بسم الله الرحمن الرحیم

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
گروه سازه‌های آبی

موضوع:

مدل ریاضی واسنجی خودکار روش تجربی کاهش سطح با استفاده از الگوریتم جامعه مورچگان

استاد راهنما:
دکتر علیرضا عمادی

استاد مشاور:
دکتر کوروش قادری

نگارش:
ایمان نجفی

دی ۱۳۹۰

تشکر و قدردانی

اکنون که به یاری خداوند منان موفق شدم پایان نامه دوره تحصیلات کارشناسی ارشد خود را به اتمام برسانم بر خود فرض و لازم دیدم از تمامی عزیزانی که مرا در انجام این مهم یاری نمودند قدردانی و تشکر نمایم نخست از استاد راهنما جناب آقای دکتر علیرضا عادی که زحمت راهنمایی این پایان نامه را بر عهده داشتند و با وجود تمامی مشکلاتی که در طول انجام پایان نامه با آن مواجه بودم از کمک های بی دریغ خود مرا محروم نساختند، از جناب آقای دکتر کوروش قادری مشاور محترم پایان نامه که در نهایت صبر و شکیبایی از راهنمایی های خود مرا مستفیض نمودند، کمال تشکر و قدر دانی را دارم. همچنین با زبان قاصر و ناتوان خویش قدردان زحمات بی شائبه پدر و مادر عزیزم می باشم آنهایی که از خود گذشتند تا من ببالم.

تقدیم به:

پدر مهربان

و

مادر عزیزم

چکیده

روش کاهش سطح یکی از رایج‌ترین روش‌های تجربی برای تعیین توزیع رسوبات در مخازن می‌باشد. در این روش مخازن از نظر هندسی به چهار نوع تقسیم‌بندی می‌شوند. برای هر یک از چهار نوع مخزن پارامترهایی ارائه شده است که بر اساس تعداد محدودی مخزن بدست آمده است و به این دلیل پیش-بینی این روش را با خطای زیادی همراه است. با تعیین پارامترهای مناسب در مخازنی که در حال بهره-برداری می‌باشند و عملیات هیدروگرافی در آنها حداقل یکبار انجام شده باشد، می‌توان به دقت قابل قبولی دست یافت و به اصطلاح روش را واسنجی کرد. هدف از این پژوهش واسنجی روش تجربی کاهش سطح با استفاده از الگوریتم جامعه مورچگان می‌باشد. به همین منظور دو برنامه کامپیوتری بر اساس اصول حاکم بر روش تجربی کاهش سطح به عنوان شبیه‌ساز و الگوریتم جامعه مورچگان به عنوان بهینه‌ساز در محیط متلب[1] تهیه شد. در مدل تهیه شده ضرایب روش کاهش سطح به عنوان متغیر تصمیم و مجذور میانگین مربعات خطا[2] به عنوان تابع هدف در نظر گرفته شده‌است. مدل تهیه شده پارامترهای روش تجربی کاهش سطح را برای هر مخزن بنحوی تعیین می‌کندکه بیشترین تطابق بین مقادیر حجم رسوب محاسباتی و اندازه‌گیری شده بدست آید. سپس با ترکیب این دو برنامه، مدل شبیه‌سازی- بهینه‌سازی واسنجی خودکار تهیه شد. مدل تهیه شده برای سد مخزنی کرج در ایران و سد های آلتوس[3]، کابالو[4] و گلندو[5] در آمریکا که دارای حداقل سه دوره اطلاعات هیدروگرافی می‌باشند بکار برده شد. با کاربرد دو دوره اطلاعات واقعی می‌توان ضرایب بهینه برای یک مخزن را بدست آورد. به منظور صحت سنجی مدل تهیه شده، با استفاده از ضرایب بدست آمده در دوره واسنجی توزیع رسوب در دوره دیگری انجام و نتایج با مقادیر واقعی مقایسه شد. نتایج نشان داد کاربرد مدل، افزایش قابل ملاحضه‌ای را در دقت روش کاهش سطح در دوره‌های واسنجی و صحت سنجی دارد.

کلمات کلیدی: روش تجربی کاهش سطح، واسنجی، الگوریتم جامعه مورچگان، توزیع رسوبات.

