



بررسی اثر پوشش‌های شیمیایی کاهنده تبخیر بر شاخص‌های کیفی آب دریاچه ارومیه و شرایط جسمانی آرتمیا

محمد رضا محمدی، مسعود تجریشی، اعظم ایرجی زاد

دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران گرایش مهندسی محیط زیست دانشگاه صنعتی شریف

استاد و عضو هیئت علمی دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی شریف

استاد و عضو هیئت علمی دانشکده فیزیک دانشگاه صنعتی شریف

Mohammadreza.mohammadi7@student.sharif.edu

Tajrishy@sharif.edu

iraji@sharif.edu

خلاصه

استفاده از مواد شیمیایی برای کاهش تبخیر از سال ۱۹۵۰ مورد توجه قرار گرفته است؛ عمده تمرکز تحقیقات بر روی استفاده از الکل‌های چرب با زنجیره‌ای بلند است. در اکثر پوشش‌های شیمیایی ترکیبات استئاریل و ستیل الکل تشکیل دهنده بخش‌های اصلی پوشش‌ها هستند. در این پژوهش تغییرات شاخص‌های کیفی آب دریاچه ارومیه و وضعیت جسمانی آرتمیا با پخش سه نوع پوشش شیمیایی مختلف که این الکل‌های چرب اجزای اصلی تشکیل دهنده آن هستند بررسی شده است؛ نتایج آزمایش‌ها در محیط تشتک تبخیر و در دو دوره ۴ روزه نشان می‌دهد، تغییرات شاخص‌های کیفی چگالی و کل جامدات محلول در دراز مدت محسوس نخواهد بود، حال آنکه سختی کل کمی کاهش و pH آب اندکی افزایش خواهد یافت. پخش این پوشش‌های شیمیایی بر روی استخرهای پرورش آرتمیا نشان می‌دهد، این پوشش‌ها در کوتاه مدت تغییری در قد و وزن آرتمیا ایجاد نخواهند کرد.

کلمات کلیدی: دریاچه ارومیه، پوشش‌های شیمیایی، شاخص‌های کیفی آب، آرتمیا، الکل‌های چرب

۱. مقدمه

استفاده از مواد شیمیایی برای کنترل تبخیر در استرالیا، ایالات متحده آمریکا و هند از سال ۱۹۵۰ مورد توجه قرار گرفته و عمده تمرکز تحقیقات بر روی استفاده از الکل‌های چرب با زنجیره‌ای بلند است. ترکیبات ستیل^۱ و استئاریل^۲ الکل در بسیاری از پوشش‌های شیمیایی بخش‌های اصلی تشکیل دهنده پوشش هستند. این الکل‌ها شامل یک سرآبدوست^۳ (گروه هیدروکسیل) که در تماس با سطح آب قرار می‌گیرد و یک سطح آبگریز^۴ (زنجیره کربنی) هستند [۱]. ستیل الکل (هگزا دکانول) و سایر الکل‌های چرب زنجیره بلند قادرند در سطح آب یک لایه به ضخامت تنها یک مولکول (۰/۰۰۲ میکرون) تشکیل دهند، که تحت عنوان تک لایه^۵ خوانده می‌شوند [۲]، [۳] این مواد معمولاً بصورت دستی در ساحل یا بوسیله قایق پخش و از طریق کاهش فشار نسبی و ایجاد موج با سرعت حدود ۱۰ کیلومتر در ساعت به سادگی بر روی آب گسترش می‌یابند [۴]، [۵]. از آنجا که این ترکیبات قابل تجزیه بیولوژیکی هستند، غیر سمی بوده و نسبت به اکسیژن قابل نفوذ هستند، اما باید هر ۲-۳ روز تجدید شوند [۶]. این روش در سال ۲۰۰۳ در سطح بین المللی به عنوان یک روش شیمیایی مناسب برای منابع آبی که برای شرب استفاده می‌گردند، ثبت شده و در لیست برنامه‌های محیطی سازمان ملل متحد به عنوان یک تکنولوژی سالم محیطی قرار گرفته است [۷].

