

## اولین کارگاه فنی ارتقاء کارایی مصرف آب با کشت محصولات گلخانه‌ای

۱۳۸۶ مهرماه ۲۶

### مزایای استفاده از استاکوسورب و زئولایت در آمیخته‌های خاکی گلخانه‌ها

حسین نورافکن<sup>۱</sup>

#### چکیده

تولید گل و گیاهان زیستی به صورت گلدانی نیاز به آمیخته‌های خاکی مناسب دارد و رویکرد جامعه کشاورزی به سمت استفاده از این آمیخته‌های خاکی به دلیل توانایی آنها در جلوگیری از هدر رفتن آب و آبشویی عناصر غذایی می‌باشد. مقدار آب قابل دسترس برای کیفیت و رشد مناسب گیاه از اهمیت حیاتی برخوردار است. با این وجود ظرفیت حفظ آب و مواد غذایی بسترها کشت در گلخانه‌ها متفاوت است. در نتیجه پیدا کردن راهی برای جلوگیری از هزینه‌های فراوان آبیاری‌های مکرر به دلیل قیمت رو به رشد آب، محدودیت منابع آبی و نیروی کار، غیر قابل اجتناب به نظر می‌رسد. از جمله مواد افزودنی به آمیخته‌های خاک جهت حفظ آب و مواد غذایی، رشد گیاه و استفاده موثر از آب می‌توان به استاکوسورب و زئولایت اشاره کرد. این مواد امروزه در اغلب کشت‌های وسیع جنگل‌کاری، باغبانی، زراعی و گلخانه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد و به طور برگشت‌پذیری آب را جذب و آزاد می‌کنند. استاکوسورب آب و مواد غذایی را جذب و حفظ کرده و باعث کاهش آب و مواد غذایی از طریق شسته شدن و تبخیر می‌شود و به این ترتیب به رشد مطلوب گیاه کمک می‌کند. همچنین کاهش دفعات آبیاری به میزان ۵۰٪، مصرف یکنواخت آب در گیاهان، افزایش رشد مطلوب ریشه، کاهش شسته شدن مواد غذایی خاک با آب و هزینه‌های آبیاری را به دنبال دارد. و در نهایت استرس گیاهی را بخصوص طی دوره‌های خشکسالی به طور محسوس کاهش می‌دهد. از سوی دیگر مصرف زئولایت با توجه به ارزانی، کاربرد آسان و وجود منابع زیاد آن در کشور به سرعت در حال افزایش است. زئولایت علاوه بر جذب آب می‌تواند موجب افزایش بازده مصرف نیتروژن با کاهش اتلاف آمونیاک و کاهش شستشوی نیترات، آزاد سازی تدریجی کودهایی مانند پتاسیم و نیتروژن، اصلاح خاک‌های اسیدی و آلوده، افزایش عملکرد، کاهش بیماری فیزیولوژیکی پوسیدگی انتهایی، کاهش مصرف کودهای شیمیایی و آلودگی محیط زیست، کاهش جذب عناصر سنگین و مضر مانند مس، کادمیوم، سرب و روی توسط گیاهان گردد. همچنین افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک، استفاده در کشت‌های زئوپونیک، جدا کردن یون‌های رادیواکتیویاز فاضلاب‌ها از مزایای دیگر زئولایت می‌باشد.

کلمات کلیدی: استاکوسورب، زئولایت، گلخانه، زئوپونیک، حفظ آب.

۱- عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارومیه

## مقدمه

هر چند آب، سه‌چهارم سطح کره زمین را پوشانیده، ولی فقط ۳٪ از آب‌های جهان شیرین و قابل مصرف در بخش کشاورزی می‌باشد. بر اساس مطالعات انجام شده توسط سازمان خواروبار و کشاورزی جهانی در ۹۳ کشور در حال توسعه، استحصال بی‌رویه آب، موجب کاهش منابع آبی و در نتیجه به خطر افتادن امنیت غذایی گردیده و پیش‌بینی می‌شود در هزاره سوم میلادی چالش اصلی جهان مساله آب خواهد بود. بر اساس تحلیل موسسه بین‌المللی مدیریت آب دو نظریه در مورد تخصیص آب برای کشاورزان وجود دارد:

۱- تامین مواد غذایی جمعیت فزاینده کره زمین با برداشت آب از منابع سطحی و زیرزمینی با رشد ۱۲-۱۱ درصدی.

۲- بهره‌وری بهینه از منابع آب با افزایش کارایی مصرف آب در بخش کشاورزی.

