

# گلخانه های خورشیدی و نقش و اهمیت آن در جذب و ذخیره انرژی

میربهرز غیبی - مدیر کل دفتر امور گل و گیاهان زینتی و دارویی  
حسن خدنگی - معاون مدیر کل دفتر امور گل و گیاهان زینتی و دارویی



## مقدمه

پرورش می باشد. در این گلخانه ها از هیچ نوع وسایل گرمازا به عنوان مکمل گرمایی استفاده نمی شود و انرژی دریافتی از خورشید به صورت امواج طول بلند تشعشع گرمایی در گلخانه نگهداری می شود.

### گلخانه های خورشیدی فعال

در شرایط آب و هوای سردتر یا مناطق ابری، گرمای خورشید ممکن است با یک سیستم گرمایش جهت حفاظت گیاهان در برابر سرما تکمیل شود. به عبارت دیگر در این نوع گلخانه ها علاوه بر استفاده از انرژی گرمایی (تابش خورشیدی) از سیستم گرمایش گازی و یا برقی و یا سوخت های فسیلی جایگزین به عنوان مکمل استفاده می شود.

گلخانه ها انرژی خورشیدی را در خود ذخیره می کنند. انرژی خورشیدی منبع بسیار مناسب برای گرمایشی گلخانه می باشد. گلخانه های خورشیدی نه فقط جهت ذخیره انرژی خورشیدی در طول روزهای آفتابی، بلکه جهت ذخیره گرما برای استفاده در شب یا در طول روزهای ابری طراحی می شوند. گلخانه خورشیدی می تواند به صورت یک گودال زیرزمینی، سوله سقف شیب دار یک گلخانه تونلی باشد.

### گلخانه های خورشیدی غیر فعال

این نوع گلخانه ها بیشتر انتخاب خوبی برای پرورش دهندگان خرده پا می باشند، زیرا آن ها روش کارآمدتری برای کشاورزان جهت گسترش فصل

این نوع گلخانه‌ها در عرض‌های جغرافیایی شمالی، در طول سال برای زمستان‌های سرد با توجه به موارد زیر مورد استفاده قرار می‌گیرند:

- به لحاظ این که در تابستان حداکثر انعکاس نور به گیاهان تامین شود شیب رو به شمال باشد.

- حداکثر انعکاس نور به گیاهان را داشته باشد.

- دیواره شمالی عمودی برای ذخیره گرمایی

- سقف جنوبی با شیب ۴۰-۶۰ درجه پوشیده از مواد شفاف و قابل عبور نور
- دیواره سه گوش عمودی (زاویه مثلثی دیواره‌های ورودی) برای تطبیق

- بسترهای کاشت و ریزش برف از سقف به قدر کافی بلند باشد.

- بخشی از دیواره‌های انتهایی برای عبور نور بیشتر با مواد شفاف ساخته می‌شود. برای زمستان‌های سرد و در سراسر سال موارد فنی زیر در ساخت گلخانه‌ها اعمال می‌شود:

- شیب سقف شمالی ۴۵-۶۰ درجه

- دیواره شمالی عمودی جهت ذخیره گرمایی

- سقف جنوبی ۴۵ درجه پوشیده از شیشه یا مواد شفاف

- دیواره سه گوش عمودی

- بخشی از انتهایی دیواره‌ها برای جذب نور بیشتر با شیشه یا مواد شفاف پوشیده می‌شود.

برای زمستان معتدل در سراسر سال با توجه به این که نیاز به ذخیره گرمایی کمتری است در ساخت گلخانه‌ها موارد فنی زیر اعمال می‌شود:

- شیب سقف شمالی ۴۵-۷۰ درجه (شیب سقف تندتر و دیواره شمالی کوتاه‌تر)

- سقف می‌تواند با تخریب دیواره سه گوش پشتی تا زمین ادامه پیدا کند، در صورتی که هیچ ذخیره انرژی مورد استفاده قرار نگیرد.

- سقف جنوبی ۲۰-۴۰ درجه پوشیده از شیشه

- قسمت اعظم انتهایی دیواره‌ها برای جذب و عبور نور بیشتر با شیشه یا مواد شفاف ساخته می‌شود.

## ۲-۲- گلخانه‌های خورشیدی نیمه استوانه‌ای (کمانی)

برخلاف گلخانه‌های خورشیدی نوع سوله‌ای، ضلع شمالی گلخانه‌های نیمه استوانه‌ای عایق‌بندی نشده است. تابش آفتاب به ساختارها به گونه‌ای است که جذب و توزیع گرمای خورشیدی به آن‌ها را زیاد می‌کند. این امر نوعی از جمع‌آوری گرمای خورشیدی و انتقال آن به خاک زیر کف گلخانه از طریق مواد ذخیره‌ای (همچون آب یا سنگ‌ها) در جریان پروسه‌ای که ذخیره‌دمايي زمین (ETS) نامیده می‌شود، می‌باشد. عایق‌بندی دیواره گلخانه برای به حداقل رساندن اتلاف گرما مهم می‌باشد.

## جهت‌گیری گلخانه خورشیدی

دو فاکتور مهم و حساس و موثر بر مقدار جذب گرمای خورشیدی یک گلخانه عبارتند از:

۱- موقعیت یا محل گلخانه نسبت به خورشید

۲- نوع مواد پوشش گلخانه‌ای مورد استفاده

توجه: برای تعیین جهت مناسب برای ساختمان‌های خورشیدی آگاهی از طول و عرض جغرافیایی و میزان ساعات آفتابی منطقه ضروری می‌باشد.

## شیب مصالح شیشه‌کاری

علاوه بر جهت‌گیری شمالی - جنوبی شیب سقف، شیشه‌کاری گلخانه نیز می‌بایست به منظور جذب بیشترین مقدار گرمای خورشید دارای شیب مناسب باشد. بر مبنای یک قانون عمومی جهت به دست آوردن زاویه مناسب شیب سقف، ۱۰ تا ۱۵ درجه به عرض جغرافیایی محل افزوده می‌شود. به عنوان مثال اگر شما در عرض جغرافیایی ۴۰ درجه می‌باشید سطح شیشه‌کاری می‌بایست با زاویه ۵۰ الی ۵۵ درجه شیب‌بندی می‌شود.

## پوشش‌های گلخانه

شیشه یا مواد مشابه آن که در گلخانه‌های خورشیدی مورد استفاده قرار می‌گیرد می‌بایست امکان ورود بیشترین مقدار انرژی با حداقل اتلاف انرژی را به داخل گلخانه فراهم آورند از طرفی رشد خوب گیاه نیازمند این است که شیشه یا مواد مشابه آن امکان ورود طیف طبیعی تشعشع فعال فتوسنتزی (PAR) را فراهم آورند. شیشه زبر و ناصاف، پلاستیک محکم دو لایه و فایبرگلاس نور را پراکنده می‌نمایند، در حالی که شیشه شفاف و تمیز، نور را مستقیم عبور می‌دهد.

در حال حاضر پلاستیک‌ها به طور عمده به عنوان پوشش گلخانه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند، مقاومت جوی این مواد به اشعه ماورا بنفش، جذب تابش مادون قرمز، خاصیت ضد چکه آب و انتقال پرتو تابشی از مشخصات منحصر به فرد این نوع پوشش‌های گلخانه‌ای می‌باشد. روش مورد استفاده برای نصب شیشه یا مواد مشابه آن بر مقدار اتلاف گرما اثر می‌گذارد. به عنوان یک قانون کلی در یک گلخانه خورشیدی به ازای هر فوت مربع از کف گلخانه تقریباً ۰/۷۵ الی ۱/۵ فوت مربع شیشه یا مواد مشابه آن به کار می‌رود.

## در پوشش‌های گلخانه‌ای می‌بایست فاکتورهای زیر رعایت شود

- SHGC یا ضریب اکتساب گرمای خورشیدی معیار میزان تابش خورشیدی است که از پوشش‌های گلخانه گذر می‌نماید عدد ۰/۶۰ یا بالاتر مطلوب می‌باشد.

- فاکتور U معیار گرمایی است که از پوشش‌های گلخانه‌ای به بیرون رفته و عدد ۱/۳۵ - F-۱۲-F-۰/۱۲ BTU/hr یا کمتر مطلوب است.

- VT یا انتقال مرئی به مقدار نور مرئی که از طریق پوشش‌های گلخانه‌ای وارد می‌شود، اشاره دارد. عدد ۰/۷۰ یا بزرگتر مطلوب می‌باشد.

- PAR یا تابش فعال فتوسنتزی، مقدار تابش خورشیدی است که در طول موج‌های مناسب فتوسنتزی رشد گیاهی سالم را فراهم می‌سازد. بازده طول موج ۷۰۰-۴۰۰ PAR نانومتر می‌باشد.

توجه: هنگام انتخاب پوشش‌های گلخانه‌ای توجه داشته باشید که این مواد اجازه عبور میزان انتقال کل طیف نور لازم برای رشد سالم گیاه را فراهم کنند نه انتقال PAR

علاوه بر بازده انرژی و انتقال نور می‌بایست هنگام انتخاب پوشش‌های گلخانه‌ای موارد زیر در نظر گرفته شود:

- طول عمر

- مقاومت در برابر آسیب ناشی از بارش تگرگ و برخورد جسم خارجی و

سایر عوامل محیطی



در نتیجه به عنوان فیلتر از هدر رفت گرما جلوگیری می‌کند. جهت گلخانه برای ذخیره حداکثر انرژی خورشیدی به صورت شرقی - غربی ساخته می‌شود تا دیواره شمالی به طور کامل در معرض تابش مستقیم خورشیدی قرار گیرد. برای به حداقل رساندن هدر رفت گرما در شب از پوشش پلاستیکی گلخانه، یک پرده حرارتی (Termal-blanket) از جنس پنبه با میزان عایق بندی تقریباً R-S برای آن استفاده می‌شود. براساس تحقیقی که در Manitoba (کانادا) برای مقایسه این نوع گلخانه‌ها با گلخانه‌های سنتی (در هر دو آن‌ها از هیچ نوع وسیله گرمایی مکمل استفاده نشده). انجام شده مشخص شود که متوسط دمای ثبت شده در طی ماه اسفند در گلخانه خورشیدی در روز حدود ۲۵ درجه سانتی‌گراد در شب حدود ۱۲ درجه سانتی‌گراد بوده در حالی که در گلخانه سنتی در روز حدود ۳۰ درجه سانتی‌گراد و در شب ۵- درجه سانتی‌گراد بوده است که نشان از نقش پوشش در جلوگیری از هدر رفت گرما در طول شب می‌باشد.