---

[1]- MatLab
[2]- Root Mean Square Error (RMSE)
[3]- Altus
[4]- Caballo
[5]- Glendo

فصل اول: کلیات

۱-۱- مقدمه ۲
۱-۲- رسوبگذاری در مخازن ۲
۱-۳- ضرورت انجام پژوهش ۴
۱-۴- فرضیات پژوهش ۵
۱-۵- اهداف پژوهش ۵
۱-۶- نحوه‌ی تنظیم و تدوین پایان نامه ۶

فصل دوم: سوابق تحقیق

۲-۱- مقدمه ۹
۲-۲- روش نقشه‌برداری از مخازن سدها ۹
۲-۳- روشهای تعیین حجم رسوب در مخازن ۱۱
۲-۳-۱- روش ساخت مدل ۱۱
۲-۳-۲- روش‌های تجربی ۱۲
۲-۳-۲-۱- برلند و میلر (۱۹۵۸) ۱۳
۲-۳-۲-۲- منا و کریل (۱۹۵۹) ۱۳
۲-۳-۲-۳- برلند (۱۹۷۰) ۱۳
۲-۳-۲-۴- کریستیفانو (۱۹۵۳) ۱۴
۲-۳-۲-۵- هوبز (۱۹۶۹) ۱۴
۲-۳-۲-۶- اسچویز و قرشی (۱۹۷۳) ۱۴
۲-۳-۲-۷- کرلی، رائو و کریم (۱۹۷۸) ۱۵
۲-۳-۲-۸- پمبرتون (۱۹۷۸) ۱۵
۲-۳-۲-۹- چیین (۱۹۸۲) ۱۵
۲-۳-۲-۱۰- روش مثلثاتی ۱۵
۲-۳-۳- روش‌های تحلیلی ۱۷
۲-۳-۳-۱- تئوری جت و پخشیدگی ۱۸
۲-۳-۳-۲- تئوریهای انتقال رسوبات ۱۸
۲-۳-۴- روش‌های ریاضی ۲۱
۲-۴- نتیجه‌گیری ۲۳

فصل سوم: روش تجربی کاهش سطح

۳-۱- مقدمه ۲۵
۳-۲- مدل کاهش سطح ۲۶
۳-۲-۱- روش کاهش سطح ۲۶
۳-۲-۲- تهیه مدل شبیه‌سازی ۳۰

۳-۳- مدل بهینه سازی به روش جامعه مورچگان ۳۴
۳-۳-۱- مفهوم اصلی بهینه‌سازی ۳۴
۳-۳-۲- بهینه‌سازی ترکیبی ۳۵
۳-۳-۲-۱- تکامل تصادفی رقابتی(SCE) ۳۶
۳-۳-۲-۲- جفت گیری زنبور عسل (HBMO) ۳۷
۳-۳-۲-۳- جستجوی ممنوعه (TS) ۳۷
۳-۳-۲-۴- روش PSO ۳۷
۳-۳-۲-۵- روش SA ۳۸
۳-۳-۲-۶- روش GA ۳۹
۳-۳-۲-۷- الگوریتم مورچگان ۳۹
۳-۳-۳- بهینه سازی به روش کلونی مورچه(ACO) ۴۱
۳-۳-۳-۱- مورچه‌ها چگونه می‌توانند کوتاهترین مسیر را پیدا کنند؟ ۴۱
۳-۳-۳-۲- مزیت‌های ACO ۴۳
۳-۳-۳-۳- کاربردهای ACO ۴۳
۳-۳-۳-۴- الگوریتم ACO ۴۳
۳-۳-۳-۵- حل مسئله فروشنده دوره گرد به کمک الگوریتم ACO ۴۴
۳-۳-۴- سابقه تحقیق ۵۰
۳-۳-۵- صحت سنجی مدل تهیه شده ۵۰
۳-۴- مدل شبیه‌ساز– بهینه‌ساز ۵۶
۳-۵- نتیجه‌گیری ۵۸

فصل چهارم: کاربرد مدل تهیه شده

۴-۱- مقدمه ۶۱
۴-۲- سد کرج (امیر کبیر) ۶۱
۴-۳- سد آلتوس ۶۲
۴-۴- سد کابالو ۶۳
۴-۵- سد گلندو ۶۴

فصل پنجم: نتایج و بحث

۵-۱- مقدمه ۶۷
۵-۲- کاربرد مدل شبیه‌ساز-بهینه‌ساز ۶۷
۵-۲-۱- سد کرج ۶۷
۵-۲-۲- سد آلتوس ۷۲
۵-۲-۳- سد کابالو ۷۹
۵-۲-۴- سد گلندو ۸۵

