



دوازدهمین کنگره ملی مهندسی عمران

۸ خرداد ۱۳۹۹

دانشگاه صنعتی سهند، تبریز، ایران

بررسی اثر پوشش‌های شیمیایی کاهنده تبخیر بر نفوذ نور، گرادیان دمایی و شفافیت آب دریاچه ارومیه

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

ستیل الکل و استئاریل الکل مخلوط‌هایی هستند که عموماً به عنوان کاهنده تبخیر استفاده می‌شوند. در این پژوهش پس از پخش چهار نوع پوشش شیمیایی مختلف در استخرهایی با آب دریاچه ارومیه، تغییرات نفوذ نور و گرادیان دمایی در اعماق مختلف پس از پخش پوشش‌ها بررسی گردید. نتایج حاکی از آن است که تغییرات نفوذ نور پس از پخش پوشش شیمیایی جزئی بوده و داده‌های شفافیت سنجی با سکی دیسک نیز آن را تایید می‌کند، عبارتی دیگر این پوشش‌ها در شفافیت آب تغییری ایجاد نمی‌کنند. اما بررسی روند تغییرات گرادیان دمایی نشان می‌دهد، در برخی از این پوشش‌ها دمای اعماق مختلف پس از پخش پوشش شیمیایی دچار تغییرات گسترده می‌شوند. بعنوان مثال با پخش نوعی از پوشش شیمیایی شامل الکل‌های چرب استئاریل و ستیل به همراه استئاریک اسید (پوشش سوم) دمای عمق ۰٫۷۵ متری آب ۳۰ درصد افزایش می‌یابد.

کلمات کلیدی: دریاچه ارومیه، نفوذ نور در آب، گرادیان دمایی آب، الکل‌های چرب، پوشش‌های شیمیایی

۱. مقدمه

اولین بار Rideal در سال ۱۹۲۵ گزارش کرد، که تک لایه‌ها^۱ (موادی که بر روی آب یک لایه مولکولی ایجاد می‌کنند) می‌توانند به منظور کاهش تبخیر مورد استفاده قرار گیرند، به دنبال آن در سال ۱۹۴۳، Langmuir و Schaefer اولین تخمین‌های کمی مقاومت تبخیر تک لایه را انجام دادند و در سال ۱۹۵۳، Mansfield توانایی تک لایه‌ها را در کاهش تبخیر آب در مقیاس میدانی مورد بررسی قرار داد. از این زمان توجهات به سمت کاهش تبخیر به خصوص از حجم‌های عظیم آبی با استفاده از روش شیمیایی مورد توجه قرار گرفته است [۱]، [۲].

ستیل الکل^۲ (۱-هگزادکانول) و استئاریل الکل^۳ (۱-اکتادکانول)، مخلوط‌هایی هستند که عموماً به عنوان کاهنده تبخیر استفاده می‌شوند. گروه عامل هیدروکسیل^۴ این ترکیبات به دلیل آب دوستی^۵ در داخل آب قرار گرفته و زنجیرهای طولی کربنی آن‌ها که آب‌گریز^۶ هستند، در خارج از آب، آرایش به هم فشرده‌ای می‌یابند که خروج مولکول‌های آب به صورت بخار را محدود می‌سازند [۳]. این ترکیبات به طور خودبه‌خودی روی سطح آب پخش می‌شوند و تا حدود ۵۰ درصد، بسته به نوع پوشش، شرایط جوی و خصوصیات مخزن می‌توانند از میزان تبخیر بکاهند [۴].

¹ Monolayers

² Cetyl alcohol

³ Stearyl alcohol

⁴ Hydroxyl (OH)

⁵ Hydrophile

⁶ Hydrophobe

از نظر زیست محیطی، این مواد تأییدیه اداره کل غذا و دارو ایالات متحده آمریکا^۱ را برای استفاده در صنایع غذایی، دارویی و آرایشی دارند و این مطلب نشان دهنده سمیت کم این مواد برای انسان است [۵]. ستیل الکل و استناریل الکل، به طور گسترده به عنوان نرم کننده، غلیظ کننده یا پایدارکننده در صنایع آرایشی و همچنین به عنوان روان کننده و رزین مورد استفاده قرار می گیرند [۶].

