بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه شهید چمران اهواز

۹۳۸۱۷۰۴

دانشکده علوم زمین

پایان نامه کارشناسی ارشد زمین شناسی زیست محیطی

عنوان:

ارزیابی آلودگی رسوبات سطحی رودخانه کارون به فلزات سنگین در محدوده شهرستان اهواز

استاد راهنما:

دکتر فاطمه راست منش

استاد مشاور:

دکتر علیرضا زراسوندی

نگارنده:

فاطمه مسلم

بهمن ماه ۹۳

فصل اول: کلیات

۱-۱مقدمه ۲
۱-۱-۱ اهمیت رودخانه‌ها ۳
۱-۱-۲ آلاینده‌های رودخانه‌ها ۳
۱-۲ رسوب و ویژگیهای آن ۴
۱-۳ فرآیند تشکیل رسوبات ۵
۱-۳-۱رسوب به عنوان آلاینده‌ای فیزیکی ۶
۱-۳-۲ رسوب به عنوان آلاینده‌ای شیمیایی ۶
۱-۴ عوامل موثر بر ترکیب رسوبات ۷
۱-۵ اهمیت رسوبات از نگاه زیست محیطی ۷
۱-۶ فرسایش و رسوبگذاری ۸
۱-۷ اندازه ذرات رسوبی ۸
۱-۸ انتقال رسوب ۹
۱-۹ فرآیندهای انتقال رسوب ۱۰
۱-۱۰ رسوبگذاری ۱۱
۱-۱۱ بافت رسوب ۱۲
۱-۱۲ نقش رسوبات در محیط زیست ۱۴
۱-۱۳ زندگی آبی ۱۵
۱-۱۳-۱ فلزات در محیطهای آبی ۱۶
۱-۱۴ ارزیابی اثرات زیست محیطی فلزات سنگین ۱۷
۱-۱۴-۱ سازکارهای جذب فلزات ۱۸
۱-۱۵ هدف از انجام مطالعه ۱۸
۱-۱۶ پیشینه موضوع ۱۹
۱-۱۶-۱ پیشینه موضوع در جهان ۱۹
۱-۱۶-۲ پیشینه موضوع در ایران ۲۰
۱-۱۷ ضرورت انجام تحقیق ۲۰

فصل دوم: منطقه مورد مطالعه

۲-۱ مشخصات عمومی منطقه ۲۳
۲-۲ جمعیت ۲۳
۲-۳ بازرگانی و استقرار مراکز صنعتی و معدنی ۲۴

۲-۴ اقلیم ۲۴
۲-۴-۱ دما ۲۵
۲-۴-۲ بارندگی ۲۵
۲-۵ وضعیت زمین شناسی منطقه ۲۶
۲-۵-۱ سازند آغاجاری ۲۹
۲-۵-۲ سازند میشان ۲۹
۲-۵-۳ رسوبات آبرفتی و تشکیلات کواترنر ۲۹
۲-۶ شرایط هیدروژئولوژی و آبهای زیرزمینی ۳۰
۲-۷ رودخانه کارون ۳۱
۲-۷-۱ حوضه آبریز کارون بزرگ ۳۴
۲-۷-۲ منابع آلاینده رودخانه کارون ۳۶
۲-۷-۳ میزان مصرف آب بخش‌های مختلف از رودخانه کارون ۳۸

فصل سوم: نمونه برداری، تجزیه نمونه ها و روشهای تحلیل داده ها

۳-۱ مقدمه ۴۰
۳-۲ مطالعات کتابخانه ای ۴۰
۳-۳ اهمیت نمونه برداری ۴۱
۳-۴ انتخاب نقاط نمونه برداری و تعداد نمونه‌ها ۴۱
۳-۵ نمونه برداری از رسوبات ۴۲
۳-۶ آماده‌سازی نمونه‌ها ۴۴
۳-۷ اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکوشیمیایی رسوبات ۴۴
۳-۷-۱ اندازه گیری pH رسوبات
۳-۷-۲ اندازه‌گیری مواد آلی ۴۴
۳-۸ روشهای بررسی کیفیت رسوبات سطحی ۴۵
۳-۸-۱ معیارهای کیفیت رسوبات(SQGs) ۴۵
۳-۸-۲ خارج‌قسمت PEL یا ERM میانگین ۴۶
۳-۸-۳ فاکتور آلودگی و درجه آلودگی اصلاح یافته ۴۷
۳-۸-۴ درجه اشباع فلزات(SDM) ۴۸
۳-۸-۵ شاخص خطر بوم شناختی بالقوه ۴۹
۳-۸-۶ درصد عوامل انسان زاد ۵۰
۳-۸-۷ پتانسیل سمناکی حاد ۵۱
۳-۸-۸ شاخص درجه سمناکی رسوب ۵۱
۳-۸-۹ شاخص بار آلودگی(PLI) ۵۳

۳-۹ بحث و تحلیل آماری داده‌ها ۵۴
۳-۹-۱ ضریب همبستگی(Correlation Coefficient) ۵۴
۳-۹-۲ تحلیل مولفه اصلی(Principal Component Analysis) ۵۴
۳-۹-۳ آنالیز خوشه ای ۵۵