#### ۲- گلخانه‌های خورشیدی مستقل:

این گلخانه‌ها برای تولید تجاری گیاهان زینتی، سبزیجات یا گیاهان علفی به قدر کافی بزرگ می‌باشند. دو نوع طرح اولیه این گلخانه‌ها وجود دارد. نوع سوله‌ای (سقف شیب‌دار) و نوع نیمه استوانه‌ای (کمانی). دیواره جنوبی جهت گردآوری مقدار مطلوب انرژی خورشیدی با شیشه پوشیده می‌شود، در حالی که دیواره شمالی جهت جلوگیری از اتلاف گرما عایق بندی شده و با مصالح انعکاس دهنده نور پوشانده می‌شود.

۱-۲- گلخانه‌های خورشیدی مستقل نوع سوله‌ای (سقف شیب‌دار):

اصول بنیادی در طراحی گلخانه‌های خورشیدی گلخانه‌های خورشیدی در چهار مورد زیر از گلخانه‌های متداول متمایز می‌باشند:

- ۱- برای دریافت حداکثر گرمای خورشید در زمستان جهت بندی می‌شوند.
- ۲- مواد ذخیره گرما به منظور نگهداری گرمای خورشیدی به کار می‌گیرند.
- ۳- در جایی که نور خورشید مستقیم نبوده یا کم می‌باشد، مقادیر زیادی عایق دارند.
- ۴- جهت خنک سازی در تابستان به تهویه طبیعی تکیه می‌نمایند.

#### انواع طرح‌های گلخانه‌های خورشیدی

۱- گلخانه‌های خورشیدی پلاستیکی مناسب مناطق سرد: این نوع گلخانه‌های خورشیدی تحت عنوان گلخانه‌های چینی نیز معروف هستند. ابعاد این گلخانه‌ها متفاوت معمولاً در ابعاد ۳۰×۷ متر با دیواره شمالی ۲/۵-۳/۵ متر ساخته می‌شوند. این گلخانه‌ها با پوشش پلی‌اتیلن ۶ میلی متری در سمت جنوبی که به عنوان پنجره خورشیدی عمل می‌کند پوشانده می‌شود در حالی که دیواره شمالی و یک بخش کوچک از سقف در قسمت شمالی گلخانه عایق بندی می‌شود.

دیواره شمالی به ضخامت ۳۰ سانتی‌متر که ۱۵ سانتی‌متر آن از مصالحی مانند اجر یا شن برای ذخیره گرما و ۱۵ سانتی‌متر بقیه از فایبر گلاس R-۲۰ ساخته می‌شود. در طول روز، تابش خورشید به دیواره شمالی برخورد و انرژی آن در شن ذخیره و باعث افزایش دمای آن می‌شود. در شب انرژی خورشیدی ذخیره شده در دیواره شمالی به درون گلخانه هدایت می‌شود. علاوه بر آن دیواره شمالی جلوی بادهای شمالی را گرفته و



### عایق بندی

شامل عایق بندی کف و دیواره‌ها و عایق بندی خارجی است.

- برای عایق بندی درزهای دیواره‌ها درب و پنجره‌ها را محکم ببندید تا اتلاف حرارت کمتر می‌شود. برای عایق بندی گلخانه‌های تونلی از ورقه‌های پلاستیکی دو لایه قابل عبور به نور خورشید استفاده می‌شود. ماشین‌های هواساز (حباب‌ساز) هوا را بین فضای دو ورقه پلاستیکی می‌دمند. در کف گلخانه آجر سنگ فرش به عنوان یک منبع ذخیره گرمایی به کار می‌رود.

- گلخانه را با استقرار بخشی از پایه در زمین یا ساخت آن به طرف رو به جنوب می‌توانید عایق بندی خارجی نمایید برای مثال استفاده از گلخانه‌های زیرزمینی یا خاک‌ریزی شده نمونه‌ای از عایق بندی خارجی می‌باشند.

- شیشه کاری (Glazing) سطحی است که اجازه ورود نور و گرما به داخل گلخانه خورشیدی را می‌دهد. همچنین این سطح می‌تواند اصلی‌ترین محل برای اتلاف گرما نیز باشد. بنابراین هنگام انتخاب مصالح شیشه کاری برای گلخانه، به دنبال مصالحی باشید که هم انتقال نور خوب و هم میزان عایق بندی مناسب را فراهم می‌آورد.

- پرده‌های حرارتی گلخانه‌ای مقدار اتلاف گرما را از طریق مصالح شیشه کاری گلخانه‌ای در طول شب و در روزهای ابری محدود می‌نماید. با نصب ورقه‌های عایق بندی گلخانه‌ای از جنس بسته‌های پلی استرنی ۲ اینچی می‌توانید تا ۹۰ درصد از اتلاف گرمای خورشیدی جلوگیری نمایید. این ورقه‌ها می‌توان به صورت دستی در شب نصب و در صبح برداشته شود و از روکش‌های عایق دمایی ساخته شده از فیلم پلی اتیلن، فایبر گلاس نیز می‌توانید استفاده نمایید.

### تهویه:

در هوای سرد گلخانه خورشیدی نیازمند تهویه می‌باشد. به خاطر این که مبادله هوا به منظور تامین میزان کافی دی اکسید کربن و کنترل رطوبت برای گیاهان مهم می‌باشد، برای این منظور برحسب فوت مکعب مبادله هوا در دقیقه، حجم گلخانه را در عدد ۲ ضرب نمایید. دریچه‌های پهلویی امکان جریان یافتن هوای خنک به طرفین گلخانه را فراهم می‌آورد و دریچه‌های سقفی خروج هوای گرم را امکان پذیر می‌نمایند، سطح تهویه باید معادل یک پنجم تا یک ششم مساحت کف گلخانه باشد.

### منابع:

- ۱- گلخانه‌های خورشیدی از نشریات دفتر گل و گیاهان زینتی و دارویی، حسن خدنگی و همکاران.
2. Alward, Ron, and Andy Shapiro. 1981. Low-cost passive solar Green houses. National centerfor Appropriate Technology, Butte, MT.173P.
3. NREL.1999. Builing a Better Trombe wall. National Renewable Energy Laboratory.
4. Hunt, Tohn. N.1988. Saving energy.- North Carolina style. Green house Grower. March.





- قابلیت تحمل بار برف
- مقاومت در برابر جمع‌شدگی و چروکیدگی (انقباض و انبساط)
- ابعاد صفحه و فاصله مورد نیاز بین ستون‌های تقویت‌کننده
- نسوز بودن
- سادگی برای نصب

### ذخیره گرمای خورشیدی

عمومی‌ترین روش برای ذخیره انرژی خورشیدی قراردادن سنگ، بتون یا آب در مقابل تابش مستقیم نور خورشید جهت جذب گرمای آن می‌باشد. دیوارهای آجری یا بلوک سیمانی در پشت (ضلع شمالی) گلخانه نیز می‌توانند ذخیره گرمایی را تامین نمایند. کف‌سازی گلخانه با سرامیک یا کاشی تیره نیز توصیه می‌شود.

مقدار موارد ذخیره گرمایی مورد نیاز به محل گلخانه بستگی دارد در عرض جغرافیایی جنوبی یا میانی حداقل ۲ گالن آب یا ۸۰ پوند سنگ جهت ذخیره گرما برای هر فوت مربع پوشش گلخانه‌ای مورد نیاز می‌باشد. در صورتی که در مناطق شمالی به ۵ گالن یا بیشتر آن مورد نیاز می‌باشد. به ازای هر فوت مربع پوشش شفاف نمای جنوبی، تقریباً سه فوت مربع دیوار بلوک سیمانی یا آجری (چهار اینچی) مورد نیاز می‌باشد. در آب و هوای سرد نیم گالن آب به ازای هر فوت مربع از پوشش‌های گلخانه‌ای مورد نیاز می‌باشد.

ترومپوال‌ها یا دیوارهای آبی روشی ابداعی برای جذب و ذخیره گرما می‌باشند (دیوارهای آبی کوتاه تعبیه شده داخل گلخانه نزدیک پنجره‌های رو به جنوب می‌باشند. این دیوارها گرما را در سمت رو به جنوب جذب و سپس به دیوارهای رو به شمال به داخل گلخانه تشعشع می‌دهند).

به جای دیواره آبی از سنگ هم برای ذخیره گرما استفاده می‌شود و برای این منظور از سنگ‌هایی به قطر ۱ یک دوم تا یک دوم اینچ استفاده می‌شود. اما سنگ‌ها ارزش ذخیره گرمایی بسیار پایین‌تری نسبت به آب دارند. بنابراین حجم سنگ سه برابر بیشتر تهیه می‌شود تا همان مقدار ذخیره گرمایی تامین شود.

همچنین از مواد تغییر فاز می‌توان به جای آب یا سنگ جهت ذخیره گرما استفاده کرد این موارد شامل:

۱- دی سدیم فسفات دودکاهیدرات

۲- سدیم تیوسولفات پنتاهیدرات

۳- پارافین

۴- نمک گلوبر (Glauber) (سدیم سولفات، دکاهیدرات)

۵- کلسیم کلرید هگزاهیدرات

۶- اسیدهای چرب

این مواد وقتی از فاز جامد به مایع تبدیل می‌شوند گرما را جذب و ذخیره کرده و سپس این گرما را وقتی دوباره به فاز جامد تبدیل می‌شوند، آزاد می‌کنند.

### دیواره آبی:

این دیوار ممکن است از ظروف شیشه‌ای یا گالن ساخته شوند که در داخل آن‌ها آب ریخته می‌شود و آب گرما را در خود ذخیره می‌نماید.

در گلخانه‌های خورشیدی فعال، از گرما ذخیره شده به صورت جابه‌جایی هوا، آب یا مواد گرما شونده از طریق لوله‌های تعبیه شده در زیر خاک بستر استفاده می‌شود. هوای گرم در لوله‌ها خاک را در طول روز گرم می‌کنند و در

شب، هوای سرد از گلخانه توسط همان لوله‌کشی به بیرون پمپ می‌شود. بدین ترتیب خاک گرم موجب گرم کردن هوا شده و منجر به گرم شدن گلخانه می‌شود.

