



## گیاه‌پالایی نمک با استفاده از گیاهان سوپرجاذب در خاک‌های شور

مریم افروشه\*، نجمه پاکدامن

استادیار و عضو هیات علمی پژوهشکده پسته، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رفسنجان، ایران  
\*نویسنده مسئول: [afrousheh@pri.ir](mailto:afrousheh@pri.ir)

### چکیده

شوری یکی از مهم‌ترین عوامل تنش‌زای محیطی تأثیرگذار بر کاهش قابلیت تولید و کیفیت محصولات زراعی و باغی در خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک می‌باشد. برای به حداکثر رساندن بهره‌وری محصول، در این مناطق باید شوری را کاهش داد. روش‌های حذف نمک شامل تکنولوژی پالایشی و گیاه‌پالایی می‌باشد. تکنولوژی‌های پالایشی رایج که بر اساس جمع‌آوری و انتقال نمک‌ها هستند به طور کلی پرهزینه و غیراقتصادی می‌باشند. این مشکلات تکنیکی، توسعه تکنولوژی جدید را بنام زیست‌پالایی<sup>۱</sup> ایجاد کرده است. زیست‌پالایی بر اساس پتانسیل موجودات زنده، میکروارگانیسم‌ها و گیاهان بنا شده است که محیط زیست را نمک‌زدایی می‌کنند. استفاده از محصولات متحمل در برابر شوری، نمک را از محیط حذف نمی‌کند، از این رو گیاهان سوپرجاذب که ظرفیت جمع‌آوری و کاهش میزان نمک موجود در خاک را دارند، می‌توانند مؤثر باشند. این مقاله در خصوص ویژگی‌های تطبیقی گیاهان شورزنی و سوپرجاذب، تحت شرایط شور و شاخص‌های مورد استفاده در شناسایی این گیاهان برای کاهش شوری، بررسی می‌کند.

**کلمات کلیدی:** گیاه‌پالایی، شوری، راندمان حذف نمک

### مقدمه

با توجه به گستردگی خاک‌های شور در مناطق خشک و نیمه خشک کشور، ۷/۳۳ میلیون هکتار از اراضی در ایران، بررسی مشکلات ناشی از شوری خاک و آب در این نوع اراضی و ارائه راه‌حل مناسب، برای موفقیت در تولید محصولات کشاورزی ضروری است (مظفری ۱۳۸۴). امروزه تکنولوژی نوظهور گیاه‌پالایی برای پالایش آلودگی‌های خاک، آب و هوا به دلایل کم هزینه بودن و پایین بودن تکنولوژی مورد نیاز در دنیا، بسیار مورد توجه

<sup>۱</sup> Bioremediation



قرار گرفته است (پارساد و فریتاس، ۲۰۰۳). تاکنون گیاهان سوپرجاذب زیادی به منظور پالایش و تصفیه مناطق آلوده شناسایی شده است (برت و همکاران، ۲۰۰۳، پارباها و همکاران، ۲۰۰۷). پس از طی شدن زمان پالایش گیاهان برداشت شده و می‌توانند در شرایط کنترل شده مورد استفاده قرار بگیرند (بارسلو و پسچنریده، ۲۰۰۳). شاخص‌های مهم برای شناسایی گیاهان سوپرجاذب نمک شامل افزایش وزن ماده خشک و بالا بودن جذب نمک در اندام هوایی می‌باشد. برای ارزیابی نهائی قدرت گیاه‌پالایی گیاهان سوپرجاذب، فاکتور انتقال<sup>۲</sup>، فاکتور زیست انباشتگی<sup>۳</sup>، غنی‌سازی<sup>۴</sup> و راندمان حذف نمک<sup>۵</sup> از خاک نیز در تعیین پتانسیل پالایش نمک نقش مهمی دارند که باید مورد بررسی قرار بگیرند (مگ‌گراف و همکاران، ۲۰۰۳؛ یانکون و همکاران، ۲۰۰۵؛ یون و همکاران، ۲۰۰۶). این ضرایب برای مقایسه گیاهان مختلف از لحاظ جذب نمک مورد استفاده قرار گرفته است.