فصل چهارم:نتایج و بحث

۴-۱ مقدمه ۵۸
۴-۲ ارزیابی مقادیر زمینه طبیعی در منطقه مورد مطالعه ۵۸
۴-۳ خواص فیزیکوشیمیایی رسوبات رودخانه کارون ۶۰
۴-۴ بررسی توزیع مکانی فلزات در منطقه ۶۳
۴-۵ مقایسه غلظت فلزات در نمونه‌های رسوب با شیل‌میانگین ۶۷
۴-۶ ارزیابی سمناکی رسوبات بر اساس معیار کیفیت رسوب (SQGs) ۶۸
۴-۷ خارج قسمت ERM یا PEL میانگین(SQG-Q) ۷۰
۴-۸ پتانسیل سمناکی حاد(∑TU) ۷۲
۴-۹ درجه آلودگی اصلاح شده(mCd) ۷۴
۴-۱۰ شاخص بار آلودگی (PLI) ۷۶
۴-۱۱ شاخص اشباع فلزات (SDM) ۷۷
۴-۱۲ پتانسیل خطر بوم‌شناختی(RI) ۷۸
۴-۱۳ درصد عوامل انسانزاد(An%) ۸۰
۴-۱۴بررسی توزیع عمودی غلظت فلزات سنگین در رسوبات ۸۲
۴-۱۴-۱ فاکتور آلودگی و درجه آلودگی اصلاح شده(mCd) ۸۴
۴-۱۴-۲ شاخص بار آلودگی(PLI) ۸۵
۴-۱۵ مطالعات آماری ۸۶
۴-۱۵-۱ نرمال بودن داده ها ۸۶
۴-۱۵-۲ همبستگی فلزات بایکدیگر و پارامترهای فیزیکوشیمیایی ۸۷
۴-۱۵-۳ بررسی آلودگیهای فلزی با استفاده از رگرسیون خطی ۸۹
۴-۱۵-۴ تحلیل عاملی (FA) ۹۱
۴-۱۵-۵ تجزیه و تحلیل خوشه‌ای ۹۴
۴-۱۶ درجه سمناکی رسوبات(STd) ۹۶

فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات

۵-۱ کلیات ۱۰۱
۵-۲ بررسی پارامترهای فیزیکوشیمیایی رسوبات سطحی ۱۰۱
۵-۳ تعیین غلظت فلزات سنگین ۱۰۱
۵-۴ معیارهای کیفی رسوبات(SQGs) ۱۰۲
۵-۵ درجه آلودگی اصلاح یافته(mCd) ۱۰۲
۵-۶ شاخص بار آلودگی(PLI) ۱۰۲
۵-۷ شاخص دسترس پذیری فلزات(SDM) ۱۰۲
۵-۸ پتانسیل خطر بوم شناختی(RI) ۱۰۲
۵-۹ درصد عوامل انسانزاد ۱۰۳
۵-۱۰ توزیع عمودی فلزات در نمونه مغزه ۱۰۳
۵-۱۱ تحلیل آماری ۱۰۴
۵-۱۲ درجه سمناکی رسوبات(STd) ۱۰۴
۵-۱۳پیشنهادات ۱۰۴
منابع **۱۰۶**

فهرست جداول

فصل اول

جدول(۱-۱): اندازه ذرات رسوب و خاک ۱۳

فصل دوم

جدول(۲-۱): جمعیت اهواز به تفکیک نقاط شهری و روستایی ۲۴

جدول(۲-۲): فاضلاب شهری وارد شده به رودخانه کارون ازشهرستانهای در امتداد رودخانه ۳۷

جدول(۲-۳) :میزان مصرف آب کارون درحال حاضر وپیش بینی آینده سالانه.. ۳۲

فصل سوم

جدول(۳-۱): رده‌بندی معیارهای کیفیت رسوب(SQGs) ۴۷

جدول(۳-۲) درصد سمناکی رسوبا ت براساس مقادیرPEL وERM ۴۸

جدول(۳-۳): رده بندی درجه آلودگی اصلاح شده ۴۹

جدول(۳-۴):رده بندی پتانسیل خطربوم‌شناختی بالقوه براساس ارزش‌های Er و RI ۵۱

جدول(۳-۵): درجه سمناکی رسوبات براساس شاخصSTd ۵۳

فصل چهارم

جدول(۴-۱): توزیع فلزات سنگین و پارامترهای فیزیکوشیمیایی در رسوبات رودخانه کارون ۶۲