۵-۳- نتیجه‌گیری ۹۰

فصل ششم: تحلیل حساسیت

۶-۱- مقدمه ۹۲
۶-۲- تعیین ترکیب مناسب عملگرها ۹۲
۶-۲-۱- سد کرج ۹۴
۶-۲-۲- سد آلتوس ۹۷

فصل هفتم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات

۷-۱- مقدمه ۱۰۲
۷-۲- خلاصه نتایج ۱۰۲
۷-۳- پیشنهادات ۱۰۳

منابع ۱۱۲

فهرست جداول

جدول ۳-۱- انواع درجه‌بندی مخازن بر حسب شکل ۲۶

جدول ۳-۲- نحوه‌ی طبقه‌بندی مخازن طبق روش پیشنهادی موریس و فان ۲۸

جدول ۳-۳- نوع مخزن با توجه به دانه‌بندی غالب رسوبات ۲۸

جدول ۳-٤- مقادیر n، m و C در انواع مخازن ۲۹

جدول ۳-۵- خروجی مدل بهینه ساز برای تابع $f(x) = |x| + \cos(x)$ ۵۱

جدول ۳-٦- خروجی مدل بهینه ساز برای تابع $f(x,y) = x\sin(4x) + 1.1y\sin(2y)$ ۵۲

جدول ۳-۷- خروجی مدل بهینه ساز برای تابع $f(x,y) = (x^2+y^2)^{0.25}\sin\{30[(x+0.5)^2+y^2]^{0.1}\} + |x| + |y|$ ۵۳

جدول ۳-۸- خروجی مدل بهینه ساز برای تابع $f(x,y) = -e^{-0.2\sqrt{x^2+y^2}} + 3(\cos 2x + \sin 2y)$ ۵٤

جدول ۳-۹- خروجی مدل بهینه ساز برای تابع $f(x,y) = -x\sin(\sqrt{|x-(y+9)|}) - (y+9)\sin(\sqrt{|y+0.5x+9|})$ ۵۵

جدول ٤-۱- مشخصات فنی سد کرج ٦۱

جدول ٤-۲- مشخصات فنی سد آلتوس ٦۲

جدول ٤-۳- مشخصات فنی سد کابالو ٦۳

جدول ٤-٤- مشخصات فنی سد گلندو ٦٤

جدول ۵-۱- تغییرات حجم مخزن کرج بین هیدروگرافی‌های انجام شده ٦۸

جدول ۵-۲- نتایج محاسبات در سد کرج دوره اول هیدروگرافی ٦۹

جدول ۵-۳- نتایج محاسبات در سد کرج دوره دوم هیدروگرافی ۷۱

جدول ۵-٤- تغییرات حجم مخزن آلتوس بین هیدروگرافی‌های انجام شده ۷۲

جدول ۵- ۵- نتایج محاسبات در سد آلتوس در دوره اول هیدروگرافی ۷٤

جدول ۵-٦- نتایج محاسبات در سد آلتوس در دوره دوم هیدروگرافی ۷٦

جدول ۵-۷- نتایج محاسبات در سد آلتوس در دوره سوم هیدروگرافی ۷۸

جدول ۵-۸- تغییرات حجم مخزن کابالو بین هیدروگرافی‌های انجام شده ۷۹

جدول ۵-۹- نتایج محاسبات در سد کابالو در دوره اول هیدروگرافی ۸۰

جدول ۵-۱۰- نتایج محاسبات در سد کابالو در دوره دوم هیدروگرافی ۸۳

جدول ۵-۱۱- نتایج محاسبات در سد کابالو در دوره سوم هیدروگرافی ۸۵

جدول ۵-۱۲- تغییرات حجم مخزن گلندو بین هیدروگرافی‌های انجام شده ۸٦

جدول ۵-۱۳- نتایج محاسبات در سد گلندو در دوره اول هیدروگرافی ۸۷

جدول ۵-۱٤- نتایج محاسبات در سد گلندو در دوره دوم هیدروگرافی ۸۹

جدول ٦-۱- مقدار تابع هدف بر حسب مقادیر مختلف α در سد کرج ۹٤

جدول ٦-۲- مقدار تابع هدف بر حسب مقادیر مختلف ρ در سد کرج ۹۵

جدول ٦-۳- مقدار تابع هدف بر حسب مقادیر مختلف تعداد مورچه در سد کرج ۹۵

جدول ٦-٤- مقدار تابع هدف بر حسب مقادیر مختلف تعداد تکرار در سد کرج ٩٦
جدول ٦-٥- مقدار تابع هدف بر حسب مقادیر مختلف α در سد آلتوس ٩٧
جدول ٦-٦- مقدار تابع هدف بر حسب مقادیر مختلف ρ در سد آلتوس ٩٨
جدول ٦-٧- مقدار تابع هدف بر حسب مقادیر مختلف تعداد مورچه در سد آلتوس ٩٩
جدول ٦-٨- مقدار تابع هدف بر حسب مقادیر مختلف تعداد تکرار در سد آلتوس ٩٩