^۱ Cetyl alcohol
^۲ stearyl alcohol
^۳ Hydrophile
^۴ Hydrophobe
^۵ Monolayer

در این پژوهش به بررسی شاخص‌های کیفی نمونه آب دریاچه ارومیه پس از پخش پوشش‌های شیمیایی در دو دوره زمانی مختلف، در حالی که در مدت ۴ روز پس از پخش پوشش‌ها هیچ تجدید پوششی صورت نگرفته است و حالتی که طی هر ۴۸ ساعت پوشش‌ها تجدید شده‌اند پرداخته می‌شود. همچنین اثر پخش پوشش‌های شیمیایی حاوی الکل‌های چرب بر وزن و قد آرتیمیا بعنوان تنها موجود زنده دریاچه ارومیه بررسی می‌گردد.

۲. پوشش‌هایی شیمیایی کاهنده تبخیر پخش شده بر روی آب دریاچه ارومیه

در پوشش‌های شیمیایی مورد بررسی در این پژوهش نیز همانند اکثر پوشش‌های شیمیایی، اجزای اصلی تشکیل دهنده پوشش، الکل‌های چرب استئاریل و ستیل الکل هستند. بررسی شاخص‌های کیفی آب دریاچه ارومیه و شاخص‌های جسمانی آرتیمیا، در اثر پخش این سه پوشش انجام می‌گیرد. غلظت مواد شیمیایی مورد استفاده برای پوشاندن سطح مورد نظر 1 mg/mL است. این سه پوشش به شرح زیر است:

پوشش اول: محلول حاوی الکل‌های چرب استئاریل و ستیل در حلال اتانول،
پوشش دوم: محلول حاوی اسید استئاریک و الکل‌های استئاریل و ستیل در حلال هگزان و
پوشش سوم: محلول حاوی استئاریل الکل و روغن جوجوبا در حلال هگزان [۸].

۳. بررسی شاخص‌های کیفی آب دریاچه ارومیه با پخش پوشش‌های شیمیایی کاهنده تبخیر

برای بررسی تأثیر پخش پوشش‌های شیمیایی کاهنده تبخیر بر شاخص‌های کیفی آب دریاچه ارومیه، از چهار تشتک تبخیر حاوی آب دریاچه ارومیه استفاده شده است. در مرحله اول آزمایش، پوشش‌های شیمیایی در یک دوره ۹۶ ساعته بررسی شده‌اند. در این مدت فقط یک بار و در همان ساعت ابتدایی پوشش شیمیایی پخش شده و تجدید پوششی صورت نگرفته است. نتایج تغییرات شاخص‌های کیفی آب مربوط به تشتک‌های دارای پوشش شیمیایی و تشتک شاهد پس از مدت ۴ روز در جدول ۱ ارائه گردیده است.

جدول ۱- شاخص‌های کیفی آب دریاچه ارومیه پس از ۹۶ ساعت از پخش پوشش شیمیایی (بدون تجدید پوشش)

تشتک شاهد یا آزمایش مرحله اول	تشتک حاوی بدون پوشش	تشتک حاوی پوشش اول	تشتک حاوی پوشش دوم	تشتک حاوی پوشش سوم
۷,۹۶	۷,۹۶	۷,۹۲	۷,۹۶	۸,۰۱
pH				
۱,۱۵۷	۱,۱۵۷	۱,۱۴۵	۱,۱۴۳	۱,۱۴۶
چگالی (g/mL)				
۱۹۳,۲	۱۹۳,۲	۱۹۰,۱	۱۸۸,۴	۱۸۹,۱
کل جامدات محلول (g/L)				
۴۴	۴۴	۴۲	۴۱	۴۱
سختی کل (g/LCaCO ₃)				

- نتایج نشان می‌دهد که pH دچار تغییر نشده، اما چگالی، غلظت جامدات محلول و سختی کل تشتک شاهد کمی بیشتر از تشتک‌های دیگر است. در واقع با تبخیر بیشتر از سطح تشتک شاهد و کاهش حجم آب، غلظت مواد محلول در آن بیشتر شده است.

