دانشکده کشاورزی

گروه مهندسی آب

پایان‌نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی منابع آب

موضوع:

شاخص های رژیم متغیر هیدرولوژیکی در ارزیابی زیست محیطی رودخانه ها

استاد راهنما:

دکتر مهدی یاسی

اساتید داور:

دکتر رضا دادمهر **دکتر کامران زینال‌زاده**

تنظیم و نگارش:

ظاهر احمدپور

بهمن ماه ۱۳۹۱

حق چاپ برای دانشگاه ارومیه محفوظ است

سنگ را که به خورشید هدیه می دهی، از سرانگشتان سوخته ات می فهمد که چند یلدا را با کبریت های نمور و یک سنگ چخاق سر کرده ای

برگ را که به جنگل هدیه می دهی، به نیم نگاهی در می یابد که چند بار به خاک افکنده اند صحرازدگانی که قیم درختانند.

تقدیم به

همه هستی ام ، مادرم خواهرم

و

ئه سرین دبستانی

دکتر مهدی یاسی پیمان محمدیان

سپاس

اول از همه از آقای دکتر مهدی یاسی نهایت تشکر را دارم که در این راه قبول زحمت فرمودند و دانشجوی سرکشی چون من را به شاگردی قبول کردند. نوکرشم دربست!

بازم تشکر می کنم از آقای دکتر مهدی یاسی، چون ابر مرد و بامرامه، خیلیا باید تو گروه مهندسی آب انسانیت و اخلاق را از ایشون یاد بگیرن.

یه بار دیگه هم از دکتر یاسی تشکر می کنم، چون نمیدونم.... اصلاً با زبون نمیشه ایشونو توصیف کرد... اینارو که می گم پاچه خواری نیست واقعیته.

و اما دوستای عزیزم.....

قبل از همه از خانم مهندس ئ سرین دبستانی که فصل تازه ای در زندگی من بود، نهایت تشکر را دارم.

مخلص پسر دایی عزیزم پیمان محمدیان، هستم، تابستون ۱۳۹۱ رو با پیمان گذروندم. یاد همسایمون با اون، هیکلش بخیر، یاد بی پولی کشیدنامون بخیر.

بیچاره دلم..... دلم خیلی گرفت. یاد گذشته ها همیشه دلگیرم می کنه، یاد گذشته ها و دوستان همیشه غصه دارم می کنه..... بیچاره دلم.

از سید عرفان حسینی مبرا هم خیلی خیلی خیلی تشکر می کنم، دوست خوبی واسه من بود. بازم از عرفان حسینی متشکرم. خیلی مردی عرفان حسینی.

از هم کلاسیای عزیزم: ذبیح ا... خانی تلیه، زهرا شاه آبادی، صابر حمزه پور و الهام توکلی تشکر می کنم. از خدا میخام که الهام توکلی رو شفا بده.

و اما دوستای گلم...

فاطمه البرزنیا، آسیه کریم دخت، مهرداد چاخرلو، نوشین مرتضوی، امیر شیخی آراسته، ابراهیم فاطمی، قربان بشیر (آبدارچی گروه آب)، فریدون معتمدی، رئوف خسروی، امید حسین زاده، عارف میرزایی، هیوا رحمانی، نوید پرچمی، محسن کردی، آزاد مطلبی، سهراب کنعانی، مهران نظری، عمر علیزاده، سجاد ابراهیم نژاد، ریوار گل اندام، همکلاسیای کارشناسیم: جواد رحمانی و آزاد حیدری و ارشاد رمضانی.

یادی می کنم از نگین کهنه پوشی و رونک شریفی، شادروان صدیق احمدی، نصرا... زرینی، جمشید استاد احمدی، زانیار اسدی، صلاح حسنین پناهی، عزیز ابراهیم پور، یونس تیموری وند، عرفان شاه منصوری، پرویز سلیمانی، زهرا بابایی، مجید امینی، مصطفی قاسمی، پریسا طاهری.