- محیط ریشه از طریق گرمای ناشی از لوله‌های آب گرم که در بستر خاک قرار می‌گیرد گرم می‌شود در این سیستم لوله‌های PVC موازی تعبیه شده در درون شبکه‌ای از شن، ماسه و بتون به قطر ۱۲ تا ۱۶ اینچی قرار می‌گیرد. آب در یک گرمکن خورشیدی در خارج گرم شده و سپس به داخل گلخانه پمپ شده و از طریق لوله‌ها جهت گرم کردن کف گردش می‌نماید.

- گلخانه سولویوا Solviva گونه‌ای متفاوت از سیستم گرمایشی خورشیدی فعال می‌باشد. که در این سیستم به جذب گرما توسط لوله‌های پلی‌بوتیلن سیاه خمیده تعبیه شده در بالای گلخانه اشاره می‌شود.

نمونه‌ای از سزبیجات و گیاهان دارویی که برای تولید در گلخانه خورشیدی مناسب می‌باشند:

۱- مقاومت در برابر دمای سرما: ریحان، کرفس، شوید، رازیانه، کلم پیچ، کاهو، مرزنجوش، خردل، پونه کوهی، جعفری، اسفناج، شلغم، کلم، سیر، پیازچه، تره فرنگی.

۲- نیازمند دمای گرم‌تر: گوجه‌فرنگی مینیاتوری، گوجه‌فرنگی، خیار (نوع اروپایی)، کلم بروکلی، نخود فرنگی، بادمجان و فلفل.



دیگری که قادرند در pH اسیدی با آهن کمپلکس پایداری تشکیل دهند اندازه‌گیری می‌شوند. کمپلکس آهن- سیدروفور رنگ محلول را به نارنجی تا ارغوانی تغییر می‌دهد به طوری که شدت رنگ ایجاد شده متناسب با مقدار سیدروفور تولید شده می‌باشد. شدت رنگ ایجاد شده در طول موج معین قابل اندازه‌گیری است. این روش برای سیدروفورهای فنل کاتکولی مناسب نیست زیرا کمپلکس این سیدروفورها با آهن در pH اسیدی پایدار نیست اما برای اندازه‌گیری سیدروفورهایی که دارای گروه عاملی هیدروکسامات هستند کاربرد دارد. این روش عمدتاً یک روش کیفی محسوب می‌شود. برای اندازه‌گیری هیدروکسامیک اسید موجود در میط کشت قارچ‌ها می‌توان از روش Csaky (۱۹۴۸) استفاده نمود. در این روش به مایع شفاف حاصل از محیط کشت قارچ، اسید سولفوریک اضافه می‌کنند، سپس مخلوط حاصل را در معرض محلول ید قرار داده تا اسید نیترو تولید شود. بالارفتن ناگهانی منحنی در ۲۶۴ نانومتر نشانه وجود هیدروکسامات در محیط کشت می‌باشد. به علاوه برای تشخیص این سیدروفورها از روش Atkin و همکاران (۱۹۷۰) نیز می‌توان استفاده نمود، که در این روش، محلول شفاف حاصل از محیط کشت با محلول ۵ میلی مولار فریک پرکلرات در ۰/۸ مولار پرکلریک اسید مخلوط می‌شود، سپس تراکم نوری (O.D) محلول را در مقایسه با شاهد تعیین می‌کنند. روش رنگ سنجی آرنو ( Arnow (۱۹۳۷) برای اندازه‌گیری سیدروفورهای فنل کاتکولی مناسب است. عامل کاتکول موجود در سیدروفور با مولیبدات اضافه شده به محلول، رنگ زرد ایجاد می‌کند که بعداً به رنگ قرمز تبدیل می‌شود. در این روش نیز همانند روش ساکی شدت رنگ ایجاد

بتوانند آهن مورد نیاز خود را از محیط کسب نمایند. بدلیل سودمندی سیدروفورهای میکروبی در تامین آهن مورد نیاز گیاهان، استفاده از توان بالقوه سویه‌های توانمند در تولید سیدروفور اهمیت پیدا می‌کند. اولین گام در شناسایی این سویه‌ها یافتن روشی ساده، حساس و عملی که بتواند بین سویه‌های فعال در تولید سیدروفور و سایر سویه‌ها (سویه‌های غیرفعال) متمایز قابل شود. به طور کلی برای ارزیابی سیدروفورهای میکروبی از دو روش شیمیایی و بیولوژیک استفاده می‌شود.

روش های شیمیایی و بیولوژیک مورد استفاده برای ارزیابی سیدروفورهای میکروبی که قبل از سال ۱۹۸۵ ابداع شده‌اند توسط Neilands جمع‌آوری و ارایه شده‌اند. در این قسمت فقط روش‌های متداول به کار رفته توسط محققان مختلف برای تشخیص و اندازه‌گیری سیدروفورهای تولید شده به وسیله میکروارگانیزم‌های خاک، ریزوسفر و میکروارگانیزم‌های مرتبط با ریشه گیاه مطالعه و بررسی خواهند شد.

۱- ارزیابی شیمیایی سیدروفورهای میکروبی: روش‌هایی که در ابتدا برای شناسایی سیدروفورهای میکروبی مورد استفاده قرار می‌گرفتند، بر مبنای تفکیک سیدروفورها به دو گروه هیدروکساماتی و فنل کاتکولی بودند. هر دو گروه سیدروفور با توجه به گروه‌های عاملی موجود در ساختمان شیمیایی خود از طریق آزمون‌های رنگ سنجی شناسایی می‌شدند. از جمله روش‌های شناسایی و اندازه‌گیری این نوع سیدروفورها می‌توان به روش فریک- پرکلرات (Csaky assay) و روش آرنو (Arnow assay) اشاره نمود. در روش فریک- پرکلرات، سیدروفورهای هیدروکساماتی یا سیدروفورهای

# روش‌های ارزیابی سیدروفورهای میکروبی و گیاهی

حسین بشارتی و علیرضا فلاح - اعضای هیات علمی موسسه تحقیقات خاک و آب

## چکیده

در شرایط هوزی و pH های متداول خاک‌های زراعی غلظت آهن قابل جذب بسیار اندک بوده به طوری که نیاز گیاهان به این عنصر را به خوبی برآورده نمی‌سازد. تحت این شرایط میکروارگانیسم‌ها در پاسخ به شرایط محیطی، سیدروفور تولید می‌کنند تا بتوانند آهن مورد نیاز خود را از محیط کسب نمایند. بنابراین استفاده از توان بالقوه سویه‌های توانمند در تولید سیدروفور اهمیت پیدا می‌کند. اولین قدم در شناسایی این سویه‌ها یافتن روشی ساده، حساس و عملی است که بتواند بین سویه‌های فعال در تولید سیدروفور و سایر سویه‌ها (سویه‌های غیرفعال) تمایز قایل شود. بنابراین بررسی این روش‌ها ضروری به نظر می‌رسد. دو نوع روش شیمیایی و بیولوژیک برای ارزیابی سیدروفورها وجود دارد. ارزیابی شیمیایی سیدروفورهای میکروبی ابتدا بر مبنای تفکیک سیدروفورها به دو گروه هیدروکساماتی و فنل کاتکولی و از طریق آزمون‌های رنگ سنجی انجام می‌شد. از جمله روش‌های شناسایی و اندازه‌گیری این نوع سیدروفورها می‌توان به روش فریک-پرکلرات (Csaky assay) و روش آرنو (Arnow assay) اشاره نمود که به ترتیب برای ارزیابی سیدروفورهای هیدروکساماتی و فنلی مورد استفاده قرار می‌گیرند. با شناسایی سیدروفورهای جدید و متفاوت با دو گروه فوق از جمله ریزوباکتین، این روش‌ها دیگر قادر به ارزیابی آن‌ها نبودند زیرا این سیدروفورها فاقد اجزاء اختصاصی مناسب برای آزمون‌های شیمیایی بوده و کمپلکس آن‌ها با آهن، رنگ ضعیفی را در منطقه قابل رویت طیف نوری ایجاد می‌کند. بنابراین روش‌های دیگری مانند روش CAS، کاغذ الکتروفورز و استفاده از آنتی‌بادی‌های مونوکلونال ابداع شدند که روش CAS به عنوان جامع‌ترین آزمون برای تشخیص و اندازه‌گیری سیدروفورهای میکروبی شناخته شده است. این روش را می‌توان به سه صورت کشت مستقیم (Direct plant method)، کشت نیم‌انیم (Half plant method) و روش محیط دو لایه (Double layer method) انجام داد. سمیت ماده HDTMA به کار رفته در این روش، ایجاد تداخل در pH اسیدی و وجود ترکیبات کلات کننده مانند EDTA در محیط کشت از مهم‌ترین محدودیت‌های روش CAS است. ارزیابی بیولوژیک سیدروفورهای میکروبی به چهار روش انجام می‌گردد که شامل ارزیابی سیدروفورهای هیدروکساماتی به کمک باکتری‌های *Arthrobacter Salmonella*، *E. coli* و ارزیابی آن‌ها در حضور ماده HDDHA می‌باشد. سیدروفورهای گیاهی بیشتر به روش شیمیایی مورد ارزیابی قرار می‌گیرند که در میان آن‌ها می‌توان به استفاده از ژل هیدروکسید آهن، کروماتوگرافی یک لایه نازک و استفاده از روش HPLC اشاره کرد.

## روش‌های ارزیابی سیدروفورهای میکروبی

در pH های اسیدی و شرایط تهویه نامناسب، غلظت آهن قابل جذب در خاک به قدری است که نیاز گیاهان به این عنصر را به خوبی برآورده نمی‌سازد اما فقط تعداد معدودی از گیاهان در شرایط فوق (pH اسیدی و تهویه نامساعد) قادر به ادامه حیات می‌باشند. در شرایط هوزی و pH های متداول خاک‌های زراعی غلظت آهن قابل جذب به شدت کاهش می‌یابد. به عنوان

مثال غلظت آهن محلول در خاک در pH معادل ۷ برابر ۱۸-۱۰ مول در لیتر است در حالی که غلظت بهینه آهن برای رشد اکثر گیاهان زراعی ۸-۱۰ مول در لیتر می‌باشد. در محدوده pH برابر ۷ به ازای هر یک واحد کاهش pH، حلالیت آهن ۱۰۰۰ بار افزایش یافته به طوری که در pH=۴ به ۱۰<sup>-۶</sup> مول در لیتر می‌رسد. در شرایطی که غلظت آهن خاک بسیار ناچیز است میکروارگانیسم‌ها در پاسخ به شرایط محیطی، سیدروفور تولید می‌کنند تا

آبی رنگ CAS-Agar از مخلوط چهار محلول شامل معرف CAS-Fe، بافر PIPES، محلول نمک‌های غذایی و محلول کازامینواسید تشکیل شده است. جزئیات محیط کشت مذکور و نحوه تهیه آن را می‌توان در منابع متعددی که در این زمینه منتشر شده اند، پیدا کرد.