فهرست شکل‌ها

شکل ۲-۱- نمونه ای از قایق و تجهیزات عملیات هیدروگرافی ۱۰
شکل ۳-۱- منحنی‌های مخازن استاندارد، ارائه شده توسط USBR ۲۷
شکل ۳-۲- نحوه‌ی توزیع رسوب در روش تجربی کاهش سطح ۳۰
شکل ۳-۳- فلوچارت روش تجربی کاهش سطح ۳۳
شکل ۳-۴- رفتار مورچه‌های واقعی در هنگام قرار گرفتن مانع در مسیر ۴۲
شکل ۳-۵- نحوه انتخاب نقاط روی گراف ۴۵
شکل ۳-۶- یافتن کوتاهترین مسیر در گراف بین نقاط ۱ و ۶ ..... ۴۷
شکل ۳-۷- فلوچارت الگوریتم مورچگان ۴۹
شکل ۳-۸- نمودار تابع $f(x) = |x| + \cos(x)$ ۵۱
شکل ۳-۹- نمودار تابع $f(x,y) = x\sin(4x) + 1.1y\sin(2y)$ ۵۲
شکل ۳-۱۰- نمودار تابع $f(x,y) = (x^2+y^2)^{0.25}\sin\{30[(x+0.5)^2+y^2]^{0.1}\} + |x| + |y|$ ۵۳
شکل ۳-۱۱- نمودار تابع $f(x,y) = -e^{-0.2\sqrt{x^2+y^2}+3(\cos 2x+\sin 2y)}$ ۵۴
شکل ۳-۱۲- نمودار تابع $f(x,y) = -x\sin(\sqrt{|x-(y+9)|}) - (y+9)\sin(\sqrt{|y+0.5x+9|})$ ۵۵
شکل ۳-۱۳- فلوچارت مدل شبیه‌سازی- بهینه‌سازی ۵۷
شکل ۴-۱- منحنی حجم- سطح- ارتفاع سد کرج در سال ۱۳۴۰ شمسی ۶۲
شکل ۴-۲- منحنی حجم- سطح- ارتفاع سد آلتوس در سال ۱۹۴۸ میلادی ۶۳
شکل ۴-۳- - منحنی حجم- سطح- ارتفاع سد کابالو در سال ۱۹۳۸ میلادی ۶۴
شکل ۴-۴- منحنی حجم- سطح- ارتفاع سد گلندو در سال ۱۹۵۸ میلادی ۶۵
شکل ۵-۱- نحوه‌ی همگرایی مقدار تابع هدف به مقدار بهینه در سد کرج در دوره اول هیدروگرافی ۶۸
شکل ۵-۲- نحوه‌ی توزیع رسوب به روش تجربی کاهش سطح در سد کرج در سال ۱۳۷۰ ..... ۶۹
شکل ۵-۳- نحوه‌ی توزیع رسوب به روش تجربی کاهش سطح در سد کرج در سال ۱۳۸۶(صحت سنجی) ۷۰
شکل ۵-۴- نحوه‌ی همگرایی مقدار تابع هدف به مقدار بهینه در سد کرج در دوره دوم هیدروگرافی ۷۱
شکل ۵- ۵- نحوه‌ی توزیع رسوب به روش تجربی کاهش سطح در سد کرج در سال ۱۳۸۶ (واسنجی) ۷۲
شکل ۵-۶- نحوه‌ی همگرایی مقدار تابع هدف به مقدار بهینه در سد آلتوس در دوره اول هیدروگرافی ۷۳
شکل ۵-۷- نحوه‌ی توزیع رسوب به روش تجربی کاهش سطح در سد آلتوس در سال ۱۹۵۳ ..... ۷۴
شکل ۵-۸- نحوه‌ی توزیع رسوب به روش تجربی کاهش سطح در سد آلتوس در سال ۱۹۶۷ (صحت سنجی) ۷۵
شکل ۵-۹- نحوه‌ی همگرایی مقدار تابع هدف به مقدار بهینه در سد آلتوس در دوره دوم هیدروگرافی ۷۵
شکل ۵-۱۰- نحوه‌ی توزیع رسوب به روش تجربی کاهش سطح در سد آلتوس در سال ۱۹۶۷ (واسنجی) ۷۶
شکل ۵-۱۱- نحوه‌ی توزیع رسوب به روش تجربی کاهش سطح در سد آلتوس در سال ۲۰۰۷ (صحت سنجی) ۷۷
شکل ۵-۱۲- نحوه‌ی همگرایی مقدار تابع هدف به مقدار بهینه در سد آلتوس در دوره سوم هیدروگرافی ۷۷
شکل ۵-۱۳- نحوه‌ی توزیع رسوب به روش تجربی کاهش سطح در سد آلتوس در سال ۲۰۰۷ (واسنجی) ۷۸
شکل ۵-۱۴- نحوه‌ی همگرایی مقدار تابع هدف به مقدار بهینه در سد کابالو در دوره اول هیدروگرافی ۸۰
شکل ۵-۱۵- نحوه‌ی توزیع رسوب به روش تجربی کاهش سطح در سد کابالو در سال ۱۹۸۱ ..... ۸۱
شکل ۵-۱۶- نحوه‌ی توزیع رسوب به روش تجربی کاهش سطح در سد کابالو در سال ۱۹۹۹ (صحت سنجی) ۸۱