در مناطق خشک و نیمه‌خشک مانند اکثر نقاط ایران، آب مهمترین عامل محدود کننده توسعه کشاورزی می‌باشد. بنابراین مهمترین مساله در مدیریت آب، ایجاد تعادل بین عرضه و تقاضای آب است و از آنجایی که مقدار عرضه اقتصادی آب همیشه محدود بوده و مقدار تقاضا نیز با افزایش جمعیت دائمًا بالا می‌رود برنامه‌ریزی در جهت استفاده بهینه از منابع آب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در نتیجه ضرورت استفاده از مکانیزم‌های مناسب‌تر و کاراتر، جهت تخصیص و بهره‌برداری از منابع آب بیشتر احساس می‌شود. از سوی دیگر با وجود اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک ایران، امروزه احداث گلخانه یکی از مناسب‌ترین روش‌ها در استفاده از زمین‌های کشور و استغال‌زایی محسوب می‌شود. هدف از احداث گلخانه ایجاد محیطی است که در آن تغییرات دما، رطوبت و نور در محدوده مورد نیاز گیاه کنترل شده و محصولی با کمیت و کیفیت مطلوب تولید گردد. کشت گلخانه‌ای نسبت به تولید مزرعه‌ای دارای محسن ذیل می‌باشد:

۱- در مساحت کم، درآمد مناسبی به دست می‌آید.

۲- امکان تولید خارج از فصل وجود دارد.

۳- شرایط نامساعد جوی، اثرات نامطلوب کمتری بر روی تولید خواهد داشت.

در کشت‌های سنتی دسترسی گیاه به عناصر غذایی بستگی به حاصل خیزی خاک و مقدار مواد آلی و معدنی آن، عوامل محیطی و جمعیت میکروارگانیزم‌های مورد نیاز برای تبدیل فرم آلی عناصر غذایی به معدنی دارد. ولی در کشت‌های بدون خاک، عناصر غذایی مورد نیاز گیاه به صورت معدنی در اختیار ریشه گیاه قرار می‌گیرد. همچنین رشد، کیفیت و عملکرد بسیاری از محصولات تحت تاثیر کمبود آب و مواد غذایی خاک است و افزودن موادی به خاک جهت افزایش کارایی مصرف آب و خواص فیزیکی خاک از مهم‌ترین مسائل کشاورزی به شمار می‌رود. تولید گل و گیاهان زیستی به صورت گلستانی نیاز به آمیخته‌های خاکی مناسب دارد و رویکرد جامعه کشاورزی به سمت استفاده از این آمیخته‌های خاکی به دلیل توانایی آن‌ها در جلوگیری از هدر رفتن آب و آب‌شویی عناصر غذایی می‌باشد. مقدار آب قابل دسترس برای کیفیت و رشد مناسب گیاه از اهمیت حیاتی برخوردار است. با این وجود ظرفیت حفظ آب و مواد غذایی بسترهای کشت در گلخانه‌ها متفاوت است. در نتیجه پیدا کردن راهی برای کاهش هزینه‌های فراوان آبیاری‌های مکرر به دلیل قیمت رو به رشد آب، محدودیت منابع آبی و نیروی کار،

غیر قابل اجتناب به نظر می‌رسد. از جمله این مواد افزودنی می‌توان به پلیمرهای سوپر جاذب<sup>۲</sup> (SAP) و کانی‌های معدنی زئولایت اشاره کرد.

