

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده منابع طبیعی

## بررسی شاخص های کیفیت آب رودخانه بابلرود

پایان نامه کارشناسی ارشد محیط زیست

معصومه پوراصغر

اساتید راهنما

دکتر نوراله میر غفاری

دکتر نصراله محبوبی



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده منابع طبیعی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته محیط زیست خانم معصومه پورا صغر

تحت عنوان

### بررسی شاخص های کیفیت آب رودخانه بابلرود

در تاریخ ۱۳۸۷/۴/۳ توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

- |                           |                             |
|---------------------------|-----------------------------|
| دکتر نوراله میر غفاری     | ۱- استاد راهنمای پایان نامه |
| دکتر نصراله محبوبی        | ۲- استاد راهنمای پایان نامه |
| دکتر محمد رضا سفیانیان    | ۳- استاد مشاور پایان نامه   |
| دکتر جهانگیر عابدی کوپایی | ۴- استاد داور               |
| دکتر عیسی ابراهیمی        | ۵- استاد داور               |
| دکتر نوراله میر غفاری     | سرپرست تحصیلات تکمیلی       |

## تشکر و قدر دانی :

خداوند متعال را شاکرم که در همه احوال عنایت و لطف حضرتشان بر من منت و غنیمت بوده است. بر خود لازم می دانم از تمامی عزیزان و سرورانی که به هر نحوی مرا در انجام این پایان نامه یاری رسانیده اند تشکر و قدر دانی نمایم:

از خانواده خوب و عزیزم که همواره مشوق من در تمامی مراحل زندگی ام بویژه در امر تحصیل بوده اند، تشکر و قدر دانی می نمایم.

از همکاری و راهنمایی دلسوزانه و خالصانه اساتید راهنما جناب آقای دکتر میر غفاری و دکتر محبوبی و استاد مشاور جناب آقای سفیانیان که در انجام این تحقیق مرا یاری رسانیده اند صمیمانه تشکر می نمایم. از اساتید داور جناب آقای دکتر عابدی کوپایی و جناب آقای دکتر ابراهیمی که زحمت باز خوانی این پایان نامه را بر عهده داشتند تشکر می کنم.

از همکاری خوب همکاران اداره کل حفاظت محیط زیست مازندران به خاطر مساعدت های صمیمانه شان نهایت تشکر را می نمایم.

همچنین از تمامی دوستان که از هیچ گونه کمکی به من در انجام این کار دریغ ننموده اند و مجال نام تک تک آنها در اینجا نمی باشد صمیمانه تشکر و قدر دانی می نمایم.

کلیه حقوق مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات  
و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع این  
پایان‌نامه متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان  
است.

تقدیم به:

پدر و مادر مهربانم، دو زلال پاک اندیش  
که وجودشان بهانه زندگیم است و عطر یاس  
دعاهایشان دلیل زیستنم

و همچنین

حامی استوار زندگیم، همسرم، که به من  
انگیزه پیشرفت و مبارزه با موانع را هدیه کرد

و

خواهر و برادرانم که در تمام طول  
زندگی مشوق من بوده اند.

## فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فهرست مطالب.....	هشت
فهرست جداول.....	یازده
فهرست نمودارها.....	سیزده
فهرست ضمائم.....	چهارده
چکیده.....	۱

### فصل اول: کلیات

۱-۱- پیش گفتار.....	۲
۲-۱- ضرورت مطالعه.....	۳
۳-۱- اهداف مطالعه.....	۴

### فصل دوم: بررسی منابع

۱-۲- فاکتور های فیزیکی و شیمیایی آب.....	۵
۱-۲-۲- درجه حرارت.....	۵
۲-۲-۲- اسیدیته (pH).....	۶
۳-۲-۲- کدورت ( Tur ).....	۶
۴-۲-۲- هدایت الکتریکی (EC).....	۶
۵-۲-۲- اکسیژن محلول ( DO ).....	۶
۶-۲-۲- نیاز اکسیژن بیوشیمیایی BOD <sub>5</sub> .....	۶
۷-۲-۲- اکسیژن مورد نیاز و کنشهای شیمیایی ( COD ).....	۶
۸-۲-۲- فسفات ( PO <sub>4</sub> ).....	۷
۹-۲-۲- نترات (NO <sub>3</sub> ).....	۷
۲۰-۲-۲- کل مواد جامد (TS).....	۷
۱۱-۲-۲- کلی فرم مدفوعی و کلی فرم کل.....	۸
۲-۲- استانداردهای کیفیت آب.....	۸
۳-۲- استاندارد های کیفیت آب رودخانه ها.....	۸
۱-۳-۲- استاندارد کیفی محیط زیست برای آبهای آلوده در ژاپن.....	۹
۲-۳-۲- استاندارد کشور های عضو اتحادیه اروپا.....	۱۳
۴-۲- شاخص های کیفیت آب (WQI).....	۱۴
۱-۴-۲- شاخص موضوعی کیفیت آب (WQI <sub>sub</sub> ).....	۱۵
۲-۴-۲- شاخص نقصان اکسیژن برای کیفیت آب.....	۱۷
۳-۴-۲- شاخص مینیمم کیفیت آب.....	۱۸
۴-۴-۲- شاخص کیفیت آب احمد سعید.....	۲۰

