Archive of SID

اولین همایش ملی زهکشی در کشاورزی پایدار
تهران - ۸ اسفندماه ۱۳۹۲

افزایش بازده زهکشی زیستی، زهکشی پایدار اراضی

محمدمهدی کهن‌سال
دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی دانشگاه صنعتی اصفهان، mm.kohansal@yahoo.com
امید محمدی
دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی دانشگاه صنعتی اصفهان، o.mohamadi@ag.iut.ac.ir
منوچهر حیدرپور
استاد گروه آب دانشگاه صنعتی اصفهان، heidar@cc.iut.ac.ir
امید محمدی
دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی دانشگاه صنعتی اصفهان، miut48@gmail.com

چکیده

نیاز به زهکشی در اراضی ماندابی امری غیرقابل انکار است. زهکشی زیستی روشی برای زهکشی اراضی است که در آن از گیاهان مقاوم به شوری با توان تبخیر- تعرق زیاد استفاده می‌شود. هرچه بازده زهکشی زیستی بیشتر باشد، میزان افت سطح ایستابی بیشتر خواهد شد. برای افزایش بازده زهکشی زیستی روش‌هایی وجود دارد. هرچند که استفاده از گیاهان با توان تبخیر- تعرق بیشتر بهترین روش برای افزایش بازده زهکشی زیستی است اما در صورت اجرای طرح، تغییر گیاهان از لحاظ هزینه و زمان، مناسب نمی‌باشد. سایر روش‌ها از جمله تغییر در هدایت هیدرولیکی خاک، کاهش ردیف‌های کشت و سایر روش‌ها نیز با توجه به شرایط منطقه بایستی بررسی گردند.

واژه‌های کلیدی: زهکشی، زهکشی زیستی، توسعه پایدار، افزایش بازده

مقدمه

طبیعت در حالت عادی در تعادل است؛ این بدان معناست که در شرایط طبیعی، مؤلفه‌های یک سیستم هیدرولوژیکی از قبیل بارش، تبخیر- تعرق، زهکشی و ذخیره رطوبتی با یکدیگر در تعادل هستند. البته ممکن است بارش در برخی دوره‌ها به طور موقت سبب افزایش جریان زهکشی، خیز سطح ایستابی یا ذخیره رطوبتی گردد ولی حداکثر پس از دوره‌ای ۵-۱۰ ساله مجدداً تعادل برقرار می‌گردد[۴]. مشکل از آنجا ایجاد می‌شود که بشر با دست بردن در طبیعت سبب بهم خوردن این تعادل می‌شود که در چنین شرایطی موضوع زهکشی مطرح می‌گردد. اگر زهکشی طبیعی خاک کافی نباشد، یک زهکشی مصنوعی جهت افزایش ظرفیت زهکشی لازم می‌گردد. زهکشی برای جلوگیری از غرقاب شدن و یا حتی شور شدن مطرح می‌گردد[۱و۲]. زهکشی زیستی عبارت است از زهکشی اراضی به کمک گیاهان مقاوم به شوری که در آن برای خارج کردن آب از زمین از توان تبخیر- تعرق گیاهان استفاده می‌شود. به عبارت دیگر زهکشی زیستی یک سیستم طبیعی برای جذب و

www.SID.ir

Archive of SID

کاهش آب نفوذیافته به منطقه ریشه گیاه می‌باشد. زهکشی زیستی را می‌توان یک پمپ طبیعی آب توسط گیاهان تعریف کـرد که از انرژی زنده برای پمپاژ استفاده می‌کند. در این روش گیاهان می‌توانند حتی بیشتر از ۹۸٪ از آب مشکل‌ساز را از منطقـه‌ی

www.SID.ir

Archive of SID

ریشه گیاه خارج سازند[۶]. زهکشی زیستی نیز همانند سایر روش‌های زهکشی می‌تواند سبب کاهش شوری شود اما هدف اصلی در آن، خروج آب اضافی زیرزمینی با استفاده از تبخیر- تعرق توسط گیاهان است[۹].