### ب) روش کشت نیمانیم:

این روش اولین بار توسط Milagres و همکاران (۱۹۹۹) با هدف جلوگیری یا کاهش اثر بازدارندگی محیط CAS بر روی رشد میکروارگانیسم‌ها مورد استفاده قرار گرفت. در این روش نیمی از هر پتری دیش با محیط CAS-Agar و نیمه دیگر با محیط کشت مناسب برای رشد میکروارگانیسم مورد نظر پر می‌شود. تلقیح باکتری یا قارچ بر روی نیمه حاوی محیط کشت مناسب ولی اندازه گیری توان تولید سیدروفور آن با استفاده از هاله‌های ایجاد شده در نیمه دیگر محیط CAS-Agar امکان پذیر می‌گردد. در واقع در این روش، برخلاف روش کشت مستقیم که از محیط CAS-Agar هم به عنوان محیط رشد و هم به عنوان محیط شیمیایی برای تشخیص و اندازه‌گیری سیدروفور استفاده می‌شود، محیط CAS-Agar تنها برای تشخیص توان تولید سیدروفور مورد استفاده قرار می‌گیرد.

### ج) روش محیط دو لایه:

این روش نیز همانند روش کشت نیمانیم برای جلوگیری از اثر بازدارندگی محیط CAS-Agar برای باکتری‌های ریزوبیومی، توسط علیخانی و همکاران (۱۳۸۲) معرفی و استفاده گردید. در این روش ابتدا در ظروف پتری دیش مقدار کافی محیط CAS-Agar ریخته شده و پس از انجماد این محیط، مقداری از محیط کشت مناسب برای ریزوبیوم‌ها (YMA) به پتری دیش‌ها اضافه شده به طوری که یک لایه نازک به ضخامت یک میلی‌متر بر روی سطح محیط CAS-Agar تشکیل می‌گردد. رشد باکتری بر روی محیط کشت YMA صورت می‌گیرد. در صورتی که رشد با تولید سیدروفور همراه باشد هاله‌های نارنجی در محیط زیرین (محیط CAS) ایجاد می‌گردد. لازم به یادآوری است که بسته به نوع میکروارگانیسم مورد آزمون می‌توان به جای YMA از محیط مناسب آن میکروارگانیسم استفاده نمود و پس از تهیه محیط مناسب، آن را روی محیط CAS اضافه نمود.

### محدودیت‌های روش CAS

از محدودیت‌های روش CAS می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

۱- سمیت ماده: HDTMA ماده HDTMA موجود در محیط CAS-Agar که برای جلوگیری از رسوب کمپلکس CAS با آهن فریک استفاده می‌شود، برای رشد باکتری‌های گرم مثبت و تا حدودی برای قارچ‌ها فوق‌العاده سمی است. Showyn و Neilands (۱۹۸۷) برای رفع این مشکل استفاده از پرکلرات را پیشنهاد کردند. ماده مذکور زوج یونی قوی را تشکیل می‌دهد. علاوه بر پرکلرات استفاده از رزین دارای خاصیت تبادل کاتیونی نیز توصیه شده است. رزین شوینده (HDTMA) آزاد را جذب می‌کند. Fekete و همکاران (۱۹۸۹) برای تشخیص سیدروفور تولید شده در محیط CAS-Agar توسط بازیدیومیست‌های تجزیه کننده چوب از رزین به طور موفقیت آمیزی استفاده کردند. استفاده از رزین جذب کننده بدین صورت است که پلیت‌های حاوی محیط CAS-Agar پس از تهیه با یک لایه نازک از سوسپانسیون حاوی ماده جذب کننده و آگار پوشش داده می‌شوند.

غلظت ماده جاذب و آگار استفاده شده در پوشش سطحی به ترتیب ۳/۷۵ و ۰/۷۵ درصد می‌باشد. یک راه حل دیگر برای رفع سمیت ناشی از ماده HDTMA ارزیابی تولید سیدروفور در محیط مایع CAS می‌باشد. ولی چون بیشتر قارچ‌ها سوبسترای جامد را برای رشد ترجیح می‌دهند، بنابراین روش لایه‌گذاری برای تشخیص تولید سیدروفورهای قارچی در مقایسه با محیط مایع مناسب تر بوده و نتیجه بهتری از آن حاصل می‌شود. تجربیات محققان مختلف نشان داده که باکتری‌ها و قارچ‌ها در محیط جامد بیشتر تحت تاثیر کمبود آهن قرار می‌گیرند، چون تنها از آهن قابل دسترس موجود در اطراف کلنی استفاده می‌کنند، بنابراین برای تولید سیدروفور، بیشتر تحریک می‌شوند. اگر بنا به دلایل مختلف برای ارزیابی تولید سیدروفور استفاده از محیط مایع الزامی باشد، ابتدا بایستی میکروارگانیسم‌های مورد نظر در محیط جامد بدون آهن کشت شوند و سپس به محیط مایع انتقال داده شوند.

۲- مشکلات ناشی از مواد تشکیل دهنده محیط کشت و pH آن: وجود ترکیبات کلات کننده مانند EDTA (Tetraacetic acid) در محیط کشت ممکن است در ارزیابی تولید سیدروفور مشکل ایجاد نماید. به علاوه ترکیباتی مانند فسفات و سیترات که لیگاند‌های ضعیفی با آهن فریک ایجاد می‌کنند، در غلظت‌های بالا می‌توانند محدودیت ایجاد کنند. هرگاه pH محیط کشت اسیدی باشد نیز، تداخل در ارزیابی تولید سیدروفور اتفاق خواهد افتاد. بسیاری از محققان پیشنهاد کردند که سمیت ناشی از عناصر سنگین مانند کروم (Cr) و گالیم (Ga) مورد بررسی قرار گیرد. این عناصر سنگین سه ظرفیتی با ماده رنگی CAS کمپلکس تشکیل داده و ارزیابی به روش CAS را با مشکل مواجه سازند.

### ۱-۲- ارزیابی دقیق و سریع سیدروفورهای میکروبی با کاغذ الکتروفورز

Fekete و همکاران (۱۹۸۳) روش استفاده از کاغذ الکتروفورز را ابداع نمودند تا بتوانند باکتری‌ها و قارچ‌های تولید کننده سیدروفور را به طور دقیق و سریع غربالگری نمایند. تجدید کشت‌های متوالی یک میکروارگانیسم در محیط جامدی که دچار کمبود آهن است، باعث می‌شود که میکروارگانیسم‌های در حال تکثیر به سرعت تحت تاثیر تنش آهن قرار گیرند و در نهایت میکروارگانیسم‌ها در پاسخ به تنش آهن، سیدروفور بیشتری تولید کنند. مقدار سیدروفور تولید شده در اطراف کلنی‌های در حال رشد بیشتر از نقاط دیگر است. به منظور جداسازی سیدروفور تولید شده مقدار مشخصی از محیط جامد اطراف کلنی برداشته شده و به کاغذ صافی منتقل می‌گردد. به کمک الکتروفورز سیدروفور را خالص می‌کنند. سیدروفورهای فنلی و هیدروکساماتی پس از به کارگیری روش‌های مناسب برای قابل رویت (مرئی) کردن شناسایی می‌شوند.

مراحل ارزیابی سیدروفورهای میکروبی به کمک روش کاغذ الکتروتوز را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد. ابتدا میکروارگانیسم مورد نظر را چندین بار در محیط جامد فاقد آهن (یا حداقل آهن ممکن) تجدید کشت می‌کنند تا میکروارگانیسم‌ها برای تولید هر چه بیشتر سیدروفور تحریک شوند. سپس ۴ قطعه از محیط جامد اطراف کلنی مربوط به آخرین کشت را برداشته (ابعاد قطعات برداشت شده ۱۰ تا ۱۵ میلی متر می‌باشد) و روی نوار کاغذ کروماتوگرافی قرار می‌دهند. جریان هوای سرد و خشک به نحوی به قطعات آگار دمیده می‌شود که محتویات قطعات آگار را به کاغذ کروماتوگرافی منتقل نماید. پس از خشک شدن کامل قطعات آگار، آن‌ها را از روی کاغذ بر می‌دارند. با دمیدن مجدد هوای سرد و خشک، کاغذ کروماتوگرافی را نیز خشک





شکل ۱۵- هاله ناشی از تولید سیدروفور در اطراف کلنی باکتری

شده متناسب با غلظت سیدروفور موجود در محلول می‌باشد. شدت رنگ در طول موج ۵۱۰ نانومتر اندازه‌گیری می‌شود. تمام سیدروفورهای کاتکولی با آهن فریک در pH خنثی کمپلکسی به رنگ قرمز ایجاد می‌کنند. معمولاً سیدروفورهای کاتکولی به روش آرنو توسط محلول استات اتیل اندازه‌گیری می‌شوند و هیچ روش بیولوژیک برای ارزیابی این نوع سیدروفورها وجود ندارد.

۱-۱- روش : CAS با شناسایی سیدروفورهای جدید و متفاوت با دو گروه فوق از جمله ریزوباکتین‌ها که فاقد اجزاء اختصاصی مناسب برای این قبیل آزمون‌های شیمیایی بودند و با توجه به این که کمپلکس آن‌ها با آهن، رنگ ضعیفی را در منطقه قابل رویت طیف نوری ایجاد می‌کردند دو روش مذکور (ساکو و آرنو) دیگر برای اندازه‌گیری سیدروفورها کارآ نبودند بنابراین ابتدا آزمون‌های بیولوژیک که غیر سریع و وقت‌گیر بودند مورد استفاده قرار می‌گرفتند تا این که Schwyn و Neilands در سال ۱۹۸۷ روش جدیدی با حساسیت زیاد و قابل تعمیم برای انواع مختلف سیدروفورها ارائه کردند.