۲. پوشش های مورد بررسی

در پوشش های شیمیایی مورد بررسی در این پژوهش نیز همانند اکثر پوشش های شیمیایی، اجزای اصلی تشکیل دهنده پوشش، الکل های چرب استناریل و ستیل الکل هستند. در این تحقیق ضمن استفاده از آب دریاچه ارومیه در استخرهای مرکز تحقیقات آرتیمیای کشور، تغییرات نفوذ نور و دما در اعماق مختلف و همچنین تغییرات شفافیت آب؛ با پخش این چهار پوشش بررسی گردیده است. غلظت مواد شیمیایی مورد استفاده برای پوشاندن سطح مورد نظر 1 mg/mL است این چهار پوشش به شرح زیر است:

پوشش اول: محلول حاوی الکل های چرب استناریل و ستیل در حلال اتانول،

پوشش دوم: محلول حاوی اسید استناریک و الکل های استناریل و ستیل در حلال هگزان،

پوشش سوم: محلول حاوی اسید استناریک و الکل های استناریل و ستیل در حلال هگزان در حالتی که 1.5 برابر پوشش دوم لایه تشکیل دهند.

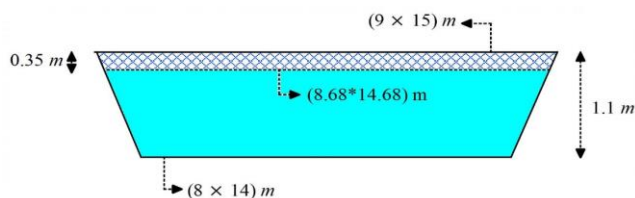
پوشش چهارم: محلول حاوی اسید استناریک و الکل های استناریل و ستیل در آب بصورت امولسیون [۲].

۳. ابزار مورد استفاده

برای بررسی تغییرات نفوذ نور، در اثر استفاده از پوشش های شیمیایی، میزان نور و دما در دوره های مختلف زمانی چون قبل از استفاده از پوشش و دوره های ۶، ۱۲، ۳۰ ساعت پس از استفاده از پوشش انجام گرفته است. برای این کار از ۷ استخر مطابق شکل ۱ به ابعاد 15×9 متر و مقطع دوزنقه ای مطابق شکل ۲ استفاده شده است. این استخرها در مجاورت دریاچه ارومیه قرار دارند و حاوی آب دریاچه ارومیه هستند (از ۸ استخر موجود در مرکز تحقیقات آرتیمیا یکی از استخرها غیر قابل استفاده است)، بر روی ۴ استخر از ۷ استخر موجود پوشش شیمیایی پخش شده و ۳ استخر بدون آنکه بر روی آن پوششی پخش شود، بعنوان نمونه شاهد در نظر گرفته شده است.



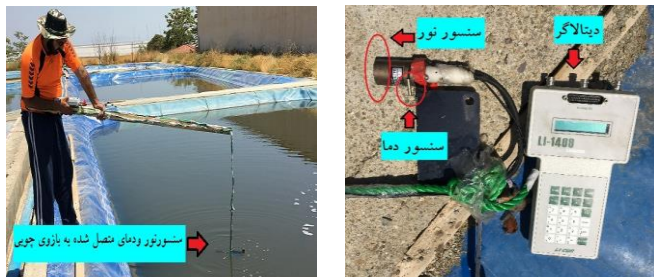
شکل ۱- استخرهای مرکز تحقیقات آرتیمیا کشور



شکل ۲- ابعاد استخرهای مرکز تحقیقات آرتیمیا کشور

¹ Food and Drug Administration (FDA)

اندازه‌گیری نور و دما برای اعماق مختلف از سطح آب تا کف استخر انجام گردید. سنسور نور مورد استفاده (under water quantum sensor LI-192) بوده که به دیتالاگر LI-1400 متصل شده و قابلیت اندازه‌گیری نور در هوا و آب را دارد. برای اندازه‌گیری دما نیز از یک سنسور دماسنج دیجیتال با دقت ۰٫۱ سانتی‌گراد استفاده گردید، این سنسور در مجاورت سنسور نورسنج نصب شده و در اعماقی که نور قرائت شده، دما نیز اندازه‌گیری شده است. برای اندازه‌گیری نور و دما در اعماق، این سنسورها به یک بازوی چوبی متصل شده‌اند تا اندازه‌گیری‌ها در فاصله دورتری از جداره‌های استخر و با دقت بیشتری انجام گیرد. ابزار مورد استفاده برای اندازه‌گیری نور و دما در اعماق مختلف، در شکل ۳ نشان داده شده است.