۲۰	..... ۵-۴-۲- شاخص های کیفیت آب در کانادا
۲۰	..... ۱- شاخص کیفیت آب CSL
۲۰	..... ۲- شاخص کیفیت آب کوپیک
۲۱	..... ۳- شاخص کیفیت آب آلبرت
۲۱	..... ۴- شاخص کیفیت BCWQI
۲۱	..... ۵- شاخص کیفیت آب CWQI
۲۵	..... ۶-۴-۲- شاخص کیفیت آب NSFQI
۲۵	..... ۷-۴-۲- شاخص کیفیت آب اورگان (OWQI)
۲۷	..... ۸-۴-۲- شاخص وزنی چند بعدی کیفیت آب
۳۰	..... ۹-۴-۲- شاخص کیفیت آب شرب بهار گاو
۳۱	..... ۵-۲- طبقه بندی کیفی آب بر اساس دیاگرام
۳۱	..... ۱-۵-۲- طبقه بندی آب از نظر کشاورزی با استفاده از دیاگرام ویلکو کس
۳۱	..... ۲-۵-۲- طبقه بندی آب از نظر شرب با استفاده از دیاگرام شولر
۳۲	..... ۶-۲- مطالعات کیفی آب انجام شده در داخل کشور
۳۳	..... ۷-۲- مطالعات انجام شده در خصوص رودخانه بابلرود
۳۴	..... ۸-۲- منابع آلوده کننده رودخانه ی بابلرود
۳۴	..... ۱- منابع آلوده کننده انسانی (شهری-روستایی)
۳۵	..... ۲- منابع آلوده کننده ی صنعتی
۳۶	..... ۳- منابع آلوده کننده کشاورزی

#### فصل سوم: مواد و روشها

۳۷	..... ۱-۳- منطقه مورد مطالعه
۳۸	..... ۲-۳- بررسی وضعیت اکولوژیکی رودخانه بابلرود
۳۹	..... ۱-۲-۳- گیاهان آبی
۴۰	..... ۲-۲-۳- درختان و درختچه های حاشیه رودخانه بابلرود
۴۱	..... ۳-۲-۳- ماهیان
۴۴	..... ۳-۳- نمونه برداری
۴۴	..... ۱-۳-۳- انتخاب محل های نمونه برداری
۴۵	..... ۲-۳-۳- روش نمونه برداری
۴۶	..... ۴-۳- تجزیه و تحلیل داده ها

#### فصل چهارم: نتایج و بحث

۴۸	..... ۱-۴- نتایج
۴۸	..... ۱-۱-۴- دما
۴۹	..... ۱-۲-۴- اکسیژن محلول (DO)



۵۰	.....۳-۱-۴ اکسیژن مورد نیاز بیولوژیکی (BOD)
۵۲	.....۴-۱-۴ اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (COD)
۵۳	.....۵-۱-۴ اسیدیته (pH)
۵۴	.....۶-۱-۴ کدورت
۵۵	.....۷-۱-۴ آلودگی میکروبی
۵۶	.....۸-۱-۴ نیترات
۵۷	.....۹-۱-۴ فسفات
۵۸	.....۱۰-۱-۴ مواد جامد معلق (TSS) و مواد جامد محلول (TDS)
۶۰	.....۱۱-۱-۴ هدایت الکتریکی
۶۲	.....۲-۴ همبستگی بین پارامترهای فیزیکی و شیمیایی
۶۲	.....۳-۴ فلزات سنگین
۶۳	.....۴-۴ بررسی کیفی آب بابلرود با استفاده از شاخص های کیفی آب
۶۳	.....۱-۲-۴ شاخص NSFQI
۶۴	.....۲-۴-۴ شاخص موضوعی
۶۶	.....۳-۴-۴ شاخص نقصان اکسیژن
۶۷	.....۱-۴-۴ شاخص منیمم
۶۸	.....۴-۴-۴ شاخص احمد سعید
۶۹	.....۵-۴-۴ شاخص BCWQI
۶۹	.....۶-۴-۴ همبستگی بین شاخص های کیفیت آب
۷۰	.....۵-۴ بررسی کیفیت رودخانه بابلرود در طول زمان ۱۸ ساله
۷۰	.....۱-۵-۴ اکسیژن محلول
۷۱	.....۲-۵-۴ اکسیژن مورد نیاز بیولوژیکی

#### فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات

۷۲	.....۱-۵ نتیجه گیری
۷۳	.....۲-۵ پیشنهادات
۷۴	.....ضمائم
۹۱	.....منابع
۹۶	.....چکیده انگلیسی

## فهرست جداول

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱۰	جدول ۱-۲- استاندارد کیفی آب برای بهداشت انسان در ژاپن .....
۱۱	جدول ۲-۲- استاندارد کیفی آب برای پایش پیشگیرانه .....
۱۲	جدول ۳-۲- استاندارد کیفی رودخانه برای کاربری های مختلف در ژاپن .....
۱۳	جدول ۴-۲- طبقه بندی کیفیت آب سطحی در کشورهای عضو اتحادیه اروپا .....
۱۴	جدول ۵-۲- استاندارد کیفیت آب برای کاربری تفریحی در کشورهای عضو اتحادیه اروپا .....
۱۶	جدول ۶-۲- طبقه بندی شدت آلودگی رودخانه بر اساس شاخص موضوعی .....
۱۶	جدول ۷-۲- تبدیل پارامترها به مقیاس ۱۰۰-۰ و ضریب نسبی تعیین شده برای هر پارامتر .....
۱۸	جدول ۸-۲- مقدار اکسیژن محلول به حالت اشباع در آبها بر حسب میلی گرم بر لیتر در فشار ۷۶۰ میلی لیتر جیوه ..
۱۹	جدول ۹-۲- طبقه بندی شدت آلودگی رودخانه بر اساس شاخص Ahmad said .....
۲۲	جدول ۱۰-۲- طبقه بندی شدت آلودگی رودخانه بر اساس شاخص BCWQI .....
۲۳	جدول ۱۱-۲- طبقه بندی کیفیت آب بر اساس شاخص CWQI .....
۲۴	جدول ۱۲-۲- استاندارد کیفیت آب برای کاربردهای مختلف در کانادا بر گرفته از استاندارد وزارت محیط زیست کانادا .....
۲۶	جدول ۱۳-۲- فاکتور وزنی شاخص NSFQI .....
۲۶	جدول ۱۴-۲- طبقه بندی شدت آلودگی رودخانه بر اساس شاخص NSFQI .....
۲۷	جدول ۱۵-۲- توصیف کیفی آب بر اساس مقدار شاخص OWQI .....
۲۸	جدول ۱۶-۲- روابط محاسبه زیر شاخص ها در شاخص وزنی چند بعدی کیفی آب .....
۲۹	جدول ۱۷-۲- طبقه بندی کاربردهای مختلف آب در محدوده های مختلف شاخص وزنی چند بعدی کیفی آب ..
۳۰	جدول ۱۸-۲- طبقه بندی آبهای سطحی برای مصرف شرب بر اساس شاخص بهار گاوا .....
۳۱	جدول ۱۹-۲- طبقه بندی کیفی آب بر اساس دیاگرام ویلکو کس .....
۳۴	جدول ۲۰-۲- بیمارستان های در طول رودخانه .....
۳۹	جدول ۱-۳- میانگین دبی ماهیانه و سالیانه ( بر حسب متر مکعب بر ثانیه) .....
۳۹	جدول ۲-۳- گیاهان آبرزی در منطقه A رودخانه بابلرود .....
۴۱	جدول ۳-۳- درختان و درختچه های اطراف رودخانه بابلرود .....
۴۲	جدول ۴-۳- ماهیان رودخانه بابلرود .....
۴۷	جدول ۵-۳- متغیر های اندازه گیری شده و روش های اندازه گیری آنها .....
۶۲	جدول ۱-۴- میزان همبستگی بین پارامترهای اندازه گیری شده .....
۶۳	جدول ۲-۴- میانگین فلزات سنگین در ایستگاههای مختلف .....
۶۴	جدول ۳-۴- وضعیت کیفی ایستگاهها بر اساس شاخص NSFQI .....
۶۴	جدول ۴-۴- وضعیت کیفی ماههای سال بر اساس شاخص NSFQI .....
۶۵	جدول ۵-۴- وضعیت کیفی ایستگاهها بر اساس شاخص موضوعی .....
۶۵	جدول ۶-۴- وضعیت کیفی ماههای سال بر اساس شاخص موضوعی .....
۶۶	جدول ۷-۴- شاخص کیفیت آب بدست آمده برای ایستگاهها با استفاده از رابطه ۴-۳ .....