این آزمایش نشان می‌دهد با پخش پوشش شیمیایی کاهنده تبخیر در درازمدت و استفاده از آن برای یک دوره طولانی، شاخص‌های کیفی آب دریاچه ارومیه چون چگالی، جامدات محلول و سختی کل آب ثبات بیشتری خواهند داشت؛ زیرا حجم آب کمتر کاهش خواهد یافت و به تبع آن غلظت مواد محلول موجود در آب ثابت خواهد ماند.

در مرحله دوم آزمایش، برای بررسی دقیق‌تر شاخص‌های کیفی آب دریاچه ارومیه در اثر پخش پوشش‌های شیمیایی حاوی الکل‌های چرب، پس از پخش پوشش‌های شیمیایی در ابتدای آزمایش، پس از هر ۴۸ ساعت پوشش‌ها تجدید شده و نتایج اندازه‌گیری مربوط به شاخص‌های کیفی آب تشتک‌های دارای پوشش شیمیایی و تشتک شاهد مطابق جدول ۲ بدست آمده است.

جدول ۲- شاخص های کیفی آب دریاچه ارومیه پس از ۹۶ ساعت از پخش پوشش شیمیایی (سه بار پخش پوشش)

آزمایش مرحله دوم	تشتک شاهد	تشتک حاوی	تشتک حاوی	تشتک حاوی
	یا بدون پوشش	پوشش اول	پوشش دوم	پوشش سوم
pH	۸,۰۲	۸,۱۲	۸,۲۲	۸,۱۸
چگالی (g/mL)	۱,۱۲۷	۱,۱۱۹	۱,۱۱۷	۱,۱۱۸
کل جامدات محلول (g/L)	۱۸۰,۱	۱۷۶,۷	۱۷۵,۲	۱۷۸,۵
سختی کل (g/LCaCO3)	۳۶	۳۳	۳۳	۳۵

- در این مرحله از آزمایش ها مشاهده می گردد که pH آب دریاچه ارومیه در تشتک شاهد کمتر از تشتک های دارای پوشش شیمیایی است؛ عبارتی با کاهش حجم آب در اثر تبخیر، pH نمونه آب دریاچه ارومیه اندکی کاهش یافته، همچنین با تبخیر از سطح تشتک، حجم آب کاهش یافته و غلظت مواد محلول افزایش می یابد؛ بنابراین شوری، چگالی، جامدات محلول و سختی کل در تشتک شاهد کمی بیشتر از تشتک های دیگر است؛ زیرا میزان تبخیر از سطح آن بیشتر بوده است.

آزمایش فوق شامل پخش سه بار پوشش شیمیایی نیز نشان می دهد؛ با پخش پوشش شیمیایی و جلوگیری از تبخیر پارامترهای کیفی آب دریاچه ارومیه وابسته به حجم آب در دراز مدت ثابت بیشتری خواهند داشت. توجه به این نکته ضروری است که این آزمایش های در سطح تشتک کلاس A امریکایی که یک محیط بسته است انجام گرفته، اما در بستر دریاچه ارومیه رسوبات زیادی وجود دارد، که با افزایش تراز سطح آب این رسوبات نیز در معرض آب قرار خواهند گرفت و قابلیت حل شدن خواهند شد و به نوبه ی خود باعث تغییر شاخص های کیفی آب می شوند. درصد تغییرات شاخص های کیفی آب پس از یک دوره ۹۶ ساعته، در تشتک های حاوی پوشش شیمیایی نسبت به تشتک شاهد، در حالتی که پوشش شیمیایی تجدید نشده و حالتی که پس از هر ۴۸ ساعت پوشش تجدید شده به ترتیب مطابق جدول ۳ و جدول ۴ است.

