

مطالعه پلایای دریاچه ارومیه و تهیه نقشه ژئومورفولوژی آن

میس الخیر^۱، مصطفی کریمیان اقبال^۲ و نیکو حمزه پور^۳

۱ و ۲- دانشجوی دکتری و دانشیار گروه علوم خاک، دانشگاه تربیت مدرس، ۳- استادیار، گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه مراغه

چکیده

هدف از این پژوهش، شناسایی سطوح پلایایی دریاچه ارومیه و تهیه نقشه ژئومورفولوژی آن بود. در این پژوهش سطوح پلایایی مختلفی را که در محدوده شمال شرق به جنوب شرق دریاچه قرار دارند، جداسازی شده و مرزهای این سطوح با مرزهای واقعی در صحرا مطابقت داده شد. ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی خاک‌های محدوده مطالعه شده از جمله بافت، چگالی ظاهری، درصد اشباع، مقاومت خاک‌ها تعیین شد و در نهایت نقشه ژئومورفولوژی آن تهیه گردید. نتایج نشان داد که در محدوده مطالعه شده سطوح پلایایی مختلفی از جمله زمین‌های کشاورزی و پهنه‌های بوته‌ای-چمنی، پهنه‌های ماسه‌ای و سنگ‌ریزه‌ای، پهنه‌های گلی-گلی نمکی، پهنه‌های ماسه‌ای-نمکی، دلتافن و ناحیه مرطوب وجود دارد. پهنه‌های ماسه‌ای نمکی در شرق و جنوب شرق دریاچه مستعدترین سطوح در مقابل فرسایش بادی بوده که پتانسیل بسیار بالایی برای تولید گرد و غبار و حتی توفان‌های ماسه‌ای و نمکی داشته‌اند.

واژه‌های کلیدی: پلایا، دریاچه ارومیه، گرد و غبار، سطوح ژئومورفولوژی.

مقدمه

شناسایی نواحی شور، نقشه‌برداری و مدیریت مناسب آنها دارای اهمیت زیادی در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشد. در این مناطق شوری ثانویه اراضی کشاورزی به دلیل اضافه شدن نمک به وسیله باد و آب باعث کاهش بهره‌وری سالانه خاک می‌شود. دریاچه ارومیه یکی از مهمترین دریاچه‌های نمکی و بزرگترین دریاچه شور در ایران می‌باشد (Karbasi et al., 2010). در طول چند سال گذشته به دلیل خشک شدن دریاچه ارومیه در شمال غرب ایران، شوری اراضی کشاورزی اطراف آن نیز سرعت بیشتری به خود گرفته‌اند.

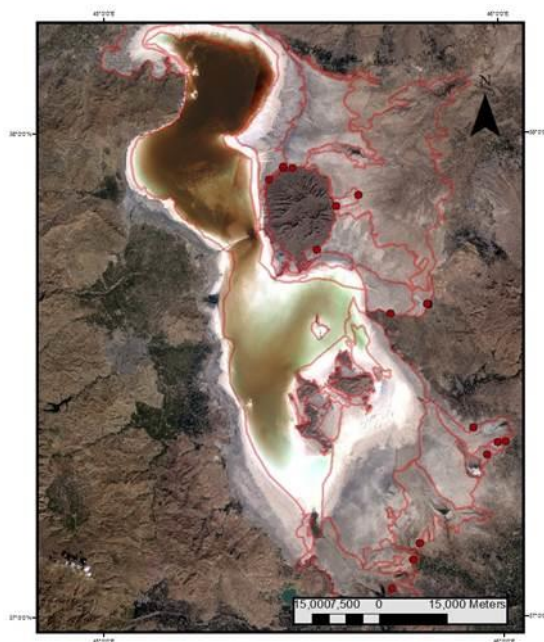
طبق تعریف، پلایاها نواحی مسطح کم ارتفاع در یک حوضه بسته می‌باشند که برای مدتی طولانی در زیر رسوبات دریاچه ای قرار داشته‌اند. پلایاها به دلیل پیشی گرفتن تبخیر و تعرق بر بارندگی در یک منطقه، تشکیل می‌شوند. آنها همچنین ممکن است شامل دریاچه‌های کم عمق، به ویژه در طول سال‌های مرطوب باشند. با توجه به تعریف پلایا و وضعیت کنونی دریاچه ارومیه، دریاچه ارومیه را می‌توان پلایای ارومیه نامید چرا که این دریاچه نیز در یک حوضه بسته تشکیل شده و شامل رسوبات دریاچه‌ای می‌باشد و در حال حاضر به دلیل پسروی و نشست مقدار فراوانی رسوب در بستر آن، بخش‌های وسیعی از اطراف آن به پهنه‌های مسطح با سطوح مختلف پلایایی تبدیل شده‌اند. مطالعات سنجش از دور تصاویر اخیر از دریاچه ارومیه نشان داده اند که سطح دریاچه ارومیه از ۵۴۳۳ کیلومترمربع در سال ۱۳۷۷ به ۱۷۹۸ کیلومترمربع در سال جاری (۱۳۹۵) کاهش یافته است. این بدین معنی است که ناحیه‌ای به مساحت تقریبی ۳۶۰۰ کیلومترمربع بدون پوشش خشک بر جای مانده است. حسین پور و همکاران (۱۳۸۹) بر روی تصاویر ماهواره‌ای لندست مربوط به دریاچه ارومیه بین سالهای ۲۰۰۵-۱۹۷۶ کار کردند. آنها الگوهای پسروی را در منطقه دریاچه به ویژه در بخش‌های شرقی و جنوب شرقی دریاچه گزارش دادند. بررسی تصاویر روند کاهشی در منطقه را از ۵۸۰۰ کیلومتر مربع تا ۴۰۱۷ کیلومترمربع را نشان داد.

