبخیز نام دارد. کیفیت حوزه آبخیز بر خصوصیات فیزیکی و شیمیائی آب رودخانه تاثیر دارد. تغییر در هریک از این فاکتور ها می تواند سبب تغییرا تی در خصوصیات فیزیکی و شیمیائی آب بصورت مکانی گردد. می توان گفت در اثر ورود انشعابات به رود خانه اصلی، تغییر در نحوه استفاده از زمین در حوزه آبخیز و یا ویژگی های خاک، تغییرات مکانی و خصوصیات فیزیکی و شیمیائی آب شکل می گیرد. نوسانات و تغییرات زمانی در خصوصیات فیزیکی و شیمیائی آب در اثر تغییرات فصلی در فعالیت بیولوژیکی در حوزه آبخیز، تغییر در آب و هوا و تغییرات ایجاد شده در چرخه آب و نیز تغییر در کیفیت آب از طریق زهابهای رسیده به رودخانه بوجود می آیند (Clenaghan et al, ۱۹۹۸).

در کشور های توسعه یافته صنعتی رودخانه های بزرگ شدیدا تحت تاثیر آلودگی آب و تنظیم

جریان آب می باشند. تغییرات طولی در این رودخانه ها ممکن است عمدتا در اثر تاثیرات محلی توسط انسان یا آلودگی آب باشد که سبب عدم پیوستگی یا انفصال الگوی معمول اکولوژی رودخانه می شود (۱۹۹۶ ,Bournaud et al). از ویژگی های منابع آب موجود در طبیعت می توان مواد خارجی موجود در آب بصورت محلول یا معلق را نام برد. مواد خارجی موجود در آب منشاء خارجی دارند، یا در حوزه آبریز توسط باران و منابع آبهای زیرزمینی به آن افزوده می شوند و یا بوسیله موجودات زنده تولید می شوند. یکی از منابع تامین کننده این مواد، آلودگی ناشی از فعالیت های صنعتی و انسانی است. میزان و ماهیت مواد خارجی موجود در منابع آب از یک طرف به تشکیلات زمین شناسی، خاک، پوشش گیاهی، شیب و پستی و بلندی حوزه آبریز و از طرف دیگر به جمعیت و نوع فعالیت های صنعتی جوامع بشری ساکن در مجاورت این منابع بستگی دارد. علاوه براین، درجه حلالیت مواد، درجه حرارت و زمان نیز جزء عوامل مؤثر بر میزان و نوع مواد خارجی موجود در آب می باشند.

در آبهای سطحی بین فعالیت های فیزیکی، شیمیائی و بیولوژیک پیوند های استواری وجود دارد. لذا بدنبال افزایش مواد خارجی در آب، در صورت مساعد بودن شرایط فیزیکی، شیمیائی، بیولوژیک و نیز محیطی مناسب، فعل و انفعالات زیستی نیز آغاز می گردد. در صورتیکه میزان مواد شیمیائی محلول کافی بوده و شرایط فیزیکی هم در حد مطلوبی قرار داشته باشد، فعالیت های بیولوژیک قادر خواهند بود بر ترکیبات شیمیائی آب تاثیر بگذارند. حال چنانچه فرصت کافی وجود داشته باشد، همانطوریکه در آبهای راکد در دریاچه ها و رودخانه های عمیق دیده می شود، نه تنها کنترل زیستی محیط شیمیائی برقرار می شود، بلکه تعادل پایداری از فعالیت های زیست – زمین – شیمیائی پدیدار می گردد که ضامن بقاء و تامین کننده تنوع حیاتی درون و پیرامون آب خواهد بود.

پسابهای صنعتی محتوی مواد سمی نیز بلافاصله پس از ورود به آب اثرات منفی خود را بر جای گذاشته، قادر خواهند بود فعالیت های حیاتی را دچار اشکالات عمده ای سازند. تحت تاثیر فاضلاب های صنعتی یا خانگی قبل از پدیدار شدن هر گونه تغییر اساسی در ساختمان و عمل اکوسیستم آبی، تغییراتی هرچند بصورت تدریجی در خصوصیات فیزیکی، شیمیائی و بیولوژیک آب پدیدار می گردد.

## ۱-۱-۴- شیوه های بررسی آلودگیها در آب شیرین

راههای زیادی برای بررسی آلودگی آبها به آلاینده ها و فلزات سنگین وجود دارد که یکی از آنها

استفاده از نهرهای مصنوعی است. نهرهای مصنوعی کانالهای مصنوعی هستند کـه دارای جریـان آب کنتـرل شده بوده و برای مطالعه برخی خصوصیات فیزیکی، شیمیایی یا بیولوژیکی نهرهای طبیعی استفاده می شـوند. نهرهای مصنوعی دارای شکل، اندازه و کاربردهای گوناگونی هستند. اینها ممکن است در اتاق های بسته بـا نور مصنوعی(مثل گلخانه) یا در محوطه های باز وحتی در مجاورت نهرهای طبیعی قرارگیرند. در این مطالعه از نهرهای گروه دوم استفاده می شود(Lamberti,۱۹۹۳).