جدول(۴-۲): مقایسه بین معیارهای کیفیت رسوب و غلظت فلزات سنگین ۷۰

جدول(۴-۳) :مقادیر واحدسمناکی ومجموع واحدهای سمناکی رسوبات. ۷۳

جدول(۴-۴): مقادیر فاکتور و درجه آلودگی اصلاح شده ۷۵

جدول(۴-۵):شاخص بارآلودگی درایستگاههای نمونه برداری ۷۷

جدول(۴-۶): مقادیردسترس پذیری فلزات درایستگاههای مختلف ۷۷

جدول(۴-۷) پتانسیل خطربوم‌شناختی(RI) فلزات سنگین در رسوبات سطحی رودخانه کارون ۷۹

جدول(۴-۸): درصدعوامل انسانزاد برای عناصر در رسوبات رودخانه کارون ۸۱

جدول(۴-۹): غلظت فلزات در مغزه رسوبی گرفته شده از رودخانه کارون ۸۳

جدول(۴-۱۰): مقادیر فاکتور آلودگی و درجه آلودگی اصلاح شده ۸۵

جدول(۴-۱۱): مقدارPLI درمغزه رسوبی رودخانه کارون ۸۶

جدول(۴-۱۲): آزمون(K-S) برای بررسی توزیع داده‌ها به همراه نرمال‌سازی داده‌ها ۸۷

جدول(۴-۱۳):محاسبه ضریب پیرسون برای فلزات سنگین رودخانه کارون ۸۸

جدول(۴-۱۴): ماتریس چرخش برای فلزات سنگین در رسوبات سطحی رودخانه کارون ۹۲

جدول(۴-۱۵):وزن متغیرها براساس مقادیر ویژه حاصل از PCA ۹۶

جدول(۴-۱۶): نتایج حاصل ازمحاسبه درجه سمناکی رسوبات(STd) درمنطقه ۹۷

فهرست اشکال

فصل اول

شکل(۱-۱): سرعت لازم برای حمل و رسوبگذاری ذرات ۱۱
شکل (۱-۲): راهنمای طبقه‌بندی بافت رسوبی ۱۴

فصل دوم

شکل(۲-۱): نمودارمتوسط دمای ایستگاه اهواز درسال ۹۲برحسب ماه ۲۵
شکل(۲-۲): نمودارباررندگی ماهانه ی اهواز طی دوره ۳۰ ساله ۲۶
شکل(۲-۳): آمارماهیانه بارندگی سال ۹۲ دراهواز ۲۶
شکل(۲-۴): نقشه زمین شناسی منطقه ۲۸
شکل(۲-۵): موقعیت رودخانه کارون درمنطقه ۳۳
شکل(۲-۶): موقعیت حوضه رودخانه کارون ۳۵
شکل(۲-۷): استفاده آب درحوضه کارون ۳۸

فصل سوم

شکل(۳-۱): موقعیت رودخانه کارون و ایستگاههای نمونه برداری ۴۳

فصل چهارم

شکل(۴-۱): الگوی تغییرات pH وOC درمنطقه ۶۳
شکل(۴-۲): الگوی توزیع مکانی فلزات درمنطقه موردمطالعه ۶۶
شکل(۴-۳): میانگین غلظت فلزات دربخشهای مختلف رودخانه کارون ۶۷
شکل(۴-۴): مقایسه فلزات سنگین در رسوبات رودخانه کارون باشیل میانگین ۶۸
شکل(۴-۵):محاسبه سمناکی رسوبات براساس خارج‌قسمتPEL میانگین ۷۱
شکل(۴-۶): مقادیرSQGبراساس خارج قسمتERM میانگین ۷۲
شکل(۴-۷):ارزیابی سمناکی رسوبات درایستگاههای مختلف ۷۴
شکل(۴-۸): مقادیردرجه آلودگی اصلاح شده درایستگاههای مختلف ۷۶
شکل (۴-۹): دسترس پذیری فلزات درایستگاههای مختلف ۷۸
شکل(۴-۱۰): توزیع فلزات درمغزه رسوبی ۸۴
شکل(۴-۱۱): ارتباط غلظت فلزات با آهن دررسوبات ۹۰
شکل (۴-۱۲): رسم مؤلفه‌ها درفضای چرخشی ۹۳
شکل(۴-۱۳): دندروگرام آنالیزخوشه ای غلظت فلزات سنگین در رسوبات رودخانه ۹۴
شکل(۴-۱۴): دندروگرام خوشه‌ای ایستگاههای نمونه برداری. ۹۵
شکل(۴-۱۵): میزان سمناکی رسوبات بر اساس شاخصSTddررسوبات رودخانه کارون ۹۷
شکل(۴-۱۶): نمودارمقایسه ایm-ERM-Q و STd ۹۸
شکل(۴-۱۷):نمودارپراکندگی ارتباط بین شاخص سمناکی رسوب STdوSQG-Q ۹۸

چکیده

نام خانوادگی : مسلم	**نام:** فاطمه	**شماره دانشجویی :**۹۱۸۱۸۰۲

عنوان پایان نامه : ارزیابی آلودگی رسوبات سطحی رودخانه کارون به فلزات سنگین در محدوده شهرستان اهواز

استاد/ اساتیدراهنما: دکتر فاطمه راست منش

استاد/ اساتید مشاور: دکتر علیرضا زراسوندی

درجه تحصیلی: کارشناسی ارشد	**رشته:** زمین شناسی	**گرایش:** زیست محیطی
دانشگاه : شهید چمران اهواز	**دانشکده:** علوم زمین	**گروه :** زمین شناسی