این روش که به عنوان جامع‌ترین آزمون برای تشخیص و اندازه‌گیری سیدروفورهای میکروبی شناخته شده است، براساس میل ترکیبی سیدروفورها با آهن فریک بوده و مستقل از ساختمان شیمیایی و گروه‌های عاملی موجود در آن‌ها می‌باشد. روش ارائه شده توسط Schwyn و Neilands (۱۹۸۷) به روش کروم آزرویل (CASS) معروف است. در این روش از یک ماده رنگی بنام کروم آزرویل S استفاده می‌شود که این ماده در حضور ماده دیگری بنام  $\text{HDTMA}^{2-}$  با آهن فریک تشکیل کمپلکسی می‌دهد که رنگ آبی تیره دارد.  $\text{HDTMA}^{2-}$  یک شوینده کاتیونی است که مانع از رسوب کمپلکس CAS با آهن فریک می‌شود. سیدروفورها در مقایسه با ماده رنگی CAS میل بیشتری برای تشکیل کمپلکس با آهن فریک دارند به عبارت دیگر کمپلکس سیدروفور- آهن فریک پایدارتر از کمپلکس CAS - آهن فریک می‌باشد بنابراین در صورت اضافه شدن سیدروفور به کمپلکس CAS - آهن فریک، سیدروفور، آهن را از کمپلکس فوق جدا نموده و کمپلکس سیدروفور- آهن فریک تشکیل می‌شود. بنابراین ماده CAS که نارنجی رنگ است آزاد شده و رنگ خود را در محیط بروز می‌دهد. معادله شیمیایی نحوه تاثیر سیدروفور بر کمپلکس CAS - آهن فریک به صورت زیر است:

$$(\text{Fe-CAS})^{3-\alpha} + (\text{Sid})^{\beta} \rightarrow (\text{Sid-CAS})^{3-\beta} + \text{CAS}^{\alpha}$$

سرعت آزاد شدن آهن از کمپلکس Fe-CAS و تشکیل کمپلکس Fe-Sid و در نهایت تغییر رنگ محیط، به ساختمان شیمیایی سیدروفور بستگی دارد. به طوری در سیدروفورهای فنل کاتکولی مانند انتروباکتین، مایکوباکتین و تروپولن تغییر رنگ در طی چند دقیقه اتفاق می‌افتد، در حالی که در مورد سیدروفور ریزوباکتین و آئروباکتین چند ساعت و در سیدروفورهای رودترولیک اسید و دسفراکسامین B این فرآیند در طی چند روز انجام می‌شود. تغییر رنگ ایجاد شده در محیط CAS - Agar به نوع سیدروفور، مقدار سیدروفور و نیز در شرایط محیط کشت از جمله pH آن بستگی دارد. به عنوان مثال تغییر رنگ ایجاد شده در محیط CAS - Agar در مورد قارچ‌های بازیدیومیست بجای نارنجی، بنفش تا قرمز متمایل به بنفش است که این اختلاف به ساختمان و نوع سیدروفور مربوط می‌شود. سیدروفورهای هیدروکساماتی و کاتکولی رنگ شدیدی را با آهن فریک ایجاد می‌کنند، بنابراین اگر این سیدروفورها در غلظت بالا موجود باشند با رنگ CAS تداخل خواهند نمود.

در pH خنثی مونو هیدروکسامات و تری هیدروکسامات به ترتیب رنگ نارنجی متمایل به قرمز و نارنجی تولید می‌کنند درحالی که کاتکولات‌ها رنگ بنفش متمایل به قرمز ایجاد می‌کنند. به علاوه هر چه مقدار سیدروفور بیشتر

باشد به همان نسبت شدت رنگ ایجاد شده نیز بیشتر خواهد بود. روش ارائه شده توسط Showyn و Neilands (CAS Assay) بسیار حساس می‌باشد، به طوری که ۱۰ میکرو مولار آهن فریک رنگ محیط را به طور کامل آبی می‌کند. در نتیجه مقادیر بسیار جزئی سیدروفور میکروبی باعث تغییر رنگ محیط می‌شود. محققان مختلف اصول روش مذکور را در محیط جامد حاوی CAS به صورت‌های مختلفی به کار گرفته‌اند که هر یک از این روش‌ها دارای مزایا و معایبی هستند. از جمله این روش‌ها به روش کشت مستقیم (Direct plant method)، کشت نیم‌انیم (Half plant) و روش محیط دو لایه (Double layer method) می‌توان اشاره کرد.

#### الف) روش کشت مستقیم:

این روش اولین بار توسط Showyn و Neilands (۱۹۸۷) معرفی و مورد استفاده قرار گرفت. در این روش محیط CAS-Agar در پتری دیش‌ها آماده شده و سپس میکروارگانیزم مورد نظر بر روی این محیط کشت می‌گردد. در صورت رشد میکروارگانیزم و تولید سیدروفور توسط آن، رنگ محیط از آبی به نارنجی تبدیل می‌شود که به صورت هاله‌ای در اطراف کلنی‌های رشد یافته قابل مشاهده است (شکل ۱۵). مشکل عمده این روش این است که بسیاری از باکتری‌ها به خصوص انواع گرم مثبت قادر به رشد روی محیط CAS-Agar نیستند. زیرا وجود ماده HDTMA به عنوان عامل بازدارنده عمل کرده و از رشد برخی از باکتری‌ها جلوگیری می‌کند. برای رفع این مشکل روش کشت نیم‌انیم ابداع گردید. لازم به یادآوری است که محیط

باکتری *Aureobacterium (Arthrobacter) flavescens*

سویه ۹-JG (ATCC ۲۵۰۹۱) - ۹ مهمترین باکتری است که برای ارزیابی سیدروفورهای نوع هیدروکسامات مورد استفاده قرار می‌گیرد. این سویه اکسوتروف (سویه‌ای که به فاکتورهای رشدی نیاز دارد) برای رشد به هیدروکسامات نیاز داشته در حالی که سیدروفور نوع فنلی در رشد آن تأثیری ندارد. این ارزیابی می‌تواند در محیط مایع یا جامد انجام شود. بسیاری از محققان از باکتری *A. flavescens* سویه ۹-JG برای ارزیابی بیولوژیک سیدروفورهای میکروبی استفاده کرده‌اند.

برای ارزیابی بیولوژیک سیدروفورهای میکروبی به کمک باکتری *A. flavescens* ابتدا باکتری مذکور را در محیط کشت مناسب (محیط کشت ۴۲۴. ATCC NO) کشت داده می‌شود. به محیط کشت مورد نظر، سیدروفور نوع دی فری اکسامین B با نام تجاری Desferal اضافه می‌شود تا نیاز باکتری به هیدروکسامات را برآورده نماید. این محیط کشت متشکل از دو محیط جداگانه است که به طور مجزا استریل و بعد از خنک شدن با هم مخلوط می‌شوند. لازم به یاد آوری است که به علت تجزیه سیدروفور در اتوکلاو، آن را با روش تیتراسیون استریل می‌کنند. محیط مایع بدون سیدروفور که دارای ترکیبات شیمیایی محیط قبلی است با باکتری مورد نظر تلقیح شده و به مدت ۳۶ تا ۴۸ ساعت در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد شیکر می‌گردد. بعد از انقضای مدت مذکور، محیط کشت حاوی باکتری را در شتاب معادل ۱۰۰۰۰ و به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ کرده و رسوب باقیمانده با محیط کشت بدون سیدروفور شست و شو داده می‌شود. سپس رسوب را در محیط کشت بدون سیدروفور حل نموده تا تعداد باکتری‌ها در هر میلی‌لیتر آن به ۱۰۷ سلول برسد. یک میلی‌لیتر از سوسپانسیون مذکور به ۱۰۰ میلی‌لیتر محیط در حال انجماد بدون سیدروفور اضافه می‌شود سپس حدود ۱۰ تا ۵۰ میکرولیتر نمونه حاوی سیدروفور ناشناخته را به کاغذ صافی استریل به قطر ۶ میلی‌لیتر اضافه می‌کنیم تا جذب کاغذ می‌گردد. کاغذها را روی سطح محیط کشت تلقیح شده قرار داده و مجموعه را به مدت ۳۶ تا ۴۸ ساعت در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد در انکوباتور قرار داده و سپس قطر کلنی ایجاد شده را اندازه‌گیری کرده و با مقادیر استاندارد مورد مقایسه قرار می‌گیرد.

استفاده از محیط مایع به جای جامد و بررسی کلات ایجاد شده در اثر رشد باکتری *A. flavescens* روش دقیقتری برای ارزیابی سیدروفور است. در این روش مقداری از سیدروفور ناشناخته را که از قبل با روش فیلتراسیون استریل شده، به محیط مایع استریل اضافه کرده و سپس با حجم مشخصی از سوسپانسیون باکتری مذکور تلقیح می‌شود. محیط‌های مایع تلقیح شده در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد در شیکر انکوباتور (با چرخش ۳۰ دور دقیقه) قرار داده می‌شوند. کدورت ایجاد شده حداقل بعد از ۷۰ ساعت از تلقیح در طول موج ۵۰۰ نانومتر اندازه‌گیری شده و با استانداردهای موجود مقایسه می‌شود.

باکتری *A. flavescens* از سیدروفورهای نوع فنلی برای رشد نمی‌تواند استفاده کند در حالی که می‌توان طیف وسیعی از سیدروفورهای نوع هیدروکساماتی و ترکیبات دیگر کلات کننده آهن مانند همین (Hemin)، اسپرژیلیک اسید (*Aspegillic acid*) و کوچیک اسید (*Kojic acid*) و هم چنین ترکیبات مصنوعی کمپلکس کننده آهن مانند ۸- هیدروکسی کوئینولین، سالیسیل آلدئید و استیل استون را به عنوان منبع آهن مورد استفاده قرار دهد. بنابراین در استفاده از این روش جهت ارزیابی بیولوژیک سیدروفورها بایستی در مورد وجود ترکیبات مذکور در محیط کشت این باکتری

جانب احتیاط را رعایت نمود.

## ۲-۲- ارزیابی بیولوژیک سیدروفورهای هیدروکساماتی به کمک باکتری *Salmonella typhimurium*

باکتری *Salmonella typhimurium* سویه ۲-LT می‌تواند بجای باکتری *Arthrobacter flavescens* در اندازه‌گیری سیدروفورهای هیدروکساماتی استفاده شود. گونه‌های مختلف *Salmonella* به غیر از سیدروفور فنلی انتروباکتین هیچ سیدروفور دیگری تولید نمی‌کند با این وجود این سویه جهش یافته (۲-LT) قادر به تولید انتروباکتین کلاس I و II نیست. سویه‌هایی از ۲-LT که نمی‌توانند انتروباکتین تولید کنند به دو کلاس I و II تقسیم بندی می‌شوند. موتانت‌های *enb1* و *enb2* به ترتیب به کلاسهای I و II تعلق دارند. چون این موتانت‌ها قادر به تولید انتروباکتین نیستند بنابراین در شرایط کمبود آهن به سیدروفور نیاز دارند. در این سیستم ارزیابی، کمبود آهن موجود در محیط با اضافه شدن مقادیر بالای سیترات به علت تشکیل کمپلکس سیترات آهن فریک تشدید می‌شود. موتانت‌های *enb* نمی‌توانند از سیترات فریک استفاده کنند در حالی که از سیترات کمپلکس شده (آزاد) به عنوان منبع کربنه و انرژی مورد استفاده قرار می‌دهند.