از سوابق تحقیق در این زمینه می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

کهن‌سال و همکاران (۱۳۹۱) زهکشی با قدرت تبخیر- تعرق گیاهان را روشی مناسب برای زهکشی اراضی دانسته و اعلام کردند که درصورت کنترل شوری، زهکشی زیستی روشی پایدار برای زهکشی اراضی است [۳].

جیت رام و همکاران[1] (۲۰۰۸) با بررسی تأثیر آبیاری و زهکشی بر اراضی مناطق هیسار، کرنال و رهتاک هند توانستند به طور میانگین، سطح آب زیرزمینی را در یک سال ۴۹۰ میلیمتر پایین ببرند[۸].

لیاقت (۲۰۱۰) با هدف تعیین پایداری سیستم‌های زهکشی زیستی در پایین آوردن هدایت هیدرولیکی خاک‌ها با شوری آب متوسط و عمق‌های مختلف تحقیقی انجام داد[۹].

موریس و همکاران[2] (۱۹۹۸) برداشت آب از سطح سفره کم‌عمق و شور را توسط دو گونه اکالیپتوس حدود ۳۰۰ میلیمتر در سال گزارش کردند و اظهار داشتند که توانایی درختان در تخلیه آب زیرزمینی در خاک‌های با هدایت هیدرولیکی کم، با نزول سطح ایستابی کاهش می‌یابد. همچنین با مطالعه بر روی تبخیر- تعرق گونه‌های مختلف اکالیپتوس نشان دادند که نیاز آبی آن‌ها تقریباً برابر است[۱۰].

در پروژه نهر گاندی در هند، کاشت درختان اکالیپتوس در اراضی ماندابی نهر آبیاری سبب افت سطح آب زیرزمینی به اندازه ۱۵ متر در یک دوره ۶- ۷ ساله شد. همچنین حفاری‌های انجام شده در این پروژه نشان داد که عمق ریشه این درختان حداقل تا ۱۰ متری توسعه یافته است[۵].

مواد و روش‌ها

زهکشی و زهکشی زیستی

به خارج کردن آب اضافی از زمین که می‌تواند به وسیله کانال، لوله و یا هر چیز دیگری صورت پذیرد، زهکشی گفته می‌شود.

زهکشی به کمک گیاهان مقاوم به شوری، زهکشی زیستی گفته می‌شود. به عبارت دیگر اگر برای خارج کردن آب اضافی از زمین و پایین انداختن سطح ایستابی از گیاهان به عنوان زهکش استفاده شود، زهکشی زیستی صورت گرفته است. در این روش زهکشی اراضی به کمک گیاهان مقاوم به شوری صورت گرفته که در آن برای خارج کردن آب از زمین از توان تبخیر- تعرق گیاهان استفاده می‌شود.

مبانی علمی زهکشی زیستی

مؤلفه‌های یک سیستم هیدرولوژیکی از جمله تبخیر- تعرق، ذخیره رطوبتی خاک و زهکشی در شرایط طبیعی با یکدیگر در تعادل هستند. هرچند که ممکن است در برخی دوره‌ها بارش شدید سبب افزایش موقت جریان زهکشی، خیز سطح ایستابی یا ذخیره رطوبتی خاک گردد ولی در نهایت پس از یک دوره کوتاه مدت ۵ تا ۱۰ ساله، تعادل برقرار می‌گردد. یکی از مهم‌ترین عضو در بیلان آبی (تبخیر- تعرق و ذخیره رطوبتی) هر منطقه گیاهان هستند. با جایگزین شدن گیاهان زراعی یا درختان بر پوشش‌های طبیعی در یک منطقه، بیلان آبی منطقه بهم خورده و میزان نشت یا نفوذ به سفره‌های زیرزمینی تغییر می‌کند که این تغییر معمولاً با توسعه کشاورزی آبی با افزایش نفوذ آب به سفره زیرزمینی همراه خواهد بود[۷].