شاخص‌های رژیم متغیر هیدرولوژیکی در ارزیابی زیست محیطی رودخانه‌ها

توسط: ظاهر احمدپور

چکیده

طرح های توسعه منابع آب دارای اثرات زیست محیطی متعددی می باشد، که بر هم خوردن رژیم طبیعی رودخانه‌ها و کاهش آب‌های سطحی پایین دست از مهم‌ترین آن است. برآورد نیاز زیست محیطی در اکوسیستم‌های آبی پایین دست، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. هدف اصلی از تحقیق حاضر برآورد جریان زیست محیطی رودخانه نازلو از روش‌های موجود هیدرولوژیکی، هیدرولیکی و شبیه ساز زیستگاه، در ماه‌های مختلف سال بوده است. در این بررسی از پنج روش هیدرولوژیکی موجود (۱- درصدی از منحنی تداوم جریان، ۲- Tenant، ۳- RVA، ۴- FDC-shifting و ۵- DRM) استفاده شده است. نتایج تحلیل آماری بر روی سری زمانی جریان نشان داد که روش Tenant دارای ضعف‌های اساسی در ارائه حداقل جریان زیست محیطی است. روش Q_{95} در ماه‌های بحرانی برای تخم گذاری گونه های مختلف ماهی‌ها (اسفند تا خرداد)، کارایی مناسبی ندارد. مقدار جریان‌های زیست محیطی حاصل از روش‌های هیدرولوژیکی DRM، RVA و FDC-Shifting در ماه‌های اسفند تا خرداد، نیاز گونه‌های شاخص ماهی (۱- سیاه ماهی، ۲- ماهی سیاه کولی و ۳- زردک ماهی) را تأمین می‌کنند. از روش‌های هیدرولیکی موجود، روش محیط خیس شده با دو راهکار متفاوت (۱- شیب منحنی، و ۲- حداکثر انحنا)، مورد بررسی قرار گرفت. روش شیب منحنی، جریاناتی را پیشنهاد می کند که از توان رودخانه خارج است. روش حداکثر انحنا، جواب-های بهتری می‌دهد. روش حداکثر انحنا انعطاف پذیری بسیار محدودی در حفاظت سامانه زیست محیطی رودخانه دارد. روش‌های ترکیبی (شبیه ساز زیستگاه)، با پیش شرط حداقل عمق و سرعت مورد نیاز برای گونه معرف آبزیان، حداقل جریان زیست محیطی رودخانه را پیشنهاد می‌دهد. این روش می‌تواند حداقل شرایط زیستگاه را برای گونه‌های شاخص ماهیان در رودخانه نازلو تأمین کند. بررسی وضعیت کیفی آب رودخانه نازلو در مقایسه با استاندارد وزارت نیرو ایران نشان می‌دهد که غلظت نیترات و فسفات، و شاخص حیاتی BOD در محدوده مرزی و تا حدودی خطرناک برای گونه‌های شاخص ماهی قرار دارد، که منشاء آن پساب خانگی و کشاورزی است. با در نظر گرفتن غلظت بحرانی فسفات در ماه‌های مختلف، جریان زیست محیطی رودخانه نازلو، محاسبه و با نتایج سایر روش‌ها مقایسه گردید. به نظر می‌رسد که با در نظر گرفتن گونه‌های شاخص زیستی، روش تلفیقی "شبیه ساز زیستگاه" و "کیفیت آب" می‌تواند توزیع ماهیانه شدت جریان زیست محیطی را واقعی‌تر برآورد نماید. نتایج این بررسی نشان می‌دهد که برای حفاظت رودخانه نازلو در حداقل شرایط زیست محیطی قابل قبول، جریان پیوسته از حداقل ۰/۸ مترمکعب بر ثانیه (در دو ماه مرداد و شهریور) تا حداکثر ۸/۰ مترمکعب بر ثانیه (در ماه اردیبهشت)، در طول رودخانه و تا ورود به دریاچه ارومیه باید تأمین گردد.

کلمات کلیدی: جریان زیست محیطی، شبیه سازی زیستگاه، FDC-shifting، RVA، DRM، رودخانه نازلو.