الف) اتصال سنسورها به بازوی چوبی برای افزایش دقت در اندازه‌گیری

ب) سنسور نور، سنسور دما و دیتالاگر

شکل ۳- ابزار مورد استفاده برای اندازه‌گیری نور و دما در اعماق مختلف

برای اندازه‌گیری شفافیت آب مطابق شکل ۴ از دیسک سکی استفاده شده است. دیسک سکی یک دیسک ۲۰ سانتی‌متری است که هر ربع آن به طور یک در میان سیاه و سفید است و در توده آب آنقدر پایین برده می‌شود تا از سطح دیده نشود (عمق ناپدید شدن)، آنگاه دیسک سکی به آرامی به سمت بالا کشیده می‌شود تا رؤیت گردد (عمق مشاهده)، مقدار متوسط دو عمق فوق عمق سکی دیسک نام دارد. در این پژوهش کدورت آب استخرها در دوره‌های مختلف زمانی قبل و پس از تزریق پوشش شیمیایی، در ساعتی بین ۱۱ تا ۱۴ که بهترین زمان برای اندازه‌گیری عمق سکی است، اندازه‌گیری شده است [۷].



الف) سکی دیسک



ب) وارد کردن سکی دیسک به آب

شکل ۴- ابزار اندازه‌گیری شفافیت آب

۴. تغییرات نفوذ نور و گرادیان دمایی با پخش پوشش‌های شیمیایی

در تحلیل داده‌های اندازه‌گیری شده با سنسور LI-192 با توجه به متغیر بودن نور خورشید در روزها و ساعت‌های مختلف، برای آنکه داده‌های اندازه‌گیری شده در روزهای مختلف قابل مقایسه با یکدیگر باشند بی‌تأثیر باشند؛ به عبارتی داده‌های نور خورشید در اعماق مختلف بر نور خورشید در هوای آزاد، در ساعت اندازه‌گیری داده‌ها تقسیم گشتند و به بیانی ساده‌تر در استخرها مختلف نسبتی از نور هوا که در اعماق نفوذ کرده‌اند با یکدیگر مقایسه می‌شوند.

$$\text{نور اندازه‌گیری شده با سنسور در عمق} = \frac{\text{عدد بی بعد نور برای هر استخر در عمق مشخص}}{\text{نور اندازه‌گیری شده با سنسور در هوای آزاد}}$$

- نور اندازه‌گیری شده با سنسور در اعماق مختلف آب متفاوت است. از طرفی نور اندازه‌گیری شده با سنسور برای هوا در هر روز، برای همه داده‌های یکسان است؛ بنابراین همه داده‌های بر این مقدار تقسیم می‌شوند.



دوازدهمین کنگره ملی مهندسی عمران

۸ و ۷ خرداد ۱۳۹۹

دانشگاه صنعتی سهند، تبریز، ایران

برای مقایسه نور در اعماق مختلف، توسط پوشش‌های شیمیایی متفاوت و در دوره‌های زمانی متفاوت پس از پخش پوشش شیمیایی، از دو منظر نمونه‌ی شاهد وجود دارد:

شاهد زمانی: پس از آنکه داده‌های همه استخرها بُی بعد شدند، از آنجا که بر روی استخرهای شاهد هیچ پوشش شیمیایی پخش نشده، میانگین نور این استخرها در اعماق مختلف به عنوان نمونه شاهد زمانی در نظر گرفته شد، در واقع از آنجایی که نور و دمای روزهای مختلف سال متفاوت است، داده‌های این استخرها به عنوان شاهدی در بیان این میزان تفاوت نور و دما در روزهای مختلف است.

شاهد مکانی: قبل از آنکه بر روی استخرها پوشش شیمیایی پخش شود، چهار مرتبه اندازه‌گیری نور از همه استخرها در اعماق مختلف و در دوره‌های زمانی متفاوت انجام شد، میانگین این اندازه‌گیری‌های، به عنوان یک نمونه شاهد، نشان دهنده تفاوت ذاتی استخرها در جذب نور محیط است؛ چون اولاً موقعیت مکانی استخرها متفاوت است، ثانیاً ترکیبات آب درون آن‌ها، موجودات زنده هر کدام از نظر نوع و تعداد و ... متفاوت هستند. در واقع توانایی استخر شماره ۱ در جذب نور در اعماق مختلف حتی در زمانی که هیچ پوششی روی آن پخش نشده است با استخر شماره ۷ متفاوت است.