باتوجه به مطالب گفته شده می‌توان گفت که توان تبخیر- تعرق گیاهان و بهم خوردن بیلان آبی، مبانی اصلی زهکشی زیستی را تشکیل می‌دهند.

---

[1] Jeet Ram et al
[2] Morris et al

www.SID.ir

Archive of SID

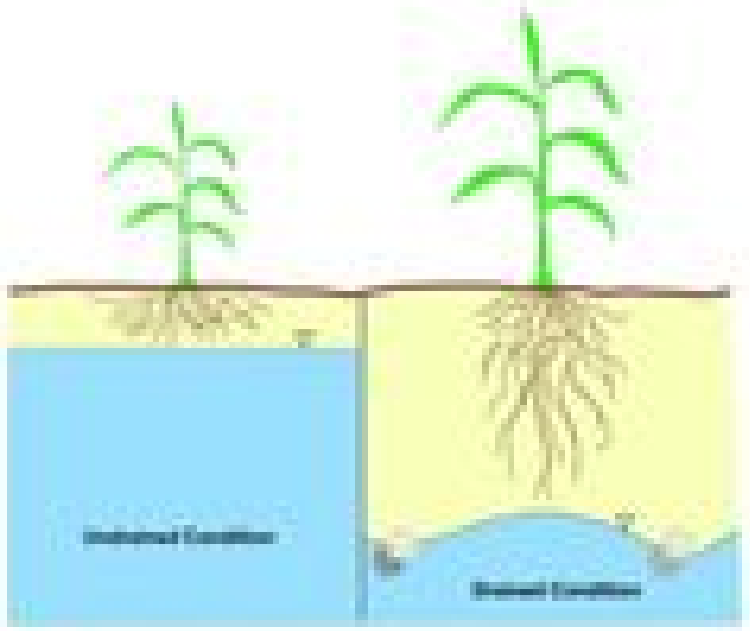
گیاهان قابل استفاده در زهکشی زیستی

گیاهان مورد استفاده در زهکشی زیستی باید ۳ شرط مهم را دارا باشند. این ۳ شرط عبارتند از:

۱- در شرایط ماندابی به خوبی رشد و تبخیر- تعرق کنند

۲- نسبت به شوری مقاوم بوده و بتوانند در خاک‌های با شوری زیاد، رشد کرده و تبخیر- تعرق لازم را داشته باشند. همچنین اگر بتوانند شوری خاک را جذب کرده و کاهش دهند، مناسب‌تر هستند[۱۱].

۳- دارای ریشه‌ی افشان و بلند (ریشه عمقی) باشند تا بتوانند عمق سطح ایستابی را تا حد ممکن پایین ببرند. شکل (۱) تفاوت ریشه‌ی عمقی و افشان را با ریشه‌ی سطحی نشان می‌دهد.



شکل (۱): تفاوت ریشه‌ی افشان عمقی و سطحی

از جمله گیاهانی که این شرایط را دارا هستند می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- گز
- آکاسیا
- اکالیپتوس
- سایر انواع اکالیپتوس

