راهکارهای کنترل گردوغبار دریاچه ارومیه با استفاده از مطالعات تطبیقی دریاچه آونز در آمریکا

نیکو حمزه پور [۱] و مصطفی کریمیان اقبال [۲]
۱- استادیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه مراغه، ۲- دانشیار، گروه علوم خاک، دانشگاه تربیت مدرس

چکیده
احیای دریاچه ارومیه، فرایندی پیچیده است که نیازمند در نظر گرفتن تمامی ابعاد، از مسائل زیست‌محیطی و اجتماعی تا تجربیات بین‌المللی به دست آمده از دریاچه‌های مشابه باشد. هدف از این مقاله، ایجاد زمینه‌ای برای استفاده از تجربیات حاصل از مطالعات مربوط به دریاچه آونز در آمریکا، در کنترل غبارات نمکی دریاچه ارومیه است. دریاچه آونز بستر اصلی گردوغبارات نمکی در ایالات متحده می‌باشد و از میان میلیون‌ها دلار هزینه‌ای که صرف دست یافتن به روش‌های موثر کنترل گردوغبار دریاچه آونز گردیده است، روش‌های غرقاب کم‌عمق، پوشش‌گیاهی مدیریت شده و پوشش گراول به عنوان بهترین روش‌ها شناخته شده‌اند. در این میان روش گراول گرانترین روش و در عین حال بدون نیاز آبی می‌باشد. درس آموخته‌های حاصل از این اقدامات با درنظر گرفتن شباهت‌ها و تفاوت‌های بین دریاچه آونز و دریاچه ارومیه، می‌توانند به دست‌اندرکاران امر احیای دریاچه ارومیه در جهت اتخاذ تصمیم‌گیری‌های سریع و در عین حال دقیق و موثر، یاری رسانند.

واژه های کلیدی: دریاچه آونز، گردوغبار، غرقاب کم‌عمق، پوشش گراولی.

مقدمه
در اواخر ۱۸۰۰ میلادی، دریاچه آونز، در ایالات متحده آمریکا، مساحتی در حدود ۲۸۴ کیلومتر مربع داشت و یکی از بزرگترین دریاچه‌های طبیعی در کالیفرنیا بود. این دریاچه، دریاچه‌ای نمکی با شوری در حدود یک و نیم برابر آب دریا بود. در ۱۹۱۳، سازمان آب و نیروی لس آنجلس، ساخت کانال آبی لس آنجلس را به اتمام رساند. این کانال، وظیفه حمل آب رودخانه آونز را ۳۵۸ کیلومتر دورتر از محل اصلی خود و به شهر لس آنجلس برعهده داشت. با انتقال منبع اصلی آب دریاچه آونز، در اواسط ۱۹۲۰، این دریاچه تبدیل به دریاچه فوق شور با مساحت ۱۰۴ کیلومتر مربع و تنها چندین سانتی‌متر عمق گردید. بستر خشک شده دریاچه آونز از آن زمان مقادیر انبوهی گردوغبار ایجاد کرده است. بستر دریاچه احتمالا بزرگترین و تنها منبع گردوغبار PM۱۰ (ذرات معلق در هوا کوچکتر از ۱۰ میکرون) در ایالات متحده آمریکا می‌باشد. این سطح سالیانه بین ۹۰۰۰۰۰ الی ۸۰۰۰۰۰۰ تن گردوغبار تولید می‌نماید که بر اساس مطالعات صورت گرفته تا مسافتی حدود ۲۵۰ کیلومتر دورتر و تا نزدیکی شهر لس آنجلس نیز منتقل شده اند (GBUAPCD, ۲۰۰۳).

کنترل نواحی از اطراف دریاچه آونز که تولید گردوغبار می‌کنند، میلیاردها دلار از زمان شروع پروژه‌های کنترل غبارات هزینه داشته است و زندگی ۵۰۰۰۰ هزار نفر را به طور مستقیم با مشکل مواجه کرده است. مشکل دیگر وجود چنین گردوغباراتی، وجود ذرات فلزات سنگین در آن است (Nickling et al., ۲۰۰۱).