تاریخ فارغ التحصیلی : ۸/ ۹۳/۱۱ **تعداد صفحه:** ۱۲۱

کلید واژه ها : رسوبات، رودخانه کارون، فلزات سنگین

چکیده: این مطالعه به بررسی میزان آلودگی فلزات سنگین در رسوبات رودخانه کارون در محدوده‌ی شهر اهواز می‌پردازد. به این منظور، تعداد ۲۴ نمونه از رسوبات سطحی (۵-۰سانتیمتر) به‌همراه یک نمونه‌ی مغزه از منطقه‌ی مورد مطالعه جمع آوری شد. غلظت فلزات سنگین کروم، مس، روی، سرب، آرسنیک، نیکل، منگنز و آهن بوسیله روش ICP-MS در آزمایشگاه ACME کانادا مشخص گردید. همچنین به منظور بررسی تاثیر عوامل محیطی بر پراکندگی فلزات، پارامترهای فیزیکوشیمیاییpH و OC اندازه‌گیری شد. پس از انجام عملیات نمونه‌برداری و آنالیز نمونه‌ها، برای ارزیابی میزان آلودگی، مقادیر شاخصهای مختلف شامل معیار کیفیت رسوبات(SQG)، خارج قسمت غلظت، درجه آلودگی اصلاح یافته ، درجه اشباع فلزات(SDM)، شاخص خطر بوم شناختی بالقوهRI)، درصد عوامل انسان‌زاد، سمناکی حاد بالقوه، شاخص درجه سمناکی رسوب(STd) ، شاخص بار سمناکی(TLI) ، شاخص آلودگی (PLI) محاسبه شد. از نمونه عمیق مغزه رسوبی بعنوان زمینه تقریبی محلی استفاده شد. بحث و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از ضریب همبستگی، تحلیل مؤلفه‌های اصلی و تحلیل خوشه‌ای انجام شد. غلظت فلزات سنگین در نمونه‌ی مغزه روندی کاهشی را نسبت به عمق نشان داد. بر مبنای معیار کیفیت رسوبات(SQGs) بیشترین اثرات نامطلوب زیست‌شناختی می‌تواند از نیکل و بعد از آن کروم ناشی شود. شاخص بار سمناکی نشان داد که درصد احتمالی سمناکی رسوبات منطقه نسبتا کم میباشد. سمناکی حاد بالقوه(∑TU)، بطور عمده ناشی از نیکل و کروم میباشد و سرب کمترین نقش را در سمناکی داراست. بر اساس نتایج درجه آلودگی اصلاح شده(mCd)، میزان آلودگی رسوبات منطقه از صفر تا متوسط تغییر می‌کند. شاخص اشباع فلزات(SDM)، دسترس‌پذیری بیشتر فلزات را در ایستگاههای ۴، ۱۶ و ۲۳ نشان میدهد. شاخص خطر بوم‌شناختی بالقوه بیان کننده سطح خطر کم در رسوبات منطقه میباشد. شاخص درصد انسانزاد، بیشترین درصد را برای مس، سرب و روی در ایستگاههای ۱۶ و ۱۹ نشان میدهد. نتایج آنالیزهای آماری همبستگی بالای OC با فلزات مس، سرب و روی را نشان میدهد. همچنین همبستگی آهن، منگنز، کروم، نیکل و آرسنیک، می‌تواند منشا یکسان این فلزات را نشان دهد. pH با فلزات مس، سرب و روی همبستگی منفی بالایی نشان می‌دهد و گویای کاهش تحرک این فلزات با افزایش pH است. تحلیل مولفه اصلی دو فاکتور اصلی را نشان داد. فاکتور اول شامل نیکل، آرسنیک ، کروم، آهن و منگنز ؛فاکتور دوم شامل مس، سرب و روی و OC میباشد. همین نتایج توسط تحلیل خوشه‌ای بدست آمد. شاخص(STd) نشاندهنده سمناکی متوسط در بیشتر ایستگاهها و شاخص(TLI) سمناکی را در کل منطقه مورد مطالعه کم نشان داد.

Abstract

Surname: Moslem	**Name :** Fateme

Title : Assesment of heavy metals pollution in surface sediments of Karoon River in Ahvaz district

Supervisor/s: Dr.Fateme Rastmanesh

Advisor/s: Prof.Alireza Zarasvandi

Degree: Master of Science

University: Shahid Chamran, Ahvaz

Faculty: Earth Sciences	**Department :**Geology

Keywords : Sediments, karun river, Heavy metals

Abstract : This study examines the Karun River sediments with heavy metals. For this purpose, 24 samples of surface sediments (0-5cm), and a core samples were collected. Concentrations of heavy metals Chromium,Copper,Zinc,Lead,Arsenic,Nickel,Manganese and Iron were determined by ICP-MS method in ACME labroter in Canada. Also in order to assess the environmental factors on the distribution of metals, physicochemical parameters(pH,OC) were measured. Following sampling and analysis of the samples, in order to assessment of the pollution degree, different indices including sediment quality guidelines (SQGs), the quotient of the concentration, improved degree of contamination, the saturation of metals (SDM), the risk index ecological potential (RI), the percentage of anthropogenic factors, potential acute toxicity sediment toxicity degree (STd), toxity load index (TLI), the pollution load index (PLI), were calculated. The deep sample of the core was used as the local background. The concentration of heavy metals in core sample, showed that the cocentration decreases with depth. Based on sediment quality guidelines (SQGs) most adverse biological effects can caused by nickel and chromium. Toxicity load index showed that the toxicity of the region is relatively low. Potential acute toxicity (Σ TU), is mainly due to nickel and chromium; Lead has the lowest role in toxicity. The modified contamination degree (mCd), describes zero to moderate level of pollution in the region. Saturation degree of metals (SDM) showes the availability of most metals at stations 4, 16 and 23. Potential ecological risk index indicates that the level of risk is low in the sediment. Anthropogenic percent index, shows the highest percentage for copper, lead and zinc at stations 16 and 19. Statistical analysis indicates the high correlation between OC, copper, lead and zinc. Also the correlation of iron, manganese, chromium, nickel and arsenic, can show the same origin for there metals. pH shows negetive correlation with Lead, Zinc and Copper, and reflects that the mobility of these metals decrease with pH. Principal component analysis represents two major factors. The first factor consisted of nickel, arsenic, chromium, iron and manganese, and the second consisting of copper, lead, zinc and OC. The same results obtained by cluster analysis. STd index represents the average toxicity for most of the stations and Toxicity Load Index (TLI) indicates the low toxicity for the region.