پس از بی‌شدن داده‌های نور در اعماق مختلف و انتخاب نمونه شاهد زمانی و مکانی امکان مقایسه داده‌های زمانی - مکانی متفاوت فراهم می‌شود.

جدول ۱ درصد نور جذب شده از هوا در اعماق مختلف آب در استخرهای مختلف

جذب نور				
عمق	میانگین بدون پوشش	۶ ساعت بعد از پوشش	۱۲ ساعت بعد از پوشش	۳۰ ساعت بعد از پوشش
۰	۰,۹۴	۰,۹۴	۰,۸۶	۰,۹۵
۰,۲۵	۰,۴۳	۰,۴۸	۰,۳۹	۰,۴۹
۰,۵	۰,۲۲	۰,۲۸	۰,۲۰	۰,۲۸
۰,۷۵	۰,۱۱	۰,۱۵	۰,۱۰	۰,۱۶
۰	۰,۷۷	۰,۸۶	۰,۷	۰,۹۵
۰,۲۵	۰,۳۵	۰,۴۶	۰,۳۳	۰,۴۷
۰,۵	۰,۱۸	۰,۲۲	۰,۱۳	۰,۲۳
۰,۷۵	۰,۱۳	۰,۱۶	۰,۰۹	۰,۱۵
۰	۰,۸۶	۰,۸۶	۰,۷۸	۰,۹۴
۰,۲۵	۰,۳۶	۰,۴۵	۰,۳۸	۰,۴۹
۰,۵	۰,۲	۰,۲۶	۰,۲	۰,۲۷
۰,۷۵	۰,۱۱	۰,۱۳	۰,۰۸	۰,۱۶
۰	۰,۷۶	۰,۸۵	۰,۹۷	۰,۹۳
۰,۲۵	۰,۰۶	۰,۰۶	۰,۰۵	۰,۰۹
۰,۵	۰	۰	۰	۰
۰,۷۵	۰	۰	۰	۰
۰	۰,۹۷	۱	۰,۸۶	۰,۹۷
۰,۲۵	۰,۳۶	۰,۵	۰,۳۶	۰,۴۴
۰,۵	۰,۱۷	۰,۲۳	۰,۱۸	۰,۲۲
۰,۷۵	۰,۰۶	۰,۲۳	۰,۰۸	۰,۱۲

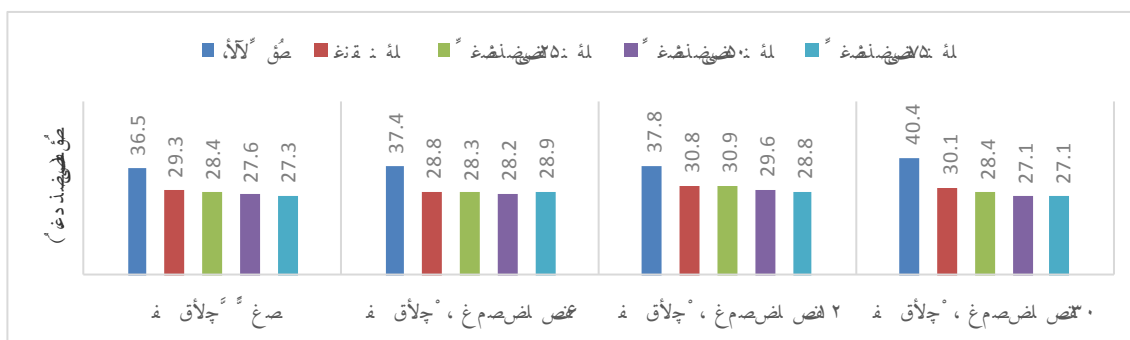
عمق صفر (سطح آب): سهم استخرهای شاهد در سطح آب به طور متوسط ۰,۹۲ نور خورشید در بیرون این سطح و در هوای آزاد است، برای استخرهای شاهد مطابق با جدول ۱ در روزهای مختلف مقدار این جذب در سطح آب یکسان است. استخر حاوی پوشش سوم در حالت طبیعی ۰,۷۶ نور خورشید را جذب کرده اما با پخش پوشش شیمیایی این سهم از نور خورشید به ۰,۹۲ رسیده است. استخرهای حاوی پوشش دوم و چهارم نیز هر کدام به ترتیب به طور متوسط ۰,۸۶ و ۰,۹۳ نور خورشید بیرون سطح آب را جذب می‌کنند و در این جذب پس از پخش پوشش شیمیایی تغییری رخ نداده است. در استخر حاوی پوشش اول به نظر با پخش پوشش سهم سطح آب از نور خورشید بیشتر شده باشد اما از الگوی منظمی پیروی نمی‌کند.