جدول ۴-۸- جدول همبستگی بین پارامتر D و DO با $WQI_{SUB}$ .....	۶۷
جدول ۴-۹- مقادیر کمی و کیفی $WQI$ برای شاخص مینیمم.....	۶۸
جدول ۴-۱۰- شاخص مینیمم و شاخص نهایی در ایستگاههای مختلف ( بر اساس رابطه ۴-۳).....	۶۸
جدول ۴-۱۱- مقادیر کمی و کیفی شاخص احمد سعید در ایستگاههای مختلف.....	۶۹
جدول ۴-۱۰- مقادیر کمی و کیفی شاخص $BCWQI$ برای سه کاربری شرب، آبیاری، پروری، کشاورزی در رودخانه بابلرود.....	۶۹
جدول ۴-۱۳- ضرایب همبستگی پیرسون بین شاخص های مختلف کیفیت آب.....	۷۰

## فهرست نمودارها

صفحه	عنوان
۴۷	نمودار ۱-۴- میانگین تغییرات دمای آب در ایستگاه های مختلف با فواصل اطمینان ۹۵٪
۴۸	نمودار ۲-۴- میانگین تغییرات دمای آب در ماههای مختلف با فواصل اطمینان ۹۵٪
۵۰	نمودار ۳-۴- میانگین تغییرات اکسیژن محلول در ایستگاه های مختلف با فواصل ۹۵٪
۵۰	نمودار ۴-۴- میانگین تغییرات اکسیژن محلول در ماههای سال با فواصل ۹۵٪
۵۱	نمودار ۵-۴- میانگین تغییرات BOD <sub>5</sub> در ایستگاههای مختلف با فواصل اطمینان ۹۵٪
۵۱	نمودار ۶-۴- میانگین تغییرات BOD <sub>5</sub> در ماه های مختلف با فواصل اطمینان ۹۵٪
۵۲	نمودار ۷-۴- میانگین تغییرات COD در ایستگاههای مختلف با فواصل ۹۵٪
۵۲	نمودار ۸-۴- میانگین تغییرات COD در ماههای مختلف با فواصل ۹۵٪
۵۴	نمودار ۹-۴- میانگین تغییرات pH در ایستگاه های با فواصل اطمینان ۹۵٪
۵۴	نمودار ۱۰-۴- میانگین تغییرات pH در ماه های مختلف با فواصل ۹۵٪
۵۵	نمودار ۱۱-۴- میانگین تغییرات کدورت در ایستگاه ها با فواصل اطمینان ۹۵٪
۵۵	نمودار ۱۲-۴- میانگین تغییرات کدورت در ماه های مختلف با فواصل اطمینان ۹۵٪
۵۶	نمودار ۱۳-۴- میانگین تغییرات نترات در ایستگاه های مختلف با فواصل ۹۵٪
۵۷	نمودار ۱۴-۴- میانگین تغییرات نترات در ماههای مختلف با فواصل اطمینان ۹۵٪
۵۸	نمودار ۱۵-۴- میانگین تغییرات فسفات در ایستگاه های مختلف با فواصل ۹۵٪
۵۸	نمودار ۱۶-۴- میانگین تغییرات فسفات در ماه های مختلف با فواصل ۹۵٪
۵۹	نمودار ۱۷-۴- میانگین تغییرات TDS در ایستگاه های مختلف با فواصل ۹۵٪
۵۹	نمودار ۱۸-۴- میانگین تغییرات TSS در ایستگاه های مختلف با فواصل ۹۵٪
۶۰	نمودار ۱۹-۴- میانگین تغییرات TDS در ماههای مختلف با فواصل اطمینان ۹۵٪
۶۰	نمودار ۲۰-۴- میانگین تغییرات TSS در ماه های مختلف با فواصل اطمینان ۹۵٪
۶۱	نمودار ۲۱-۴- میانگین تغییرات هدایت الکتریکی در ایستگاه های مختلف با فواصل ۹۵٪
۶۱	نمودار ۲۲-۴- میانگین تغییرات هدایت الکتریکی ماه های مختلف با فواصل اطمینان ۹۵٪
۷۰	نمودار ۲۳-۴- تغییرات مقادیر DO از سال ۱۳۶۸ تا ۱۳۸۶ با فواصل اطمینان ۹۵٪
۷۱	نمودار ۲۴-۴- تغییرات مقادیر BOD از سال ۱۳۶۸ تا ۱۳۸۶ با فواصل اطمینان ۹۵٪
۳۸	شکل ۱-۲- رود خانه بابلرود و کاربری اطراف آن

## فهرست ضمیمه ها

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۷۴	ضمیمه ۱- نمودار های تعیین زیر شاخص NSFWQI
۷۹	ضمیمه ۲- نمودار های تعیین زیر شاخص OWQI
۸۴	ضمیمه ۳- نمودار های تعیین زیر شاخص بهار گاوا
۸۵	ضمیمه ۴- دیاگرام ویلکوکس
۸۶	ضمیمه ۵- دیاگرام شولر
۸۷	ضمیمه ۶- استاندارد خروجی فاضلابها
۸۹	ضمیمه ۷- جدول مقادیر ماهیانه پارامتر های اندازه گیری شده
۹۰	ضمیمه ۸- میانگین سالیانه پارامتر های اندازه گیری شده در ایستگاهها