### زئولایت

زئولایتها گروهی از آلومینوسیلیکات‌های هیدراته متببور با خلل و فرج‌های ریز هستند که حاوی کاتیون‌های قابل تبادلی از گروه فلزات قلیایی و قلیایی خاکی یعنی Ca, Na, Mg, K بوده و به طور برگشت‌پذیر آب را جذب و آزاد می‌کنند. از ویژگی‌های آن‌ها این است که قادرند بدون تغییر عمدۀ در ساختمان‌شان به طور برگشت‌پذیر آب را به خود جذب و مجددآزاد کرده و بعضی از کاتیون‌های ساختمانی خودشان را مبادله کنند. زئولایتها اولین بار در سال ۱۷۵۶ توسط یک معدن‌شناس سوئدی به نام بارون اکسل فردیک کشف شد که نام آن را از دو کلمه یونانی zein (جوشان) و lithos (سنگ) به معنی سنگ‌های جوشان اقتباس نمود که نشان‌دهنده این خاصیت منحصر به فرد آن‌هاست. زئولایتها وقتی حرارت داده می‌شوند در زمان رسیدن به نقطه ذوب به صورت خاصی کف کرده و غلغل می‌کنند که به خاطر آزاد شدن مولکول‌های آب از حفرات زئولایتها طبیعی است. اولین زئولایت کشف شده استیلیت بود که در سال ۱۷۵۶ کشف شد. معروف‌ترین و فراوان‌ترین زئولایت طبیعی نیز کلینوپیتولایت است که در سال ۱۸۹۰ کشف شد. کلینوپیتولایت با زئولایتی بین ۷۵ تا ۹۵ درصد فراوان‌ترین زئولایت طبیعی در ایران است. تا به حال بیش از ۸۵ نوع زئولایت طبیعی کشف شده و بیش از صدها نوع زئولایت مصنوعی سنتز شده‌اند. از بین زئولایتها طبیعی فقط ۹ نوع به مقدار زیادی در طبیعت یافت می‌شوند. خواص فیزیکوشیمیایی زئولایتها طبیعی متفاوت بوده و در بین نمونه‌های مختلف یک زئولایت، نیز تفاوت‌هایی در خواص فیزیکی (اندازه منافذ، اندازه بلور، ظرفیت تبادل یونی و ظرفیت جذبی) و ترکیب شیمیایی وجود دارد. موارد استفاده زئولایتها مصنوعی و طبیعی از خواص فیزیکی و شیمیایی آن‌ها منشا می‌گیرد که خود آن هم به نوعه خود تابعی از ساختمان بلوری و ترکیب شیمیایی زئولایتها است. همراه با کوارتز<sup>۳</sup> و فلدسپار<sup>۴</sup>، زئولایتها از نوع تکتسیلیکات هستند. یعنی آن‌ها از چارچوب‌های ساختمانی سه بعدی متشكل از چهاروجه‌های SiO<sub>4</sub> ساخته شده‌اند که در آن تمام اتم‌های اکسیژن هر چهار وجهی، با چهار وجهی‌های مجاور به اشتراک گذاشته شده‌اند. چنانچه در ساختمان زئولایت تعدادی از یون‌های Si چهار ظرفیتی توسط Al سه ظرفیتی جایگزین شود، این جایگزینی باعث می‌شود تا چهارچوب زئولایت دچار کمبود یک بار مثبت و یا در حقیقت دارای یک بار منفی گردد. این بار منفی از طریق قرار گرفتن کاتیون‌های یک ظرفیتی یا دو ظرفیتی ("عمدتاً" K<sup>+</sup>, Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>, Na<sup>+</sup>) در ساختمان زئولایت متوازن می‌گردد. و مجموع بارهای مثبت کاتیون‌های قابل تبادل، برابر با تعداد یون‌های Al موجود در چهاروجه‌های زئولایت است. در شرایط معمولی حفره‌های بزرگ و کanal‌های ورودی زئولایتها با مولکول‌های آب پر شده‌اند که به صورت کره‌های آب اطراف کا تیون‌های قابل تبادل را فرا گرفته‌اند. این ملکول‌های آب به صورت سستی درون حفرات و کanal‌ها نگهداری شده و به طور مداوم می‌توانند از طریق حرارت دادن زئولایت به مدت چند ساعت در درجه حرارت ۴۰۰ تا ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد از ساختمان زئولایت تبخیر شوند، که

2 - Super absorbance polymer

3 - Quartz

4 - Feldspar

در این صورت درون ساختمان زئولایت‌ها فضای خالی زیادی قابل دسترس شده و کاتیون‌ها در سطح داخلی حفره‌ها و کانال‌ها در موقعیت‌هایی قرار می‌گیرند که قابل تبادل هستند.

### تقسیم‌بندی زئولایت‌ها

طبقه‌بندی زئولایت‌ها براساس شکل بلور، منشا شکل‌گیری و اسیدی و بازی‌بودن آن‌ها متفاوت است. از نظر منشا شکل‌گیری زئولایت‌های ایران از نوع رسوبی بوده و همچنین بالا بودن نسبت Al به Si (بیش از ۰/۸) نشانه اسیدی بودن زئولایت است.