فصل اول

کلیات

فصل اول: کلیات

۱-۱ مقدمه

امروزه توسعه شهرها و زیرساختهای صنعتی و واحدهای کشاورزی سبب شده رودخانه‌ها به عنوان کانالهای طبیعی جهت انتقال فاضلابها و پسابها عمل کنند(Razmkhah et al., 2010). رودخانه‌ها، در یک روند طبیعی، بر اساس خواص هیدرولیکی و هیدرولوژیکی، قادر به حذف و یا فیلتر کردن آلاینده هستند، اما در صورت استمرار آلاینده‌ها، توانایی آنها با محدودیتهای جدی روبرو شده و در نتیجه خسارات اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و زیست محیطی همراه است(Afkhami et al., 2007). به طور سنتی، نگرانی نسبت به منابع آبی در بوم‌سامانه‌های آب شیرین در درجه اول بر کیفیت آب متمرکز شده است. به این ترتیب، در اوایل تلاش‌های مدیریت منابع آبی اغلب در جهت اطمینان از قابلیت شرب منابع آب های سطحی و یا زیرزمینی صورت می گرفت. پس از آن، دامنه این طرح گسترش یافت و حفاظت از زندگی آبزیان، کاربردهای کشاورزی، صنعتی، و تفریحی آب توسعه یافت(MacDonald and Ingersoll, 2002). اخیراً بررسی رسوبات آب‌کره به یک موضوع مورد توجه پژوهش در سیستم‌های آبی تبدیل شده است، چرا که منعکس کننده کیفیت فعلی بوم‌سامانه و بیان کننده اطلاعاتی در مورد تاثیر انسان میباشند. رسوبات به عنوان حامل و منابع احتمالی آلودگی در سیستم آبی شناخته شده اند. فعالیتهای انسانی (شهرنشینی، صنعتی شدن، معدنکاری و غیره) سبب تجمع رسوبات آلوده در رودخانه، که به عنوان محلی امن برای دفع درنظر گرفته می‌شود، میگردد. آلاینده‌های رودخانه را می توان با تجزیه و تحلیل آب، مواد معلق و رسوبات بررسی نمود. اندازه گیری آلاینده‌ها در آب با توجه به نوسانات حجم آبدهی و زمان اقامت کم، قطعی نیست. همین مورد برای مواد معلق نیز صادق است. در این وضعیت، با توجه به زمان طولانی اقامت آلاینده‌ها در رسوبات، مطالعه آنها بسیار مهم است. بنابراین، رسوبات، منابع مهمی برای ارزیابی تاثیر انسان در آلودگی رودخانه‌ها هستند(Forstner and Wittmann, 1979).

فصل اول: کلیات

۱-۱-۱ اهمیت رودخانه‌ها

یک سیستم رودخانه‌ای متشکل از یک جریان اصلی و انشعابات آن است، که یک جریان یک طرفه از بار رسوب در دو فاز محلول و ماده، از منابع طبیعی و انسانی حمل می‌کند(Shrestha and Kazama, 2007). رودخانه‌ها منابع فیزیکی تجدیدپذیری برای مصارف خانگی، اهداف صنعتی و کشاورزی، برای دفع زباله، حمل و نقل، گرفتن منابع غذایی و فعالیتهای تفریحی ارائه می‌کنند(Rani et al., 2011). ماهیگیری از رودخانه‌ها در دشت‌های گرمسیری برای معیشت و امنیت غذایی میلیون ها نفر از مردم در سراسر جهان ضروری است(Welcomme, 2008). در طول دهه‌های اخیر بررسی کیفیت آب در سیستم‌های رودخانه‌ای با توجه شناخت اهمیت رودخانه و کیفیت آب برای مصارف مختلف از جمله اقتصادی، اجتماعی، بهداشت و غیره افزایش یافته است. در رودخانه‌ها، فعالیت های مختلف مانند هوازدگی، فرسایش، رسوب، تبخیر، فعالیت بیولوژیکی، جذب و دفع، و همچنین دخالت انسان در حوزه آبی و مناطق ساحلی بر ترکیب آب موثر است. روانابها، جریانات داخلی، آبهای زیرزمینی، و تخلیه و خروج آب، اثرات قوی بر رودخانه و بر غلظت آلاینده‌های آب رودخانه دارد(Vega et al., 1998). رودخانه‌ها نقش عمده‌ای را در جوامع به ویژه در صنعت ماهیگیری دارند و یک منبع آب برای مردم ساکن مجاور این مناطق هستند .آلودگی رودخانه به طور مستقیم یا غیر مستقیم برانسان به عنوان مصرف کننده نهایی تاثیر میگذارد(Kaushik et al., 2009). از آنجا که، رودخانه‌ها منابع اصلی آب داخلی برای مصارف خانگی، صنعتی و آبیاری را تشکیل می دهند، جلوگیری و کنترل آلودگی رودخانه‌ها ضروری و اطلاعات قابل اعتماد در مورد کیفیت آب برای مدیریت موثرمی‌باشد(Loska and Wiechuła, 2003).

