

اثرات تغییر اقلیم بر شور شدن اولیه خاک

یوسف هاشمی نژاد، مهدی همایی و علی اکبر نوروزی

به ترتیب دانش‌آموخته دکتری فیزیک و حفاظت خاک، استاد گروه آبیاری دانشگاه تربیت مدرس و استادیار پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری

چکیده

گرمایش جهانی که منجر به تغییرات اقلیمی می‌شود، می‌تواند منجر به افزایش شور شدن اولیه خاک شود. به این منظور، محدوده‌ای به وسعت حدود ۵۰ هزار هکتار در جنوب سبزوآر انتخاب شد. با استفاده از مدل‌سازی آماری رابطه بین شوری خاک و شاخص‌های طیفی مشخص گردید. مدل حاصله بر روی ۴۲ تصویر لندست ۷ بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۴ اعمال گردید و تغییرات شوری خاک در این سال‌ها تعیین گردید. هم‌زمان تغییرات پارامترهای اقلیمی در این سال‌ها نیز ثبت و رابطه بین آن‌ها مدل‌سازی گردید. مدل حاصله بر روی داده‌های اقلیمی آینده حاصل از دو مدل HadGEM2ES و HadGEM2AO تحت چهار سناریوی مختلف اعمال و مقادیر شوری خاک برای سال‌های ۲۰۵۰ و ۲۰۷۰ برآورد گردید. بر مبنای نتایج، اکثریت سناریوهای مورد بررسی افزایش شوری خاک را در مقایسه با وضعیت حاضر پیش‌بینی کرده بودند و بیشترین مقدار افزایش شوری خاک با حدود ۱۵ درصد مربوط به دشت سیلابی رودخانه فصلی کالشور بود.

واژه‌های کلیدی: شور شدن خاک، مدل‌های گردش جهانی، مسیرهای شاخص غلظت، گرم شدن جهانی، تغییر اقلیم

مقدمه

شور شدن خاک عبارت است از تجمع املاح محلول در ریشه‌گاه به نحوی که باروری محصول (Homae and Schmidhalter, 2008) یا حاصلخیزی خاک را کاهش دهد. دو فاکتور مهم موجب شور شدن خاک می‌شوند (Homae, 1999). ۱- عوامل طبیعی که شوری اولیه را به وجود می‌آورند و ۲- عوامل مصنوعی یا انسانی که به وجود آورنده شوری ثانویه می‌باشند (Ghassemi et al., 1995). تخمین زده می‌شود که ۲۳ درصد (۳۴۰ میلیون هکتار) از اراضی تحت کشت دنیا شور، و ۳۷ درصد (۵۶۰ میلیون هکتار) از این اراضی سدیمی باشند (Tanji and Wallender, 2012).

عامل عمده شور شدن خاک در اراضی تحت آبیاری فلات مرکزی ایران که دارای آب زیرزمینی عمیق با زهکشی داخلی مناسب می‌باشند، برخلاف استان خوزستان در جنوب غرب کشور و بخش‌هایی از استان گلستان در شمال شرقی کشور که زهکشی نامناسب و سطح آب زیرزمینی بالا در آن‌ها موجب گسترش شوری در پهنه‌های وسیعی از این استان‌ها شده است (Cheraghi et al., 2010)، آبیاری با آب‌های شور است (Cheraghi et al., 2011). کل حجم تخلیه سالانه آب زیرزمینی در کشور بالغ بر ۱۳/۷ کیلومتر مکعب است که از این مقدار حوزه فلات مرکزی ایران با ۹/۹ کیلومتر مکعب بیشترین حجم برداشت را به خود اختصاص داده است (FAO, 2012).