در این روش ارزیابی مقادیر زیادی سیترات را به محیط کشت E اضافه نموده تا آهن موجود در محیط را کمپلکس کرده و از دسترس میکروارگانیسم خارج نماید. موتانت‌های *enb* را روی محیط نوترینت برات (Nb) کشت داده و سپس آن را سانتریفیوژ کرده، رسوب باقیمانده را با محیط E بدون گلوکز شست و شو داده و در محیط E حل می‌کنند. مقداری از سوسپانسیون حاوی باکتری به محیط E در حال انجماد اضافه می‌شود. سپس مقداری از محلول حاوی غلظت مشخصی از سیدروفور را به کاغذ صافی استریل اضافه کرده و آن را بر روی سطح آگار قرار می‌دهند و بعد از ۱۸ تا ۲۴ ساعت انکوباسیون در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد، قطر کلنی‌های رشد کرده مورد بررسی قرار می‌گیرد.

از محدودیت‌های این روش این است که موتانت *enb* علاوه بر رشد در حضور انتروباکتین در حضور دامنه وسیعی از سیدروفورهای هیدروکساماتی نیز رشد می‌نماید. هم چنین موتانت‌های کلاس II در حضور ۲، ۳ دی‌هیدروکسی بنزوئیک اسید و سایر ترکیبات مشابه که پیش نیاز سنتز انتروباکتین هستند رشد می‌نمایند.

## ۲-۳- ارزیابی بیولوژیک سیدروفورهای خاک با استفاده از باکتری *E. coli*

این روش بیولوژیک اولین بار توسط Nelson و همکاران (۱۹۸۸) با استفاده از باکتری *E. coli* سویه K۱۲ ابداع گردید. این روش بیولوژیک قادر است چهار گروه مختلف سیدروفور موجود در خاک را ارزیابی نماید که این چهار گروه شامل فری کروم و مشتقات آن، انتروباکتین، کوپروژن، رودترولیک اسید و نیز یک گروه از کلات کننده‌های نامشخص که بخشی از سیستم انتقال آهن در *E. coli* را تشکیل می‌دهند، می‌باشند.

سویه‌های مختلف باکتری *E. coli* که در ارزیابی بیولوژیک سیدروفورهای مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند شامل سویه RW۱۹۳ (برای ارزیابی فری کروم، کوپروژن، رودترولیک اسید و انتروباکتین)، سویه BN۳۳۰۶ (برای ارزیابی انتروباکتین)، سویه ۳AN (برای ارزیابی کوپروژن و رودترولیک اسید) و سویه HZ ۲۲ (برای ارزیابی فری کروم فعال) می‌باشند. این در حالی است که سویه BN ۱۴ این باکتری برای ارزیابی هیچیک از سیدروفورهای



می‌کنند. کاغذ مربوطه را در بافر با  $pH = 5/2$  (پیوردین، اسیداستیک، آب به نسبت ۹۳۰: ۱۰: ۱۴) به مدت ۴۰ دقیقه در معرض الکتروفورز قرار می‌دهند. پس از الکتروفورز نوارها را در معرض هوا خشک می‌کنند.

سیدروفورهای نوع فنلی به علت خاصیت فلورسانس در زیر نور ماوراء بنفش (UV) قابل رویت می‌شوند. سیدروفورهای هیدروکساماتی با اسپری کردن محلول آهن فریک بر روی نوار الکتروفورز قابل رویت می‌شوند.

به کمک این روش می‌توان میکروارگانیسم‌های خاک و ریزوسفری تولید کننده سیدروفور را به طور سریع و دقیق شناسایی کرد. یکی از مزایای این روش این است که به منظور جداسازی سیدروفور نیازی به اعمال شیوه‌های خاص مانند عصاره‌گیری با ۸- هیدروکسی کوئینولین نمی‌باشد. یکی دیگر از مزایای این روش این است که در بیشتر موارد باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی، مخمرها و قارچ‌ها در محیط غذایی بهینه که فاقد مواد سمی است به سهولت تحت تنش کمبود آهن قرار گرفته و تولید سیدروفورها در آن‌ها تحریک می‌شود. سومین مزیت آن است که جهت استخراج سیدروفورها به عصاره‌گیرهای مختلف نیازی نبوده، بنابراین ضمن صرفه‌جویی در مصرف مواد، هزینه و وقت، سیدروفورها به طور مستقیم طی یک مرحله ارزیابی می‌شوند. آخرین مزیتی که برای این روش ذکر شده است این است که تعداد مولکول‌های تشکیل دهنده سیدروفور، خصوصیات شیمیایی سیدروفور، بار خالص مولکولی، اندازه نسبی و نوع سیدروفور را می‌توان به سهولت تعیین کرد.

ارزیابی سیدروفورها به روش آنتی‌بادی‌های مونوکلونال به منظور تشخیص مقادیر بسیار کم پسدوباکتین موجود در نمونه‌های ریزوسفر و سایر محیط‌ها، اولین بار توسط Buyer و همکاران (۱۹۹۰) ابداع شد. پسدوباکتین توسط باکتری‌های پسدوموناس فلورسنت (*Pseudomonas fluorescens*) تولید می‌شود. باکتری‌های مذکور جزء باکتری‌های محرک رشد گیاه  $PGPR$  محسوب شده و از نظر کشاورزی اهمیت قابل توجهی دارند. برای اندازه‌گیری مقدار کمپلکس سودوباکتین- آهن، به علت حساسیت آنتی‌بادی‌های مونوکلونال از روش ELISA استفاده می‌شود. هرگاه سیدروفورهای تولید شده توسط پاتوژن، در گیاه به عنوان عامل سمیت عمل کنند، به علت حساسیت آنتی‌بادی‌های مونوکلونال سیدروفورهای تولید شده را می‌توان توسط این آنتی‌بادی‌ها تشخیص داد. به علاوه نقشی که سیدروفورها در سیستم همزیستی ریزوبیوم - گلو مینوز ایفا می‌کنند را نیز می‌توان به وسیله آنتی‌بادی‌های مونوکلونال مشخص کرد.

ابتدا سیدروفور سودوباکتین از محیط کشت مایع باکتری *P. Fluorescent* جداسازی و خالص‌سازی می‌شود. برای افزایش پایداری کمپلکس کروم- سودوباکتین (Ps-Cr) با ماده BSA (*Bovine serum albumin*) تشکیل و کمپلکس می‌دهد. کروم گروه‌های عاملی موجود در سیدروفور را بلوکه کرده و باعث می‌شود که با ترکیبات دیگر لیگاند ایجاد نکنند. پایداری کروم با سودوباکتین بیشتر از فریک سودوباکتین است. پلیت‌های ELISA با کمپلکس Cr-Ps-KLH پوشش داده شده، سپس شسته شده و به شیرخشک بدون چربی آغشته می‌شوند.

۳-۱- استفاده از آنتی‌بادی‌های مونوکلونال برای تشخیص پسدوباکتین تولید شده توسط باکتری *B10 P. Putida*

۲- ارزیابی بیولوژیک سیدروفورهای میکروبی  
۱-۲- ارزیابی بیولوژیک سیدروفورهای هیدروکساماتی به کمک باکتری

فری کروم و کوپروژن احتمالا کم برآورد می‌گردند.

## ۲-۴- ارزیابی بیولوژیک تغذیه آهن در محیط‌های رشد حاوی ترکیب EDDHA

هر گاه تمام روش‌های موجود برای ارزیابی شیمیایی و بیولوژیک سیدروفورها جواب نداد، در این صورت باید رشد میکروارگانیسم غیرموتانت در حضور ماده EDDHA آزمایش شود. ماده EDDHA با آهن فریک موجود در محیط کشت باکتری کمپلکس Fe-EDDHA ایجاد می‌کند که ثابت پایداری این کمپلکس معادل  $10^{30}$  می‌باشد. اضافه کردن ماده EDDHA به محیط کشت باکتری، کمبود آهن موجود در محیط کشت را تشدید نموده و رشد میکروارگانیسم‌ها را کاهش می‌دهد. کاهش رشد میکروبی با تولید سیدروفور با افزودن آهن با محیط جبران می‌گردد.

به عبارت دیگر کاهش رشد میکروبی ناشی از کمبود آهن که در نتیجه افزودن EDDHA به محیط کشت به وجود می‌آید، با تولید سیدروفور یا افزودن آهن جبران می‌گردد. محققان زیادی از جمله Vandenberg و همکاران (۱۹۸۳)، Cox و Graham (۱۹۷۹)، Page (۱۹۸۷) و Rogers (۱۹۷۳) از ماده EDDHA برای ارزیابی بیولوژیک به طور موفقیت آمیزی استفاده کردند. سویه‌های غیرموتانت علیرغم وجود غلظت مناسب آهن در محیط، مقداری سیدروفور تولید می‌کنند. برای جلوگیری از تداخل تغذیه‌ای و تلاقی رشد در پلیت‌های ارزیابی بیولوژیک، حتماً بایستی مایه تلقیح میکروارگانیسم اضافه شده به پلیت‌ها رقیق بوده و حاوی حدود  $100$

تا  $1000$  سلول در هر میلی لیتر باشد. لازم به یادآوری است که ماده EDDHA باید با روش مقتضی قبل از اضافه شدن به محیط کشت آهن زدایی شود. Smith و Neilands (۱۹۸۴)  $3$  میلی لیتر آگار ذوب و خنک شده را با  $10$  میکرولیتر کشت یک روزه باکتری Rhizibiu-melinoti تلقیح کردند، سپس این سوسپانسیون به محیط کشت جامد حاوی  $0/6$  میلی مولار EDDHA اضافه گردید. یک صفحه کاغذی استریل با  $10$  میکرولیتر سیدروفور اشباع شد و روی سطح پلیت قرار گرفت. سپس پلیت‌ها به مدت  $24$  ساعت در دمای  $20^{\circ}\text{C}$  قرار گرفتند. کاغذهایی که حاوی سیدروفور هستند، توسط کلنی‌ها احاطه می‌گردند.