زئولایت‌ها با خواص زیر مشخص می‌گردند:

- ۱) درجه بالای آب‌دار (دهیدراته) شدن.
- ۲) موقع بی‌آب (دهیدراته) شدن، تراکم پائین و فضای خالی زیادی دارند.
- ۳) ساختمان بلوری اغلب زئولایت‌ها موقع بی‌آب شدن پایدار می‌ماند.
- ۴) دارای خاصیت تبادل کاتیونی هستند.
- ۵) بلور دهیدراته، دارای کانال‌های یکنواختی از نظر مولکولی و اندازه می‌باشد.
- ۶) خواص فیزیکی متنوعی از قبیل هدایت الکتریکی دارند.
- ۷) ضریب گازها و بخارها
- ۸) خواص کاتالیتیکی
- ۹) جذب و شبکه یونی

### خاصیت تبادل کاتیونی

کاتیون‌های قابل تبادل یک زئولایت، کاتیون‌هایی هستند که به طور سستی با چارچوب چهارچوب چهاروجهی پیوند شده و حفظ می‌گردند و به آسانی می‌توانند توسط شستن زئولایت با محلولی قوی‌تر، از کاتیون دیگر برداشته شده و مبادله گردند. در هر حال، زئولایت‌های بلوری از جمله موثرترین و شناخته‌شده‌ترین مبادله کننده‌های کاتیونی بوده و ظرفیت آن‌ها به طور معمولی ۳ تا ۴ میلی‌اکی‌والان در گرم است. ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) یک زئولایت، اساساً تابعی از درجه جایگزینی Fe و Al به جای Si در چند وجهی‌های چهارچوب آن زئولایت است. زئولایت‌های بلوری خاصیت انتخاب کننده‌گی بالایی برای یون‌های رقابت کننده نشان می‌دهند. زئولایت طبیعی کلینوپیتیلوایت به دلیل تعداد AL کم (نسبت Si به Al حدود ۴/۵ تا ۵) در ساختمان خود دارای ظرفیت تبادل یونی حدود ۲,۳ میلی‌اکی‌والان در گرم است. از خاصیت انتخاب کننده‌گی کلینوپیتیلوایت برای Cs و NH<sub>4</sub> در توسعه فرآیندهای برای حذف Cs رادیواکتیو از فاضلاب‌های تسهیلات هسته‌ای و حذف NH<sub>4</sub> از فاضلاب شهری استفاده شده است. همچنین CO<sub>2</sub> به طور ترجیحی توسط زئولایت‌های خاصی بیشتر از CH<sub>4</sub> جذب شده و بدین طریق جریان‌های خالصی از گاز متان مهیا می‌شود. عموماً ساختمان زئولایت‌ها باز است و در نتیجه سطح ویژه‌ای شبیه به کانی‌های سیلیکاتی ۱:۲ قابل انبساط از خود نشان می‌دهند. جذب آب در هر واحد سلولی زئولایت نسبتاً زیاد است. البته میزان جذب آب بستگی به نوع زئولایت و همچنین نوع کاتیون‌های موجود در کانال‌های آن دارد. به طور کلی

عرض کanal‌ها، اندازه کاتیون‌ها و انرژی هیدراتاسیون، تعیین کننده میزان آب جذب شده به وسیله این کانی‌ها هستند. و ظرفیت تبادل کاتیونی زئولایت‌ها از ۱۰۰ تا ۳۰۰ میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم آن گزارش شده است.

### پیشرفت‌های اخیر در استفاده از زئولایت‌های طبیعی در باگبانی

خصوصیات فیزیکوشیمیایی منحصر به فرد زئولایت‌های طبیعی آن‌ها را در بسیاری از کاربردهای کشاورزی و باگبانی سودمند نموده است. تکنولوژی‌های وابسته به زئولایت در کشاورزی و باگبانی شامل آزادسازی تدریجی کودها، زئوپونیک و اصلاح و بهبود خاک است. این کاربردها میزان تقاضای زئولایت‌ها را در طیف تکنولوژیکی (از کاربردهای آنها در کشورهای درحال توسعه گرفته تا کاربرد آن‌ها در سیارات دیگر) افزایش می‌دهد. تحقیقات نشانگر این است که آزاد کردن تدریجی کودها توسط زئولایت‌ها، می‌تواند در خاک‌های طبیعی و مصنوعی به واسطه واکنش‌های تبادل یونی و یا ترکیب واکنش‌های تبادل یونی و تجزیه مواد کانی انجام گیرد. در روش دوم، زئولایت‌ها در ترکیب با کانی‌ها با درجه انحلال پایین، مانند فسفات آپاتیت به کار می‌روند. تحت شرایط مناسب، زئولایت‌ها راندمان استفاده از کودها را افزایش خواهد داد. توانایی کلینوپیتیولیت در پایین آوردن نیتریفیکاسیون تا ۱۱٪، پایین آوردن شستشوی نیترات تا ۳۰٪، افزایش میزان جذب آمونیم و پتابسیم، کاهش تبخیر آمونیاک و آزادسازی تدریجی  $\text{NH}_4^+$  و  $\text{K}^+$  و سایر مواد غذایی مورد مطالعه قرار گرفته است.