هاشمی نژاد (۱۳۸۹) با استفاده از این وسیله در باغات پسته شمال اردکان اندازه کسر آبشویی را برآورد نموده و سپس از آن در مدل‌های حالت ماندگار برای برآورد شوری خاک استفاده کردند. نتایج پژوهش نشان داد که با این ابزار می‌توان کسر آبشویی و شوری خاک را برآورد نمود. در مورد باغات پسته تعیین عمق دقیق توسعه ریشه فعال در جذب آب مشکل است. در نتیجه، در مدل‌های ماندگار تعیین شوری خاک که بر مبنای الگوی جذب آب به وسیله ریشه هستند، تعیین شوری خاک با استفاده از تعیین گر جبهه رطوبتی نیازمند تعیین عمق فعال ریشه است. رحیمیان و همکاران (۱۳۹۳) با استفاده تلفیقی از تعیین گر جبهه رطوبتی و القاگر الکترومغناطیس برای تعیین شوری خاک و با استفاده از سعی و خطا توانستند عمق توسعه ریشه فعال پسته را تخمین بزنند که با داده‌های تبخیر و تعرق واقعی پسته از این عمق تطابق داشت.

مواد و روش‌ها

بدین ترتیب گستره‌ای نزدیک به ۵۰ هزار هکتار در جنوب غربی شهرستان سبزوار برگزیده شد. برای گزینش مناسب‌ترین تراکم و موقعیت نقاط نمونه برداری از سه روش تصادفی، شبکه منظم و فرامکعب لاتین با سه تراکم نمونه برداری ۱۰۰، ۵۰ و ۲۵ نقطه استفاده شد (هاشمی نژاد و همکاران، ۱۳۹۴). بر این پایه، در سال نخست از ۸۲ نقطه و در سال دوم از ۲۵ نقطه در محدوده مطالعاتی نمونه‌های خاک تا عمق ۹۰ سانتی متری برداشت شدند.

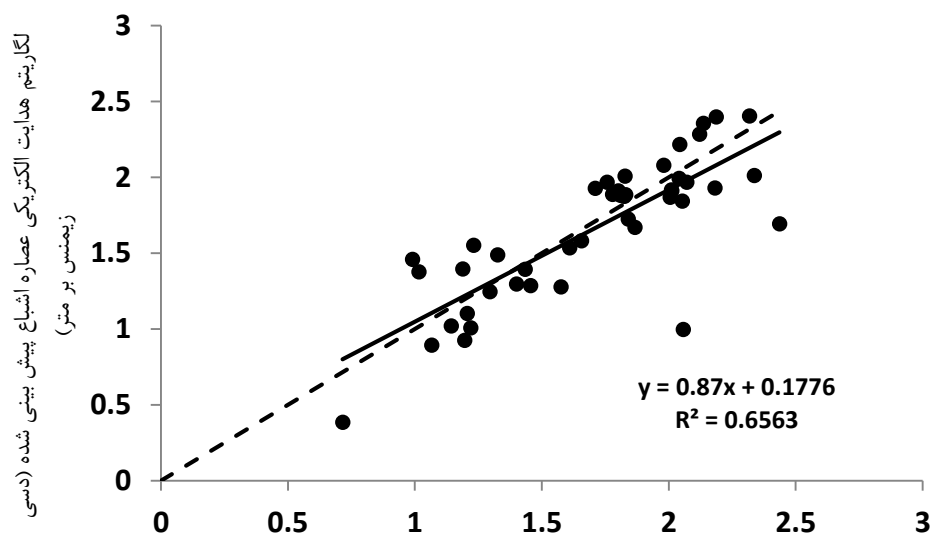
در هر دو سال، قرائت دستگاه القاگر الکترومغناطیس در وضعیت افقی نیز انجام شد. در سال نخست این قرائت در موقعیت نقطه نمونه برداری و در سال دوم افزون بر نقطه نمونه برداری در ۸ نقطه اطراف آن نیز قرائت انجام شد (هاشمی نژاد و همکاران، ۱۳۹۵). با استفاده از تصاویر لندست ۸ و استخراج شاخص‌های طیفی متعدد، مدل سازی کمی شور شدن خاک با استفاده از روش رگرسیون حداقل مربعات جزئی (PLSR) انجام شد.