= [Salt]Root/ [Salt]Soil(BCF)Bio-concentration factor

= [Salt]Shoot/[Salt]Root(TF)Translocation factor

= [Salt] shoot/ [Salt] Soil(EF)Enrichment factor

Efficiency of removal (%) =  $\frac{(\text{Salt in shoots} + \text{Salt in roots}) (\text{mg})}{\text{Total Salt in (mg)}} \times 100$

در گیاه سوپرجاذب<sup>۶</sup> باید زیست انباشتگی و فاکتور انتقال (  $TF > 1$ ،  $EF > 1$  ) از یک بیشتر باشد (وی و همکاران، ۲۰۰۵). در ارتباط با گیاهانی که حذف نمک را با روش عصاره‌کشی توسط گیاه<sup>۷</sup> انجام می‌دهند، بایستی فاکتور انتقال و زیست انباشتگی بیشتر از ۱ (  $TF, BCF > 1$  ) باشد. در ارتباط با گیاهانی که حذف نمک را با روش تثبیت در خاک<sup>۸</sup> انجام می‌دهند، بایستی فاکتور انتقال کمتر از ۱ و زیست انباشتگی بیشتر از ۱ (  $TF > 1, BCF > 1$  ) باشد. بنابراین فهمیدن توانایی تحمل گیاهان به تجمع نمک در ریشه و اندام هوایی برای اهداف فیتواکستراکشن و فیتواستابیلیزیشن می‌تواند مفید باشد.

## بررسی منابع

<sup>۲</sup> Translocation Factor

<sup>۳</sup> Bio-concentration Factor

<sup>۴</sup> Enrichment Factor

<sup>۵</sup> Efficiency of copper removal

<sup>۶</sup> hyperaccumulator plant

<sup>۷</sup> Phytoextraction

<sup>۸</sup> Phytostabilization



گیاهان شورزی (هالوفیت) از جمله گیاهانی هستند که قادر به رشد در محیط‌های حاوی مقادیر بالای نمک (شوری بیش از ۲۰۰ میلی‌مولار یا ۲۰ ds/m) می‌باشند. این گیاهان در حدود ۱٪ از کل گیاهان جهان را شامل می‌شوند که در شرایط شور عملکرد بالاتری نسبت به آب‌های شیرین دارند (ینسن، ۲۰۰۸). بویکو در سال ۱۹۶۶ اولین کسی بود که پیشنهاد کرد گیاهان شورزی، برای نمک‌زدایی خاک و آب می‌توانند استفاده شوند. در این فرضیه تفاوتی بین سدیم و سایر نمک‌ها وجود نداشت. زهران و عبدالوحید در سال ۱۹۸۲ از *Juncus rigidus* و *J. acutus* برای اصلاح خاک‌های با زهکشی ضعیف در مصر استفاده کردند و گزارش دادند که هدایت الکتریکی عصاره اشباع از ۳۳ به ۲۲  $\text{dS m}^{-1}$  کاهش یافت. هلايلا و همکاران در سال ۱۹۹۲، اصلاح خاک‌های شور سدیمی در شمال مصر توسط گیاه (*Echinochloa stagnina*) و تیمار گچ مقایسه کردند نتایج نشان داد که در مقایسه با تیمار گچ، این گیاه توانست نمک موجود در لایه سطحی را کاهش دهد. کفو در سال ۱۹۹۱ بیان کرد که در ۲۰ تن در هکتار *Suaeda salsa*، محتوی ۳-۴ تن نمک می‌باشد. همیدو و همکاران در سال ۲۰۰۷ گزارش داد که در ۳۹۴۸ کیلوگرم در هکتار بایوماس تولید شده *Portulaca oleracea*، محتوی ۴۹۷ کیلوگرم نمک بود. رابهی و همکاران در سال ۲۰۰۸ گزارش دادند نهال‌های *Arthrocnemum indicum*، *Suaeda fruticosa*، *Sesuvium portulacastrum* رشد داده شده در خاک شور، هدایت الکتریکی با جذب نمک‌های محلول به ویژه سدیم را به طور معنی‌دار کاهش داد. همچنین گزارش دادند *Sesuvium portulacastrum* توانایی انباشت ۳۰ درصد در اندام هوایی در طی ۱۷۰ روز را داشت. نصیر در سال ۲۰۰۹ در یک مطالعه میدانی در دره اردن، تأثیر سه نوع گونه شورزی، *Tamarix aphylla*، *Atriplex nummularia* و *A. halimus* روی خواص شیمیایی خاک شور سدیمی مورد بررسی قرار داد. در پایان آزمایش، این سه گونه، شوری خاک را کاهش دادند. رابی و همکاران در سال ۲۰۱۰ بیان کردند که *Sesuvium portulacastrum*، یک شورزی اجباری، باعث کاهش شوری و سدیم خاک می‌شود. بعضی از گیاهان شورزی که عملکرد مناسب را در سطوح مختلف شوری تولید می‌کنند، در جدول ۱ ارائه شده است.