سیستم‌های زئوپونیک به طور موقتی‌آمیزی در کوبا و بلغارستان توسعه یافته‌اند ولی این گونه سیستم‌ها برای تامین مواد مغذی به تیمارهای دوره‌ای با کودهای شیمیایی یا محلول‌های مغذی بیشتر از زئولایت ترکیب شده با مواد کانی نیازمندند. مطلوب‌ترین سیستم‌های زئوپونیک، آنهایی هستند که خصوصیات جالب توجه زئولایتی (منجمله ساختمان سخت و متخلخل، چگالی حجم متوسط، زهکشی خوب، قابلیت تبادل کاتیونی بالا و ثبات شیمیایی در قبال تغییرات  $\text{pH}$ ) را دارا باشد و تغذیه متعادل گیاه را برای خیلی از چرخه‌های تولید بدون اضافه نمودن کودها تامین نماید. سیستم‌های زئوپونیکی با دارا بودن این خصوصیات می‌توانند در بخش‌های عظیم تجاری و فروشگاه‌های مصرف کننده، بعنوان واسطه‌های رشد گیاه مورد توجه قرار گیرند. زئولایت‌ها می‌توانند CEC خاک و رطوبت را افزایش دهنند و هدایت آب را توسعه بخشنند. همچنین میزان محصولات را در زمین‌های اسیدی افزایش داده و میزان جذب عناصر سنگین و مضر مانند مس، کادمیوم، سرب و روی توسط گیاه، در خاک‌های آلوده را کاهش دهنند. وسعت تاثیر این خصوصیات بستگی به مقدار زئولایت اضافه شده دارد. زئولایت‌ها اغلب دارای توانائی‌هایی در افزایش راندمان استفاده از کود به وسیله پایین آوردن اتلاف از طریق شستشو بوده و با آزاد کردن تدریجی یون‌های پتابسیم و آمونیوم و سایر کاتیون‌های غذایی آثار مفید خود را ظاهر می‌نماید. به علاوه زئولایت در خاک‌هایی با بافت درشت و خشن که از غلاظت بالایی برخوردار باشند، موثرتر است. زئولایت‌های بلوری، مواد معدنی جاذب و منحصر به فردی هستند که هر کیلوگرم آن‌ها دارای حجم فضای خالی ۵۰ تا ۲۰٪ و مساحت سطح داخلی دهها متر مربع در هر گرم است. بعضی از زئولایت‌ها قادرند تا حدود ۳۰٪ وزن خشک خود، گاز جذب کنند. ساختمان زئولایت دهیدراته به طور قطع آب‌دost بوده و در اغلب کاربردهای جذبی، در ابتدا لازم است که با حرارت دادن، دهیدراته گردد. خاصیت انتخابی بودن جذب، به قطبی بودن مولکول جذب شونده و همچنین به میدان بار درون چارچوب‌ها بستگی دارد. ملکول‌های قطبی‌تر نسبت به مولکول‌های با قطبیت کمتر

ارجحیت دارند. به هر صورت زئولایت‌ها جاذب موثری برای  $H_2S$ ,  $NO_2$ ,  $SO_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2O$  هستند که در بین آنها  $H_2O$  بالاترین ارجحیت را برای جذب شدن دارد. از بین بردن پوسیدگی انتهایی<sup>۵</sup> ویژگی دیگر زئولایت می‌باشد و زمانی که گیاهان گوجه‌فرنگی در محلول هیدروپونیک، حاوی مقادیر زیادی یون‌های مس، رشد داده شدند. یون‌های مس اضافی از رشد گیاهان گوجه‌فرنگی جلوگیری کردند، ولی هنگامی که زئولایت کلسیم‌دار به محلول هیدروپونیک اضافه شد، بهبود رشد مشاهده گردید و نیز مشخص شد که زئولایت کلسیم‌دار می‌تواند عنوان یک عامل بافرکننده، هنگامی که یون‌های مضر، در محلول هیدروپونیک وجود دارند، استفاده شود. هنگامی که زئولایت کلسیم‌دار به محلول اضافه شد، پوسیدگی انتهایی بطور جدی کاهش پیدا کرد و مشخص شد که زئولایت کلسیم‌دار می‌تواند به محلول هیدروپونیک اضافه شده و از شروع اختلالات فیزیولوژیکی، همراه با شوری خاک جلوگیری شود.