مطالعات متعددی در مورد پلایاها و سطوح ژئومورفولوژیکی مرتبط با آنها در مناطق خشک و نیمه خشک جهان انجام شده است. شریبر و همکاران (۱۹۷۰) سطوح پلایایی مانند فن دلتا، ناحیه مرطوب، سطوح رسی و پوسته‌های نمکی را در پلایای ویلکوکس در بخشکچز در جنوب شرقی ایالت آریزونا مطالعه کرده‌اند. در صحرای موهاوی، ۲۰ پلایا توسط هنلی و

همکاران (۱۹۶۸) مورد مطالعه قرار گرفته است. پلایاهای نمونه‌گیری شده با توجه به نوع سطح آنها طبقه بندی شدند. این پلایاها بین پلایاهای دارای سطوح سخت و خشک تا مرطوب و نرم قرار گرفتند. یکی از مهمترین کارهایی که تا به حال در ارتباط با پلایا در ایران انجام گرفته است متعلق به کرینزلی (۱۹۶۵-۱۹۷۰) می باشد. او سطوح پلایاهای ایران مرکزی را مورد مطالعه قرار داد. او در کتاب خود انواع سطوح پلایائی موجود در ایران را (پوسته نمک، طبقات خاک رس، مناطق مرطوب، و دلتاهای فن) توضیح داده است. براساس یافته های رشکی و همکاران (۲۰۱۳) پلایاها می‌توانند یک منبع بسیار مهم از گرد و غبار باشند. آنها مطالعه تاثیر تغییرات در آب دریاچه هامون در میزان دید و گرد و غبار در منطقه طی ۱۳۸۴-۱۳۶۴ با استفاده از تصاویر ماهواره‌های و مشاهدات هواشناسی انجام دادند. آنها دریافتند که سطح آب دریاچه هامون شاهد تغییرات بسیاری در ارتباط با تغییرات بارش سالانه در این سال‌ها بوده و این تغییرات زمانی که وزش باد وجود داشته باشد مناطق اطراف را نیز تحت تاثیر قرار می دهد. ذالجویی و همکاران (۲۰۱۳) بر روی نقشه‌ی منبع ریزگرد در جنوب غربی آسیا با استفاده از تصاویر ماهواره ای و نقشه نوع خاک و با تجزیه و تحلیل سری داده‌ها متغیرهای فراوانی ریزگرد و متغیرهای خشکسالی کار کردند. آنها دریافتند که خشکسالی های اخیر در مناطق منبع ریزگرد پتانسیل افزایش رخدادهای ریزگردی در غرب ایران را دارند. اگرچه دریاچه ارومیه نزدیک به یک دهه است که خشک شدن را آغاز کرده است اما مطالعات زیادی در ارتباط با سطوح پلایا و ژئومورفولوژیکی دریاچه ارومیه انجام نشده است؛ بنابراین هدف از انجام این پژوهش شناسایی سطوح ژئومورفولوژیکی پلایای دریاچه ارومیه با استفاده از تصاویر ماهواره ای لندست ۸ و تهیه نقشه ژئومورفولوژی آن بود.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش سطوح مختلفی را که در محدوده شمال شرق به جنوب دریاچه قرار می‌گیرند با استفاده از تصاویر ماهواره-ای و نرم‌افزارهای Google Earth و ARCGIS جداسازی شد (شکل ۱) و مرزهای این سطوح با مرزهای واقعی در صحرا مطابقت داده شد. همچنین ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی خاک‌های محدوده مطالعه‌شده از جمله بافت، چگالی ظاهری، درصد اشباع، مقاومت خاک‌ها، توزیع اندازه و پایداری خاکدانه‌ها و رابطه این ویژگی‌ها با مقاومت خاک‌ها در مقابل فرسایش بادی بررسی شد. با توجه به بررسی‌های انجام شده نقشه واحدهای ژئومورفولوژی پلایای دریاچه ارومیه با استفاده از نرم‌افزار ARCGIS رسم گردید.