عمق ۰,۲۵ متری: در استخرهای شاهد به طور متوسط ۴۵ درصد نور خورشید در هوای آزاد می‌تواند تا این عمق نفوذ کند، در استخر حاوی پوشش سوم به علت ازدیاد جلبک حتی قبل از پخش پوشش تنها ۰,۰۶ نور هوا تا این عمق نفوذ می‌کرده است و تغییری در این میزان نفوذ رخ نداده است. در این استخر عمق ۰,۲۵ متری را می‌توان عمق ناپدید شدن نور دانست و پس از این عمق نوری به عمق بیشتر آب نفوذ نخواهد کرد. در استخرهای حاوی پوشش اول و دوم و چهارم ۴۰ درصد از نور خورشید نفوذ کرده و تغییری در این نفوذ پس از پخش پوشش شیمیایی بوجود نیامده است.

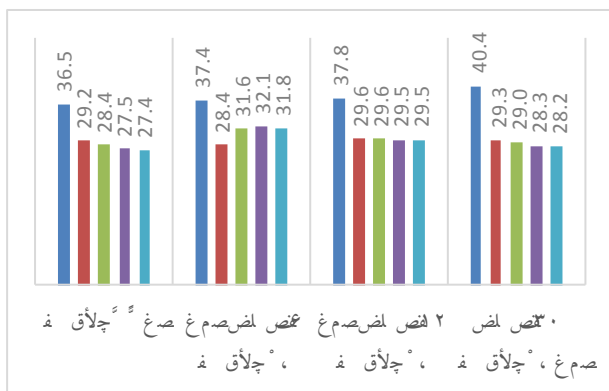
عمق ۰,۵ متری: بطور متوسط ۲۵ درصد نور خورشید در عمق ۰,۵ متری استخرهای شاهد نفوذ می‌کند و در استخر حاوی پوشش دوم مقدار نور نفوذی ۲۳ درصد نور هوا بوده و برای استخرهای حاوی پوشش اول و چهارم این مقدار ۰,۲ نور هوا است. با توجه به حالت بدون پوشش استخرها و استخرهای شاهد تغییری در نفوذ نور قبل و پس از پخش پوشش شیمیایی رخ نداده است.

عمق ۰,۷۵ متری: میزانی از نور خورشید که تا عمق ۰,۷۵ متری استخرهای شاهد نفوذ می‌کند تنها ۰,۱۳ نور هوا است. میزان نفوذ نور برای استخرهای حاوی پوشش اول، دوم و چهارم نیز همین مقدار بوده و تغییری در نفوذ نور قبل و پس از پخش پوشش شیمیایی مشاهده نمی‌شود.

اندازه‌گیری‌ها دما در ظهر و هدف آن بررسی تاثیر پوشش بر رفتار دمایی استخرها بود. با توجه به نمودارهای زیر که برای هر استخر بصورت جداگانه نمایش داده شده است تغییرات دما در اعماق مختلف برای استخرهای مختلف به شرح زیر است



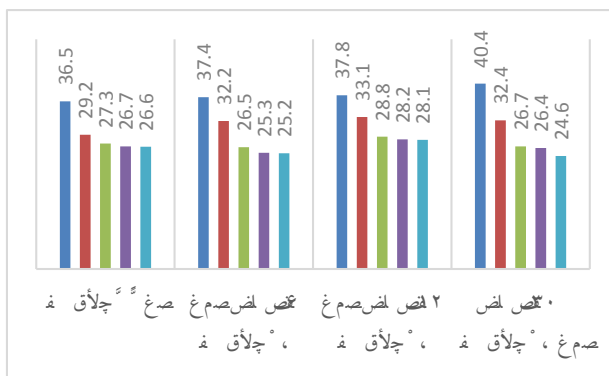
نمودار ۱ میانگین دمای استخرهای شاهد یا استخرهای بدون پوش