### پلیمرهای سوپرجاذب

ماده افزودنی خاک برای حفظ آب و مواد غذایی، رشد گیاه و استفاده موثر از آب می‌باشد. ظرفیت حفظ آب و مواد غذایی خاک بخصوص در خاک‌هایی با بافت شنی بسیار پایین است. مقادیر زیادی آب باران و آب آبیاری از طریق شستشو و تبخیر به هدر رفته و مواد غذایی خاک در محدوده ریشه با آب شسته می‌شوند. طی دوره‌های طولانی خشکسالی میزان رطوبت خاک به کمتر از حداقل نیاز، کاهش یافته و باعث ضعف یا نابودی گیاه می‌شود. پلیمرهای سوپرجاذب، ژلهای پلیمری آب‌دوست یا هیدروژل‌هایی هستند که می‌توانند مقادیر زیادی آب یا محلول‌های نمکی فیزیولوژیکی را جذب کنند. از لحاظ علمی یک سوپرجاذب به ماده خشکی اطلاق می‌شود که چندین برابر وزن خود، محلول آبی جذب می‌کند. ذرات هیدروژل سوپرجاذب بدون حل شدن تا رسیدن به حجم تعادلی خود متورم می‌شوند. پلیمر متورم شده به علت وجود اتصالات عرضی حل نمی‌شود. سوپرجاذب‌ها شامل سه نوع کاتیونی، آنیونی و خنثی هستند که در کشاورزی نوع آنیونی آن به علت داشتن بار منفی مورد توجه است. سوپرجاذب‌های آنیونی با دارا بودن قابلیت‌های بالای ظرفیت تبادل کاتیونی<sup>۶</sup> (CEC) قادرند علاوه بر جذب مقادیر قابل توجه آب، کاتیون‌های موثر و مفید در رشد گیاه را در خود جذب نموده و ضمن جلوگیری از هدررفتن آن‌ها، در موقع لزوم آن‌ها در اختیار گیاه قرار دهند. در کشاورزی از سوپرجاذب‌ها به عنوان یک ماده افزودنی به خاک به منظور مخزن عناصر غذایی و نیز به عنوان یک ماده ذخیره کننده آب در خاک به منظور مقابله با شرایط کم آبی و کاهش تنش خشکی و کنترل فرسایش خاک و بهبود خصوصیات فیزیکی خاک استفاده می‌شود. خواص سوپرجاذب‌ها بستگی به عوامل زیادی از جمله خصوصیات ترکیبی آن‌ها، بافت خاک و نیز عوامل محیطی دارد. استفاده از این مواد در طرح‌های درخت‌کاری آفریقای جنوبی میزان آسیب به درختان در اثر تنش خشکی، تا حدود ۹۲ تا ۹۵ درصد کاهش یافته و از هزینه‌های آبیاری تا حدود ۳۰ درصد کاسته شد. در تولید محصولات کشاورزی ارتباط کاملی بین خاک ماسه‌ای و تولید ضعیف وجود دارد. ظرفیت پایین نگهداری آب در خاک‌های ماسه‌ای، نیاز به آبیاری مکرر و محدودیت مصرف آب به وسیله گیاه دارد. و در اثر حرکت آب به لایه‌های زیرین خاک، مواد

غذایی از لایه‌های بالایی خاک شسته می‌شود. بنابراین در حین آماده‌سازی آمیخته‌های خاکی گلخانه‌ها بایستی موادی جهت افزایش کارایی جذب آب و مواد غذایی به آن‌ها افزود و به این ترتیب مقاومت به خشکی را نیز افزایش داد. از پلیمرهای افزودنی متداول به آمیخته‌های خاکی را می‌توان استاکوسورب<sup>۷</sup> نام برد.

### استاکوسورب

استاکوسورب مانند زئولایت یک ماده افزودنی به خاک است که آب و مواد غذایی را جذب و حفظ می‌کند. استاکوسورب با آمیخته‌های خاکی گلدانی یا زمین کشت مخلوط می‌شود و اتلاف آب و مواد غذایی از طریق شسته‌شدن و تبخیر را به حداقل می‌رساند و به این ترتیب به رشد مطلوب گیاه کمک می‌کند. آب و مواد غذایی محلول در ناحیه ریشه، برای مصرف گیاه ذخیره می‌شوند. از مزایای استفاده از استاکوسورب می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- ۱- ظرفیت حفظ آب و مواد غذایی خاک را برای مدت طولانی افزایش داده و موجب رشد یکنواخت گیاهان می‌شود.
- ۲- دفعات آبیاری را حداقل به میزان ۵۰٪ کاهش می‌دهد.
- ۳- مصرف یکنواخت آب را برای گیاهان فراهم می‌کند.
- ۴- هزینه‌های کارگری و مدیریت هزینه‌های مربوط به آبیاری را به حداقل می‌رساند.
- ۵- رشد سریع و مطلوب ریشه را ارتقا می‌بخشد.
- ۶- شسته شدن مواد غذایی خاک با آب را کاهش می‌دهد.
- ۷- هزینه‌های تولید را کاهش داده و زهکشی را با جذب و پس دادن آب بهبود می‌بخشد.
- ۸- به گیاهان اجازه رشد در شرایط خشک و گرم را می‌دهد.
- ۹- اثرهای آن برای سال‌های زیادی پس از مصرف، در خاک باقی می‌ماند.
- ۱۰- عملکرد و کیفیت را در گیاهی مانند کاهو افزایش می‌دهد.