با استفاده از نهر های مصنوعی مطالعات در زمینه هـای متعـدد نظیـر غنـی سـازی مـصنوعی ( Vollen weider, 1976 & Wuhrmann, 1975 و Sharifi & Ghafori, 2004)، اثـر چـرا بـر جامعـه پریفیتـون ( Gregory, 1983 و Sharifi & Ghafori, 2006 )، تاثیر علف کش ها (Crossland and Point, 1992 & Sharifi, 2004 Ghafori)، قارچ کشها (Donk & Brock,1999)، فلـزات سـنگین ( Kaufman,1982 و Sharifi & Atazadeh, 2006)، بررسی رفتار حیوانات(Whitmore et al, 1960)، تولید اولیـه و متابولیـسم جامعه(Whittaker, 1961 & Beyers, 1962, 1963) و بسیاری دیگر از زمینه ها مورد استفاده قـرار گرفتـه است. استفاده از نهر های مصنوعی علیرغم محدودیت هائی که از خود نشان داده است، وسیله مناسبی بـرای تقلید و مدل سازی سیستم های آب شیرین و تعامل با آن می باشد.

برای بررسی جوامع پریفیتون از متغیرهای متعددی نظیر تغییرات مقدار کلروفیل یا نسبت رنگیـزه هـا، وزن خشک، وزن خشک بـدون خاکـستر، بیووالیـوم و تعـداد سـلولها در واحـد سـطح اسـتفاده مـی شـود. نـسبت رنگیزه‌ها یکی از متغیرهایی است که مورد توجه قرارگرفته است. چند مورد از این مطالعات به قرار زیر است.

مطالعات متعددی اثر فلزات سنگین را بر ترکیب رنگیزه های بریوفیت های آبزی بررسی کـرده انـد و چند تحقیق پراکنده برای دیگر گیاهان آبزی وجود دارد. ابتـدا کـاهش در نـسبت کلروفیـل $a$ بـه فئـوفیتین $a$ برای چند بریوفیت نهرهای والز آلوده شده توسط روی، کادمیوم و سرب ناشی از معدن کاری گـزارش شـد (McLean & Jones,۱۹۷۵). از این روش برای سرشاخه های پنج گونه بریوفیـت کـه دارای دامنـه پـراکنش وسیع است، دراسپانیا استفاده شده است (Lopez and Carballeira,۱۹۸۹) . این محققین دریافتند که نـسبت رنگیزه گفته شده معرف استرس در یـک مکـان اسـت کـه ایـن اسـترس ممکـن اسـت از فلـزات سـنگین یـا آلودگیهای آلی ناشی شده باشد. همچنین در برخـی مطالعـات ارتبـاطی بـین اسـترس و رنگبـزه پیـدا نکردنـد (Bruns *et al.* ۱۹۹۷).

در سال ۱۹۷۵، Carballeira و Lopez برای پیدا کردن مقدار فلز پایه در بریوفیتها در یک منطقه بزرگ، روش نسبت رنگیزه را با سه روش آماری برای تحلیل ترکیب فلزات با هم مقایسه کرده اند. تفاوتهای قابل‌ملاحظه ای بین نتایج حاصله از روش های مختلف وجود داشت. اما محققین روش نسبت رنگیزه را ترجیح دادند. زیرا آنها پیشنهاد کردند این روش به فرضیاتی درمورد تغییرات طبیعی نیاز ندارد.