جدول ۳- درصد تغییرات شاخص های کیفی آب دریاچه ارومیه نسبت به تشتک شاهد پس از ۹۶ ساعت و یک بار پخش پوشش شیمیایی (پخش پوشش در ابتدای دوره زمانی)

تغییرات بر حسب %	تشتک حاوی پوشش اول	تشتک حاوی پوشش دوم	تشتک حاوی پوشش سوم
pH	-۰,۵	۰	۰,۶
چگالی (g/mL)	-۱	-۱,۲	-۱
کل جامدات محلول (g/L)	-۱,۶	-۲,۵	-۲,۱
سختی کل (g/LCaCO3)	-۴,۵	-۶,۸	-۶,۸

جدول ۴- درصد تغییرات شاخص های کیفی آب دریاچه ارومیه نسبت به تشتک شاهد پس از ۹۶ ساعت و سه بار پخش پوشش شیمیایی (پخش پوشش در ابتدای دوره زمانی و تجدید آن پس از هر ۴۸ ساعت)

تغییرات بر حسب %	تشتک حاوی پوشش اول	تشتک حاوی پوشش دوم	تشتک حاوی پوشش سوم
pH	۱,۲	۲,۵	۲
چگالی (g/mL)	-۰,۷	-۰,۹	-۰,۸
کل جامدات محلول (g/L)	-۱,۹	-۲,۷	-۰,۹
سختی کل (g/LCaCO3)	-۸,۳	-۸,۳	-۲,۸

مقایسه تغییرات شاخص های کیفی آب دریاچه ارومیه در حالتی که در طی ۹۶ ساعت یک بار پوشش پخش شده و حالتی که در همین مدت ۳ مرتبه پوشش پخش گردیده است نشان می دهد، تغییرات شاخص هایی چون pH و چگالی و کل جامدات محلول با افزایش تعداد مرتبه های پخش (افزایش غلظت پوشش ها در سطح مورد نظر) محسوس نیست حال آنکه تجدید پوشش ها باعث کاهش محسوس سختی کل شده است.

۴. بررسی وضعیت جسمانی آرتمیبا با پخش پوشش شیمیایی کاهنده تبخیر

آرتمیبا اصلی‌ترین ماکروزوپلانکتون^۱ در بسیاری از اکوسیستم‌ها آب شور و یکی از مهمترین زیرساخت‌های صنعت آبی‌زی پروری است، دریاچه ارومیه از بزرگترین زیستگاه‌های طبیعی آرتمیبا در جهان است [۹]، [۱۰]. بمنظور بررسی اثر پوشش‌های شیمیایی بر شاخص‌های جسمانی آرتمیبا، از ۵ استخر پرورش آرتمیبا واقع در مرکز تحقیقات آرتمیبا کشور استفاده شد، در ۲ استخر پوشش‌های اول و دوم پخش شدند و ۳ استخر بعنوان شاهد در نظر گرفته شدند. در این بررسی پوشش سوم بعلت ناکارآمدی حذف گردید.

از آنجا که اندازه‌گیری وزن یک آرتمیبا به تنهایی به ترازوهایی با دقت بسیار بالا نیاز دارد و دقت ترازویی مورد استفاده در این آزمایش ۰,۰۰۰۱ گرم است؛ از هر استخر قبل از پخش پوشش بصورت تصادفی یک دسته ۵۰ تایی آرتمیبا مطابق شکل ۱ خشک شده و سپس وزن گردیده است.



الف) خشک کردن آرتمیبا (ب) توزین دسته ۵۰ تایی آرتمیبا

شکل ۱- مراحل توزین دسته ۵۰ تایی آرتمیبا

پس از ۷ روز و تخریب شدن پوشش‌های شیمیایی، مجدداً از هر استخر به صورت تصادفی یک دسته ۵۰ تایی آرتمیبا صید و پس از خشک شدن، وزن گردید. برای ۳ استخر شاهد یا بدون پوشش شیمیایی، پس از آنکه وزن دسته ۵۰ تایی هر استخر در هر مرحله اندازه‌گیری شد؛ میانگین وزنی آن‌ها (سه دسته ۵۰ تایی در هر مرحله) به عنوان وزن شاهد دسته ۵۰ تایی آرتمیبا در آن مرحله ثبت تا تغییرات وزن آرتمیبا در استخرهای دارای پوشش شیمیایی با این نمونه شاهد مقایسه شود. نتایج این اندازه‌گیری‌ها در جدول ۵ ارائه گردیده است.