شکل ۱- نقشه اولیه سطوح ژئومورفولوژی پلایای دریاچه ارومیه و نقاط نمونه برداری شد

نتایج و بحث

خلاصه ای از خصوصیات فیزیکی اندازه گیری شده برخی از سطوح مطالعه شده در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- ویژگی‌های مکانیکی و فیزیکی خاک‌ها

نمونه	وزن مخصوص ظاهری	رنگ	درصد اشباع	مقاومت در برابر شکنندگی	چسبندگی
SL3BW	۱/۴۷	۱۰ YR ۷/۲	۳۶/۱۹	M(efi)	NS
PSaL2GW	۱/۵۷	۱۰ YR ۵/۱	۳۱/۸۶	M(fr)	MS
SCL2GW	۱/۴۷	۷/۵ YR ۷/۰	۳۹/۴۵	M(vfr)	WS
ASa1GD	۱/۵۶	۷/۵ YR ۵/۰	۳۵/۲۴	Fi	SM
Ss11GD	۱/۳۷	۷/۵ YR ۵/۰	۳۱/۱۵	M(Fr)	SM
WSa11GD	۱/۵۸	۷/۵ YR ۵/۰	۲۶/۹۹	M(vfr)	SM
CSiL3BW	۱/۵۴	۱۰ YR ۶/۳	۸۲/۶۳	M(efi)	NS
AC2BW	۱/۴	۱۰ YR ۵/۳	۴۵/۰۹	M(fr)	WS
PLSi1BD	۱/۵۵	۱۰ YR ۶/۲	۲۹/۴۶	M(vfr)	MS
DSiL1BW	۱/۵۱	۱۰ YR ۵/۳	۵۷/۸۴	M(fr)	MS

بر اساس نتایج به دست آمده و مطالعات صحرایی، سطوح مختلف شناسایی شده در منطقه مطالعاتی به شرح زیر می باشد:

۱- زمین‌های کشاورزی و پهنه‌های بوته ای-چمنی اطراف دریاچه: به دلیل قرار گرفتن حوضه دریاچه ارومیه در حوضه مدیترانه، آب و هوای معتدل داشته و پوشش گیاهی به نسبت متراکمی در حاشیه شمال شرق و جنوب شرق دریاچه وجود دارد. اما به دلیل خشکسالی‌های اخیر و چرای بیش از حد دام‌ها در برخی از مکان‌های مورد مطالعه، قسمت بزرگی از پوشش گیاهی از بین رفته است. در تعداد محدودی از مکان‌های نمونه‌برداری، بقایای پوشش گیاهی در محل عبور آبراه‌ها باقی مانده است. علاوه بر این، در تعدادی از مکان‌ها مانند جنوب دریاچه، علی‌رغم وجود پوشش گیاهی نسبتاً مناسب اما به دلیل وجود خاک سست و پفی و درشت بافت از نوع شن و شن لومی، در صورت ادامه چرای بیش از حد در این مناطق و وزش باد، در آینده مستعد تولید رسوبات خواهد بود (شکل ۲، a و b).

۲- پهنه‌های ماسه‌ای و سنگ‌ریزه‌ای (Sandy and gravel flat): این پهنه‌ها به نسبت خیلی کم و در حاشیه پلایا دیده شد. سطوح این محدوده سطوحی فرسایشی بود اما به دلیل وجود پوشش سنگ‌ریزه و سنگفرش بیابانی در مقابل اثر باد و انتشار رسوبات، پایداری بالایی را نشان داد (شکل ۲، c).