فهرست مطالب

۱- فصل اول: مقدمه و بیان اهداف..... ۱

۱-۱- مقدمه ۱

۱-۲- فرضیات ۲

۱-۳- بیان مسأله ۲

۱-۴- اهداف بررسی ۳

۱-۵- ساختار پایان نامه ۳

۲- فصل دوم: مبانی ارزیابی جریان زیست محیطی..... ۵

۲-۱- مقدمه ۵

۲-۱-۱- تجربه استرالیا ۷

۲-۲- تاریخچه کنترل رودخانه ۷

۲-۳- اجزای کلیدی رژیم جریان ۸

۲-۴- تهدیدهای ناشی از طرح های کنترل رودخانه ۱۰

۲-۴-۱- سدها ۱۰

۲-۴-۲- اثرات فیزیکی سدها ۱۱

۲-۴-۳- آثار زیست شناختی سدها ۱۲

۲-۴-۴- کانال ها و دیگر طرح های کنترل رودخانه ۱۳

۲-۴-۵- آثار زیستی انحراف جریان رودخانه ۱۴

۲-۵- جریان زیست محیطی (EF) ۱۵

۲-۶- تعاریف جریان زیست محیطی ۱۶

۲-۶-۱- طبقه بندی روش های تعیین جریان زیست محیطی ۱۷

۲-۷- مقایسه میزان استفاده روش های تعیین جریان زیست محیطی در سطح جهان ۲۱

۲-۸- تفاوت های موجود در روش‌های هیدرولوژیکی، هیدرولیکی و شبیه ساز زیستگاه..... ۲۲

۲-۸-۱- مقایسه از طریق مرفولوژی رودخانه ۲۲

۲-۹- مقایسه از طریق اهداف مدیریتی ۲۴

۲-۱۰- دیدگاه مجامع مختلف در طبقه بندی جریان های زیست محیطی ۲۵

۲-۱۰-۱- طبقه بندی اتحادیه جهانی حفاظت از منابع طبیعی ۲۵
۲-۱۰-۲- طبقه بندی بانک جهانی ۳۲
۲-۱۰-۳- طبقه بندی مؤسسه بین المللی مدیریت منابع آب ۳۲
۲-۱۱- چارچوب جامع در ارزیابی رژیم جریان طبیعی و محیط زیست رودخانه‌ها ۳۳
۲-۱۱-۱- تعیین مرزهای سیستم ۳۳
۲-۱۱-۲- تعیین سایت های مورد مطالعه ۳۴
۲-۱۱-۳- انتخاب نقاط کنترل جریان زیست محیطی ۳۶
۲-۱۱-۴- تعیین ویژگی های اکوسیستم ۳۶
۲-۱۱-۵- تعیین ارزش های هیدرولوژیکی اکوسیستم ها ۳۶
۲-۱۱-۶- تعیین نیاز آبی اکوسیستم ها ۴۷
۲-۱۱-۷- مدل سازی تغییرات جریان رودخانه در هر سایت مطالعاتی ۴۸
۲-۱۱-۸- کنترل کیفیت آب ۴۸
۲-۱۱-۹- تأمین و تخصیص نیاز آبی اکوسیستم ها ۴۹
۲-۱۱-۱۰- سناریوهای تخصیص از مخزن ۵۰
۲-۱۱-۱۱- ارزیابی سایر گزینه های تأمین آب ۵۱
۲-۱۱-۱۲- ارزیابی اقتصادی - اجتماعی سناریوهای تأمین ۵۱
۲-۱۱-۱۳- پیشنهاد نحوه تخصیص وتأمین نیاز زیست محیطی ۵۱
۲-۱۱-۱۴- نحوه پایش ۵۲
۲-۱۱-۱۵- ارائه پیشنهادات و راهکارهای مناسب ۵۳
۲-۱۱-۱۶- گزارش دهی ۵۳
۲-۱۲- ارزشیابی روشهای ارزیابی زیست محیطی پروژه های سد سازی درایران ۵۳
۲-۱۲-۱- وضعیت منابع آب ایران و سدسازی در ایران ۵۴
۲-۱۲-۲- اثرات زیست محیطی سدها ۵۵
۲-۱۲-۳- دیدگاه سازمانها وکشورهای مختلف در مورد ارزیابی زیست محیطی سد ۵۵
۲-۱۲-۴- ارزیابی زیست محیطی استراتژیک (SEA) ۵۵
۲-۱۲-۵- نحوه گزینش گزارش ها و پروژه ها ۵۹
۲-۱۲-۶- معیار نمره دهی ۵۹
۲-۱۲-۷- معرفی پروژه های مطالعه شده ۵۹
۲-۱۲-۸- تحلیل نمودار ارزشیابی زیست محیطی ۶۱