جدول ۵- وزن ۵۰ عدد آرتمیبا مربوط به هر استخر قبل و بعد از پخش پوشش شیمیایی

میانگین استخرهای شاهد		استخر حاوی پوشش اول		استخر حاوی پوشش دوم	
وزن ۵۰ آرتمیبا (gr)		وزن ۵۰ آرتمیبا (gr)		وزن ۵۰ آرتمیبا (gr)	
قبل از پخش	پس از پایان	قبل از پخش	پس از پایان	قبل از پخش	پس از پایان
پوشش شیمیایی	آزمایش‌ها	پوشش شیمیایی	آزمایش‌ها	پوشش شیمیایی	آزمایش‌ها
۰,۳۱۹	۰,۲۷۱	۰,۱۹۳	۰,۲۰۹	۰,۴۰۴	۰,۳۱۹

در استخر حاوی پوشش اول، وزن آرتمیبا کاهش نیافته است. اما در استخر مربوط به پوشش دوم، وزن آرتمیبا کاهش یافته، اما دلیل اصلی کاهش وزن را نمی‌توان مربوط به پوشش دوم دانست؛ زیرا میانگین وزنی استخرهای شاهد نیز کم شده است. با توجه به جدول ۶ که مربوط به استخرهای شاهد که هیچ پوششی بر روی آن‌ها پخش نشده؛ دلیل اختلاف میانگین وزنی دسته ۵۰ تایی آرتمیبا، کم بودن جامعه آماری است. برای مثال در این جدول وزن دسته ۵۰ تایی آرتمیبا در استخر شماره ۱، ۰,۴۵۹ گرم بوده و پس از ۷ روز و بدون پخش هیچ پوششی، وزن دسته ۵۰ تایی تصادفی انتخاب شده ۰,۲۸۵ گرم شده است. بنابراین علت عمده اختلاف وزنی آرتمیبا در استخر حاوی پوشش دوم کم بودن جامعه آماری (تعداد نمونه آرتمیبا) است، اما علیرغم آن می‌توان اظهار داشت که پوشش شیمیایی در کوتاه مدت باعث تغییر محسوس در وزن آرتمیبا نمی‌شود.

^۱ macrozooplankton

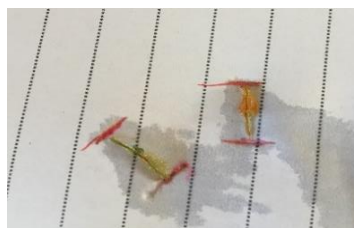
جدول ۶- وزن ۵۰ عدد آرتمیای مربوط به استخرهای شاهد یا فاقد پوشش شیمیایی

استخر شاهد شماره ۱		استخر شاهد شماره ۲		استخر شاهد شماره ۳	
وزن ۵۰ عدد آرتمیای (gT)		وزن ۵۰ عدد آرتمیای (gT)		وزن ۵۰ عدد آرتمیای (gT)	
قبل از پخش پوشش شیمیایی	پس از پایان آزمایش‌ها	قبل از پخش پوشش شیمیایی	پس از پایان آزمایش‌ها	قبل از پخش پوشش شیمیایی	پس از پایان آزمایش‌ها
۰,۴۵۹	۰,۲۸۵	۰,۲۵۶	۰,۳۳۰	۰,۲۴۳	۰,۱۹۹

از هر کدام از دسته‌های ۵۰ تایی صید شده در آزمایش اندازه‌گیری وزن آرتمیای، ۲۵ عدد آرتمیای از هر استخر در هر مرحله (قبل از پخش پوشش و ۷ روز پس از پخش پوشش شیمیایی) به صورت تصادفی انتخاب و قد آن‌ها با استفاده از کولیس مطابق شکل ۲ اندازه‌گیری گردید.



ب) اندازه‌گیری قد آرتمیای با کولیس



الف) انتقال آرتمیای بر روی کاغذ و مشخص کردن قد آن

شکل ۲- مراحل اندازه‌گیری قد آرتمیای

برای استخرهای شاهد؛ پس از اندازه‌گیری قد آرتمیای برای هر استخر، میانگین قد آرتمیای در سه استخر به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. نتایج این اندازه‌گیری‌ها در جدول ۷ ارائه گردیده است.