۱-۱-۲ آلاینده‌های رودخانه‌ها

فصل اول: کلیات

آبهای سطحی به دلیل دسترسی آسان برای دفع فاضلاب بیشتر در معرض آلودگی هستند. فرایندهای طبیعی، مانند بارش، فرسایش، هوازدگی مواد پوسته، و همچنین تاثیرات انسانی همچون فعالیتهای شهری، صنعتی و کشاورزی و افزایش بهره‌برداری از منابع آب، همگی در تعیین کیفیت آب سطحی در یک منطقه اثر دارند(Bridge, 2009). رودخانه‌ها نقش مهمی در جذب و یا حمل فاضلاب شهری و صنعتی و رواناب زمین‌های کشاورزی دارند. تخلیه فاضلاب شهری و صنعتی به منزله منابع آلاینده ثابت هستند، در حالیکه، رواناب سطحی ناشی از پدیده‌های فصلی، تا حد زیادی توسط آب و هوا حوضه را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Loska and Wiechuła, 2003). تخلیه پساب صنایع در حال تبدیل شدن به یک مسئله جدی زیست محیطی در سطح جهانی است(Nriagu and Pacyna, 1988). فاضلاب تصفیه نشده معمولا بسیار غنی از مواد مغذی نیتروژن، فسفر (به همراه دیگر آلاینده‌ها)، فلزات سنگین، آفت کشها و غیره است. تخلیه لجن فاضلابهای تصفیه نشده به آب منجر به افزایش بار مواد غذایی و مغذی شدن، تشکیل جلبک و عدم تعادل در اکولوژی از جمله محیط زیست می‌شود(Heisler et al., 2008).

۱-۲ رسوب و ویژگیهای آن

ذراتی که در برکه‌ها، دریاچه‌ها، رودها، رودخانه‌ها، و سایر سیستم‌های آبی در زیر آب است رسوب نامیده می‌شود (ASTM, 2003) . رسوبات عناصر اصلی بوم سامانه‌های آبی هستند چرا که از موجودات اتوتروف و هتروتروف حمایت می‌کنند(MacDonald and Ingersoll, 2002). رسوبات بخش جدایی ناپذیر و پویا از سیستم‌های آبی هستند و نقش عمده‌ای در عملکرد هیدرولوژیکی، زمین‌ریخت‌شناسی و محیط زیست حوضه رودخانه بازی می‌کند. رسوبات، بستر را برای حیات موجودات زنده از طریق تعامل با آب (به عنوان مثال، در چرخه تغذیه) فراهم می‌کنند و نقش مهمی را در بوم‌سامانه‌های آبی ایفا می‌کند. علاوه بر این، پس از جاری شدن سیل،

رسوبات ریزدانه در دشتهای سیلابی، خاکهای حاصلخیزی ایجاد می‌کنند که اغلب برای تولید محصولات کشاورزی مناسب‌اند(Westrich and Frostner, 2007).

رسوب مخلوط پیچیده‌ای از تعدادی فاز جامد است که شامل رس، سیلیس، مواد آلی، کربنات و جمعیت بزرگ باکتریایی است. ویژگیهای رسوب، به خصوص توزیع اندازه دانه در درجه اول با وضعیت فیزیکی و ویژگیهای هیدرودینامیکی محیط رسوبی کنترل می‌شود. توزیع مواد شیمیایی رسوب به شدت توسط بافت تحت تاثیر قرار میگیرد. بنابراین، توزیع مواد شیمیایی زمینه و انسانی به محیط رسوبی بستگی دارد. رسوبات درشت (به عنوان مثال، شن و ماسه) در محیط‌های نسبتا پر انرژی مانند سواحل و بستر رودخانه‌ها نهشته می‌شوند، در حالی که رسوبات ریزدانه تا زمان رسیدن به انرژی کمتر ته‌نشین نمی‌شوند. بنابراین غلظت زمینه فلزات با حرکت از محیط رسوبی پرانرژی به کم‌انرژی (به عنوان مثال خط ساحلی) افزایش می‌یابد(Battelle, 2003)

۱-۳ فرآیند تشکیل رسوبات

رسوبات، بستر تمام رودخانه‌های طبیعی را می‌پوشانند و از نظر اندازه از سیلت و ماسه تا تخته سنگ بزرگ را شامل می‌شوند. آب، رسوبات را به پایین دست حمل و به تدریج در طول زمان، به ویژه در جریانات بالا و سیلابها، حجم زیادی از رسوبات را منتقل و در یک محل به صورت موقت رسوب می‌نماید و سپس همراه با جریان دیگری در مکان دیگری رسوب می‌کنند (EPA,2004). در حوضه رودخانه‌ها، منابع طبیعی اصلی رسوبات به رودخانه‌ها عبارتند از: رسوب گرد و غبار جو و ذرات فرسایش یافته بادی، وقایع جنبش توده‌ای مانند زمین لغزشها و جریان‌های آواری و فرسایش خاک توسط آب است(Lin et al., 2008). رسوبات حمل‌کننده‌های بسیار مهم در چرخه آبی محیط زیست هستند. رسوب می‌تواند نقش مهمی در کیفیت آب داشته باشد. نواحی ساحلی، محل‌های ته نشینی بسیار مهمی برای آلاینده‌ها محسوب می‌شوند و آلاینده‌ها بر روی رسوبات کف و ارگانیسم‌ها تجمع پیدا می کنند و بنابراین خصوصیات ژئوشیمیایی

رسوبات می‌تواند در شناسایی و تفسیر منبع آلودگی کمک فراوانی کند(Szefer et al., 1998). مطالعه بر روی رسوبات ابزار مناسبی جهت بیان نمودن اثرات مربوط به تکامل انسان و همچنین چگونگی رسوبگذاری طبیعی در طول زمان محسوب می شود(Förstner and Salomons, 1980).