شکل ۵-۱۷- نحوه‌ی همگرایی مقدار تابع هدف به مقدار بهینه در سد کابالو در دوره دوم هیدروگرافی..... ۸۲
شکل ۵-۱۸- نحوه‌ی توزیع رسوب به روش تجربی کاهش سطح در سد کابالو در سال ۱۹۹۹ (واسنجی) ۸۳
شکل ۵- ۱۹- نحوه‌ی توزیع رسوب به روش تجربی کاهش سطح در سد کابالو در سال ۲۰۰۷ (صحت سنجی)..... ۸۴
شکل ۵-۲۰- نحوه‌ی همگرایی مقدار تابع هدف به مقدار بهینه در سد کابالو در دوره سوم هیدروگرافی..... ۸۴
شکل ۵-۲۱- نحوه‌ی توزیع رسوب به روش تجربی کاهش سطح در سد کابالو در سال ۲۰۰۷ ..... ۸۵
شکل ۵-۲۲- نحوه‌ی همگرایی مقدار تابع هدف به مقدار بهینه در سد گلندو در دوره اول هیدروگرافی ۸۶
شکل ۵-۲۳- نحوه‌ی توزیع رسوب به روش تجربی کاهش سطح در سد گلندو در سال ۱۹۷۲ ..... ۸۸
شکل ۵-۲۴- نحوه‌ی توزیع رسوب به روش تجربی کاهش سطح در سد گلندو در سال ۲۰۰۳ (صحت سنجی)..... ۸۸
شکل ۵-۲۵- نحوه‌ی همگرایی مقدار تابع هدف به مقدار بهینه در سد گلندو در دوره دوم هیدروگرافی..... ۸۹
شکل ۵-۲۶- نحوه‌ی توزیع رسوب به روش تجربی کاهش سطح در سد گلندو در سال ۲۰۰۳ (واسنجی)..... ۹۰
شکل ۶-۱- نمودار همگرایی تابع هدف بر حسب مقادیر مختلف α در سد کرج..... ۹۴
شکل ۶-۲- نمودار همگرایی تابع هدف بر حسب مقادیر مختلف ρ در سد کرج..... ۹۵
شکل ۶-۳- نمودار همگرایی تابع هدف بر حسب مقادیر مختلف تعدا مورچه در سد کرج ۹۶
شکل ۶-۴- نمودار همگرایی تابع هدف بر حسب مقادیر مختلف تعدا تکرار در سد کرج ۹۷
شکل ۶-۵- نمودار همگرایی تابع هدف بر حسب مقادیر مختلف α در سد آلتوس..... ۹۷
شکل ۶-۶- نمودار همگرایی تابع هدف بر حسب مقادیر مختلف ρ در سد آلتوس..... ۹۸
شکل ۶-۷- نمودار همگرایی تابع هدف بر حسب مقادیر مختلف تعداد مورچه در سد آلتوس..... ۹۹
شکل ۶-۸- نمودار همگرایی تابع هدف بر حسب مقادیر مختلف تعدا تکرار در سد آلتوس..... ۱۰۰