پارامترهای نزول سطح ایستابی در زهکشی زیستی

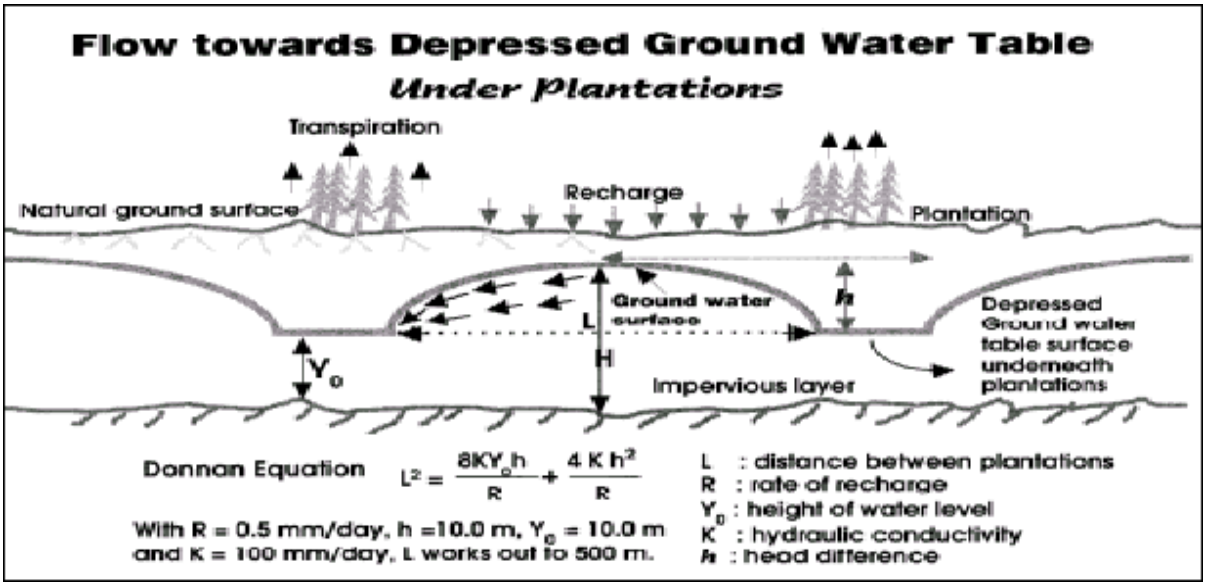
می‌توان گیاهان را پمپ‌های بیولوژیکی نامید چراکه مانند یک پمپ عمل کرده و سطح ایستابی محل خود را پایین می‌برند. درنیجه این عمل، سطح ایستابی منطقه پایین می‌رود. میزان افت سطح ایستابی در منطقه بستگی به مواردی چون مصرف آب گیاهان یا همان درختان، میزان تغذیه آب در زمین‌های اطراف، هدایت هیدرولیکی خاک و عمق لایه غیرقابل نفوذ دارد. میزان افت سطح ایستابی یا به عبارتی فاصله مورد نیاز ردیف‌های درختکاری شده در زهکش زیستی به کمک فرمول (۱) محاسبه می‌گردد.

$$L^2 = \frac{8Ky\,h}{R} + \frac{4Kh^2}{R} \qquad (۱)$$

که در فرمول (۱) L فاصله بین نوارهای درختکاری شده بر حسب متر، R میزان تغذیه، y ارتفاع سطح ایستابی بالای لایه محدودکننده در محل درختکاری، K ضریب هدایت هیدرولیکی خاک و h اختلاف ارتفاع سطح ایستابی در محل درختکاری و نقطه میانی دو زهکش است. این پارامترها در شکل (۲) نشان داده شده‌اند.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل(۲): پارامترهای نزول سطح ایستابی

همانطور در شکل (۲) و فرمول (۱) مشخص است، فاصله بین نوارهای درختکاری شده، میزان تغذیه سفره، ارتفاع سطح ایستابی در محل درختکاری شده و ضریب هدایت هیدرولیکی خاک، پارامترهای مؤثر بر افت سطح ایستابی در زهکشی زیستی می‌باشند. این فرمول تنها یک مشکل دارد چراکه در آن نوع گیاه و توان تبخیر- تعرق گیاه درنظر گرفته نشده است و می‌توان با تغییر گیاه و استفاده از گیاهی با توان تبخیر- تعرق بالاتر، کاهش بیشتری در ارتفاع سطح ایستابی ایجاد کرد. پس نوع گیاه یا همان توان تبخیر- تعرق گیاه نیز یکی از پارامترهای مؤثر بر افت سطح ایستابی در زهکشی زیستی است.