۱-۳-۱ رسوب، به عنوان آلاینده‌ای فیزیکی

- سطح بالای کدورت مانع از نفوذ نور خورشید به آب، و در محدود یا ممنوع کردن رشد جلبکها و گیاهان آبی اثر دارد. در رودخانه‌ها، بستر شنی با رسوبات ریزدانه پوشانده شده که از تخم ریزی ماهیها جلوگیری می‌کند. در هر صورت، نتیجه اختلال در بوم سامانه های آبی با تخریب زیستی همراه می‌شود.
- سطح بالای رسوب در رودخانه‌ها منجر به اختلال فیزیکی در ویژگیهای هیدرولیک کانال می‌شود. این می‌تواند اثرات جدی در ناوبری از طریق کاهش در عمق کانال را داشته باشد، و می‌تواند به افزایش سیل به دلیل کاهش در ظرفیت کانال رودخانه منجر شود(Ongley, 1996).

۱-۳-۲ رسوب به عنوان آلاینده‌ای شیمیایی

نقش رسوبات در آلودگی شیمیایی به اندازه ذرات رسوبی، و به مقدار کربن آلی ذره‌های رسوبی وابسته است. بخش فعال شیمیایی رسوبات معمولا بخش کوچک تر از۶۳ میلی متر (گل + رس) می‌باشد. برای فلزات، اندازه ذرات، با توجه به مساحت سطح بالایی که برای ذرات بسیار کوچک وجود دارد، اهمیت ویژه‌ای دارد. فلزات به بخش یونی که با ذرات رس و با پوشش آهن و منگنز همراه است تمایل بسیاری دارند و معمولا بر روی این ذرات کوچک قرار می‌گیرند. همچنین بسیاری از آلاینده‌های آلی سمی پایدار و زیست دسترس پذیر، به ویژه ترکیبات کلردار از

جمله بسیاری از آفت کشها، به شدت با رسوب و به خصوص با کربن آلی همراه است که در رودخانه‌ها به عنوان بخشی از بار رسوب انتقال می یابند مرتبط است(Ongley, 1996).

۱-٤ عوامل موثر بر ترکیب رسوبات

الف-محل تولید رسوب(منشأ)، فرآیندهایی همچون زمین شناسی سنگ بستر، بالا آمدگی زمین ساختی، و آب و هوا، فرآیندهای هوازدگی و فرسایش را کنترل می‌کند.

ب-مسیر حمل و نقل، محیط حمل و نقل، شیب و فاصله تا محیط رسوبی ممکن است بافت و ترکیب مواد هوازده را تغییر دهد

ج-محل رسوبگذاری، مجموعه‌ای از فرآیندهای فیزیکی، شیمیایی، و زیست شناختی طبیعت رسوب را کنترل می‌کند.

د -شرایط بعد از دفن(رسوبگذاری)، که در آن فرایندهای دیاژنتیکی ممکن است سبب تغییرات بیشتری در بافت و ترکیب رسوبات نهشته شده شود(Trask, 1939Twenhofel, 1926&1939 , , (Pettijohn, 1957

۱-۵ اهمیت رسوبات از نگاه زیست محیطی

- برای ارزیابی غلظتهای مواد از جمله آلاینده‌های موجود در ذرات ریز و تغییرات آنها در زمان و مکان، به خصوص هنگامی که آلودگی را به دقت و به طور مشخص نمیتوان از تجزیه و تحلیل آب نشان داد.

- برآورد سطح آلودگی در گذشته (به عنوان مثال، برای صد سال گذشته) از تجزیه و تحلیل رسوبات
- تعیین مستقیم یا ارزیابی پتانسیل زیست دسترس‌پذیری مواد و آلاینده‌ها در طول حمل و نقل ذرات از طریق رودخانه‌ها و مخازن (ارزیابی زیست‌دسترس‌پذیری)
- تعیین جریان مواد و آلاینده‌ها به پیکره‌های آبی (به عنوان مثال، دریاهای منطقه‌ای، اقیانوسها)(Westrich and Frostner, 2007).

۱-٦ فرسایش و رسوبگذاری

رسوب و رسوبگذاری: شبکه رسوب به طور عمده در پایین سیستم رودخانه رخ می دهد. رسوبات نهشته شده اغلب به طور موقت تشکیل دشت های سیلابی را میدهند و، انتظار میرود توسط سیستم رودخانه بازسازی شوند. فرسایش با افزایش در نسبت میزان انتقال رسوب و رسوبگذاری با کاهش در نسبت میزان انتقال رسوب در جهت جریان همراه است (Bettes, 2008).