۳- فصل سوم: مروری بر مطالعات پیشین..... ۶۵

۳-۱- مقدمه ۶۵
۳-۲- تأثیرات انسان بر رودخانه ها ۶۵
۳-۳- مطالعات بررسی نیاز جریان زیست محیطی ۶۷

۴- فصل چهارم: مواد و روشها ۷۵

۴-۱- منطقه مورد مطالعه ۷۵
۴-۱-۱- حوضه آبریز نازلو ۷۵
۴-۱-۲- اطلاعات هیدرولوژیکی ۷۸
۴-۱-۳- اطلاعات هیدرولیکی ۸۰
۴-۱-۴- اطلاعات زیست محیطی ۸۳
۴-۱-۵- انتخاب شاخص زیستی (گونه های هدف) ۸۴
۴-۲- روش های هیدرولوژیکی ۸۶
۴-۲-۱- راهکار محدوده تغییرپذیری (RVA) ۸۶
۴-۲-۲- روش Tenant ۹۵
۴-۲-۳- منحنی تداوم جریان (FDC) ۹۶
۴-۲-۴- روش ذخیره رومیزی (DRM) ۹۹
۴-۲-۵- انتقال منحنی تداوم جریان ۱۰۶
۴-۳- روش هیدرولیکی ۱۱۴
۴-۳-۱- معادله منحنی محیط خیس شده – دبی ۱۱۵
۴-۳-۲- روش‌های استخراج نقطه عطف در منحنی دبی - محیط خیس شده ۱۱۵
۴-۴- روش های شبیه ساز زیستگاه ۱۱۶
۴-۴-۱- کنترل کیفیت آب ۱۱۶
۴-۴-۲- پارامترهای مهم کیفیت آب از لحاظ تأثیر بر اکوسیستم ۱۱۷
۴-۴-۳- رابطه Q ۱۲۰
۴-۵- روندنمای ارزیابی جریان زیست محیطی ۱۲۰

۵- فصل پنجم: نتایج و بحث ۱۲۳

۵-۱- مقدمه ۱۲۳
۵-۲- انتخاب گونه شاخص ۱۲۳
۵-۳- روش های هیدرولیکی ۱۲۶

۵-۳-۱- ارزیابی نیاز آبی و هیدرولیکی گونه های شاخص در مقاطع مختلف..... ۱۲۶
۵-۴- روش های هیدرولوژیکی ۱۲۷
۵-۴-۱- روش Tenant ۱۲۷
۵-۴-۲- نتایج روش Tenant ۱۲۸
۵-۴-۳- نتایج روش محدوده تغییرپذیری (RVA)..... ۱۲۹
۵-۴-۴- تحلیل منحنی تداوم جریان ۱۳۲
۵-۴-۵- تغییر منحنی تداوم جریان..... ۱۳۴
۵-۴-۶- مدل ذخیره رومیزی ۱۳۷
۵-۵- روش های شبیه ساز زیستگاه ۱۳۹
۵-۵-۱- بدست آوردن حداقل جریان زیست محیطی با استفاده از روش ترکیبی شاخص زیستی-هیدرولیکی ۱۳۹
۵-۵-۲- کنترل کیفیت آب..... ۱۴۱
۵-۵-۳- برآورد جریان زیست محیطی بر اساس کیفیت آب ۱۴۴
۵-۶- ارزیابی مقادیر مختلف جریان زیست محیطی با استفاده از روش های مختلف..... ۱۴۵
۶- فصل ششم: خلاصه نتایج و پیشنهادات..... ۱۴۷
۶-۱- خلاصه نتایج..... ۱۴۷
۶-۲- پیشنهادات ۱۵۱
منابع ۱۵۵