برای پایش تغییرات شوری خاک در سال‌های پیشین مجدداً مدل سازی آماری بر روی تصاویر لندست ۷ انجام شد. پس از استخراج مدل مناسب و اعتبارسنجی، مدل حاصله بر ۴۲ تصویر لندست ۷ مربوط به محدوده مورد مطالعه در فاصله سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۳ اعمال گردید. مقادیر برآورد شده‌ی شوری خاک استخراج شده در برابر پارامترهای هواشناسی (دما و بارش) و نیز دمای سطح خاک قرار گرفته و رابطه بین آن‌ها به روش میانگین متحرک ارزیابی شد.

پارامترهای اقلیمی آینده تحت دو مدل اقلیم جهانی (GCM) HadGEM2AO و HadGEM2ES تحت چهار مسیر غلظت شاخص RCP2.6، RCP4.5، RCP6.0 و RCP8.5 با قدرت تفکیک مکانی ۱۰ دقیقه استخراج شدند. مقادیر دمای هوا با استفاده از رابطه استخراج شده بین دمای ماهانه‌ی هوا و دمای ماهانه‌ی خاک به مقادیر دمای سطح خاک تبدیل و سپس با استفاده از رابطه بین پارامترهای اقلیمی و شوری خاک، مقادیر شوری خاک در آینده برآورد شدند.

نتایج و بحث

رابطه رگرسیون خطی چندگانه بین شاخص‌های طیفی (حاصل از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸) و مقادیر شوری خاک در سال‌های نمونه برداری استخراج و صحت‌سنجی شد (هاشمی نژاد، ۱۳۹۴). در شکل ۱ نتیجه صحت‌سنجی این مدل بر روی داده‌های دسته آموزش نشان داده شده است. همان‌گونه که مشخص است و مدل نیز پیش‌بینی کرده بود، رابطه رگرسیون خطی چندگانه برای پیش‌بینی شوری خاک از بیش از ۶۵ درصد صحت برخوردار است. در نتیجه، این مدل به عنوان مدل مناسب برای پایش تغییرات شوری خاک از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۳ انتخاب و اعمال گردید.