# اولین همایش ملی شورورزی



مرکز ملی تحقیقات شوری، یزد - آذرماه ۱۳۹۶

جدول ۱. گونه های گیاهان شورزوی و سطح تحمل آن ها به نمک (ونتیورا و ساگی، ۲۰۱۳)

گونه های گیاهی شورزوی	حد تحمل به شوری (میلی مولار)	منابع معرفی شده
<i>Aster tripolium</i>	40	ونتیورا و ساگی، ۲۰۱۳
<i>Atriplex lentiformis</i>	500	اولیری و همکاران، ۱۹۸۵
<i>Atriplex triangularis</i>	150	گالاگر، 1985
<i>Batis maritima</i>	500	اولیری و همکاران، ۱۹۸۵
<i>Salicornia europaea</i>	500	اولیری و همکاران، ۱۹۸۵
<i>Salicornia persica</i>	100	ونتورا و همکاران، 2011
<i>Sarcocornia fruticosa</i>	100	ونتورا و همکاران، 2011
<i>Aster tripolium</i>	300	کوپرو و همکاران، 2011
<i>Atriplex hortensis</i>	250>	ویلسون و همکاران، 2000
<i>Batis maritima</i>	200	دبس و همکاران، 2010
<i>Cochlearia officinalis</i>	100	دووس، 2011
<i>Crambe maritima</i>	100>	دووس و همکاران، 2010
<i>Crithmum maritimum</i>	۱۵۰	حامد و همکاران، ۲۰۰۴ و بن امور و همکاران، ۲۰۰۵
<i>Diploaxis tenuifolia</i>	150~	دووس، 2011
<i>Inula crithmoides</i>	400	تاردیو و همکاران، ۲۰۰۶ و زورایک و بالباکی، 1996
<i>Mesemyanthenum crystallinum</i>	400	هارپیچ و همکاران، ۲۰۰۸ و آگاری، 2007
<i>Plantago coronopus</i>	250	کوپرو، 2006
<i>Portulaca oleracea</i>	140<	سیموپولوس، ۲۰۰۴ و یازبسی و همکاران، 2007
<i>Salicornia sp.</i>	500>	ونتورا و همکاران، 2011
<i>Sarcocornia sp.</i>	500>	ونتورا و همکاران، 2011
<i>Tetragonia tetragonioides</i>	174	ویلسون و همکاران، ۲۰۰۰ و اسلاپسکی و همکاران، 2010

## نتیجه گیری

مشخص است که شوری در سراسر جهان و ایران به سرعت در حال رشد است و بیش از نیمی از میلیاردها هکتار زمین بدلیل بحران آب و شوری برای تولید محصول مناسب نیستند. بنابراین نیاز به پیدا کردن روش هایی، جهت بهبود خاک های شور و استفاده از سیستم هایی با بهره وری بالا برای پشتیبانی از چالش های فعلی امنیت



غذایی جهان ضروری است. در سال‌های اخیر، گیاه‌پالایی خاک‌های شور توسط محققان مورد مطالعه قرار گرفته است و مشاهده شده است که استفاده از برخی از گیاهان شورزی و سوپرجاذب می‌توانند میزان نمک موجود در خاک را کاهش دهد. بر اساس مطالعات انجام شده، گیاه‌پالایی می‌تواند به عنوان یکی از فن‌آوری‌های مقرون به صرفه و سازگار با محیط زیست برای اصلاح مکان‌های آسیب دیده با نمک تبدیل شود. در نهایت، این گیاهان شورزی برای اهداف صنعتی و زیست محیطی مورد استفاده قرار می‌گیرند و از این گیاهان به عنوان سبزی، علوفه و محصولات روغنی استفاده می‌شود.