در بین دریاچه‌های متعددی که در آمریکا خشک شده‌اند، دریاچه آونز جزو معدود دریاچه‌های خشک شده‌ای است که بستر آن مقادیر بسیار زیادی ذرات گردوغبار تولید می‌کند، به این دلیل که بستر خشک دریاچه اغلب در ماههای خنک، مرطوب است و در زیر توده بزرگی از استخر نمکی قرار دارد. این پدیده، رسوبات را در عمق کم اشباع می‌کند، در نتیجه سطح دریاچه اغلب پوسته پوسته است، بخصوص در اواخر زمستان و اوایل بهار؛ با نمکی که به شدت مستعد فرسایش درطول دوره‌های با وزش بادهای شدید می‌باشد (ترکیب نمک عمدتا سولفات سدیم و کربنات سدیم می‌باشد) (Groeneveld et al., ۲۰۱۰).

براساس مطالعات انجام شده، نمک محلول گردوغبار، در جهت باد به سمت خاکها منتقل می‌شود. افزایش نمک در خاکهای اطراف دریاچه آونز منجر به افزایش pH خاک و در نتیجه کاهش جمعیت گیاهی آن‌ها می‌شود (Gillette, ۱۹۹۶). گردوغبار منجر به تاخیر انداختن سرعت کلونی شدن مجدد[۶۱] حاشیه بیرونی پلایا توسط گیاهان شده است. در منطقه نوادا، رسوبگذاری طولانی مدت گردوغبارات پلایا منجر به توسعه گیاهان مقاوم به شوری در مناطقی شده است که می‌بایست پوشش گیاهی غالب آنها درمنه[۶۲] باشد.

مطالعه بستر خشک دریاچه آونز و طوفانهای گردوغبار مربوط به آن از اوایل ۱۹۸۰ شروع شده است. در ۱۹۹۸، بخش حوضه کبیر SIP[۶۳] را اتخاذ کرد که به موجب آن، LADWP ملزم به کنترل گردوغبار حاصل از دریاچه آونز تا آخر ۲۰۰۶ گردید. SIP۱۹۹۸ ملزم کرد که

---
۶۱ - Recolonization
۶۲ -Sagebrush
۶۳ -State Implementation Plan

در محدوده ۹۱ کیلومترمربع از سطح فرسایشی، ۴۳ کیلومترمربع از بستر دریاچه تا آخر ۲۰۰۳ باید کنترل شود. همچنین بخش حوضه کبیر می بایست به طور پیوسته از مناطقی از دریاچه اونز که نیازمند کنترل هستند، داده‌های آلودگی هوا را جمع‌آوری کند و در ۲۰۰۳ مجددا SIP بازنگری شده‌ای را با آخرین اطلاعات ارایه دهد (Owens Lake Planning Committee, ۲۰۱۳).

رهاسازی آب از کانال آبی لس آنجلس به دریاچه اونز از نوامبر ۲۰۰۱ آغاز شد. در سال آبی ۲۰۰۱-۰۲ مجموع ۹۴۹۴۱۰۰ مترمکعب آب از کانال آبی برای پروژه‌های حفاظتی دریاچه اونز استفاده گردید. بعد از آن زمان انتقال آب از کانال آبی به دریاچه اونز به طور مستمر افزایش داشته است. مقداری معادل ۹۲۸۰۴۲۱۱ مترمکعب آب در سال آبی ۲۰۱۰-۱۱ از کانال آبی رهاسازی شد. مصرف آب برای پروژه دریاچه اونز به میزانی برابر ۱۱۷۱۳۵۰۰۰ مترمکعب در سال آبی ۲۰۱۱-۱۲ افزایش یافت. همچنین از آن پس برداشت آب از چاههای حوضه اونز با نظارت و کنترل انجام می شود (LADWP, ۲۰۰۹).

روش‌های کنترل گردوغبار

از ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۰ حوضه کبیر و سایر مراکز تحقیقاتی برنامه‌های مطالعاتی متعددی را به منظور شناسایی و توسعه بهترین و موثرترین برنامه کنترل گردوغبارات در دریاچه اونز انجام دادند. حوضه کبیر با همکاری LADWP یک روش کنترل گردوغبارات را که با عنوان BACM[۶۴] شناخته شده اند را ارائه کردند. این روش‌ها روش‌های متکی بر تکنولوژی هستند و بهترین کمک در کنترل گردوغبارات ناشی از بستر دریاچه اونز بوده‌اند.