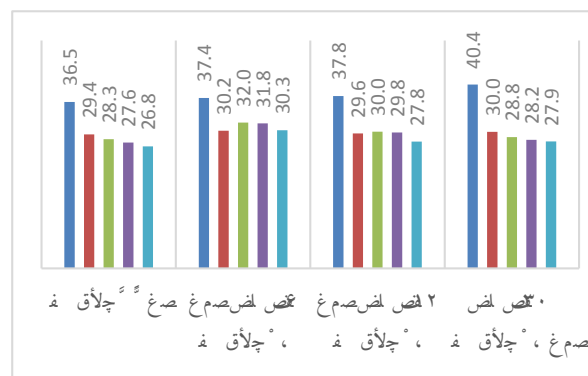
نمودار ۳ دمای استخر حاوی پوشش اول



نمودار ۲ دمای استخر حاوی پوشش دوم



نمودار ۵ دمای استخر حاوی پوشش سوم



نمودار ۴ دمای استخر حاوی پوشش چهارم



دوازدهمین کنگره ملی مهندسی عمران

۸ و ۷ خرداد ۱۳۹۹

دانشگاه صنعتی سهند، تبریز، ایران

عمق صفر (سطح آب): دمای استخرهای شاهد به طور متوسط ۸۰ درصد دمای هواست، استخرهای حاوی پوشش اول و دوم و چهارم نیز همانند استخرهای شاهد و حالت بدون پخش پوشش خودشان هستند، اما استخر حاوی پوشش سوم که ۱,۵ برابر ضخامت پوشش بیشتری داشت پس از پخش پوشش دمای بیشتری نشان داد، به طوری که قبل از پخش پوشش دمای آن ۸۰ درصد دمای هوا بود و پس از پخش به ۸۸ درصد دمای هوا رسید، پس از پایان عمر پوشش در ساعت ۳۰ ام دوباره دمای آن همانند حالت قبل ۸۰ درصد دمای هوا گردید.

دمای عمق ۰,۲۵ متری: استخرهای شاهد در این عمق به طور متوسط دمایی معادل ۷۷ درصد دمای هوا را دارند، استخر حاوی پوشش دوم نیز دقیقاً مطابق با استخرهای شاهد و حالت بدون پوشش خودش بود و هیچ تغییری در دمای آن در این عمق رخ نداد، استخر حاوی پوشش سوم که دمای سطح بیشتری نسبت به سایر استخرها داشت، اگرچه در این عمق دمای کمتری دارد اما الگوی تغییر دمایی آن همانند استخر شاهد است. اما استخرهای حاوی پوشش اول و چهارم در ساعات ابتدایی پخش پوشش باعث شده‌اند دمای عمق ۰,۲۵ متر آن‌ها ۱۰ درصد بیشتر از دمای استخر شاهد باشد و بعبارتی دمای این استخرها در این عمق ۸۶ درصد دمای هوا است.

دمای عمق ۰,۵ متری: دمای متوسط استخرهای شاهد در این عمق به طور متوسط ۷۴ درصد دمای هوا است، استخر حاوی پوشش دوم و حتی سوم نیز دمای مشابهی را دارند. اما استخرهای حاوی پوشش اول و چهارم، دمایی معادل ۸۵ درصد دمای هوا دارند، رفته رفته با از بین رفتن پوشش دمای آن‌ها کاهش یافته و همانند سایر استخرها می‌شوند.