فهرست جداول

جدول (۳-۱): رده بندی ۲۰ کشور اول دنیا از نظر تعداد سدهای بزرگ (WCD, 2000).....۶۶
جدول (۴-۱): اطلاعات ایستگاه هیدرومتری ۷۸
جدول (۴-۲): مشخصات آماری دبی سالانه و ماهانه ایستگاه هیدرومتری تپیک ۷۹
جدول (۴-۳): معادلات حاصل از برازشهای توانی و لگاریتمی بر منحنی محیط خیس شده- دبی ۸۳
جدول (۴-۴): فون ماهیان رودخانه نازلوچای ۸۴
جدول(۴-۵): پارامترهای به کار رفته در روش **RVA** ۸۷
جدول (۴-۶): درصد سهم از متوسط آورد سالیانه رودخانه به عنوان نیـاز زیسـت محیطـی در روش**Tenant** - ابلاغیه شماره ۳۱ /۱۱/ ۸۳۴۹ /م، مورخ ۲۸/ ۱۳۸۶ وزارت نیرو ۹۶
جدول (۴-۷): شاخصهای تداوم جریان بکار رفته در مطالعه جریان کم آبی..... ۹۸
جدول (۴-۸): اثر غلظت‌های مختلف فسفات بر منابع آبی..... ۱۱۸
جدول (۴-۹): اثرات مقادیر مختلف pH بر آبزیان ۱۲۰
جدول (۵-۱): ماتریس ارزش ماهیان برای انتخاب گونه های شاخص در رودخانه نازلو..... ۱۲۳
جدول (۵-۲): گونه های شاخص رودخانه نازلو و برخی از اطلاعات هیدرولیکی، زیستی و حفاظتی این گونه ها ۱۲۴
جدول (۵-۳): ماه های حضور گونه های شاخص در رودخانه نازلو و میانگین آورد ماهیانه رودخانه ۱۲۶
جدول (۵-۴): دبی های حاصل از شرایط زیستی(عمق و سرعت) گونه ها در مقاطع مختلف ۱۲۷
جدول (۵-۵): دبی ها و پارامترهای هیدرولیکی حاصل از روش محیط خیس شده ۱۲۷
جدول (۵-۶): دبی حاصل از شرایط **Tenant** و شرایط هیدرولیکی حاصل از متوسط دبی سـالانه در مقـاطع مختلف..... ۱۲۸
جدول (۵-۷): شرایط هیدرولیکی حاصل از اعمال درصدهای مختلفی از دبی متوسط سـالانه در مقـاطع بـا شرایط **Tenant**..... ۱۲۸
جدول (۵-۸): مقادیر پارامترهای **RVA**..... ۱۳۰
جدول (۵-۹): شدت جریان زیست محیطی در طرح سد نازلو، رودخانه نازلو ۱۳۱
جدول (۵-۱۰): مقادیر جریان زیست محیطی پیشنهادی با روش **RVA**..... ۱۳۳
جدول (۵-۱۱): شاخصهای منحنی تداوم جریان سالیانه ۱۳۴
جدول (۵-۱۲): عمق و سرعت حاصل از جریان $\mathbf{Q_{95}}$ در مقاطع مختلف ۱۳۴
جدول (۵-۱۳): نیاز آب زیست محیطی رودخانه نازلو بر حسب درصدی از **MAR**..... ۱۳۵
جدول (۵-۱۴): توزیع ماهیانه جریان زیست محیطی رودخانه نازلو از روش **FDC-shifting** در کلاس **C**۱۳۶
جدول (۵-۱۵): نیاز آب زیست محیطی رودخانه نازلو بر حسب درصدی از **MAR**..... ۱۳۷

جدول (۵-۱۶): نتایج بدست آمده از **DRM** برای رودخانه نازلو در کلاس **C** ۱۳۸
جدول (۵-۱۷): توزیع ماهیانه جریان زیست محیطی رودخانه نازلو از روش **DRM** در کلاس **C**..... ۱۳۹
جدول (۵-۱۸): اعداد فرود حاصل از زیستگاه گونه‌ها در مقاطع مختلف- رودخانه نازلو..... ۱۴۰
جدول (۵-۱۹): دبی‌های حاصل از اعداد فرود زیستگاه گونه های شاخص در منطقه ۱ بر حسب متر مکعب بر ثانیه ۱۴۱
جدول (۵-۲۰): دبی‌های حاصل از اعداد فرود زیستگاه گونه های شاخص در منطقه ۲ بر حسب متر مکعب بر ثانیه ۱۴۱
جدول (۵-۲۱): پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب رودخانه نازلو ۱۴۲
جدول ۵-۲۲: کلاسهای مختلف آلودگی بر حسب مقدار COD..... ۱۴۳
جدول (۵-۲۳): مقادیر استفاده شده و نتیجه برای محاسبه جریان زیست محیطی با استفاده از کیفیت آب ۱۴۴
جدول (۵-۲۴): برآورد جریان زیست محیطی بر حسب مترمکعب بر ثانیه از روش‌های مختلف ۱۴۵
جدول (۶-۱): مقادیر حداقل جریان زیست محیطی با استفاده از روش های مختلف ۱۴۹