استاکوسورب یک پلیمر جاذب مخصوصی است که برای بالا بردن ظرفیت نگهداری آب و مواد غذایی در خاک طراحی شده است. استاکوسورب شرایط استرس گیاهی را بخصوص طی دوره‌های خشک‌سالی به طور محسوس کاهش داده و اجازه کاشت گیاهان را حتی در خاک‌های حاشیه‌ای و شرایط آب و هوایی مختلف می‌دهد. استاکوسورب از نظر pH خنثی بوده، گیاهان و میکروارگانیزم‌های زنده خاک یا آب سطحی را آلوده نمی‌سازد. استاکوسورب در تماس با آب بصورت یک ژله متورم در آمده، آب و مواد غذایی محلول را در خود نگه می‌دارند. اگر استاکوسورب بصورت یکنواخت در عمق ۳۰ سانتی‌متر زمین‌های شنی مخلوط شود می‌تواند بالاترین ظرفیت جذب آب را علی‌رغم فشارهای موجود در خاک ایجاد کند. یک ژل پلیمر تا ۱۰۰ برابر وزن خود آب را برای دسترسی گیاه ذخیره می‌کند. ریشه‌ها نیز بر اساس نیاز گیاه، آب و مواد غذایی محلول ذخیره شده را از ذرات ژله مانند با قدرت کشش خود جذب می‌کنند. ذرات ژله گونه استاکوسورب یک منبع دائمی آب را در محوطه ریشه‌ها و منطقه نیاز گیاه فراهم می‌آورد که حتی از گیاه در مقابل خشک‌سالی محافظت می‌کنند. طول عمر استاکوسورب

چندین ساله است و ظرفیت جذب آب و قابلیت پس دادن سریع آب حتی پس از دوره‌های متعدد جذب و دفع حفظ می‌شود و می‌توان از تاثیر طولانی مدت استاکوسورب به دلیل ثبات بالای مکانیکی و بیولوژیکی ذرات شنی اطمینان خاطر داشت. بنابرین این ماده به خصوص برای مناطق حاره‌ای، شبه حاره‌ای، خشک و نیمه خشک بسیار مناسب است. استاکوسورب مقدار آب در دسترس گیاه را به میزان ۵۰٪ در خاک شنی افزایش می‌دهد. حساس‌ترین قسمت یک نهال پرزهای ریشه آن هستند که در عرض چند دقیقه با تابش خورشید و وزش باد از هر گونه رطوبت تهی می‌شوند. در این زمان ریشه در اثر خشکی آسیب دیده و نتیجه‌ای غیر از تضعیف یا نابودی گیاه نخواهد داشت. استاکوسورب ریشه‌های واقع در معرض هوا را از خشک شدن در زمان حمل و نقل و انبار شدن حفظ نموده و به دلیل آبرسانی مطلوب پس از کشت رشد سالم و پرپشت ریشه تضمین می‌گردد. به این ترتیب رشد گیاه تازه کشت شده و نهال را افزایش می‌دهد. یک صد لیتر محلول یا یک کیلوگرم ژل محافظ ریشه، برای ۸۰ بوته تزیینی کافی است. در گوجه‌فرنگی نابسامانی‌های فیزیولوژیکی مانند ترکیدگی میوه و پوسیدگی گلگاه با مصرف استاکوسورب کاهش یافت. از زمینه‌های دیگر کاربرد استاکوسورب می‌توان به استفاده آن در زراعت، فضاهای سبز شهری، کناره‌های جاده‌ها، زمین‌های چمن، درخت‌کاری و جنگل‌داری، بیابان زدایی، باغبانی، گل‌کاری و پرورش قارچ اشاره نمود. در پرورش قارچ موجب افزایش ظرفیت نگهداری آب در مواد پوششی تا ۳۰-۱۰ درصد می‌گردد.