## منابع

۱. مظفری، و. ۱۳۸۴. بررسی نقش پتاسیم، کلسیم و روی در کنترل عارضه سرخشکیدگی پسته. رساله دکتری بخش خاکشناسی دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.
- 1) Barcelo, J., and C. Poschenrieder. 2003. Phytoremediation: Principles and perspective. *Contributions to Science*. 2(3): 33-344.
  - 2) Brett, R., Green, S., Mills, T., and B. Clothier. 2003. Phytoremediation: using plants as bio-pump to improve degraded environments. *Australian Journal of Soil Research*. 43(3):599-611.
  - 3) Hamidov, A., Beltrao, J., Neves, A., Khaydarova, V., and M. Khamidov. 2007. *Apocynum lancifolium* and *Chenopodium album*—potential species to remediate saline soils. *WSEAS Transactions on Environment and Development*. 3(7): 123-128.
  - 4) Helalia, A. M. El-Amir, S., Abou-Zeid, S.T., and K. F. Zaghoul. 1992. Bio-reclamation of saline-sodic soil by Amshot grass in Northern Egypt. *Soil and Tillage Research*. 22(1-2): 109-115.
  - 5) Ke-Fu, Z. 1991. Desalinization of saline soils by Suaeda salsa. *Plant and Soil*. 135(2): 303-305.
  - 6) McGrath, S. P., and F. G. Zhao. 2003. Phytoextraction of metals and metalloids from contaminated soils. *Journa of Current Opinion in Biotechnology*. 14: 277-282.
  - 7) Prabha, K., Marathiamma, p., and L. Li. 2007. Phytoremediation technology: hyper-accumulation metals in plant. *Water. Air. Soil Pollut*. 184: 105-126.
  - 8) Prasad, M.N.V., and H.M.O. Freitas. 2003. Metal hyperaccumulation in plant biodiversity prospecting for phytoremediation technology. *Biotechnology*. J. 6: 285:321.
  - 9) Rabhi, M., Ferchichi, S., Jouini, J. et al. 2010. Phytodesalination of a salt-affected soil with the halophyte *Sesuvium portulacastrum* L. to arrange in advance the requirements for the successful growth of a glycophytic crop. *Bioresource Technology*. 101 (17):6822-6828.
  - 10) Ventura, Y., and M. Sagi. 2013. Halophyte crop cultivation: the case for salicornia and sarcocornia,” *Environmental and Experimental Botany*. 92:144-153.
  - 11) Wei, S.H., Zhou, Q.X., and X. Wang. 2005. Cadmium-hyperaccumulator *Solanum nigrum* L. and its accumulating characteristics. *Environmental Science*. 26: 167-171.
  - 12) Yanqun, Z., Yuan, L., Jianjun, C., Haiyan, C., Li, Q., and C. Schvartz. 2005. Hyperaccumulation of Pb, Zn and Cd in herbaceous grown on lead-zinc mining area in Yunnan, China. *International Journal of Environmental Science*. 31:755-762.
  - 13) Yensen, N. P. 2008. Halophyte uses for the twenty-first century. In *Ecophysiology of High Salinity Tolerant Plants*, M. A. Khan and D. J. Weber (Eds). p. 367-396.
  - 14) Yoon, J., Cao, X., Zhou, Q., and L. Q. Ma. 2006. Accumulation of Pb, Cu, and Zn in native plants growing on a contaminated Florida site, *Journal of The Total Environment Science*, 368:456-464.
  - 15) Zahran, M. A., and A. A. Abdel Wahid. 1982. Contributions to the ecology of halophytes. *Tasks for Vegetation Science*. 2: 235-257.



## Phytoremediation of salt using hyper-accumulator plants in salinity soils

Maryam Afrousheh \*, Najmeh Pakdaman

Pistachio Research Center, Horticulture Sciences Research Institute, Agriculture Research Education and Extension Organization (AREEO), Rafsanjan, Iran

\*Corresponding author's email: Afrousheh@pri.ir

### Abstract:

Salinity is one of the most important environmental stresses affecting the production capability and quality of agricultural crops in arid and semi-arid area. In order to maximize of the productivity of the yield, salts must be decreased in these areas. Salt removal methods include refining technology and phytoremediation. Common refinery technologies are based on the collection and transfer of salts that generally costly and non-economic. These technical problems have led to the development of a new technology called bioremediation. Bioremediation involves of living organisms, microorganisms and plants for removing of salt in environment. The use of salinity-tolerant plants does not remove salt from the environment, but hyper-accumulator plants have the capacity to collect and remove salt effectively. This paper reviews the adaptive characteristics of halophytes and hyper-accumulator plants under salinity conditions and identification indices of these plants for salinity reduction.

**Keywords:** phytoremediation, Salinity, Salt removal efficiency