## چکیده

پایش کیفی آب نقش مهمی در مدیریت پایدار اکوسیستم های رودخانه ای دارد. تغییرات زمانی و مکانی رودخانه متأثر از فعالیت های انسانی و کاربری های اراضی حاشیه رودخانه می باشد. ارزیابی کلی کیفیت آب با توجه به اینکه استانداردهای متفاوتی برای کاربردهای مختلف آب بکار گرفته می شود کار چندان آسانی نمی باشد. شاخص کیفیت آب (WQI) به عنوان ابزاری ساده و قابل فهم جهت تعیین کیفیت و کاربرد بالقوه آب برای مدیران و تصمیم گیران می باشد. رودخانه بابلرود واقع در شمال ایران یکی از رودخانه های مهم از نظر آبریزان و مصارف کشاورزی بوده که به دلیل توسعه شهری و صنعتی در سالیان اخیر دچار افت کیفیت شده است. در این تحقیق، با نمونه برداری و آنالیز کمی و کیفی آب رودخانه بابلرود و محاسبه شاخص های کیفیت آب، وضعیت کیفی رودخانه مورد بررسی قرار گرفت. نمونه برداری در طول یک سال از مهر ماه ۸۵ تا شهریور ۸۶ انجام گرفت و پارامترهای درجه حرارت، pH، EC، رنگ، کدورت، مواد جامد محلول، مواد جامد معلق، DO، COD، BOD<sub>5</sub>، NO<sub>3</sub><sup>-</sup> و PO<sub>4</sub><sup>-</sup>، کلی فرم مدفوعی و کلی فرم کل اندازه گیری شد. نتایج بدست آمده نشان داد که میانگین مقادیر اکسیژن محلول، BOD<sub>5</sub> و COD در بین ماههای سال و بین ایستگاههای مختلف، اختلاف معنی داری دارند ( $P < 0/05$ ). مقادیر این پارامترها در فصل سرد سال با افزایش دبی رودخانه وضعیت کیفی بهتری داشته اند. همچنین ایستگاههایی که در محدوده شهرها یا بعد از شهرها واقع شده بودند مقادیر بالاتری از پارامترهای فوق را نشان داده اند. pH، کدورت، TSS و TDS در بین ایستگاه ها اختلاف معنی داری نشان نداده ولی در بین ماههای سال دارای اختلاف معنی داری بوده اند ( $P < 0/05$ ). در بررسی کیفی آب با استفاده از شاخص های مختلف بکار گرفته شده اکثر ایستگاه ها در وضعیت متوسط و بد قرار داشتند. شاخص NSFQI و شاخص موضوعی به دلیل استفاده از تعداد پارامترهای بیشتر و تاثیر فاکتور وزنی پارامترها نتایج قابل قبول تری ارائه نمودند.

## فصل اول کلیات

### ۱-۱- مقدمه

بشر از بدو پیدایش، محیط زیست خود را همواره در جوار مناطق و منابع آبی قرار داده و به این مهم از همان ابتدای خلقت پی برده که آب یکی از مهمترین و بزرگترین عوامل حیات بوده است به طوری که زندگی کلیه جانوران اعم از گیاهان و جانوران وابسته به آن بوده و بدون آب ادامه حیات ممکن نیست.

یکی از مهمترین منابع آبی قابل استفاده اجتماعات انسانی، رودخانه ها می باشند که یکی از عوامل رشد اقتصادی جوامع در ارتباط با تولیدات صنعتی و کشاورزی را تشکیل می دهند. وجود رودخانه های پر آب، طویل و عاری از آلودگی یکی از عامل مهم و اساسی در شکوفایی، رشد و توسعه همه جانبه کشورها بوده است. آبهای سطحی علاوه بر نقش مهمی که از نظر تامین بخش عمده آب مورد نیاز در کشاورزی، صنایع و مصارف شرب بر عهده دارند از شریانهای مهم اقتصادی و اجتماعی جوامع مختلف بشری به شمار آمده و ریشه در حیات مردم هر سرزمین دارد. لذا داشتن منابع آب سالم پیش نیازی ضروری و اساسی برای حفظ کیفیت محیط زیست و رشد و توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی است. علی رغم این آگاهی که نشانه توسعه و گسترش دامنه علوم، تمدن و فرهنگ بشری است، رشد روز افزون جمعیت در جوامع انسانی و توسعه فعالیتهای انسانی در عرصه های اقتصادی، اجتماعی، صنعتی، خدماتی و کشاورزی موجب گردیده است تا میزان دسترسی انسان به منابع محیط زیست نیز افزایش چشمگیری یافته و روز به روز بر دامنه بهره برداریهای بشر از منابع تجدید شونده و یا غیر قابل تجدید زمین افزوده گردد. از جمله ضایعات حاصل از فعالیتهای انسانی در عرصه های مختلف، فاضلاب شهرها و کارخانجات می باشند که در نتیجه مصرف آب توسط انسان، تغییرات اساسی در خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و میکرو بیولوژی آن ایجاد شده و متأسفانه اغلب فاضلابها بدون هیچ گونه محدودیت جدی در مسیر رودخانه ها تخلیه می شوند.