### نتیجه‌گیری

پژوهش‌گران به طور گستره‌ای با مصرف ژل‌پلیمرها و افروزنده به محیط‌های کشت گلدانی، کارایی مصرف آب را بالا برده و ظرفیت نگهداری آب را افزایش داده‌اند. کاهش نیاز به آبیاری و مصرف آب، افزایش تنفس<sup>۸</sup> (جوانه زنی بذر) و استقرار، افزایش بقاء و زنده مانی دان‌نهال<sup>۹</sup>، افزایش طول عمر قفسه‌ای<sup>۱۰</sup> گیاهان گلدانی و افزایش بازیابی مواد غذایی از کودهای افزوده شده از جمله دیگر موارد می‌باشد. به عقیده بیشتر محققان، پلیمرهای مصنوعی زمانی مفیدند که مقدار کمی مواد غذایی به آن‌ها افزوده شود.

### منابع

- ۱- پیوست، غ. ۱۳۸۴. کشت خاکی یا کشت بدون خاک در گلخانه‌ها؟. مجموعه مقالات اولین همایش ملی تکنولوژی تولیدات گلخانه‌ای، سازمان انتشارات جهاد دانشگاهی واحد گیلان، ص ۴۷-۳۳.
- ۲- حمید اوغلی، ی. شفیعی حاجی آباد، م. وح. آذربایجان. ۱۳۸۴. اثر کاربرد سوپرجاذب و بسترهاي گلدانی در سازگار کردن گیاهچه‌های درون شیشه‌ای سرخس بوستونی به شرایط گلخانه‌ای. مجموعه مقالات اولین همایش ملی تکنولوژی تولیدات گلخانه‌ای. سازمان انتشارات جهاد دانشگاهی واحد گیلان، ص ۱۴۰-۱۲۹.
- ۳- تاتاری، م. فتوحی قزوینی، ر. ۱۳۸۲. بررسی پژوهش‌هایی در مورد کاربرد زئولیت‌ها در باغبانی. اولین همایش علمی و پژوهشی دانشجویان علوم کشاورزی سراسر کشور، دانشگاه گیلان.

8 - Germination

9 - Seedling

10 - Shelf life

۴- شایان‌فر، ح. ۱۳۸۲. بررسی بهره‌وری آب کشاورزی در تولید اقتصادی محصولات. مجموعه مقالات یازدهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ص ۱-۱۶.

۵- محجوبی، ه. ۱۳۸۲. ضرورت بازنگری الگوی کشت محصولات زراعی در شبکه‌های آبیاری به منظور افزایش کارایی و ارزش آب (مطالعه موردی در شبکه آبیاری و زهکشی مغان). مجموعه مقالات یازدهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ص ۳۸-۱۷.

۶- مومنی، د. ۱۳۸۵. سیستم‌های مناسب در طراحی و ساخت گلخانه‌های گل و گیاهان زیستی. مجموعه مقالات سمپوزیوم ملی راهکارهای بهبود تولید و توسعه صادرات گل و گیاهان زیستی ایران، ستاد برگزاری ششمین جشنواره و نمایشگاه گل و گیاه محلات، ص ۱۱۹-۱۱۲.

۷- نظری، ف. خوشخوی، م. و ه. فرهمند. ۱۳۸۵. اثر زئولایت طبیعی بر ویژگی‌های رویشی و زایشی گل جعفری آفریقایی. مجموعه مقالات سمپوزیوم ملی راهکارهای بهبود تولید و توسعه صادرات گل و گیاهان زیستی ایران، ستاد برگزاری ششمین جشنواره و نمایشگاه گل و گیاه محلات، ص ۵۳-۴۷.

۸- پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه آزاد اسلامی واحد میانه

- 9- Gilman, F. 2004. EFFECTS OF AMENDMENTS, SOIL ADDITIVES, AND IRRIGATION ON TREE SURVIVAL AND GROWTH. *J. Arboriculture* 30(5). 301- 305.
- 10- Ferguson, G.A. and Pepper, L.L. 1987. Ammonium retention in sand amended with clinoptiolite: *Soil Sci. Soc. Amer. J.* vol.:51, pp 231-234.
- 11- Sarvas, M. 2003. Effect of desiccation on the root system of Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) Seedlings and a possibility of using hydrogel STOCKOSORB for its protection. *J. FOR. SCI.*, 49 (11): 531–536.
- 12- Maboko, M.M. 2005. GROWTH, YIELD AND QUALITY OF TOMATOES (*LYCOPERSICON ESCULENTUM*) and *lactuca sativa*
- 13- Ming, D.W. and Mumpton, F.A. 1989. Zeolite in soils. (in: minerals in soil environments. Dixon J. B. and weed S. B. 1992. Wisconsin, USA.) pp 873- 911.