فهرست شکل ها

شکل (۲-۱): نمایش بخش های مختلف قابل مشاهده در رژیم رودخانه (**Shokoohi and Hong, 2011**)... ۹
شکل (۲-۲): روش هیدرولوژیکی محیط تر شده (ترسیم منحنی محیط ترشده برحسب بده جریان)..... ۱۹
شکل (۲-۳): نمایش رابطه میان دبی و محیط خیس شده، نقطه بحرانی، جریان زیست محیطی و مقطع رودخانه ۱۹
شکل (۲-۴): مراحل تیپ مورد استفاده در روش های جامع نگر ۲۱
شکل (۲-۵): تعداد و درصد کاربرد انواع روش های تعیین جریان زیست محیطی رودخانه ها (**Tarme, 2003**) ۲۱
شکل (۲-۶): عملکرد حوضه در مقیاس های متفاوت..... ۲۴
شکل (۲-۷): نمونه ای از رژیم جریان ساخته شده توسط عناصر سازنده (King et al., 2002)..... ۳۰
شکل (۲-۸): روند نمای رویکرد کلی ارزیابی زیست محیطی (استاندارد صنعت آب و آبفا، ۱۳۸۸)..... ۳۵
شکل (۲-۹): نمودار ارزشیابی زیست محیطی ۶۲
شکل (۴-۱): موقعیت حوضه آبریز دریاچه ارومیه نسبت به کل کشور ۷۷
شکل (۴-۲): شکل کلی آبراههای حوضه آبریز نازلو و موقعیت ایستگاههای هیدرومتری..... ۷۸
شکل (۴-۳): نمایی از سد در دست ساخت نازلوچای واقع بر رودخانه نازلو ۷۹
شکل(۴-۴): نمایی از رودخانه نازلو و عملیات مقطع برداری (اشخاص به ترتیب از راست: خودم و ذبیح ا.. خانی) ۸۰
شکل (۴-۵): برازشهای توانی و لگاریتمی بر منحنی محیط خیس شده – دبی در مقطع ۱..... ۸۲
شکل (۴-۶): برازشهای توانی و لگاریتمی بر منحنی محیط خیس شده – دبی در مقطع ۲(محل ایستگاه تپیک) ۸۲
شکل (۴-۷): برازشهای توانی و لگاریتمی بر منحنی محیط خیس شده – دبی در مقطع ۳..... ۸۳
شکل (۴-۸): تصویر شماتیک از مقدار، زمان، تداوم، تناوب و نرخ جریان در روش RVA..... ۸۶
شکل (۴-۹): پنجره صفحه اصلی نرم افزار WEAP..... ۹۳
شکل (۴-۱۰): پنجره ورود داده ها به نرم افزار ۹۳
شکل (۴-۱۱): پنجره نتایج نرم افزار WEAP..... ۹۴
شکل (۴-۱۲): پنجره overview ۹۴
شکل (۴-۱۳): پنجره یادداشت ها جهت فرضیه سازی..... ۹۵
شکل (۴-۱۴): مقایسه نیازهای خشکسالی برای همه کلاسهای اکولوژیکی با منحنی **MLIFR** برای کلاس **D** ۱۰۴
شکل (۴-۱۵): منحنیهای جریان کمآبی و جریان کل برای کلاس اکولوژیکی **B**..... ۱۰۵
شکل (۴-۱۶): برآورد منحنی تداوم جریان زیست محیطی برای کلاسهای مدیریت زیست محیطی از طریق