با توجه به ثابت بودن میزان آب در طبیعت، مصرف روز افزون آن و به تبع آن افزایش میزان فاضلابها در محیط زیست، از کمیت آبهای سالم کاسته شده و بر میزان آبهای آلوده جهان افزوده می گردد. از دیگر فعالیتهای مخربی که بر رودخانه ها تحمیل می شود، بهره برداری بی رویه از شن و ماسه بستر آنها، ایجاد موانع فیزیکی چون پل ها و سد ها بر روی رودخانه و تخلیه زباله های شهری و خانگی در جوار رودخانه است. رودخانه در سایه سار چنین تهدیدهایی روز به روز صدمات بیشتری خورده و مطلوبیت زیستگاهی خود را به عنوان مهمترین محل تخم ریزی و مهاجرت ماهیان اقتصادی از دست می دهد.

در خصوص آلودگی آب تعاریف مختلفی ارائه شده است: آب وقتی آلوده خوانده می شود که بر اثر فعالیتهای انسانی در ترکیب یا خواص آن بطور مستقیم یا غیر مستقیم تغییراتی ایجاد می شود، تا حدی که بر اثر این تغییرات، آب برای مصارفی که قبلاً در حالت طبیعی به کار می رفت، نامطلوب گردد [۲].

منابع آلاینده آب رودخانه ها را می توان برحسب اینکه از کانون نقطه ای و یا غیر نقطه ای منتشر شده باشند طبقه بندی کرد. کانون های نقطه ای مشخص و محدود هستند. مثلاً "فاضلاب صنعتی یا شهری به رودخانه ها تخلیه می شوند. بطور کلی آلاینده های نقطه ای از طریق تصفیه در محل قابل کنترل هستند. کانون های غیر نقطه ای، از جمله رواناب بصورت منتشر و متناوب بوده و تحت تاثیر عواملی از جمله کاربری زمین، اقلیم، آب شناسی، پستی و بلندی، پوشش گیاهی و زمین شناسی قرار دارد [۶].

هر آلاینده کانونی از منبعی سرچشمه می گیرد. منبع آلودگی اهمیتی قطعی دارد، زیرا عموماً "منطق حکم می کند که آلودگی را در سرچشمه آن از میان بردارند. پس از آنکه آلاینده از سرچشمه خود رها شد می تواند بر روی پذیرنده خود تاثیر گذارد. پذیرنده آن چیزی است که تحت تاثیر آلاینده ها قرار گیرد [۲۷].

#### ۱-۲- ضرورت مطالعه

داشتن منابع آب سالم پیش نیازی ضروری و اساسی برای حفظ کیفیت محیط زیست و توسعه اقتصادی و اجتماعی و فرهنگی است. از آنجایی که در سالهای اخیر منابع آبی کشور مورد تهدید انواع آلودگی ها از قبیل پسابهای صنعتی، کودهای شیمیایی و فاضلابهای شهری قرار گرفته اند، داشتن یک استراتژی و برنامه مدون برای حفظ منابع آب و کنترل آلودگی های آن به عنوان یک مساله زیر بنایی کشور مطرح می باشد.

آگاهی از کیفیت شیمیایی آبهای سطحی نه تنها از نظر تخصصی برای مصارف مختلف از جمله کشاورزی، شرب و آبی پروری حائز اهمیت می باشد، بلکه از نظر زیستمدان آبی از جمله ماهی ها نیز از اهمیت فوق العاده ای برخوردار است. آب رودخانه ها ضمن عبور از بستر رودخانه ناخالصی ها و ترکیبات مختلفی را بسته به نوع و شیب رودخانه با خود حمل می کنند. علاوه بر این فعالیت های انسانی نیز به نوبه خود مواد زائد صنعتی و خانگی، مواد شیمیایی و کشاورزی و دیگر مواد آلوده و ناخالصی ها را به آب اضافه می کند. بنابراین تعریف کیفیت آب تابع منظور مورد استفاده است و تخمین مقدار ناخالصی مواد محلول و معلق می تواند در این زمینه راهگشا باشد.

از دلایل ضرورت تدوین استانداردها و شاخص های کیفی آب و بدنال آن پهنه بندی کیفی آب، برنامه ریزی برای حفاظت از منابع آبی و جلوگیری از تخریب بیشتر این مواهب می باشد. لازم است منابع آبی کشور مورد پایش همیشگی قرار گرفته و به محض بروز تغییرات منفی به فکر چاره سازی افتاد. لازمه این کار تهیه دستورالعمل ها و تدوین استانداردهای خاص می باشد.