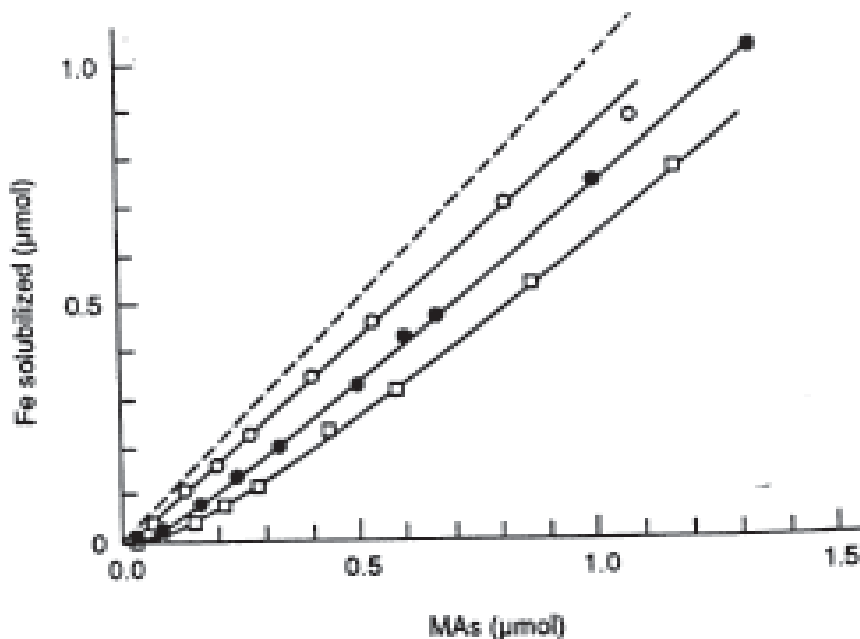
## روش‌های ارزیابی سیدروفورهای گیاهی

روش‌های مختلفی برای ارزیابی سیدروفورهای گیاهی وجود دارد که به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود.

### ۱- ارزیابی باژل هیدروکسید آهن (III)

در این روش، اسید موجینیک موجود در ترشحات ریشه یا محلول‌های دیگر مانند عصاره حاصل از بافت گیاه، معمولاً از طریق توانایی آن‌ها در انحلال ژل هیدروکسید آهن (III) ارزیابی می‌گردد. به منظور کمی کردن این روش می‌توان از منحنی آهن حل شده در برابر میزان اسید موجینیک موجود در محلول (منحنی کالیبراسیون) استفاده کرد. لازم به ذکر است که این منحنی برای هر یک از انواع اسیدهای موجینیک بایستی





خط شکسته مربوط به نسبت مولی یکسان موجینیک اسید و آهن می‌باشد.

سه سیدروفور فری کروم، انتروباکتین و کوپروژن را به نسبت ۱ به ۱ به ۱ مخلوط کرده و سپس مقادیر مختلف این مخلوط را به محیط کشت سویه RW۱۹۳ اضافه می‌کنند و منحنی رشد باکتری در مقابل مقادیر مختلف سیدروفور مصرفی، به عنوان منحنی استاندارد جهت تعیین غلظت کل سیدروفور موجود در نمونه‌ها استفاده می‌شود. همین منحنی استاندارد برای سویه ۱۴BN نیز به کار می‌رود. از نمونه‌های خاک سری‌های رقت (۱:۲۰، ۱:۴۰، ۱:۸۰) تهیه می‌شود، و سپس به محیط کشت حاوی سویه‌های مختلف اضافه می‌گردد. مقدار فری کروم، کوپروژن و انتروباکتین به ترتیب از روی میزان رشد سویه‌های ۲۲H۱، ۳AN و BN۳۳۰۶ و مقایسه رشد آن‌ها منحنی رشد آن‌ها با منحنی‌های استاندارد مربوطه بدست می‌آیند. مقدار سیدروفورهای دیگر از روی میزان رشد سویه ۱۴BN بدست می‌آید. به عبارت دیگر منحنی رشد هر سویه در سری‌های رقت عصاره خاک یا منحنی رشد آن سویه در محلول‌های استاندارد مقایسه شده و مقدار سیدروفورهای مختلف در عصاره خاک بدست آمده و در نهایت مقدار چهار نوع سیدروفور در خاک و ریزوسفر بر حسب مول در گرم خاک خشک گزارش می‌شود.

Nelson و همکاران (۱۹۸۸) اظهار داشتند که روش ارزیابی سیدروفورها توسط باکتری *E. coli* همانند روش ارزیابی با باکتری *A. fluorescens* سویه JG-۹ یک روش کیفی است، با این تفاوت که روش اولی بهتر و دقیق‌تر است. زیرا به کمک آن می‌توان چهار نوع سیدروفور مختلف را از یکدیگر تشخیص داد. اما در این روش ارزیابی چند مشکل وجود دارد که استفاده از آن به صورت کمی را با محدودیت مواجه می‌سازد. بدست آوردن منحنی استاندارد برای سویه ۱۴BN به علت وجود سایر سیدروفورهای ناشناخته، ممکن نیست. بنابراین استفاده از منحنی استاندارد مربوط به سویه RW۱۹۳ برای سویه ۱۴BN ممکن است صحیح و دقیق نباشد. بنابراین مقدار انتروباکتین،

فنلی و هیدروکساماتی نمی‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. در روش حاضر، ابتدا سیدروفورها از خاک ریزوسفری و غیرریزوسفری به وسیله آب عصاره‌گیری و از خاک استخراج می‌شوند. عصاره بدست آمده به کمک سانتریفوژ شفاف شده و سپس خشک انجماد (لیوفیلنیزه) می‌شوند. عصاره‌های خشک شده مجدداً در آب حل شده و جهت استریل کردن، آن‌ها را فیلتر می‌کنند. محیط کشت مناسب باکتری *E. coli* تهیه و pH آن روی ۷/۳ تنظیم می‌شود. مقداری از ماده EDDHA به محیط کشت اضافه می‌شود تا آهن موجود در محیط را کمپلکس کند. در نتیجه جذب آهن توسط باکتری از مسیر low affinity مسدود می‌شود.

مقادیر مختلف سیدروفورهای فری کروم، انتروباکتین و کوپروژن را به محیط کشت باکتری اضافه کرده و تغییرات رشد باکتری را ثبت می‌کنند، سپس منحنی رشد باکتری در مقابل غلظت‌های مختلف سیدروفور را به عنوان منحنی‌های استاندارد برای ارزیابی بیولوژیک سیدروفورهای موجود در خاک استفاده می‌کنند. ۶ ساعت پس از تلقیح باکتری‌ها به محیط کشت، باکتری‌ها به مرحله رشد لگاریتمی می‌رسند. در این مرحله سوسپانسیون حاوی باکتری را سانتریفوژ و سلول‌های رسوب شده را سه بار با آب مقطر دو بار تقطیر، شست و شو می‌دهند.

همه لوله‌های آزمایش حاوی محیط کشت مناسب باکتری و ماده کمپلکس کننده EDDHA می‌باشند. به لوله‌های مختلف مقادیر متفاوت سیدروفور اضافه کرده و سپس تمام لوله‌ها با سوسپانسیون حاوی سویه مناسب مورد نظر تلقیح می‌شوند. لوله‌های تلقیح شده به مدت ۱۲ ساعت در دمای ۳۷°C روی شیکر دورانی قرار می‌گیرند. غلظت کل سیدروفور در نمونه‌ها، به کمک منحنی رشد سویه RW۱۹۳ که در محیط حاوی فری کروم، انتروباکتین و کوپروژن به نسبت ۱ به ۱ به ۱ رشد کرده است، تعیین می‌شود. به عبارت دیگر

organisms and the effect of cropping practices. *Annu. Rev. Phytopathol.* 25:339-358

38. Schwyn, B., and Neilands, J. B. (1987). Universal chemical assay for the detection and determination of siderophores. *Anal. Biochem.* 160, 47-56.

39. Schwyn, B. and Neilands, J. B. 1987. An assay to detect UO<sub>2</sub><sup>2+</sup> complexation was developed based on the chrome azurol S (CAS) assay for siderophores. *Anal. Biochem.* 160:47-56,

40. Smith, M. J. and Neilands, J.B. 1984. *As* imminodiacetate, nitrilotriacetate, 1,4,7-triazocyclononane or 1,2-bis ... iron binding. *J. Plant Nutr.* 7: 449-458.

41. Takagi, S., Nomoto, K. and Takemoto, T. 1984. Physiological aspect of mugineic acid, a possible phytosiderophore of gramineous plants. *J. Plant Nutr.*, 7: 469-477.

42. Vandenberg, P.A. Gonzalez, C.F., Wright, A.M. and Kunka, B.S. 1983. Iron-Chelating Compounds Produced by Soil Pseudomonads: Correlation with Fungal Growth Inhibition. *Appl Environ Microbiol.* 46(1): 128-132

43. Vonwiren, N., Romheld, V., Morel, J.L. Guckert, A. and Marschner, H. 1993. Influence of microorganisms on iron acquisition in maize. *Soil Biol. Chem.* 25: 371-376.

20. Hofte, M. Seong, K. Y., Jurkevitch, E., and Verstraete, W. 1991. Pyoverdine production by the plant growth beneficial pseudomonas strain 7SNK2: Ecological significance in soil. *Plant and Soil*, 130: 249-257.

21. Kochian, L.V. 1993. Zinc absorption from hydroponic solutions by plant roots. In: *Zinc in soils and plants*. A.D. Robson (ed.). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands. Pp.45-57.

22. Ma, J.F., Kusano, G., Kimura, S. and Nomoto, K. 1993. Specific recognition of mugineic acid-ferrous complex by barley roots. *Phytochemistry*, 34: 599-603.

23. Marschner, H., and Romheld, V. 1994. Strategies of plants for acquisition iron. *Plant and Soil*, 165: 261-274.

24. Marschner, H., Romheld, V. and Kissel, V. 1986. Different strategies in higher plants in mobilization and uptake of iron. *J. Plant Nutr.* 9: 695-713.

25. Meyer J.M, Hohnadel, D., and Halle, F. 1989. Cepabactin from *Pseudomonas cepacia*, a new type of siderophore. *J. Gen. Microbiol.* 135: 1479-1487.

26. Milagres, A.M.F., Machuk, A. and Napoleao, V. 1999. Detection of siderophore production from several fungi and bacteria by a modification of chrome azurol S (CAS) agar plate assay. *J. Microbiol. Methods*, 37: 1-6.