فصل ۱

مقدمه و کلیات

۱-۱- مقدمه

سدها برای اهداف مختلفی از قبیل کنترل سیلاب، تولید نیروی برق آبی، ذخیره‌ی آب جهت تأمین نیازهای شرب، صنعتی، کشاورزی و خنک کردن تأسیسات نیروگاهها و کارخانجات ساخته می‌شوند. از آنجا که مهمترین عامل تهدید کننده‌ی حجم مفید مخازن ته‌نشین شدن رسوبات می‌باشد، در این فصل به اهمیت بررسی و پیش‌بینی رسوبگذاری در مخازن پرداخته شده و اهداف و فرضیات در نظر گرفته شده در این تحقیق بیان شده است.

۱-۲- رسوبگذاری در مخازن

احداث سد در رودخانه باعث کاهش سرعت آب و بالا آمدن سطح آب در بالادست سد می‌شود که تأثیر بسزایی در تغییر مورفولوژی رودخانه و انباشت رسوبات در مخزن آن دارد. با کاهش سرعت جریان در نتیجه‌ی احداث سد، رسوبات انتقال یافته از بالادست رودخانه شروع به ته‌نشین شدن می‌کنند. چگونگی توزیع رسوبات در مخزن تابع نحوه‌ی کاهش سرعت آب در قسمت‌های مختلف مخزن می‌باشد. مورتی[1] با تحقیقاتی که روی چهار سد مخزنی مختلف در هندوستان انجام داد نشان داد که رسوبات عمدتاً در بالادست مخزن در جایی که عمق آب ۲۰ تا ۳۰ درصد عمق ماکزیمم می‌باشد ته‌نشین می‌شوند[۵۴].

[1] Murthy

سالانه تقریباً ۲۰ میلیارد تن رسوبات در رودخانه‌های جهان انتقال یافته و در آب‌های ساکن ته‌نشین می‌شوند [۳۵]. تا سال ۲۰۰۰ میلادی، رسوبگذاری سبب از بین رفتن حجمی در حدود ۵۶۷ کیلومتر مکعب یا به عبارت دیگر در حدود ۱۰٪ حجم کل مخازن موجود در دنیا شده است [۵۷]. طبق تحقیقاتی که در اواخر دهه ۱۹۵۰ روی ۱۱۰۰ سد در ایالات متحده آمریکا انجام شد، نرخ متوسط کاهش ظرفیت مخزن به طور متوسط سالیانه بین ۰/۵۲ تا ۱/۲۸ درصد گزارش شد. بر اساس گزارش کمیته بین المللی سدهای بزرگ (ICOLD) بعد از کشور چین با ۲/۵ درصد کاهش سالیانه ظرفیت مخزن بر اثر رسوبگذاری، خاورمیانه با ۱/۵ درصد کاهش در رتبه بعدی قرار دارد. در ایران نیز در حدود ۱۲۰ سد با ظرفیت بیش از ۳۰ میلیون مترمکعب در حال بهره برداری می‌باشند که مجموع ظرفیت ذخیره آب آنها در حدود ۳۳ میلیارد مترمکعب است، بررسی ها نشان می دهد سالیانه بین ۱۷۵ تا ۲۵۰ میلیون متر مکعب از این ظرفیت تحت اثر رسوبگذاری از بین می‌رود که در حدود ۰/۷۵ تا ۱ درصد ظرفیت سدهای کشور می باشد [۱۱].

در زمان طراحی، حجمی مازاد بر حجم ذخیره‌ی آب در مخزن در نظر گرفته می‌شود تا رسوبات وارد شده در زمان عمر مفید یا عمر اقتصادی مخزن اختلالی در عملکرد مخزن ایجاد نکنند. با ته‌نشین شدن رسوبات در مخزن ظرفیت مخزن شروع به کاهش می‌کند. گسترش پروفیل رسوبگذاری و حرکت آن به سمت مخزن تأثیر بسزایی روی عملکرد و بهره‌برداری از مخزن و تعیین مدت زمان ورود و خروج سیلاب به مخزن دارد. رسوبات درشت‌دانه در قسمت‌های بالاتر مخزن ته-نشین شده و تشکیل دلتا می‌دهند و رسوبات ریزدانه‌تر در نواحی پایین‌تر، نزدیک سد ته‌نشین شده و در عملکرد تأسیسات خروجی تأثیر می‌گذارند. کف‌کنی و فرسایش رودخانه و از بین رفتن شفافیت آب در پایین‌دست مخزن از جمله تأثیرهای جانبی هستند که در پایین دست رودخانه ایجاد می‌شوند.