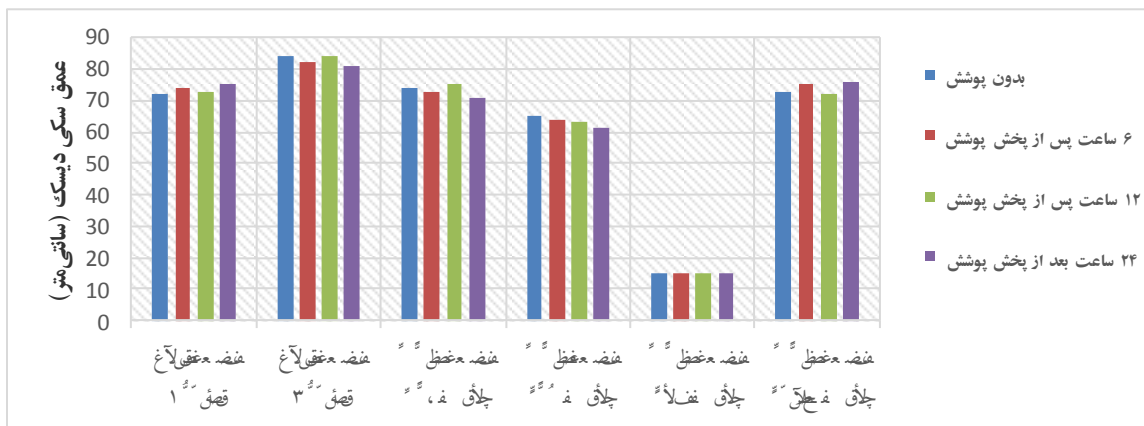
دمای عمق ۰,۷۵ متری: دمای استخرهای شاهد در این عمق بطور متوسط ۷۲ درصد دمای هوای است. دمای نسبی استخر حاوی پوشش سوم در این عمق ۰,۴ دمای هوا بوده که پس از پخش پوشش شیمیایی دمای آن افزایش یافته و ۷۰ درصد دمای هوای می‌شود، اما در پایان عمر پوشش مجدداً دمای آن به ۰,۴ دمای هوا بر می‌گردد. در استخر حاوی پوشش دوم تغییر محسوسی در دما پس از پخش پوشش در عمق ۰,۷۵ متری رخ نداد اما در استخرهای حاوی پوشش اول و چهارم بنظر در ۶ ساعت ابتدایی پس از پخش پوشش شیمیایی دمای آن‌ها نسبت به استخرهای شاهد و نسبت به حالت بدون پوشش خودشان بیشتر شده است که با گذشت زمان و از بین رفتن پوشش این دما همانند استخرهای شاهد می‌شود.

۵. تغییرات شفافیت

در این پژوهش کدورت آب استخرها در دروه‌های مختلف زمانی قبل و بعد از پخش پوشش شیمیایی اندازه گیری شده است که نتایج آن در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲- عمق سکی دیسک برای استخرهای مختلف

عمق سکی (cm)	استخر شاهد شماره ۱	استخر شاهد شماره ۲	استخر شاهد شماره ۳	استخر حاوی پوشش اول	استخر حاوی پوشش دوم	استخر حاوی پوشش سوم	استخر حاوی پوشش چهارم
بدون پوشش	۷۲	بدلیل عمق کم استخر غیر قابل اندازه گیری	۸۴	۷۴	۶۵	۱۵	۷۳
۶ ساعت پس از پخش پوشش	۷۴	بدلیل عمق کم استخر غیر قابل اندازه گیری	۸۲	۷۳	۶۴	۱۵	۷۵
۱۲ ساعت پس از پوشش	۷۳	بدلیل عمق کم استخر غیر قابل اندازه گیری	۸۴	۷۵	۶۳	۱۵	۷۲
۲۴ ساعت بعد از پخش پوشش	۷۵	بدلیل عمق کم استخر غیر قابل اندازه گیری	۸۱	۷۱	۶۱	۱۵	۷۶



نمودار ۶- تغییرات عمق سکی دیسک برای هر استخر در دوره‌های زمانی مختلف

تغییرات عمق سکی دیسک در استخرهای شاهد یا همان استخرهایی که هیچ گاه بر روی آن پوشش شیمیایی پخش نمی‌شود در یک دوره زمانی کوتاه ۲۴ ساعته، بیان‌گر این موضوع است که اندازه‌گیری عمق سکی دیسک با خطای چشمی تا ۵ سانتی‌متر همراه است. با توجه به این موضوع همان‌گونه که نتایج جدول ۲ و نمودار نشان می‌دهند عمق سکی دیسک قبل و پس از پخش پوشش‌های شیمیایی در دوره‌های مختلف زمانی تغییری نداشته است. به عبارتی این پوشش‌های شیمیایی در میزان نفوذ نور تغییری ایجاد نمی‌کنند.

۱۰. نتیجه‌گیری

پخش پوشش شیمیایی اول شامل ترکیبی از استتاریل و ستیل الکل در اتانول باعث تغییر دما در سطح آب نمی‌شود؛ اگرچه نتایج بطور نامنظمی گزارش از افزایش مقدار جذب نور خورشید پس از پخش پوشش شیمیایی را می‌دهند. در عمق ۰,۲۵ متری دمای آب نسبت به حالت بدون پوشش و استخرهای شاهد ۱۰ درصد افزایش می‌یابد، اما هیچ تغییری در میزان جذب نور آن بوجود نمی‌آید. در عمق ۰,۵ متری نیز علیرغم اینکه در میزان جذب نور تغییری ایجاد نشده است، دمای آن نسبت به استخرهای شاهد ۱۰ درصد افزایش یافته است. عمق ۰,۷۵ متری نیز افزایش دمای آب در ساعت ابتدایی پس از پخش پوشش را تایید می‌کند، علیرغم اینکه هیچ تغییر در الگوی نفوذ نور اتفاق نیفتاده است.