جدول ۷- اندازه قد ۲۵ عدد آرتمیای از هر استخر قبل و بعد از پخش پوشش شیمیایی

میانگین استخرهای شاهد		استخر حاوی پوشش اول		استخر حاوی پوشش دوم	
قبل از پخش پوشش شیمیایی	پس از پایان آزمایش‌ها	قبل از پخش پوشش شیمیایی	پس از پایان آزمایش‌ها	قبل از پخش پوشش شیمیایی	پس از پایان آزمایش‌ها
اندازه آرتمیای (cm)		اندازه آرتمیای (cm)		اندازه آرتمیای (cm)	
۰,۷۹	۰,۹۲	۰,۷۱	۰,۷۲	۰,۹۴	۰,۹۹
۱,۰۷	۰,۸۲	۰,۹۲	۰,۸۳	۱,۳۲	۰,۷۷
۱,۰۱	۱,۰۳	۰,۹۸	۰,۷۹	۰,۹۵	۱,۱۶
۰,۹۱	۰,۸۷	۰,۶۴	۰,۷۵	۰,۶۵	۱,۰۷
۱,۰۴	۰,۹۳	۱	۰,۸۵	۱,۱۵	۰,۸۹
۰,۹۶	۰,۹۷	۰,۸	۰,۸۳	۰,۹۸	۱,۳۲
۰,۹۹	۰,۹۷	۰,۹	۰,۷۳	۱,۰۵	۰,۸۹
۰,۸۴	۰,۸۵	۰,۶۲	۰,۷۱	۰,۹۱	۰,۸۱
۰,۸۶	۰,۹۹	۰,۸۱	۰,۷۹	۱,۲۴	۰,۷۶
۰,۷۵	۰,۸۲	۰,۶۵	۰,۷۵	۱,۰۶	۰,۶۷
۰,۷۵	۰,۶۹	۰,۴۱	۰,۶۷	۱,۰۶	۰,۹۹
۰,۶۴	۱,۰۵	۱	۰,۵۸	۱,۱۵	۰,۸۴
۰,۹۴	۰,۷۹	۰,۷۹	۰,۹۱	۰,۸۷	۰,۹۹
۰,۹۲	۰,۸۱	۰,۸	۰,۷۴	۰,۸۱	۰,۸۱
۰,۹۸	۰,۹۱	۰,۷۵	۰,۶۱	۰,۸۶	۰,۹۹
۰,۹۶	۰,۹۲	۰,۸۵	۱,۰۸	۰,۹۴	۰,۶۹



دوازدهمین کنگره ملی مهندسی عمران

۸۰۷ خرداد ۱۳۹۹

دانشگاه صنعتی سهند، تبریز، ایران



۱,۰۲	۱,۰۳	۰,۸۲	۰,۸۴	۰,۶۸	۰,۹
۱	۰,۸	۰,۹۳	۰,۸۱	۰,۸۳	۰,۸۷
۱,۰۳	۰,۸۹	۰,۸۱	۰,۵۱	۱,۰۸	۰,۷۲
۱,۰۱	۱,۰۶	۰,۹	۱	۰,۸۱	۰,۹۲
۰,۹	۰,۹۹	۰,۷۷	۰,۶۹	۰,۸۷	۰,۷۸
۰,۹	۰,۷۲	۰,۸۲	۰,۵۸	۰,۸۳	۰,۹۱
۰,۷۶	۰,۶	۰,۸۵	۰,۹۵	۰,۷۹	۰,۸۱
۰,۹۲	۰,۸۳	۰,۶۲	۰,۷۹	۰,۷۴	۰,۸۱
۰,۹	۱,۱۵	۰,۹۳	۰,۹۱	۰,۸۹	۰,۶۳

سوال این است که آیا میانگین قد آرتیمیا قبل و پس از پخش پوشش شیمیایی دچار تغییر می شود یا خیر؟ برای پاسخ به این سوال از آزمون فرض آماری استفاده شده، که نتایج این آزمون برای هر یک از استخرها، در جدول ۸، جدول ۹ و جدول ۱۰ ارائه شده است.