دلایل اساسی برای مطالعه‌ی رسوبگذاری در مخازن وجود دارد که در این بین می‌توان به مواردی مانند بررسی میزان حجم از دست رفته مخزن در هر سال و در نتیجه تنظیم سیاست‌های بهره‌برداری سالانه، بررسی اقتصادی بودن طرح در اثر رسوبگذاری در یک دوره مشخص، تعیین محل کارگذاری دریچه‌های عمقی و پنستاک‌ها، تعیین موقعیت قرارگیری آبگیرها، تعیین محل قرارگیری دریچه‌های مخصوص تخلیه رسوب و تعیین بهترین محل جهت احداث تسهیلات رفاهی از قبیل قایق سواری و شنا اشاره کرد. علاوه بر کاهش میزان ذخیره آب که مهمترین مسئله انباشت رسوبات در

مخازن می‌باشد می‌توان به مشکلات دیگری مانند سرریز شدن آب از روی تاج سد[1] در شرایط سیلابی، افزایش خطر واژگونی سد، کاهش عملکرد دریچه‌های تحتانی سد[2]و اختلال در آبگیری، افزایش زبری سطح مقطع و احتمال بوجود آمدن کاویتاسیون در تأسیسات آبگیری، فرسایش پایین-دست سد و در نتیجه تهدید ساختمان سد، پایین آمدن کیفیت آب مصرفی، کم شدن مقدار سیلاب قابل کنترل، ایجاد مناطق باتلاقی در سواحل، ریزش دیواره‌های سواحل و ناپایدار شدن دیواره‌های سواحل، کاهش سطوح زیر کشت تحت آبیاری، افت در میزان انرژی تولید شده، هزینه‌های ایجاد شده برای تصفیه آب و تأثیر در زندگی آبزیان و درنتیجه افت در تولیدات مربوط به آبزیان اشاره کرد [۵،۶،۲۰،۵۳ و۵۶]. به طور مثال در این رفرنس‌ها نسبت خسارات ایجاد شده در یک دوره ۵۰ ساله در مخزن ماهاویلی[3] در کشور هندوستان بر اثر چهار عامل کاهش سطح زیر کشت تحت آبیاری، افت تولید شده در میزان انرژی، هزینه‌های ایجاد شده برای تصفیه آب و میزان افت در تولیدات آبزیان که در اثر رسوبگذاری ایجاد شده‌اند، بالغ بر ۷۶۰۴۷۱۰ دلار گزارش شده است. [۵۳]

با توجه به موارد ذکر شده در رابطه با اهمیت بررسی و مشکلات ناشی از رسوبگذاری بایستی مسئله رسوبگذاری در کلیه مراحل احداث سد، اعم از مطالعات شناخت، مطالعات فاز یک، طراحی، کنترل، ساخت و نگهداری در نظرگرفته شود. در نتیجه با اطلاع از نحوه‌ی توزیع رسوبات و پیش‌بینی آن می‌توان با ضریب اطمینان بالاتری سیاست‌های مربوط به بهره‌برداری از مخزن و تصمیمات لازم در ارتباط با مشکلات ناشی از رسوبگذاری را اتخاذ کرد.

۱-۳- ضرورت انجام پژوهش

یکی از مهمترین مشکلات در تخمین و برآورد حجم رسوبگذاری در مخازن کشور، فقدان روش‌های تجربی و نیمه‌تجربی واسنجی[4] شده با اطلاعات مخازن کشور می‌باشد که شاید یکی از دلایل، نبود اطلاعات کافی و یا به صورت دقیق‌تر عدم انجام عملیات هیدروگرافی متعدد در مورد اکثر مخازن کشور می‌باشد. یکی از رایج‌ترین روش‌ها در تخمین توزیع رسوبات در سدها، روش تجربی