شیفت عرضی ۱۰۸
شکل (۴-۱۷): روند تولید یک سری زمانی کامل جریان زیست محیطی از منحنی تداوم جریان زیست محیطی تولید شده..... ۱۰۹
شکل (۴-۱۸): گزینه های موجود برای انتخاب منبع دادههای ورودی..... ۱۱۰
شکل (۴-۱۹): راهنمای شبکه توزیع جهانی جریان شبیه سازی شده برای دسامبر ۲۰۰۰ ..... ۱۱۱
شکل (۴-۲۰): نمایش روند زوم در نرم افزار **GEFC** از صفحه اصلی تا حوضه های مجزای رودخانه ۱۱۲
شکل (۴-۲۱): نمایش مشخصات هیدرولوژیکی ۱۱۲
شکل (۴-۲۲): منحنی و جدول تداوم جریان طبیعی و زیست محیطی..... ۱۱۳
شکل (۴-۲۳): تفاوت منحنی خیس شده- دبی در مقیاس گذاری متفاوت (**Gipple and Stewardson, 1998**) ۱۱۴
شکل (۴-۲۴): روندنمای ارزیابی جریان زیست محیطی در رودخانه نازلو..... ۱۲۱
شکل (۵-۱): ماهی سیاه کولی ۱۲۵
شکل (۵-۲): سیاه ماهی ۱۲۵
شکل (۵-۳): زردک کاهی (عکاس: خودم) ۱۲۵
شکل (۵-۴): سری زمانی جریانه روزانه رودخانه نازلو همراه با مشخص کردن مؤلفه های جریان زیست محیطی ۱۲۹
شکل (۵-۵): رابطه بین شاخص تغییرات هیدرولوژیکی و اعتمادپذیری سیستم..... ۱۳۱
شکل (۵-۶): منحنی تداوم جریان رودخانه نازلو ۱۳۳
شکل (۵-۷): منحنی تداوم جریان زیست محیطی رودخانه نازلو..... ۱۳۵
شکل (۵-۸): نمودارتوزیع نیاز آبی در کلاس C برای رودخانه نازلو با استفاده از روش **FDC-shifting** .. ۱۳۶
شکل (۵-۹): نمودارتوزیع نیاز آبی در کلاس C برای رودخانه نازلو با استفاده از روش **DRM** ۱۳۸
شکل (۵-۱۰): حداقل جریان زیست محیطی از روش‌های هیدرولوژیکی **FDC-Shifting**، **DRM** و **RVA** – رودخانه نازلو ۱۴۶
شکل (۵-۱۱): نتایج برآورد جریان زیست محیطی روش های شبیه ساز زیستگاه و هیدرولیکی – رودخانه نازلو ۱۴۶
شکل (۶-۱): روند نمای ارزیابی جریان زیست محیطی رودخانه نازلو ۱۴۸
شکل (۶-۲): مقایسه جریان زیست محیطی از روش پیشنهادی (شبیه‌ساز زیستگاه) با مقادیر نظیر در گزارش طرح سد مخزنی نازلو..... ۱۴۹

فصل اول
مقدمه و بیان اهداف

۱-۱ مقدمه

در جهان با افزایش نیاز آبی بشر، فشار بر منابع آبی افزایش یافته است. این موضوع در کشورهای خشک مانند ایران بسیار جدی‌تر است. نگرانی‌های شناخته شده جهانی جهت توقف تخریب محیط زیست از کنفرانس سال ۱۹۷۲ استکهلم شروع شد (Dyson et al., 2003).

ارزیابی جریان زیست محیطی و شاخص‌های هیدرولوژیکی مرتبط با آن، چالشی برای محققان و مدیران امروزی است. یکی از مسائل اساسی تعریف دوباره جریان‌های زیست محیطی این است که رژیم جریان طبیعی[1] چگونه به پایین دست و سیلاب دشت‌ها ادامه داشته باشد تا ویژگی‌های اکوسیستم[2] حفظ شوند.

شدت جریان‌های مناسب به دلایل متعددی دارای اهمیت هستند. جریان آب بر سلامت زیستگاه‌های رودخانه، سیستم‌های وابسته به آب و کارکردهای رودخانه تأثیرگذار است. کم آبی‌های فصل تابستان باعث کاهش تخم‌ریزی آبزیان و افزایش رقابت برای کسب غذا می شود (Geller, 2003) .