جدول ۸- آزمون فرض قد آرتیمیا برای قبل شروع آزمایش و پس از پایان آن در استخرهای شاهد

t-test for Equality of Means						Levene's Test Equality of Variances		Equal Variances assumed	
95% Confidence Interval of the Difference		Std-Error Difference	Mean Difference	Sig. (2-tailed)	Df	T	Sig.	F	Equal Variances not assumed
Upper	Lower								
0.05907	-0.06707	0.03137	-0.004	0.899	48	-0.128	0.492	0.479	not assumed
0.05909	-0.06709	0.03137	-0.004	0.899	47.352	-0.128			assumed

جدول ۹- آزمون فرض قد آرتیمیا برای قبل شروع آزمایش و پس از پایان آن در استخرهای پوشش اول

t-test for Equality of Means						Levene's Test Equality of Variances		Equal Variances assumed	
95% Confidence Interval of the Difference		Std-Error Difference	Mean Difference	Sig. (2-tailed)	Df	T	Sig.	F	Equal Variances not assumed
Upper	Lower								
0.07482	-0.08122	0.0388	-0.0032	0.935	48	-0.82	0.12	2.501	not assumed
0.07504	-0.08144	0.0388	-0.0032	0.935	43.313	-0.082			assumed

جدول ۱۰- آزمون فرض قد آرتیمیا برای قبل شروع آزمایش و پس از پایان آن در استخرهای پوشش دوم

t-test for Equality of Means						Levene's Test Equality of Variances		Equal Variances assumed	
95% Confidence Interval of the Difference		Std-Error Difference	Mean Difference	Sig. (2-tailed)	Df	T	Sig.	F	Equal Variances not assumed
Upper	Lower								
0.12912	-0.05472	0.04572	0.0372	0.42	48	0.814	0.391	0.748	not assumed
0.12919	-0.05479	0.04572	0.0372	0.42	46.61	0.814			assumed



دوازدهمین کنگره ملی مهندسی عمران

۸ و ۷ خرداد ۱۳۹۹

دانشگاه صنعتی سهند، تبریز، ایران



آزمون فرض آماری با فرض صفر (H_0) "برابر بودن میانگین قدی آرتیمیا قبل و پس از پخش پوشش شیمیایی" با خطای اولیه $\alpha=0,05$ انجام شده است. همان گونه که در جدول ۸ و جدول ۹ و جدول ۱۰ دیده می شود، سطحی معنایی آزمون levene در همه ی استخرها بزرگتر از $0,05$ بوده در نتیجه در تمامی آزمون ها، فرض یکسان بودن واریانس قدی آرتیمیا در دو جامعه آماری قبل از پخش پوشش شیمیایی و پس از پخش پوشش شیمیایی رد نمی شود. با توجه به فرض یکسان بودن واریانس ها به بررسی سطحی معنای آزمون t در این سطر پرداخته می شود. از آنجا که سطحی معنایی آزمون t نیز بزرگتر از $0,05$ است، فرض صفر رد نمی شود. توزیع فاصله اطمینان 95% نیز در همه آزمون ها به گونه ای است که شامل صفر مختصات است و به عبارتی دیگر این توزیع نیز فرض صفر را رد نمی کند. بنابراین می توان ادعا کرد میانگین قدی آرتیمیا در همه استخرهای پوششی و بدون پوشش، ثابت بوده و به عبارتی این پوشش های شیمیایی در یک مدت کوتاه ۷ روزه تأثیری بر قد آرتیمیا ندارند.