۳- پهنه‌های رسی-رسی نمکی (clay-salty clay flats): پهنه‌های رسی در بیشتر مکان‌های منطقه مطالعه شده وجود داشت و شدت آن در شرق و جنوب شرق دریاچه بیشتر است. این سطوح از رسوبات دانه ریز سیلت و رس با سطوح به نسبت سفت و محکم تشکیل شده است. با وجود این که رس خاصیت چسپندگی بین ذرات را بالا می‌برد و سطح سفت و پایدار در مقابل وزش باد و انتشار ریزگرد ایجاد می کند، اما بررسی‌های انجام شده در تعدادی از مکان‌های منطقه با سطوح رسی نشان

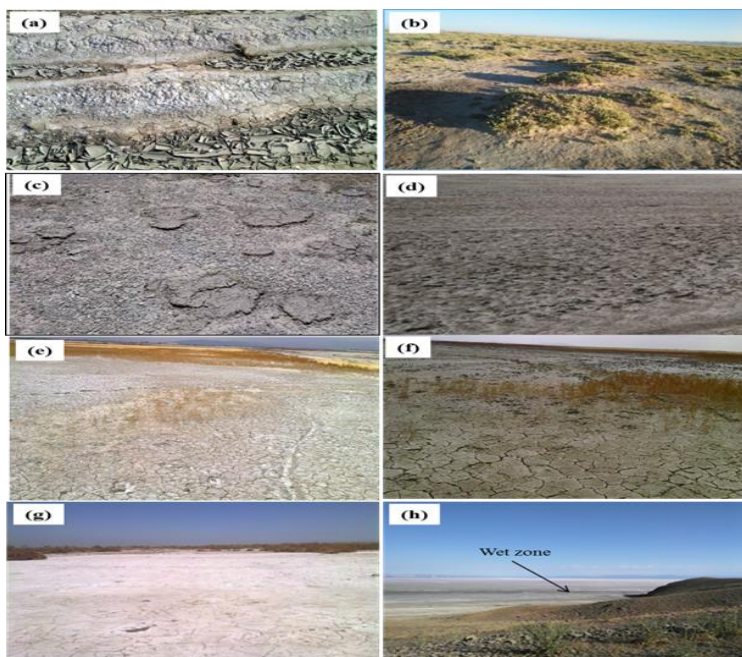
داد که برخی از سطوح در حد سطوح رسی نمک‌دار سست بوده و به شدت پودر شونده اند و استعداد بالایی در تولید رسوبات در وزش باد دارند (شکل ۲، e).

سطوح رسی با ترک‌های گلی بیشتر در سمت شرق و جنوب دریاچه دیده شدند و در جنوب دریاچه محل عبور آبراهه‌ها، دهانه رودخانه‌ها و زمین‌های پست با توپوگرافی ملایم گسترش دارند. علاوه بر این در این پهنه‌ها پوششی از نمک‌های پفی و سست وجود داشته که مستعد تولید ریزگرد هستند (شکل ۲، g).

۴- پهنه‌های ماسه‌ای- نمکی (Sandy and salty flat): پهنه‌های نمکی بیشتر در شمال و شرق دریاچه قرار دارند و در بقیه مناطق به مقدار کمتر دیده می‌شود. پهنه‌های نمک از لایه ماسه‌ای سست و پفی با پوسته سخت نمکی در بستر تشکیل شده‌اند. این لایه‌های نمکی دارای خاصیت موئینگی می‌باشند که در اثر تغییرات رطوبت و یا سطح آب زیرزمینی در دریاچه‌های شور و در پلایه‌های فصلی با سطح آب زیرزمینی کم عمق دیده می‌شوند. نفوذ آب شیرین ناشی از بارش‌های فصلی روی لایه ماسه و نمک، به انحلال بخشی از این لایه سخت منجر می‌گردد و این آب شور زیرسطحی که از نمک‌های محلول اشباع شده از راه لایه ماسه‌ای به سمت بالا حرکت کرده و به صورت نمک‌های سست و پفی در سطح پلایا ته‌نشین می‌گردد. با توجه به بررسی‌های انجام شده در این پژوهش، این پهنه‌های ماسه‌ای در صورت دستکاری یکی از مستعدترین پهنه‌های تولید ریزگردهای نمکی در منطقه مورد مطالعه می‌باشند.

۵- دلتا فن (Delta Fan): دلتا فن در محدوده‌های شمال شرق دهانه دریاچه ارومیه و جنوب شرق بر روی پوسته نمکی دیده می‌شود. به طور کلی مکان‌هایی که در دلتا فن قرار می‌گیرند در جنوب شرق دریاچه دارای خاک‌های ریزدانه و اراضی با سطح آب زیرزمینی کم عمق می‌باشند و با از دست دادن رطوبت خود در مقابل فرسایش بادی حساس می‌گردند.

۶- ناحیه مرطوب (Wet Zone): ناحیه مرطوب در شرق و جنوب شرق دریاچه قرار می‌گیرد. در ناحیه مرطوب، خاک‌های درشت بافت از شن و نمک تشکیل شده و در مقابل فرسایش بادی بسیار پایدار است. ناحیه مرطوب در حاشیه دریاچه به سمت شرق از یک سطح ناپایدار از شن ساحلی تشکیل شده و دارای سطح با رسوبات نمکی بسیار مستعد به فرسایش می‌باشد (شکل ۲، h).