مزایا و معایب زهکشی زیستی

هر سیستمی، مزایا و معایبی دارد و برای اجرای آن باید آن‌ها را درنظر گرفت و با بررسی مزایا و معایب، تصمیم به اجرا و یا عدم اجرای آن گرفت. سیستم زهکشی زیستی نیز از این قاعده مستثنا نیست. از جمله مزایای زهکشی زیستی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- قابل استفاده در زمین‌های شیب‌دار
- سبب پایین افتادن سطح ایستابی
- عدم نیاز به احداث تأسیسات زهکشی
- تأثیر مثبت در محیط زیست و هوای منطقه با توجه به کاشت گیاه و درخت
- عدم نیاز به صرف هزینه‌های زیاد برای حفر کانال و یا لوله‌گذاری
- جلوگیری از فرسایش
- جلوگیری از وزش بادهای شدید

هرچند که زهکشی زیستی مزایای بسیار زیادی دارد اما موارد گفته شده، برخی از مهم‌ترین مزایای این روش زهکشی می‌باشد. این روش زهکشی معایبی نیز دارد که از معایب آن می‌توان موارد زیر را درنظر گرفت:

- سبب شوری خاک در طولانی مدت می‌شود
- در برخی موارد نمی‌توان تنها به این روش اکتفا کرد
- برای کوتاه مدت مناسب نیست چراکه نیازمند زمان برای رشد درختان است
- در بعضی موارد سبب تخریب ساختمان خاک شده و درنتیجه مناسب نیست
- عدم کنترل دقیق افت سطح ایستابی به دلیل رشد ناهمگون ریشه‌ی درختان

www.SID.ir

Archive of SID

روش‌های افزایش بازدهی زهکشی زیستی

همانطور که گفته شد، نوع درختان یا همان توان تبخیر- تعرق گیاهان، فاصله بین نوارهای درختکاری شده، میزان تغذیه سفره، ارتفاع سطح ایستابی در محل درختکاری شده و ضریب هدایت هیدرولیکی خاک، پارامترهای مؤثر بر افت سطح ایستابی در زهکشی زیستی می‌باشند. پس برای افزایش بازدهی زهکشی زیستی باید بر روی این عوامل کار شود. یعنی باید یک یا چند عامل از این عوامل را تغییر داد. برای مثال با تغییر گیاه به گیاهی با توان تبخیر- تعرق بیشتر می‌توان سبب افت بیشتر سطح ایستابی شد. و یا با یکی از مواردی چون کم کردن فاصله بین نوارهای درختکاری شده، کاهش میزان تغذیه سفره و افزایش ضریب هدایت هیدرولیکی خاک، می‌توان میزان بازدهی زهکشی زیستی را افزایش داد و افت بیشتری در سطح ایستابی ایجاد کرد. حال بررسی این نکته ضروری است که کدام‌یک از این موارد قابل اجرا، کدام‌یک مقرون به صرفه و کدام‌یک مناسب‌تر است.

برای تغییر ضریب هدایت هیدرولیکی خاک باید بافت و یا ساختمان خاک به طور کامل عوض شود. یا به عبارتی دیگر باید خاک عوض شود. این کار شاید قابل انجام باشد ولی قطعاً مقرون به صرفه نیست؛ چراکه برای تغییر خاک در یک منطقه وسیع باید هزینه‌ی بسیار زیادی کرد و حجم زیادی از خاک را برداشت و حجم زیادی خاک را جایگزین آن کرد.

میزان تغذیه سفره به دو صورت می‌باشد. یکی تغذیه طبیعی مثل بارندگی و دیگری تغذیه مصنوعی مثل آبیاری. اگر تغذیه طبیعی باشد، برای کاهش آن باید برنامه‌ریزی زیادی کرده و هزینه‌ی زیادی مورد نیاز است اما برای کاهش تغذیه مصنوعی تنها لازم است که برنامه آبیاری را اصلاح کرده و از دادن آب اضافی خودداری شود که این کار، امری شدنی و کم‌هزینه است و حتی سبب کاهش هزینه‌ی آب مصرفی نیز می‌شود.