در پوشش دوم شامل استتاریل و ستیل الکل در هگزان، در همه‌ی اعماق ۰,۲۵، ۰,۵، ۰,۷۵ و ۱ متری پس از پخش پوشش شیمیایی هیچ تغییری در میزان جذب نور خورشید و دما رخ نداده است و الگوی دمایی و جذب نور آن همانند حالتی است که هیچ پوشش شیمیایی بر روی آن پخش نشده است. در پوشش سوم که تعداد لایه‌های مانع تبخیر آن ۱,۵ برابر پوشش دوم است، در سطح آب پس از پخش پوشش شیمیایی دمای آب ۸ درصد افزایش می‌یابد، میزان جذب نور خورشید در سطح این استخر ۰,۷۲ نور هوا بوده که با پخش پوشش شیمیایی به ۰,۹۲ نور هوا افزایش می‌یابد. در عمق ۰,۲۵ که عمق ناپدید شدن نور در این استخر بعلاوه از دیاد جلبک‌ها است، دمای آب از استخرهای شاهد کمتر بوده اما الگوی دمایی آن مطابق آن‌هاست. در عمق ۰,۵ نیز اگرچه الگوی دمایی مشابه استخرهای شاهد است، اما دمای استخر حاوی این پوشش نسبت به استخرهای شاهد ۴ درصد کمتر است، در عمق ۰,۷۵ متری قبل از پخش پوشش شیمیایی دمای استخر ۰,۴ محیط بود که با پخش پوشش شیمیایی به ۰,۷ دمای محیط افزایش یافته است با از بین رفتن پوشش شیمیایی دمای این عمق مطابق حالت قبل از پخش و برابر با ۰,۴ دمای محیط می‌شود.

در پوشش چهارم شامل استتاریل و ستیل الکل در آب، بصورت امولسیون، در سطح آب هیچ تغییری در جذب نور و دمای سطح آب بوجود نیامده است. در عمق‌های ۰,۲۵ و ۰,۵ متری نیز در مقدار جذب نور هیچ تغییری ایجاد نشده، اما دمای این عمق در ساعات ابتدایی نسبت به حالت بدون پوشش ۱۰ درصد افزایش یافته است. در عمق ۰,۷۵ متری نیز دمای آب در ساعات ابتدایی نسبت به حالت بدون پوشش افزایش یافته و در مقدار جذب نور هیچ تغییری ایجاد نشده است.

شفافیت آب برای پوشش‌های مختلف، پس از پخش پوشش شیمیایی تغییری نکرده است، که خود نشان می‌دهد تغییرات نفوذ نور پس از پخش پوشش شیمیایی جزئی است.

۱۱. قدردانی

از مرکز تحقیقات آرتیمیای کشور و مدیر محترم آن جناب آقای دکتر نکویی فرد کمال تشکر و قدردانی می‌شود.



دوازدهمین کنگره ملی مهندسی عمران

۱۳۹۹ خرداد ۸ و ۷

دانشگاه صنعتی سهند، تبریز، ایران

۱۲. مراجع

1. 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.
۲. ستاد احیای دریاچه ارومیه, "ارائه دانش فنی پوشش شیمیایی نانومتری مناسب به منظور کنترل تبخیر آب دریاچه ارومیه, " ۱۳۹۹.
2. G. Sauthier, J. J. Segura, J. Fraxedas, and A. Verdager, "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.
4. 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.
5. M. A. Herzig, G. T. Barnes, and I. R. Gentle, "Improved spreading rates for monolayers applied as emulsions to reduce water evaporation," *J. Colloid Interface Sci.*, vol. 357, no. 1, pp. 239–242, May 2011, doi: 10.1016/j.jcis.2011.01.071.
6. A. M. Brzozowska, F. Mugele, and M. H. G. Duits, "Stability and interactions in mixed monolayers of fatty acid derivatives on Artificial Sea Water," *Colloids Surfaces A Physicochem. Eng. Asp.*, vol. 433, pp. 200–211, Sep. 2013, doi: 10.1016/j.colsurfa.2013.04.062.
7. F. H. Ostrofskym, L., and Rigler, "Chlorophyll phosphorus relationships for subarctic lakes in western Canada." 1987.