برای تدوین استانداردها ابتدا لازم است استانداردها و شاخص های کیفی مورد استفاده در کشورهای دیگر مورد بررسی قرار گرفته و با مقایسه و تطبیق شرایط منطقه ای، اقلیمی و کاربردهای منابع آبی به تدوین استانداردها در کشور پرداخت.



**۱-۳- اهداف مطالعه**

با توجه به مبحث ضرورت مطالعه، اهداف مطالعه حاضر به شرح ذیل می باشد.

- ۱- اندازه گیری و تعیین برخی از پارامترهای فیزیکوشیمیایی رودخانه بابلرود در ایستگاههای مختلف و در طی ماههای سال
- ۲- تعیین روند تغییرات زمانی و مکانی پارامترها
- ۳- تعیین کیفیت آب رودخانه بر اساس شاخصهای کیفیت آب

## فصل دوم بررسی منابع

### ۱-۲- فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب

#### ۱-۱-۲- درجه حرارت

درجه حرارت آب در اندازه گیری گازهای محلول آب و محاسبات مربوط به تعادل شیمیایی، بررسی های مربوط به لیمنولوژی و هیدرولوژی حائز اهمیت است. بسیاری از متغیرهای فیزیکی و شیمیایی مستقیماً از دما تاثیر می پذیرند. بیشتر جانوران و گیاهان آبی در گستره مشخصی از دما زنده می مانند و تغییرات شدید را تحمل می کنند [۶۰].

#### ۲-۱-۲- اسیدیته (pH)

pH یکی از با اهمیت ترین پارامترها در آبهای طبیعی و پساب هاست. pH لگاریتم غلظت یونهای  $H^+$  در آب است و از آن برای شناسایی قلیائیت یا اسیدیته محلول استفاده می کنند. غلظت یونهای  $H^+$  در آبهای طبیعی عمدتاً وابسته به مقدار نسبی از اسید کربنیک و یونهای آن است [۳۷]. اکثر موجودات آبی در مقابل pH بسیار حساس می باشند. آبی که آلودگی دارد به pH اسیدی تمایل دارد. pH مناسب برای رودخانه معمولاً از ۶/۵ تا ۸/۵ می باشد [۶۰].

#### ۳-۱-۲- کدورت<sup>۱</sup>

میزان پراکنده شدن یا جذب نور در آب یا محلول به وسیله مواد معلق در حین عبور نور از یک مسیر را کدورت می گویند. کدورت می تواند در اثر حضور مواد معلق بیولوژیکی (پلانکتونها، عوامل جانوری و گیاهی میکروسکوپی) شیمیایی (ترکیبات آلی و معدنی) و فیزیکی (رس، سیلت) بوجود آید. کدورت با اندازه های کمی مواد معلق در آب مانند شکل، اندازه، ضریب شکست ذرات که همگی در خاصیت پراکنده ساختن نور دخالت دارند

<sup>۱</sup>-Turbidity

نیز ارتباط دارد [۲۵]. اگر آب بسیار کدر شود توانایی نگهداری میزان زیادی از گیاهان و میکروارگانیسم های آبی را نخواهد داشت [۶۰] و علاوه بر کاهش اکسیژن باعث می شود که ماهی نتواند به آسانی غذای خود را پیدا کند [۸].

#### ۲-۱-۴- هدایت الکتریکی (EC)<sup>۱</sup>

هدایت الکتریکی میزان توانایی محلول آبی برای انتقال جریان الکتریسیته است. این توانایی به حضور یونها، مجموع غلظت یونها، تحرک یونها، تحرک ذاتی یونی، ظرفیت یونها و دما بستگی دارد. واحد آن در سیستم SI، زیمنس (S) و معمولاً " بر حسب دسی زیمنس بر متر (dS/m)، میلی زیمنس بر متر (mS/m) و یا میکروزیمنس بر متر (µS/m) گزارش می شود [۸].

#### ۲-۱-۵- اکسیژن محلول (DO)<sup>۲</sup>

اکسیژن محلول برای تنفس میکروارگانیسمهای هوازی و نیز سایر صور حیات لازم است [۸] که از طریق فتوسنتز گیاهان حاصل می گردد. میزان اکسیژن محلول به عواملی مانند میزان فتوسنتز، فصول، حرارت، فشار و مقدار املاح بستگی دارد [۳].

#### ۲-۱-۶- اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی BOD<sub>5</sub><sup>۳</sup>

پارامتر آلودگی آلی که بیشترین مورد استفاده را دارد و هم برای آب سطحی و هم برای فاضلاب بکار می رود BOD<sub>5</sub> می باشد. این پارامتر عبارت است از اندازه گیری اکسیژن محلول مصرف شده توسط میکروارگانیسم ها در اکسایش بیوشیمیایی آلی در طی ۵ روز. با توجه به اینکه مصرف اکسیژن در یک فعالیت بیولوژیکی رابطه مستقیم با بار آلی دارد، لذا میزان بار آلی قابل تجزیه توسط میکروارگانیسم ها قابل اندازه گیری است [۸]. مواد زاید قابل تجزیه معمولاً شامل مواد آلی مثل برگها، علفها و کودها می باشد.