بسترهای ماسه‌ای، بسترهای فقیری به خصوص برای بی مهره‌گان به شمار می روند. در حالی که بسترهای درشت دانه‌ای دارای زیستگاه فون (حیات جانوری) متنوعی هستند. ته نشست گل و لای و ماسه در بین ذرات شن و ماسه و قلوه سنگ‌ها برای بی‌مهره‌گان بزرگ و ماهیان مضر است، زیرا درزها و شکاف‌ها را پر می‌کند و موجب کاهش زیستگاه و نقصان مبادله گازها و آب می شود. آب در داخل رودخانه یکی از جنبه‌های مهم در کیفیت آب رودخانه است. کاهش جریان می تواند غلظت آلاینده‌هایی که به رودخانه تخلیه می‌شوند، افزایش دهد. گرچه میزان آب رودخانه کم شده، اما آورد آلاینده‌ها کمتر نشده و یا تغییری نمی‌کند، و سطح آلودگی رودخانه‌ها به کمتر ازکیفیت قابل قبول کاهش می‌یابد. به همین علت است که جریان آب در رودخانه بر کیفیت فرآیندهای اکولوژیکی وابسته به آب تأثیر می‌گذارد (Deyson et al., 2003).

1- Natural flow regime
2- Ecosystem

در دهه اخیر مفهوم رژیم طبیعی جریان به عنوان یک الگو جهت حفاظت و نگهداری رودخانه‌ها پدید آمده است. تغییر پذیری رژیم جریان نیروی محرکه اصلی در پایداری اکوسیستم رودخانه می‌باشد (Poff et al., 1997).

تغییر رژیم جریان می تواند به طور مستقیم ساختار اکوسیستم را از طریق تأثیر بر مشخصه‌های فیزیکی زیستگاه (شامل: دما، مقدار اکسیژن، شیمی آب و بار رسوبی)، تغییر دهد (Dyson et al., 2003).

بر این اساس جریان زیست محیطی رودخانه را می‌توان به عنوان رژیم جریانی که بتواند مشخصه‌های اکولوژی و سلامت زیستگاه رودخانه را حفظ کند، در نظر گرفت.

۱-۲ فرضیات

۱- بحران در زمینه بهره‌برداری از رودخانه ها وجود دارد و سیاست روشنی برای تأمین حداقل نیاز زیست‌محیطی رودخانه‌ها وجود ندارد.
۲- روش‌های موجود در دنیا را نمی توان بطور مستقیم مورد استفاده قرار داد. هر کدام از آن‌ها برای انطباق با شرایط ایران باید مورد بررسی و آزمایش قرار گیرند.
۳- اگر روشی بتواند شرایط گذشته و دست نخورده یک رودخانه را بر اساس سری زمانی تاریخی تأمین نماید، رودخانه در آینده نیز به حیات خود ادامه خواهد داد.
۴- رابطه میان محیط اکولوژیکی و مرفولوژی مستقیم است. بر این اساس از بررسی مرفولوژی رودخانه‌ها می‌توان برای تعیین میزان حداقل جریان مورد نیاز برای احیای محیط زیست رودخانه کمک گرفت.
۵- روش‌های هیدرولیکی و هیدرولوژیکی می توانند به عنوان گام اول در تهیه یک مدل جامع در راستای حفظ محیط بیولوژیکی رودخانه ها مورد استفاده قرار گیرند.

۱-۳ بیان مسأله

رودخانه، نوار باریکی از یک حوزه آبریز است که بصورت بستری برای حیات اجتماعی بشر و نیز زیستگاهی برای حیات آبزیان و موجودات وابسته شکل یافته است. در قرن حاضر، حفاظت سیستم حیاتی رودخانه از اهداف اصلی ساماندهی رودخانه‌ها در توسعه پایدار منابع آب به شمار می‌آید. در نظام بهره‌برداری سنتی موجود، رودخانه‌ها از جنبه‌های مختلف مورد تهاجم قرار گرفته اند. سیمای طبیعی رودخانه‌ها در اثر تداوم روند افزایشی برداشت آب (احداث سدهای مخزنی و..)، شدت فزاینده آلودگی (فاضلاب و..)، برداشت بی رویه مصالح بستر و تجاوز به حریم رودخانه، ناهنجار گردیده است (لطفی، ۱۳۸۱).

تغییر در اکوسیستم رودخانه به علت تغییرات کمی و کیفی آب حاصل می شود و حتی در نقاط دورتر نظیر مصب رودخانه نیز ظاهر می گردد. کاهش عمق و سرعت آب رودخانه ها باعث تقلیل قدرت خودپالایی رودخانه می گردد. کاهش مواد رسوبی در مصب رودخانه باعث فرسایش سواحل دریا، تغییر اکوسیستم