براساس مطالعات صورت گرفته توسط حوضه کبیر، سه روش پذیرفته شده کنترل فرسایش بادی که در مقیاس بزرگ اثرات مشخصی داشته‌اند عبارتند از پوشش گیاهی بومی، غرقاب کم عمق و پوشش گراولی (LADWP, ۲۰۰۹).

غرقاب کم عمق

روش غرقاب کم‌عمق که یک روش کنترل گردوغبارات است شامل اضافه کردن آب به سطوحی است که مستعد فرسایش بادی می‌باشند. در این روش، زمین به کرتهای مختلف تقسیم می‌شود. آب از طریق لوله‌ها و خروجی‌های تعبیه شده در هر کدام از این کرت‌ها از منبع اصلی به این مناطق منتقل می‌شود (شکل ۱، ب) و در زمان‌های مورد نیاز به صورت لایه سطحی بسیار نازکی (اغلب با ضخامت ۵/۲ الی ۱۵ سانتی‌متر) سطح خاک را می‌پوشاند (شکل ۱، الف). آبی که به این مناطق منتقل می‌شود از کانالی است که از کانال آبی لس‌آنجلس منشعب شده است. بر اساس مطالعات انجام شده، زمانی که ۷۵% از ناحیه تولید گردوغبار دارای آب ایستاده بر سطح خود و خاک اشباع داشته باشند، انتشار گردوغبارات تا ۹۹% کاهش می یابد.

شکل ۱- الف: ناحیه غرقاب کم عمق، ب: لوله های اپاش

پوشش گیاهی مدیریت شده

پوشش گیاهی مدیریت شده شامل کاشت گونه های گیاهی بومی اطراف دریاچه اونز می‌باشد که دامنه وسیعی از مقاومت به شوری را دارند. مقاومت بالا به شوری منجر به کاهش نیاز آبی آنها برای استقرار گردیده است. مطالعات حوضه کبیر نشان داده است اگر ۵۰% ناحیه تولید کننده گردوغبارات دارای پوشش گیاهی زنده یا مرده باشد، تولید گردوغبارات تا ۹۹ درصد کاهش خواهد داشت (شکل ۲).

[۶۴] - Best available control measure

شکل ۲- منطقه استقرار پوشش گیاهی در اطراف دریاچه اونز

مطالعات همچنین نشان داده است که در هر متر مربع، حدود ۱۳/۲ مترمکعب در هر مترمربع آب برای استقرار پوشش گیاهی در سال اول در خاکهای شور مورد نیاز است. در سالهای بعدی این مقدار به ۸/۰ مترمکعب در هر مترمربع برای نگهداری ۵۰ درصد پوشش گیاهی مورد نیاز برای کنترل PM-۱۰، کاهش می یابد. این مقدار آب مورد نیاز برای این روش، در حدود یک سوم آب مورد نیاز برای غرقاب کم عمق می‌باشد.

شایان ذکر است بذور کشت شده در بستر دریاچه، ابتدا در گلخانه رشد داده می‌شوند و سپس به زمین منتقل می‌گردند. در حدود ۲۷ میلیون گیاه برای کاشت در بستر دریاچه آونز برای کنترل فرسایش بادی استفاده شده است.