۱-۷ اندازه ذرات رسوبی

مهمترین خاصیت فیزیکی یک ذره رسوبی اندازه آن است(Julien, 2010). بُعد ذرات یکی از مهمترین پارامترهای موثر بر میزان فلز رسوبات است. زیست دسترس پذیری فلزات متصل به رسوب، تا حد زیادی، به اندازه ذراتی که با یک فلز همراه است، بستگی دارد(Greany, 2005) . بسته به محیط رسوبی، توزیع اندازه ذرات ممکن است گستره‌ایی از ذرات کلوئیدی خیلی کوچک (<۰/۱μm) تا ذرات ماسه بزرگ و گراول باچند میلیمتر قطر داشته باشد(Greany, 2005). بطور سنتی، ذرات ریزدانه(سیلت و رس)، بخشی از رسوب است که برای اندازه‌گیری غلظت فلز

استفاده می‌شود.(Tam and Wong, 2000)(درمطالعه خود به مقایسه غلظت فلزات سنگین محدود در بخش ریزدانه (μm ۶۳>) و بخش اندازه ماسه (۲mm–۶۳μm)رسوبات پرداختند. آنها دریافتند که بالاترین درصد رسوب در بخش دانه ریز (۴۳٪) می‌باشد و نشان دادند که غلظت مواد آلی در بخش ریزدانه رسوبات اغلب بالاتر از بخش ماسه‌ای بود.(Chakrapani and Subramanian, 1993) به نقل از(Tam and Wong, 2000) گزارش دادند که مس، روی، منگنز و آهن در بخش ریزدانه تمرکز دارند و تغییر قابل‌توجهی در غلظت سرب با تغییر در اندازه دانه وجود نداشت. (Haque et al., 1982) به نقل از (Tam and Wong, 2000) ظرفیت جذب فلز را در جهت رس>سیلت >ماسه، ثبت کردند که به علت افزایش مساحت سطح می‌باشد(Greany, 2005).

۱-۸ انتقال رسوب

درک فرآیندهای انتقال رسوب درون رودخانه، و حجم مواد درگیر، منجر به ایجاد یک ارزیابی بسیار مهم از پتانسیل اثرات زیست محیطی حاصل از رسوبات در رودخانه‌ها می‌شود (MacDonald and Ingersoll, 2002).حرکت رسوبات در حوضه رودخانه، در مقیاس گسترده، به بسیاری از ویژگیهای حوضه آبریز وابسته است. این ویژگیها ممکن است فیزیکی یا هیدرولوژیکی باشند در حالیکه، در طبیعت، این ارتباط‌ها درونی است.

مشخصات فیزیکی: توپوگرافی، زمین شناسی، خاک، پوشش گیاهی، شیوه‌های استفاده از زمین و توسعه جریان آب که بر فرسایش، و حمل و نقل رسوبات تاثیر می گذارد. اختلالات فیزیکی مانند زمین لرزه، بهمن، آتشفشان، جریان گل و لای و رانش زمین نیز ممکن است تأثیر قابل توجهی داشته باشد.

ویژگیهای هیدرولوژیکی: بارش، بسته به مقدار و شدت آن و درجه حرارت در توسعه پوشش گیاهی مهم‌اند. بارش و روانابها نقش کلیدی در فرسایش، حمل و نقل و رسوبگذاری دارند.

عملکرد رسوب: مقدار رسوب حوضه آبریز با تعداد متغیرهای مربوطه همچون اندازه حوضه آبریز و حجم روانابها متفاوت است. به طور کلی اندازه حوضه آبریز یک متغیر مهم است. حوضه کوچکتر معمولا بار رسوب بالاتری در واحد سطح از حوضه بزرگتر در همان محل دارد. برای حوضه با مناطق مشابه، مقدار رسوب با توپوگرافی و مقدار و شدت بارندگی متفاوت خواهد بود. رسوب برای یک حوضه خاص نیز سال به سال متفاوت است. این ممکن است به علت تغییرات در بارش باران یا برف و یا با توجه به اتفاقاتی که در یک حوضه آبریز رخ می دهد باشد. بنابراین لغزشهای محلی ممکن است یک مقدار غیر معمول از رسوبات به سیستم رودخانه‌ای وارد کنند(Bettes, 2008).

عواملی که انتقال رسوب را تحت تاثیر قرار می‌دهند عبارتند از:

- شرایط جریان
- اندازه رسوب
- تراکم رسوب(Bettes,2008).

۱-۹ فرآیندهای انتقال رسوب

هر رودخانه ظرفیتی برای فرسایش، حمل و نقل، و نهشته شدن رسوبات دارد(شکل۱-۱). با این حال طیف گسترده ای از خواص، مقدار و نوع رسوب را کنترل می‌کنند. در حالت واقعی، میزان حمل و نقل بستگی به تعامل انرژی آب رودخانه و مقاومت مواد در برابر آن دارد. مقدار کل رسوب (بعنوان مثال، بار حمل شده توسط رودخانه) بستگی به حالت حمل و نقل دارد.

بارمحلول: بار محلول شامل تمام موادی است که در واقع در جریان حل می‌شود، بعنوان مثال، یونهای محلول در آب. بار محلول از منابع مختلفی همچون هوا زدگی خاک و سنگها، جو، و فعالیتهای انسان بر روی زمین (به عنوان مثال، کود، کارخانه‌های صنعتی) حاصل می‌شود.