کم کردن فاصله بین ردیف‌های درختکاری شده فقط تا حد مشخصی قابل قبول است و اگر این فاصله از آن حد کم‌تر شود، هرچند که سبب افت بیشتری در سطح ایستابی می‌گردد ولی به چند دلیل قابل قبول نمی‌باشد. افزایش هزینه‌ی درختکاری، کاهش زمین قابل کشت در بین ردیف‌های درختکاری و مواردی دیگر، از دلایل غیرقابل قبول بودن کم کردن بیش از حد فاصله ردیف‌های درختکاری شده است.

اگر در ابتدای اجرای یک طرح زهکشی زیستی، درختان مناسبی انتخاب نشوند، تغییر آن‌ها کار بسیار سخت و پیچیده‌ای خواهد شد و باعث هدر رفتن مقدار زیادی از زمان شده و نیازمند صرف هزینه‌ی بسیار زیادی است؛ اما اگر در ابتدای طرح درختان مناسب با توان تبخیر- تعرق کافی که در منطقه به خوبی رشد و تبخیر- تعرق می‌کنند، انتخاب شوند، می‌توان زهکشی را به خوبی انجام داده و سطح ایستابی را تا حد لازم پایین برد. انتخاب درخت یکی از مهم‌ترین پارامترهای مؤثر بر بازدهی زهکشی زیستی می‌باشد.

نتایج و بحث

هرچه بیشتر بتوان مشکلات را به کمک روش‌های طبیعی و بیولوژیک حل کرد، پایداری و ماندگاری طرح بیشتر خواهد بود اما این امر سبب آن نمی‌شود که طرح‌های بیولوژیک همیشه و در همه جا قابل اجرا باشند و هیچ عیبی نداشته باشند.

زهکشی زیستی نیز همانند هر روش دیگری دارای مزایا و معایبی است که می‌تواند با توجه به شرایط منطقه سبب انتخاب و اجرا یا عدم انتخاب گردد. همانطور که گفته شد گرایش بشر به سمت علوم طبیعی و بیولوژیک برای رفع مشکلات، بسیار بیشتر از پیش است ولی در همه‌ی موارد استفاده از این علوم توصیه نمی‌شود. زهکشی زیستی نیز برای برخی مناطق مناسب نمی‌باشد.

در مناطقی که زهکشی زیستی قابل اجرا می‌باشد باید سعی بر آن شود که بازدهی سیستم افزایش یابد. برای افزایش بازدهی سیستم زهکشی زیستی راه‌های مختلفی وجود دارد. از جمله این راه‌ها می‌توان به استفاده از درختان با توان تبخیر- تعرق بالاتر، کم‌کردن فاصله ردیف‌های درختکاری شده، تغییر در خاک منطقه و مواردی دیگر اشاره کرد. هرچند که تمام این راه‌ها قابل بحث هستند ولی برخی از آن‌ها مناسب نبوده و یا مقرون به صرفه نیستند. هنر یک طراح و مجری سیستم زهکشی زیستی آن است که بتواند بهترین روش را برای افزایش بازدهی سیستم پیدا کرده و ارائه دهد. هرچه روش افزایش بازدهی سیستم نیازمند هزینه و وقت کمتری باشد، روش مناسب‌تر می‌باشد. البته ماندگاری روش نیز از اهمیت بالایی برخوردار است.

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

باتوجه به مطالب گفته شده می‌توان نتیجه گرفت که هرچند که زهکشی زیستی روشی بیولوژیک و طبیعی بوده و مزایای بسیار زیادی دارد اما در همه جا قابل اجرا نبوده و برای همه‌ی شرایط مناسب نمی‌باشد.

لازم است که بازده زهکشی زیستی در حداکثر مقدار باشد تا به صرفه‌تر گردد.

در ابتدای طراحی بهترین روش برای افزایش بازده زهکشی زیستی، انتخاب درختان مناسب با توان تبخیر- تعرق بالاتر است که این روش پس از اجرای طرح مناسب نمی‌باشد؛ چراکه هزینه و زمان زیادی برای تغییر درختان استفاده شده مورد نیاز می‌باشد.