پوشش گراولی

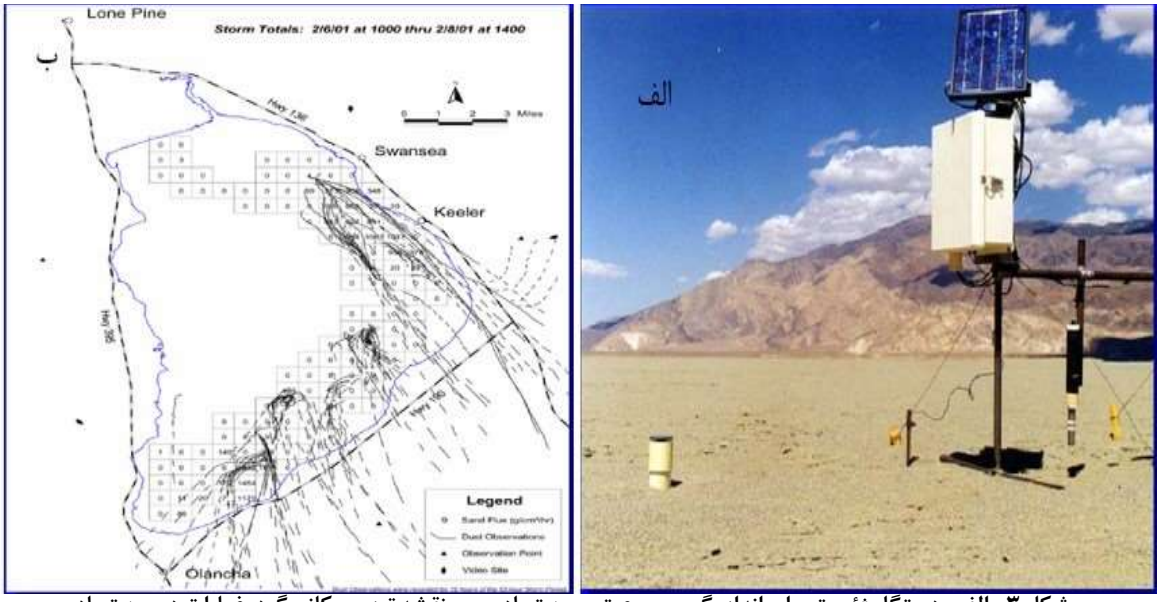
روش پوشش گراولی شامل استقرار لایه‌ای به ضخامت ۱۰ سانتی‌متر از گراول درشت بر روی بستر دریاچه می‌باشد. در مناطقی که احتمال فرورفتن پوشش گراولی در خاک باشد، در زیرآن، لایه‌ای از ژئوتکستایل استفاده می‌شود. این لایه، لایه‌ای نفوذپذیر است که باعث حفظ پوشش گراولی در سطح زمین می‌شود. پوشش ژئوتکستال از نظر شیمیایی تحت تاثیر مواد اسیدی و قلیایی موجود در خاک نمی‌باشد. روش پوشش گراولی گرچه روشی گران قیمت است، اما مصرف آب در این روش صفر می‌باشد.

نتایج و بحث

براساس آمار موجود، از مجموع ۴۸۲۵ میلیون مترمکعب مصارف حوضه آبریز، ۴۲۹۱ میلیون متر مکعب آن در بخش کشاورزی (۹/۸۸ درصد)، ۶/۴۶۸ میلیون مترمکعب در بخش شرب و بهداشت (۷/۹ درصد) و ۲/۶۸ میلیون مترمکعب در بخش صنعت (۴/۱ درصد می باشد). در حال حاضر در حوضه دریاچه ارومیه، مصرف آب برای تمام مصارف حوضه در حدود ۷۰ درصد منابع آب تجدید پذیر می باشد. در هر کشوری زمانی که این میزان بالاتر از ۴۰ درصد منابع تجدیدپذیر باشد، در مرز پرخطر قرار دارد. با صرفه جویی ۴۰ درصد در مصرف آب کشاورزی، حدود ۱۷۰۰ میلیون مترمکعب آب در مصرف این بخش کاهش می‌یابد. در این حالت میزان آب قابل دسترس برای بخش کشاورزی ۲۵۹۰ میلیون مترمکعب خواهد بود و آب قابل دسترس برای همه مصارف حوضه ۳۱۲۴ میلیون مترمکعب خواهد بود که معادل ۴۵ درصد منابع آب تجدیدپذیر خواهد بود. براساس آمار موجود، با وجود اینکه بخش کشاورزی حدود ۹۰ درصد آب موجود در حوضه را مصرف می‌کند، سهم آن در تولید ناخالص داخلی حوضه آبریز در حدود ۱۵ درصد می باشد که بسیار ناچیز است.