[1] Over topping
[2] Bottom outlet
[3] Mahaweli
[4] Calibration

کاهش سطح می‌باشد. از آنجا که پارامترهای بکار رفته در این روش تنها بر اساس اطلاعات تعداد محدودی سد در آمریکا بدست آمده و انتخاب این پارامترها تأثیر بسزایی در دقت این روش دارد ممکن است پارامترهای بکار رفته در این روش، برای یک مخزن در منطقه دیگری بهترین مقدار نباشد، لذا پارامترهای به کار رفته در این روش ممکن است نتوانند توزیع رسوبات در مخازن دیگر نقاط را با دقت مطلوب پیش‌بینی کنند. بنابراین با تغییر این پارامترها در هر مخزن می‌توان به توزیع دقیق‌تری از رسوبات دست یافت. هدف از این تحقیق، تهیه مدل واسنجی خودکار روش تجربی کاهش سطح با استفاده از الگوریتم مورچگان جهت تخمین دقیق‌تر نحوه‌ی توزیع رسوبات در مخازن می‌باشد. این مدل نحوه‌ی توزیع رسوبات را بنحوی تعیین می‌کند که بیشترین تطابق بین مقادیر محاسباتی و اندازه‌گیری شده بدست آید.

۱-۴- فرضیات پژوهش

فرضیات این پژوهش به شرح زیر می‌باشند:

- با تغییر پارامترها و تعیین مقدار بهینه آنها می‌توان به نتایج دقیق‌تری با استفاده از روش تجربی کاهش سطح دست یافت.

- الگوریتم بهینه‌سازی جامعه مورچگان[1] توانایی تعیین پارامترهای بهینه روش تجربی کاهش سطح را دارد.

۱-۵- اهداف پژوهش

مهمترین اهداف این تحقیق را می‌توان بصورت زیر بیان نمود:

- بالا بردن دقت روش تجربی کاهش سطح در تخمین برآورد توزیع رسوبات در مخازن
- تخمین دقیق میزان حجم آب سد جهت تامین نیازهای آبی
- تخمین نحوه‌ی رسوبگذاری در سال‌های آینده برای انجام اقدامات کنترل و پیشگیری

[1] Ant Colony

۱-۶- نحوه‌ی تنظیم و تدوین پایان‌نامه

بطور کلی مباحث این پایان‌نامه در ۷ فصل تنظیم شده که علاوه بر این فصل شامل جزئیات زیر می‌باشد:

فصل دوم- بررسی منابع و سوابق تحقیق

در این فصل مروری بر روش‌های مختلف نقشه‌برداری از مخازن و تعیین حجم رسوب در مخازن ارائه شده است.

فصل سوم- مدل‌های ریاضی

این فصل شامل مدل کاهش سطح و مدل بهینه‌سازی و همچنین مدل شبیه‌سازی- بهینه‌سازی می‌باشد.

در بخش مدل بهینه‌سازی برخی از رایج‌ترین روش‌های بهینه‌سازی بصورت مختصر توضیح داده شده سپس سوابق تحقیق روش الگوریتم مورچگان همراه با الگوریتم آن ارائه شده است و جزئیات مدل ریاضی تهیه شده تشریح شده است.

در بخش مدل شبیه‌سازی و بهینه‌سازی ابتدا نحوه‌ی ترکیب مدل شبیه‌سازی روش تجربی کاهش سطح با مدل ریاضی الگوریتم مورچگان ارائه شده و سپس به ترتیب متغییرهای تصمیم، تابع هدف و محدودیت‌های مربوط به مدل شبیه‌سازی- بهینه‌سازی روش تجربی کاهش سطح معرفی شده‌اند.

فصل چهارم- کاربرد مدل تهیه شده

در این فصل ابتدا مخازن مورد مطالعه معرفی و سپس اطلاعات مورد نیاز برای اجرای مدل شبیه‌سازی- بهینه‌سازی ارائه شده است.

فصل پنجم- بحث و نتایج

در این فصل نتایج کاربرد مدل شبیه‌سازی- بهینه‌سازی تهیه شده روی مخازن مورد مطالعه ارائه شده است.

فصل ششم- تحلیل حساسیت

در این فصل گزینه‌های شبیه‌سازی معرفی شده و سپس بهترین مقادیر مربوط به این پارامترها جهت اجرای مدل شبیه‌سازی- بهینه‌سازی ارائه شده است.

فصل هفتم- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این فصل با توجه به نتایج حاصل از مدل شبیه‌سازی- بهینه‌سازی روش تجربی کاهش سطح نتیجه‌گیری‌های کلی و عمومی ارائه و در پایان با توجه به مطالعات انجام گرفته در این تحقیق پیشنهادهایی جهت تحقیقات آینده ارائه شده است.

فصل ۲

بررسی منابع و سوابق تحقیق