گرچه روش نسبت رنگیزه یک راه کمی ساده را برای کنترل و نظارت فراهم می کند، شک و تردید در مورد تفسیر نتایج به وجود آمد. بنابراین، این روش فقط باید به عنوان یکی ازچندین روش جهت کنترل و نظارت استفاده شود(Whitton and Kelly, 1995). تغییر نسبت رنگیزه ممکن است تحت تاثیر این حقیقت قرارگیرد که مواد گیاهی قدیمی تر احتمالا نمونه هایی از جاههای مختلف که تحت تاثیر استرس بوده اند، جمع آوری شده اند. عامل موثر ناشناخته دیگر، حد و اندازه ای از مقاومت ژنتیکی است که گونه های مختلف در برابر فلزات سنگین کسب کرده اند و این مسئله نسبت رنگیزه ها را که از جاههای غیرآلوده به دست آمده است، تغییرمی دهد. در سال ۱۹۹۷، Bruns و همکارانش روش نسبت رنگیزه را برای یک گونه فونتینالیس[1] منتقل شده به الیب آزمایش کردند که جواب نگرفتند. درهرحال، مواد آنها از مناطقی در شرق کوههای هارز (منطقه ای که فعالیتهای معدن کاری زیادی در آن انجام شده است) جمع‌آوری شده بود. بنابراین، آنها به عنوان جمعیتی با افزایش مقاومت به فلز باید در نظرگرفته شوند. به نظر می‌رسد که نسبت رنگیزه احتمالا برای نظارت و کنترل جاههایی که فقط اخیرا در معرض آلودگی قرارگرفته اند یا هنگامی که مواد فاقد مقاومت به فلزات به جاههای آلوده منتقل شده اند ارزشمند است. دیگر روش بیوشیمیایی برای مشخص و کمی کردن مولکولها، رخدادی است که وجود فلزات سنگین را منعکس می‌کند. ترمینولوژی چنین ترکیباتی در جلبکها در یک مرور توسط Robinson در سال ۱۹۸۹ یافت شده است.

## ۱-۱-۵- انتخاب موجود زنده

برخی از ویژگیهای موجودات زنده در انتخاب آنها برای مطالعات مربروط به فلزات سنگین ارائه شده‌است. مثل ریشه دار بودن یا فاقد ریشه بودن، سادگی کار کردن با آن، مقدار فلز لازم جهت غنی سازی، شیب کاهش فلز در آب و نمونه مورد نظر. جلبکهای اپی فیتیک در جنس های کلادوفورا[2] ومیریوفیلوم[1]

1. *Fontinalis antipyretica*
2. *Cladophora*

فراوان است و به همین دلیل، دارای نمونه های زیادی برای مطالعه بوده و همین امر تفسیر اطلاعات حاصله را دشوار می سازد. در کل، در مرحله نمونه برداری و آماده سازی بریوفیتها، قویتر و بهتر از جلبکها هستند. هر موجودی که انتخاب می شود باید اطلاعات کافی در مورد آن وجود داشته باشد. مثلا یک گیاه گلدار و ریشه دار به نام پوتاموگتون[2] در رسوبات پایین دست رودخانه های رشد می کند که در غیاب دیگر موجودات مناسبتر برای کنترل فلزات استفاده می شود. علاوه براین، یکی از گیاهان آونددار با گستره وسیع در جهان است که بیشتر در رودخانه های غنی از مواد غذایی رشد می کند، به طوریکه اطلاعات راجع به تجمع فلزات در این گونه به حدی زیاد است که در بیشتر کشورها از اهمیت خاصی برخوردار است.

چندین گونه از علف های دریایی در مطالعات مربوط به فلزات سنگین استفاده شده است که اساسا انواع گوناگونی از بیواسی ها یا توانایی آنها برای به دام انداختن فلزات از آبهای آلوده را دربر می گیرد. اما تعداد مطالعات مربوط به اثرات فلزات سنگین بر جمعیت های موجودات زنده در محل زیست آنها ناچیز است. آقای Prasad و همکارانش (۲۰۰۱) که برخی اثرات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی تجمع کادمیم و مس را توسط گونه خاصی از گیاه عدسک آبی مطالعه کردند، کار آنها بخش عمده ای از این سری تحقیقات را دربرمی گیرد.

بیشتر مطالعات در مورد تجمع فلزات در مناطق معتدله و فقط بر روی تاکسون هایی از گیاهان آوندی برگ شناور مثل پسته[3]، سالوینیا[4] و اکورنیا[5] که در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری توجه زیادی را جلب کرده است وچندین گونه علف دریایی انجام شده است. البته هدف بیشتر مطالعات صورت گرفته روی این موجودات خصوصا اکورنیا و عدسک آبی، بررسی توانایی آنها جهت حذف فلزات بوده است. درهرحال، در مقایسه جذب کادمیوم توسط چهارگونه فوق، Maine و همکاران (۲۰۰۱) دریافتند که پسته از بقیه مفیدتر بوده و توانایی خود را برای تجمع کادمیوم حتی پس از بروز علائم سمیت، حفظ کرده بود. فراوانی کم بریوفیتها در رودخانه های پست استوایی باعث شده که آنها کمتر در مطالعات استفاده شوند.

## ۱-۱-۶- آماده کردن نمونه ها برای تحلیل های آزمایشگاهی

اتخاذ روشهایی برای تحلیل فلزات در بافتهای گیاهی به عنوان یک روش روتین برای نظارت و بازبینی

---

1. *Myriophyllum*
2. *Potamogeton pectinatus*
3. *Pistia stratiotes*
4. *Salvinia*
5. *Eichhornia crassipes*