تجربه دشت آونز نشان داده است زمانی که سازمان آب و نیروی لس آنجلس اقدام به انتقال آب به شهر لس آنجلس کرد، برای تامین آب مورد نیاز خود، شروع به اجاره زمین های کشاورزی و خرید مراتع نمود. چنین اقداماتی منجر به آغاز جنگ‌های آب در دشت آونز در دهه های ۱۹۲۰-۳۰ گردید. بنابراین به نظر می رسد فشار وارد آوردن بر تعطیلی بخش کشاورزی در حوضه دریاچه ارومیه نه تنها مشکلی را حل نخواهد کرد بلکه مشکلات اجتماعی و اقتصادی بسیاری را موجب خواهد شد که ممکن است به مشکلی بزرگتر از خشک شدن دریاچه ارومیه تبدیل شوند. یکی از اقدامات ضروری برای کاهش مصرف آب در بخش کشاورزی

حرکت به سوی کشاورزی دقیق[۶۵] و کم نهاده[۶۶] است. به عبارت دیگر شناسایی دقیق توان تولیدی اراضی برای محصولات با نیاز آبی کم و استفاده از سیستم های آبیاری قطره‌ای و تحت فشار از راهکارهای موثر در کاهش مصرف آب در بخش کشاورزی و حتی افزایش تولید در واحد سطح می باشند.



شکل ۳- الف- دستگاه ژئومت برای اندازه گیری سرعت و جهت باد و ب- نقشه توزیع مکانی گردوغبارات در جهت باد

احیای دریاچه ارومیه کاری چندجانبه است که نیازمند مدیریت صحیح منابع آب و خاک از یک سو، و کنترل سطوح مستعد تولید گردوغبار از سوی دیگر است. اقدامات متعددی در خصوص کنترل اراضی مستعد فرسایش و تولید گردوغبار در دریاچه آونز صورت گرفته است. با توجه به نتایج اولیه ارائه شده توسط ستاد احیای دریاچه ارومیه، مساحتی در حدود ۲۸۰ کیلومتر مربع از اراضی اطراف دریاچه ارومیه مستعد تولید گردوغبار می باشند که مطمئنا این رقم در صورت انجام مطالعات دقیق تر به مقداری بسیار بیشتر خواهد رسید. این سطوح به دلیل اینکه مدت زمان زیادی از خشک شدن دریاچه ارومیه نمی‌گذرد شاید در حال حاضر تولید گردوغبار زیادی نمی‌نمایند، ولی با گذشت زمان، اثر باد و از بین رفتن پوشش گیاهی می‌توانند خطر بسیار جدی برای منطقه و کشور به حساب بیایند. تجربه کنترل گردوغبارات دریاچه آونز به عنوان یکی از بزرگترین پروژه‌های کنترل گردوغبار در دنیا می‌تواند به دست اندرکاران احیای دریاچه ارومیه در اتخاذ روش‌های صحیح کنترل گردوغبار کمک شایانی نماید.

در دریاچه آونز در طول غریب به دو دهه سه روش کنترلی بیش از بقیه پذیرفته شد و به مرحله اجرا در آمد، روش های غرقاب کم عمق، پوشش گراولی و کاشت گیاه. اینکه کدام یک از این روش ها در اراضی مستعد فرسایش بادی اطراف دریاچه ارومیه موثر واقع خواهد شد، جواب آسانی ندارد و نیازمند اجرای محلی و آزمون اثر بخشی روش‌ها میباشد. اما پیش از همه اینها، لازم است اطلاعات مربوط به مقدار رسوبات، جهت حرکت و شدت آنها با توجه به جهت و سرعت باد تعیین شود. در حوضه آونز از دستگاه‌های ژئومت به منظور ثبت داده‌های مربوط به گردوغبارات استفاده شده است و نقشه های مربوط به مقدار، سرعت و جهت حرکت رسوبات هر ساله تهیه می شوند (شکل ۳). براین اساس، مناطق در معرض خطر شناسایی شده و احیای مرحله ای اراضی اطراف دریاچه آونز براساس اولویت صورت می پذیرد. بنابراین در دریاچه ارومیه ابتدا لازم است اراضی مستعد فرسایش بادی و اراضی که با آوردن آب به بستر دریاچه همچنان خشک باقی خواهند ماند شناسایی شوند. سپس پایش ۲۴ ساعته تولید گردوغبار در این نواحی صورت بگیرد و در نهایت براساس درجه حساسیت به فرسایش اقدامات حفاظتی لازم صورت گیرد.