شکل ۲- برخی از سطوح ژئومورفیکی شناسایی شده در پلایای ارومیه. (a) زمین‌های کشاورزی رها شده؛ (b) منطقه با چرای بیش از حد؛ (c) سطوح شنی و گراولی؛ (d) زمین‌های پف کرده نمکی؛ (e) سطوح رسی-رسی نمکی؛ (f) سطوح رسی با ترک‌های گلی؛ (g) پوسته نمکی؛ (h) ناحیه مرطوب (W)



پس از شناسایی سطوح مختلف پلايایی، نامگذاری سطوح شناسایی شده براساس پاره ای از علائم مربوط به خصوصیات فیزیکی صورت گرفت (جدول ۲). و در نهایت نقشه ژئومورفولوژی پلايای ارومیه تهیه گردید که در شکل ۳ ارائه شده است.

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی مورد استفاده در نام گذاری سطوح مختلف پلايایی

علامت	توضیح سطوح	علامت	توضیح رنگ
C	سطح رسی-دق	G	10YR 7, 10YR 5, 10YR6, 10YR 5/2, 7.5 Y/R7,
P	اراضی پف کرده	B	10YR6/3, 10 YR6/2, 10YR7/2, 10YR6/3, 10YR6/2, 10 YR 5/3.
W	ناحیه مرطوب	GB	7.5YR 5/6, 7.5 YR5/1.
D	دلنا فن	Y	7.5 YR 8/1
A	اراضی کشاورزی رها شده	توضیح بافت	
R	اراضی با پوشش سنگ	C	رس
S	پوسته نمک	Sa	شن
DLake	اراضی وسط دریاچه	Si	سلت
Lake	خود دریاچه	L	لوم
E	اراضی با مقاومت بسیار ضعیف	توضیح	
۱	خاک با مقاومت ضعیف	W	در زمان نمونه برداری، خاک مرطوب بود
۲	خاک با مقاومت متوسط	D	در زمان نمونه برداری، خاک خشک بود
۳	خاک مقاوم		

براساس نتایج حاصل از این تحقیق، از سمت سطوح گلی نمکی در حاشیه شمال شرق پلايا به سمت سطوح پف کرده و سطوح ماسه‌ای نمکی، میزان شوری افزایش می‌یابد و بافت خاک نیز درشت و ناپایدارتر می‌شود اما در محدوده‌های شرقی و جنوب شرقی پلايا، از اطراف به سمت مرکز، بافت خاک ریزتر و سطوح پلايا پایدارتر می‌شود. از لحاظ پایداری، سطوح پهنه‌های گلی که از رس و رس سیلت تشکیل شده‌اند، پایدارترین سطوح بودند. به استثناء تعدادی از مکان‌ها که مقاومت ضعیف و پتانسیل نسبتاً بالایی برای تولید ریزگردها نشان داده‌اند. بر اساس پژوهش‌های انجام شده در این سطوح، می‌توان گفت که به علت قلیایی بودن این خاک‌ها ذرات رس و سیلت چسبندگی بسیار کم داشته و در نتیجه در برابر وزش باد حساس می‌باشند. یکی از خطرناک‌ترین و مستعدترین سطوح در برابر فرسایش بادی در پلايای ارومیه، پهنه‌های ماسه‌ای نمکی می‌باشد؛ در این محدوده‌ها بافت خاک درشت تا متوسط و میزان نمک به ویژه در محدوده‌های شرق و جنوب شرق دریاچه و شمال غرب جزیره اسلامی بسیار بالا می‌باشد؛ علاوه بر این، لایه‌های ماسه‌ای سست و پف کرده در این پهنه‌ها می‌تواند منشأ رسوبات ماسه‌ای و ریزگردها حتی با کمترین سرعت وزش باد باشند.

نتایج آنالیزهای انجام شده نشان می‌دهد که خاکهای منطقه مورد مطالعه دارای تنوع بافتی بوده و حدوداً ۴۰٪ نمونه‌ها بافت متوسط تا درشت داشتند که مستعد فرسایش و بسیار حساس در مقابل وزش باد بودند. اما بقیه نمونه‌ها بافت ریز الی بسیار ریز داشتند که اکثراً به علت رطوبت و نمک زیاد در مقابل فرسایش بادی مقاوم بودند. پهنه‌های ماسه‌ای و نمکی در شرق و