سایر روش‌ها برای افزایش بازدهی زهکشی زیستی نیاز به بررسی دقیق دارند.

پیشنهاد می‌گردد:

- تحقیقات بیشتر بر روی زهکشی زیستی به صورت عملی صورت گیرد و پروژه‌های عملی بیشتری انجام شود.
- از مدل‌سازی برای محاسبات دقیق‌تر بهره گرفته شود تا قبل از صرف هزینه‌های هنگفت، نختصری از نتایج به دست آمده باشد.
- پروژه‌های زهکشی زیستی در مناطق شهری نیز بررسی و اجرا گردند تا علاوه بر زهکشی و کاهش سطح ایستابی بتوان محیطی زیبا به وجود آورد.
- در کنار سیستم زهکشی زیستی، در برخی مواقع پیشنهاد می‌گردد که از یک سیستم زهکشی دیگر نیز استفاده شود تا بتوان شوری خاک را بیشتر کنترل کرد.
- از درختانی در زهکشی زیستی استفاده گردد که علاوه بر زهکشی، استفاده‌های دیگری نیز داشته باشند.

تشکر و قدردانی

در این قسمت جا دارد که از دوستان عزیزی چون جناب آقایان دکتر علیرضا گوهری، دکتر محمدجواد زارعیان و مهندس علی نجفی کهواده تشکر به عمل آوریم که ما را در تهیه و ارائه این مقاله یاری رساندند.

منابع

[۱] اکرم، س؛ تحلیل حساسیت سامانه‌های زهکشی زیستی به شوری با کمک مدل ریاضی sahysmod، ارائه شده در چهارمین کارگاه فنی زهکشی کمیته ملی آبیاری و زهکشی، ۱۳۸۵.

[۲] اکرم، م؛ روند تحولات زهکشی، ارائه شده در سومین کارگاه فنی زهکشی کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۱۳۸۳.

[۳] کهن‌سال، م. م.، نجفی کهواده، ع.، اسلامیان، س. س. و شیبانی، ح. ۱۳۹۱. زهکشی زیستی، روشی پایدار برای زهکشی اراضی. اولین کنفرانس ملی راهکارهای دستیابی به توسعه پایدار در بخش‌های کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست (وزارت کشور تهران). اسفند ۱۳۹۱.

[۴] لیاقت، ع؛ زهکشی به روش زیستی (Biodrainage)، ارائه شده در سومین کارگاه فنی زهکشی کمیته ملی آبیاری و زهکشی، ۱۳۸۳.

[5] Chhabra, R., & N.P. Thakur. Biodrainage using tree to control water logging and secondary Stalinization in canal irrigated areas. Proceeding natural Conference on salinity management in agriculture. Central soil salinity research Institute, Karnal, India. 1998.

[6] Hatton, P., P. Reece, P. Taylor & K. McEwan. Does leaf water efficiency vary among eucalyptus in water-limited environment? Tree Physiology, 18:529-536. 1998.

[7] Heuperman, A.F.; A.S. Kapoor & H.W. Denecke. Biodrainage. International program for technology and research in irrigation and drainage, FAO. 2002.

[8] Jeet Ram, JC, Khajanchi Lai, G, Tanwar, SS, Kaledhonkar, MJ, Kumar, D & M. Biodrainage ECO-Friendly technique for combating waterlogging & salinity. 2008.

www.SID.ir

Archive of SID

[9] Liaghat, H, & M. Mashal. Sustainability of biodrainage systems considering declining of evapotranspiration rate of trees due to soil salinization. 2010.
[10] Morris, J., Collopy, J. & Mahmood K. 2006. Canopy conductance and water use in Eucalyptus plantations. Pak. J. Bot., 38(5): 1485-1490.
[11] Oster, J.D., S.R. Kaffka, M.C. Shannon & S.R. Grattan. 1999. Saline-sodic drainage water: a resource for forage production. Transaction Seventeenth International Congress on Irrigation and Drainage. 11-19 Sept. 1999.

www.SID.ir