شکل ۱- اعتبارسنجی مدل رگرسیون چندگانه خطی بر روی داده‌های آزمون مدل

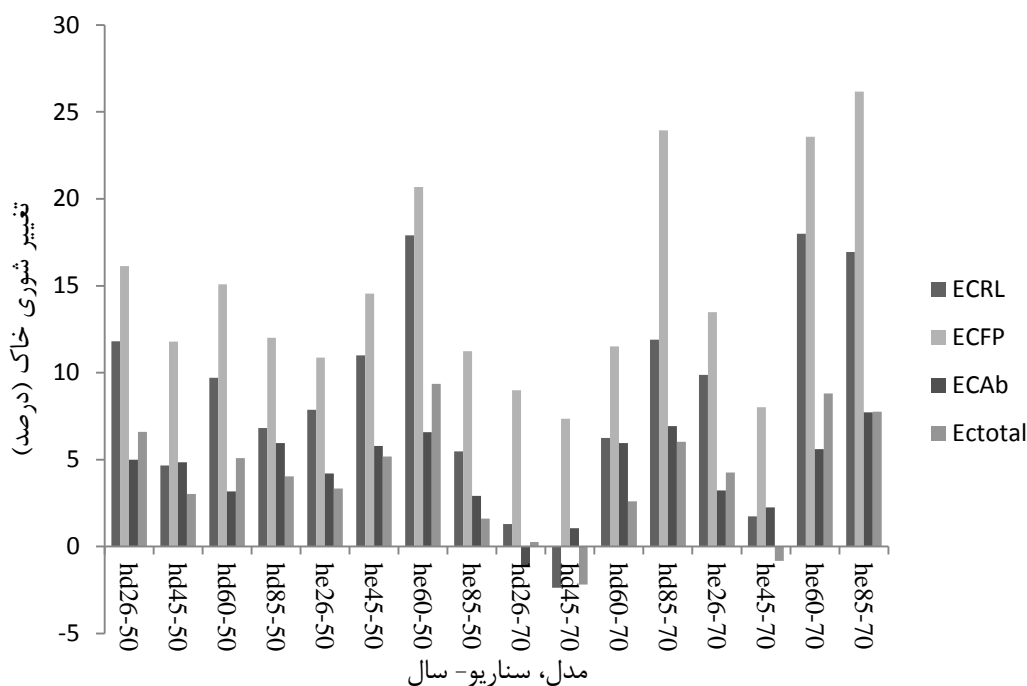


با اعمال این مدل بر روی ۴۲ تصویر ماهواره لندست ۷ بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۳ مقادیر شوری خاک متناظر با این تاریخ‌ها در محدوده مورد مطالعه برای نقاط نمونه‌برداری تعیین شد. این مقادیر شوری در مقابل پارامترهای اقلیمی دمای میانگین، دمای سطح خاک میانگین ماهانه و بارندگی ماهانه قرار گرفتند. برای بررسی اثر تاخیری پارامترهای هواشناسی بر شوری خاک، مقادیر این پارامترها در یک ماه، دوماه و سه ماه پیش از تاریخ تصویر ماهواره‌ای مورد نظر در مدل قرار داده شد. در مرحله نخست مقدار این پارامترها برای نقاط نمونه‌برداری به روش‌های درون‌یابی استخراج و در مقابل مقادیر شوری خاک پیش‌بینی شده برای همان نقطه قرار گرفت. با توجه به تغییرپذیری بالای شوری خاک در منطقه هیچ کدام از روش‌های رگرسیونی موفق به پیش‌بینی شوری خاک نقاط بر مبنای پارامترهای اقلیمی نشدند. در مرحله بعد شوری میانگین محدوده مورد مطالعه (EC-total) و همچنین شوری اراضی مرتعی (EC-RL) شوری اراضی کشاورزی (EC-Ag) شوری دشت سیلابی (EC-FP) و شوری اراضی رها شده (EC-Ab) به صورت میانگین در مقابل پارامترهای اقلیمی کل محدوده مورد نظر قرار گرفتند. مجدداً روش‌های مختلف مدل‌سازی آماری و تبدیل داده مورد آزمون قرار گرفتند. نهایتاً پنج مدل با روش حداقل مربعات جزیی برای پیش‌بینی تغییرات شوری در کاربری‌های مختلف اراضی استخراج شدند. جدول ۱ ضریب تعیین این روابط رگرسیونی را نشان می‌دهد.

جدول ۱- همبستگی بین پارامترهای اقلیمی و شوری خاک در سال‌های گذشته. شوری میانگین محدوده مورد مطالعه (EC-total)، شوری اراضی مرتعی (EC-RL)، شوری اراضی کشاورزی (EC-Ag)، شوری دشت سیلابی (EC-FP) و شوری اراضی رها شده (EC-Ab)

EC-Ab	EC-Ag	EC-FP	EC-RL	EC-total	ضرایب
0.39	0.36	0.58	0.59	0.63	R ²

به این ترتیب مشاهده می‌شود که در بین انواع پهنه‌های شور در محدوده مورد مطالعه غیر از وابستگی بالای ۶۰ درصد شوری در کل نقاط به عوامل اقلیمی، در نقاطی که به صورت مراتع طبیعی و نیز دشت سیلابی شور در منطقه مشاهده می‌شوند نیز شوری خاک تا نزدیک به ۶۰ درصد به عوامل اقلیمی وابسته است. از بین عوامل اقلیمی به نظر می‌رسد بارندگی که خود هم بر وضعیت پوشش گیاهی تاثیرگذار است و هم بر دبی سیلاب ورودی به دشت سیلابی و نیز دمای خاک موثر است مهم‌ترین کنترل‌کننده شوری خاک در محدوده مورد مطالعه باشد. در حالی که شوری در اراضی تحت کشت و آبیاری و یا اراضی که قبلاً تحت کشت بوده‌اند و اکنون عمدتاً به دلایل خشکسالی رها شده‌اند زیر ۴۰ درصد به عوامل اقلیمی وابسته است. پس از محاسبه مقادیر پارامترهای اقلیمی به‌وسیله دو مدل و ۴ سناریوی تغییر اقلیم، این مقادیر در روابط جدول ۱ قرار داده شده و مقادیر شوری خاک برای سال‌های ۲۰۵۰ و ۲۰۷۰ محاسبه شدند. شکل ۲ تغییر در شوری خاک را در این سال‌ها نسبت به وضعیت حاضر، تحت سناریوهای مختلف نشان می‌دهد.