بنابراین درس آموخته هایی از دریاچه آونز که در احیای دریاچه ارومیه قابل استفاده اند به طور خلاصه عبارتند از: ۱- مدیریت مصرف آب در حوضه دریاچه ارومیه از طریق استفاده از روش‌های نوین کشاورزی دقیق؛ آبیاری تحت فشار و قطره‌ای؛ ارزیابی

[۶۵] - Percision agriculture
[۶۶] - Low input

اراضی و انتخاب گونه‌های گیاهی سازگار با منطقه، باحداکثر عملکرد و حداقل مصرف آب؛ کنترل برداشت از چاه‌ها و نیز جلوگیری از توسعه بیشتر بخش کشاورزی؛ ۲- توسعه توریسم و گردشگری در منطقه؛ ۳- شناسایی مناطقی که بعد از اجرای برنامه ده ساله احیای دریاچه ارومیه همچنان بدون آب باقی خواهند ماند؛ ۴-شناسایی دقیق مناطق مستعد فرسایش بادی و تولید گردوغبار و نمک از طریق تهیه نقشه های ژئومورفولوژی منطقه؛ ۵-در اولویت قرار دادن سطوح پف کرده نمکی شناسایی شده در نقشه های ژئومورفولوژی و پایش ۲۴ ساعته تولید گردوغبار از این سطوح توسط دستگاه های ژئومت؛ ۶-تهیه نقشه مناطق مستعد تولید گردوغبار، شدت و جهت پراکنش آنها؛ ۷-اولویت‌بندی اراضی تولیدکننده گردوغبار و انجام اقدامات حفاظتی در این مناطق براساس میزان خطرآفرینی؛ ۸-انتخاب یکی از روش‌های حفاظتی پوشش گیاهی، غرقاب کم عمق یا پوشش گراولی مورد تایید و پذیرش در دریاچه آونز به عنوان روش کنترلی دریاچه ارومیه؛ ۹- شناسایی روش‌های جدید کنترل گردوغبارات هماهنگ با حوضه دریاچه ارومیه؛ ۱۰-شناسایی گونه‌های گیاهی بومی و شورپسند منطقه و کاشت آنها در مناطق حساس به فرسایش.

منابع

GBUAPCD, ۲۰۰۳. Owens Valley PM۱۰ Planning Area Demonstration of Attainment State Implementation Plan-۲۰۰۳ Revision. Great Basin Unifield Air Pollution Control District, Bishop, CA, November ۱۳, ۲۰۰۳.

Gillette D.A., ۱۹۹۶. Saltating particles, playa, crust and dust aerosols at Owens (dry) Lake, California. Earth Surf. Proc. Land. ۲۱:۶۲۱-۶۳۹.

Groeneveld D.P., Huntington J.I., and Barz D.D. ۲۰۱۰. Floating brine crusts, reduction of evaporation and possible replacment fresh water to control dust from Owens Lake bed, California.

LADWP. ۲۰۰۹. Los Angeles Department of Water and Power. Annual Owens Valley Report, May ۲۰۰۹. http://www.inyowater.org/ (accessed.۱۰.۰۹.۰۹).

Nickling W.G., Luttmer C., Crawley D.M., Gillies J.A., and Lancaster N. ۲۰۰۱. Comparison of on- and off- lake PM۱۰ Dust Emissions at Owens Lake, CA, University of Guelph, Guelph, Ontario, Canada.

Owens Lake Planning Committee. ۲۰۱۳. Owens Lake Master Plan, Planning Committee Review Draft. December ۲۰۱۳.

Abstract

Uromia Lake restoration is a complex process which needs to take into account all aspects, from environmental and social issues to international experiences of similar lakes around the world. The aim of this paper is to use experiences form the studies on Owns Lake in USA in controlling salty dust, originated from dried beds of Urmia Lake. Owens Lake is the main source of dust in USA and among billions of dollars spent on developing a best dust control method, three approved methods are shallow flooding, managed vegetation and gravel. Gravel blanket is the most expensive but with no water usage. Lessons from restoration plans-successes and failures- considering similarities and dissimilarities between Owns Lake and Urmia Lake can help decision makers to take fast, precise and effective actions.