#### ۲-۱-۷- اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (COD)<sup>۴</sup>

منظور از اندازه گیری COD تعیین مقدار اکسیژن معادل با آن قسمت از مواد آلی موجود در نمونه فاضلاب و پساب صنعتی که اکسید کننده های قوی تحت شرایط خاصی بر روی آنها اثر می کند، می باشد. سهولت اجراء آزمایش و دریافت نتایج آن در مدت کوتاه سبب شده که مقدار COD در کنترل آلودگی آبها به عنوان کیفیت آب مورد استفاده قرار می گیرد [۲۵].

#### ۲-۱-۸- فسفات (PO<sub>4</sub>)

۱ - Electrical conductivity

۲ - Dissolve Oxygen

۳ - Biological Oxygen Demand for 5 days

۴ - Chemical Oxygen Demand

یون فسفات در غالب آبهای طبیعی مشاهده می شود و از عوامل ضروری زندگی و فعالیتهای حیاتی ارگانسیم های آبرزی محسوب می شوند. وجود فسفات در آب رودخانه هایی که فاضلابهای شهری و پسابهای صنعتی در آن وارد می شود، عادی تلقی می گردد. منظور از اندازه گیری فسفات در آب، اندازه گیری فسفات محلول است و منظور اندازه گیری فسفات کل تعیین مجموع ترکیبات فسفر محلول و غیر محلول مواد آلی و معدنی در نمونه آب است [۳۷].

#### ۲-۱-۹- نیترات ( $\text{NO}_3$ )

یون نیترات محصول اکسیداسیون آمونیوم است که در اثر فعالیت حیاتی باکتریها، آمونیوم ابتدا به نیتريت و سپس به نیترات اکسید می شود. مقدار نیتراتها در اغلب آبهای طبیعی، بیش از آمونیوم و نیتريت است. در اغلب موارد، آبهای طبیعی کمتر از یک میلی گرم در لیتر نیترات دارند. غلظت های بالا، دلالت بر وجود آلودگی آب ها، در اثر پسابهای انسانی، حیوانی یا کودهای شیمیایی است که افزایش کاربرد کودهای شیمیایی از ته در چند دهه اخیر، باعث افزایش غلظت نیترات در آبهای سطحی و زیر زمینی شده است. میزان نیترات در آب های سطحی، معمولاً تحت تاثیر تغییرات فصلی نیز می باشد. با آغاز باران های زمستانی و کاهش فعالیت بیولوژیکی در رودخانه ها، نیترات آب افزایش یافته و منجر به زیاد شدن غلظت آن می گردد. در طول تابستان، احتمالاً میزان نیترات در اثر جذب و اعمال بیوشیمیایی جلبک ها کاهش می یابد زیرا نیترات شکلی از ازت است که توسط گیاهان آبرزی قابل جذب می باشد [۲۸].

#### ۲-۱-۱۰- کل مواد جامد (TS)<sup>۱</sup>

به مجموع ذرات باقیمانده پس از خشک شدن و تبخیر در دمای معین را کل جامدات (TS) می گویند که شامل کل ذرات معلق (TSS)<sup>۲</sup> و کل ذرات محلول (TDS)<sup>۳</sup> است. TSS به ذراتی که روی فیلتر ( کاغذ صافی) پس از خشک کردن باقیمانده می گویند و TDS به ذراتی که پس از تبخیر (حرارت دادن) در بوته چینی باقی مانده، می گویند [۸].

TDS در آبهای طبیعی اساساً از کربنات ها، کلرورها، سولفاتها، فسفاتها و نیتراتهای کلسیم، منیزیم، سدیم، پتاسیم همراه با رگه های از آهن، منگنز، مواد آلی حل شده و مقادیر جزئی از عناصر دیگر تشکیل شده و اصولاً به مواردی اطلاق می شود که به واسطه خاصیت غیر قطبی بودن در آب حل می شوند (به استثناء گازها) [۸]. مواد جامد معلق آب که موجبات افزایش کدورت آبها را فراهم می سازند می توانند معدنی و یا آلی باشند. شن و ماسه و گل رس در اندازه های مختلف از ذرات بسیار ریز کلوئیدی تا ذرات سنگین بزرگ از جمله مواد معدنی و موجودات زنده و باقیمانده آنها از انواع آلی مواد جامد معلق آبها محسوب می شوند. وجود مواد جامد معلق اثرات مختلفی بر روی کیفیت آبها دارد و اصولاً انتقال نور را کاهش و جذب آن را افزایش می دهد. بنابراین بر روی فعل و انفعالات

۱- Total solid

۲- Total suspended Solids

۳- Total dissolved Solids