شکل ۲- تغییر میانگین شوری خاک در محدوده مورد مطالعه تحت مدل‌ها (hd برای مدل HadGEM2- AO و he برای مدل HadGEM2- ES) و سناریوهای (26, 45, 60, 85) به ترتیب برای (RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0, RCP8.5) مختلف برای دوره زمانی (۲۰۵۰) و (۲۰۷۰) (70).

بر پایه پیش‌بینی مدل‌های مورد بررسی و تحت سناریوهای مختلف بیشترین افزایش شوری خاک به اندازه ۱۴/۷ در دشت سیلابی اطراف رودخانه فصلی کالشور رخ خواهد داد. به نظر می‌رسد افزایش تبخیر از سطح خاک به همراه کاهش دبی رودخانه به علت کاهش بارندگی و افزایش مصرف آب در بالادست مهمترین عوامل دخیل در افزایش شوری خاک در دشت سیلابی می‌باشد.

بعد از دشت سیلابی اراضی مرتعی با ۸/۷ درصد افزایش شوری خاک در رده دوم اهمیت قرار دارند. در این مورد نیز کاهش بارندگی به همراه افزایش دما و نیاز تبخیر و تعرقی گیاهان مرتعی اندازه آبشویی موثر خاک را کاهش داده و در نتیجه، مقدار بیشتری از املاح در خاک تجمع خواهد یافت.

کمترین اندازه افزایش خاک به اندازه ۴/۴ درصد برای اراضی رها شده پیش‌بینی می‌شود. اراضی رها شده اراضی هستند که در گذشته به شیوه آبیاری سیلابی، آبیاری با آب قنات و یا دیم تحت کشت بوده‌اند لیکن وقوع خشکسالی‌های پی‌درپی که در نتیجه، وقوع سیلاب‌های موثر را نیز کاهش داده است منجر به ترک این اراضی شده است. از آنجا که کیفیت آب آبیاری مورد استفاده در این اراضی در گذشته بسیار مطلوب بوده است و یا در سیستم دیم بارندگی مناسب دریافت می‌کرده است، هم مقدار شوری خاک در این اراضی نسبتاً کم است و هم تغییر زیادی در سطح شوری خاک پس از رها کردن آن انتظار نمی‌رود. هر چند که به علت انجام شخم در گذشته و از بین رفتن پوشش گیاهی بومی در حال حاضر عاری از پوشش گیاهی هستند.

منابع

سیاری زهان م.ح. ۱۳۷۵. بررسی علل شوری و قلیائیت قسمتی از خاک‌های استان خراسان. دیزباد پایین نیشابور. پایان نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی. دانشگاه تربیت مدرس. ۲۴۴ ص.

کاشکی م.ت. ۱۳۷۷. بررسی روند شور شدن اراضی فاریاب حاشیه پلایا در منطقه برآباد سبزوار. پایان نامه کارشناسی ارشد منابع طبیعی. دانشگاه تهران.



هاشمی نژاد ی. م. همایی و ع.ا. نوروزی. ۱۳۹۴. تعیین تراکم نقاط و روش مناسب نمونه برداری برای ارزیابی شوری خاک پیش از نمونه برداری. مجله پژوهشهای خاک. ۳۳۵-۳۵۰: ۲۹(۳).

هاشمی نژاد، ی. ۱۳۹۴. بررسی اثرات تغییر اقلیم بر شورشیدن اولیه و ثانویه خاک. پایان نامه ی دکتری خاک شناسی، دانشکده ی کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس.