۱۰. نتیجه گیری

بررسی پوشش های شیمیایی حاوی الکل های چرب بر روی آب دریاچه ارومیه نشان می دهد، با توجه به آنکه این پوشش ها باعث کاهش تبخیر می شوند، نسبت به مخزن مشابه بدون پوشش شیمیایی آب کمتر از دست داده و شاخص های کیفی آن تغییر کمتری می کند. در مخزن بدون پوشش (شاهد) با کاهش حجم آب، غلظت مواد محلول افزایش یافته و شاخص های کیفی همانند چگالی، جامدات محلول و سختی کل افزایش و pH کاهش می یابد. با افزایش دفعات پخش پوشش شیمیایی شاخص های pH ، چگالی و کل جامدات محلول تغییر محسوسی ندارد اما سختی کل تغییر کرده است. در صورت پخش پوشش شیمیایی بر سطح دریاچه ارومیه اگرچه کاهش تبخیر و حفظ حجم آب، باعث ثبات شاخص های کیفی می شود، اما از طرفی افزایش تراز سطح آب و حل شدن رسوبات موجود در بستر دریاچه خود باعث تغییر شاخص های کیفی آب خواهد شد. این پژوهش نشان می دهد با توجه به عمر کوتاه آرتیمیا بالغ، در مدت ۷ روز پخش پوشش شیمیایی تغییراتی در وزن و قد آرتیمیا مشاهده نشده و عبارتی این پوشش های در کوتاه مدت برای این موجود زنده بی خطر ارزیابی می گردد اما اثرات پوشش های شیمیایی در بلند مدت و اثر آن بر سیستم آرتیمیا باید در پژوهش های آینده بررسی گردد.

۱۱. قدردانی

از مرکز تحقیقات آرتیمیا کشور و مدیر محترم آن جناب آقای دکتر نکویی فرد و معاون اجرایی مرکز فناوری اطلاعات دانشگاه صنعتی شریف جناب آقای دکتر قره یاضی تشکر و قدردانی می گردد.



دوازدهمین کنگره ملی مهندسی عمران

۸ و ۷ خرداد ۱۳۹۹

دانشگاه صنعتی سهند، تبریز، ایران



۱۲. مراجع

1. G. Sauthier, J. J. Segura, J. Fraxedas, and A. Verdaguer, "Hydrophobic coating of mica by stearic acid vapor deposition," *Colloids Surfaces A Physicochem. Eng. Asp.*, vol. 443, pp. 331–337, Feb. 2014, doi: 10.1016/j.colsurfa.2013.11.031.
2. G. T. Barnes, "The potential for monolayers to reduce the evaporation of water from large water storages," *Agricultural Water Management*, vol. 95, no. 4, pp. 339–353, Apr-2008, doi: 10.1016/j.agwat.2007.12.003.
3. Y. Waheeb Youssef and A. Khodzinskaya, "A Review of Evaporation Reduction Methods from Water Surfaces," *E3S Web Conf.*, vol. 97, 2019, doi: 10.1051/e3sconf/20199705044.
4. J. Frenkiel, "Evaporation Reduction : Physical and chemical principles and review of experiments." 1965.
5. G. Miner, "New Process Makes Evaporation Retardant Cost-effective," *J. Am. Water Works Assoc.*, vol. 95, no. 7, pp. 134–135, Jul. 2003, doi: 10.1002/j.1551-8833.2003.tb10405.x.
6. D. Mcjannet, F. Cook, and J. Knight, "Evaporation Reduction by Monolayers : Overview , Modelling and Effectiveness Urban Water Security Research Alliance Technical Report No . 6," *Urban Water*, no. 6, 2008.
7. I. Craig, A. Green, M. Scobie, and E. Schmidt, "Controlling Evaporation Loss from Water Storages," *Natl. Cent. Eng. Agric.*, no. 1000580/1, p. 207, 2005.
۸. ستاد احیای دریاچه ارومیه, "ارائه دانش فنی پوشش شیمیایی نانومتری مناسب به منظور کنترل تبخیر آب دریاچه ارومیه," ۱۳۹۹.
9. A. Eimanifar and F. Mohebbi, "Urmia Lake (Northwest Iran): A brief review," *Saline Systems*, vol. 3, no. 1, 2007, doi: 10.1186/1746-1448-3-5.
10. W. A. Wurtsbaugh and Z. M. Gliwicz, "Limnological control of brine shrimp population dynamics and cyst production in the Great Salt Lake, Utah," in *Saline Lakes*, Springer Netherlands, 2001, pp. 119–132.