یوسف هاشمی نژاد، مهدی همایی و علی اکبر نوروزی، ۱۳۹۵، آنالیز حساسیت روش القای الکترومغناطیسی برای تعیین شوری خاک در مقیاس وسیع. آب و خاک. ۱۲۹۳-۱۲۸۲: (۴) ۳۰.

- Ghassemi, F., Jakeman, A. J. and H. A. Nix. 1995. Salinisation of land and water resources: human causes, extent, management and case studies. CAB International. 544 pp.
- Homae M. 1999. Root water uptake under non-uniform transient salinity and water stress. Ph.D. Thesis Wageningen Agricultural University.
- Homae M., U. Schmidhalter. 2008. Water integration by plants root under non-uniform soil salinity. IRRIGATION SCIENCE. 27(1):83-95.
- Hopmans, J. W. and Maurer, E. P. 2008. Impact of Climate Change on Irrigation Water Availability, Crop Water Requirements and Soil Salinity in the SJV, CA. Technical Completion Reports, University of California Water Resources Center, UC Berkeley.
- IPCC, 2013a: Annex II: Climate System Scenario Tables [Prather, M., G. Flato, P. Friedlingstein, C. Jones, J.-F. Lamarque, H. Liao and P. Rasch (eds.)]. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1395-1446, doi: 10.1017/CBO9781107415324.030.
- IPCC, 2013b: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp, doi:10.1017/CBO9781107415324.
- IPCC. 2000. IPCC Special Report, Emission Scenarios. Summary for Policy Makers. 97 pp.
- Leggett J, Pepper W, Swart RJ (1992) Emissions Scenarios for the IPCC: an Update. In: Houghton JT, Callander BA, Varney SK (eds) Climate change 1992. The Supplementary Report to the IPCC Scientific Assessment. Cambridge University Press, Cambridge, pp 71-95
- Meinshausen, M, et al., 2011. The RCP greenhouse gas concentration and their extensions from 1765 to 2300. Climate Change. 109 (1-2): 213-241.
- Nakicenovic M., S. J. Smith, K. Calvin, J. S. Daniel, M. L. T. Kainuma, J-F. Lamarque, K. Matsumoto, S. A. Montzka, S. C. B. Raper, K. Riahi, A. Thomson, G. J. M. Velders, D.P. P. van Vuuren (2000) Special Report on Emissions Scenarios (SRES). Cambridge University Press, Cambridge.
- van Vuuren D.P., J. Edmonds, M. Kainuma, K. Riahi, A. Thomson, K. Hibbard, G.C. Hurtt, T. Kram, V. Krey, J. Lamarque, T. Masui, M. Meinshausen, N. Nakicenovic, S.J. Smith, S.K. Rose. 2011. The representative concentration pathways: an overview Climatic Change. 109:5-31



The Effects of Climate Change on Primary Soil Salinization

Y. Hasheminejhad¹, M. Homae² and A. Norouzi³

1- PhD. Graduated of Soil Science, 2- Professor of Irrigation and Drainage Department Tarbiat Modares University and 3- Professor Assistant Soil Conservation and Watershed Management Research Center, AREEO

Abstract:

Global warming which leads to climate change could increase primary soil salinization. In this way an area of about 50000 ha on the south of Sabzevar was selected. Using stochastic modeling the relationships between soil salinity and spectral indices were determined. The model was imposed on 42 Landsat 7 images between 2000-2014 and the changes of soil salinity in these years were determined. The changes of climatic variables were recorded simultaneously and the relationships of these variables with soil salinity were modeled. The model was applied on future climatic variables derived from 2 GCMs namely HadGEM2AO and HadGEM2ES under 4 different RCPs to predict soil salinity for 2050 and 2070. Based on the results, most of scenarios evaluated, have predicted an increase in soil salinity in comparison with the current status, and the maximum increase with about 15 percent was related to the flood plain of Kalshoor seasonal river.

Keywords: Soil Salinization, Global Circulation Models (GCMs), Representative Concentration Pathways(RCPs), Global Warming, Climate Change.