27. Mori, S. 1994. Mechanisms of iron acquisition by graminaceous ( strategy II) plants. In: *Biochemistry of Metal Micronutrients in the Rhizosphere*. J.A. Manthey, D.E. Crowley and D.G. Luster (eds.). Lewis Publisher, pp.225-249.

28. Mori, S. and Nishizawa, N. 1987. Methionine as a dominant precursor of phytosiderophores in graminaceous plants. *Plant Cell Physiol.* 28: 1081-1092.

29. Mori, S. Nishizawa, N., Hayashi, H., Chino, M., Yoshimura, E., and Ishihara, J. 1991. Why are young rice plants highly susceptible to iron deficiency? *Plant and Soil* 130: 143-156.

30. Neilands, J. B. (1995). Siderophores : structure and function of microbial iron transport compounds. *J. Biol. Chem.* 270: 26723-26726.

31. Neilands, J. B. 1984. Siderophores of bacteria and fungi. *Microbiol. Sci.* 1:9-14.

32. Nelson, M., Cooper, C.R., Crowley, C.P.P. Reid and P.J. Szaniszlo. 1988. An *Escherichia coli* bioassay of individual siderophores in soil. *J. Plant. Nutr.* 11 : 915-924 .

33. Page, W. J. 1987. Iron-Dependent Production of Hydroxamate by Sodium-Dependent *Azotobacter chroococcum*. *Appl Environ Microbiol.* 53(7):1418-1424.

34. Payne, S.M. 1994. Detection, isolation and characterization of siderophores. *Methods Enzymol.*, 235: 329-344.

35. Powell, P. E., Szaniszlo, P. J., Cline, G.R. and Reid, C. P. (1982). Hydroxamate siderophores in the iron nutrition of plants. *J. Plant Nutr.* 5:653-673.

36. Rogers H. J. 1973 . Iron-Binding Catechols and Virulence in *Escherichia coli*. *Infect Immun.* 7(3): 445-456.

37. Schippers, B., Bakker, A.W. and Bakker, P.A.H.M. 1987. Interactions of deleterious and beneficial rhizosphere micro-

#### پی نوشت:

- 1-Optical Density
- 2- Hexadecyltrimethylammonium Bromide
- 3- Yeast Extract Manitol Agar
- 4- Plant Growth Promoting Rhizobacteria
- 5-High performance liquid chromatography
- 6- o-phthalaldehyde

## منابع:

۱. رسولی صدقیانی، م. ح. (۱۳۸۴). پایان نامه دکتری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.
۲. رسولی صدقیانی، م. ح. خاوازی، ک. . ملکوتی، م. ج. (۱۳۸۲). نشریه فنی، شماره ۳۰۷، موسسه تحقیقات خاک و آب.
۳. رسولی صدقیانی، م. ح. خاوازی، ک. . ملکوتی، م. ج. (۱۳۸۴). باکتری های تولید کننده سیدروفور و امکان تامین آهن مورد نیاز گیاهان. در: ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور. خاوازی، ک. . ه. اسدی رحمانی و ملکوتی، م. ج. (نگارندگان).
۴. رسولی صدقیانی، م. ح. خاوازی، ک. . ملکوتی، م. ج. (۱۳۸۴). نشریه فنی، شماره ۴۲۷، موسسه تحقیقات خاک و آب.
۵. علیخانی، ح. ع. (۱۳۸۲). پایان نامه دکتری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.
۶. علیخانی، ح. ع. ن. صالح راستین وم. ج. ملکوتی. ۱۳۸۲. مجله علوم خاک و آب، جلد ۱۷، شماره ۲، صفحات ۱۷۷-۱۸۹.

7. Alexander, D.B. and Zuberer, D.A. 1991. Use of chrome azurol S reagents to evaluate siderophore production by rhizospher bacteria. *Biol. Fertil. Soils*, 12: 39-45.

8. Arnow L.E. 1937. Colorimetric determination of the compounds of 3,4-dihydroxyphenylalanine-tyrosine mixture. *J Biol Chem.*;118:531-537.

9. Arnow, E. (1937). *J. Biol. Chem.* 118, 531-537.

10. Barton, L.L., and Hemming, B.C. 1993. *Iron Chelation in Plants and Soil Microorganisms*. Academic Press, Inc.

11. Buyer, J. S., Sikora, L. J., and Kratzke, M. G. (1991). Development of a detection system for ferric pseudobactin using monoclonal antibodies. *Plant and Soil*, 130: 243-247.

12. Cornelis, P., Hohnadel, D. and Meyer, J. M. (1989). Evidence for different pyoverdine-mediated iron uptake systems among *Pseudomonas aeruginosa* strains. *Infect Immun* 57: 3491-3497.

13. Cox, C. D. and Graham, R. 1979. Isolation of an iron-binding compound from *Pseudomonas aeruginosa*. *J. Bacteriol.* 137(1): 357-364.

14. Csaky, T.Z. 1948. On the estimation of bound hydroxylamine in biological materials. *Acta Chem Scand.*;2:450-454.

15. De Vos, P., A. van Landschoot, P. Segers, R. Tytgat, M. Gillis, M. Bauwens, R. Rossau, M. Goor, B. Pot, K. Kersters, P. Lizzaraga, and J. De Ley. (1989). Genotypic relationships and taxonomic localization of unclassified *Pseudomonas* and *Pseudomonas* - like strains by deoxyribonucleic acid: ribosomal ribonucleic acid hybridizations. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 39: 35-49.

16. Fekete, F.A., Chandhoke, V. and Jellison, J. 1989. Iron-binding compounds produced by wood-decaying basidiomycetes. *Appl. Environ. Microbiol.* 55:2720-2722

17. Fekete, F.A., Spence, J.T. and Emery, T. (1983). A rapid and sensitive paper electrophoresis assay for the detection of microbial siderophores elicited in solid-plating culture. *Anal. Biochem.* 131: 516-519.

18. Guerinot, M. L. (1991). Iron uptake and metabolism in the rhizobia/legume symbiosis. *Plant and Soil* 130: 199-209.

19. Hansen, N. C., Jolley, V.D., Berg, W. A., Hodges, M. E. and Krenzer, E.G. 1996. Phytosiderophore release related to susceptibility of wheat to iron deficiency. *Crop Sci.*, 36: 1473-1476.

بطور جداگانه رسم شود. چون کمپلکس آهن فریک با اسیدهای موجینیک رنگ زرد کم رنگ را ایجاد می کنند و این رنگ در محلول های رقیق به سختی قابل تشخیص است، بنابراین برای اندازه گیری مقدار آهن محلول به روش رنگ سنجی، از ترکیب ۱ و ۱۰-O- فنانترولین استفاده می شود یا در صورت امکان از روش جذب اتمی استفاده می شود (شکل ۱۸). در این روش مقدار مناسب (۱۰ میلی لیتر) نمونه حاوی موجینیک اسید، بافر استات سدیم و ژل هیدروکسید آهن را در لوله آزمایش ریخته و به مدت ۲ ساعت در دمای ۵۵ درجه سانتی گراد به آرامی تکان می دهند. پس از صاف کردن این محلول مقدار آهن موجود در آن را اندازه گیری و با منحنی کالیبراسیون مربوطه مقایسه و در نهایت میزان اسید موجینیک را تعیین می کنند.

## ۲- کروماتوگرافی یک لایه نازک

اسیدهای موجینیک قادرند در محدوده pH بین ۴ تا ۹ کمپلکس آهن محلول در آب، ایجاد کرده و باعث بر جای ماندن لکه های موجینیک اسید بر روی کاغذ صافی می شود. در این روش کاغذهای سلولزی استفاده می شود که دارای سرعت و دقت بسیار زیادی نسبت به روش های قبلی می باشد. ابتدا نمونه حاوی اسید موجینیک را روی کاغذ TLC آغشته به سلولز می ریزند و سپس آن را در سه محلول با ترکیبات شیمیایی مختلف در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد قرار می دهند. بعد از ظهور لکه های مربوط به موجینیک اسید، کاغذ صافی را در دمای ۵۰ درجه سانتی گراد خشک می کنند و سپس محلول استن حاوی کلرید آهن فریک را روی آن اسپری می کنند. سپس آن را به مدت چند دقیقه (۳ تا ۵ دقیقه) در بشر حاوی آمونیاک ۱۰ درصد قرار می دهند تا  $FeCl_3$  به صورت  $Fe(OH)_3$  رسوب نماید. سپس آن را هوا خشک کرده و محلول ۵۰ درصد اتانل را که حاوی ۰/۵ درصد ۱ و ۱۰-O- فنانترولین و کلرور هیدروکسیل آمین ۵ درصد است به آن اسپری می کنند. نقاطی که حاوی اسید موجینیک هستند به رنگ سفید درآمده در حالی که رنگ کاغذ به صورت نارنجی متمایل به قرمز باقی می ماند. ظهور رنگ با گذشت زمان در نور تشدید می شود. کمترین مقدار موجینیک اسید در هر نقطه ۰/۵ تا ۲ میکروگرم می باشد.

## ۳- استفاده از روش HPLC

محققانی که بر روی سیدروفورهای گیاهی مطالعه می کنند به یک روش سریع و دقیق که بتواند انواع مختلف اسیدهای موجینیک را به طور همزمان اندازه گیری کند نیاز دارند. اسیدهای موجینیک نه خاصیت جذب نوری و نه واکنش های ninhydrin مناسبی دارند. اما خوشبختانه این مشکل اساسی توسط روش HPLC حل شده است. به طور خلاصه HPLC سه قسمت اساسی دارد که شامل ستونی از رزین تبادل کننده کاتیون برای جداسازی اسیدهای آمینه، دو قسمت ماریپیچی که به طور سری پشت سر هم قرار دارند که در اولی اسیدهای آمینه تفکیک شده با هیپوکلریت سدیم واکنش می دهند و در دومی به کمک OPA<sup>۶</sup> از هم تفکیک می شوند و آشکارساز برای تفکیک اسیدهای آمینه هستند. در ماریپیچ اولی آمین های ثانویه نظیر موجینیک اسید و پرولین با OPA واکنش می دهند.



## مقدمه:

خشکسالی از حقایق تلخی است که همیشه کشور ما با آن مواجه بوده است اگرچه نمی‌توان پیش‌بینی نمود که خشکسالی چه زمان اتفاق می‌افتد و تا کی ادامه دارد ولی برای ما ثابت شده است که به کرات اتفاق می‌افتد. در خصوص منابع طبیعی و محیط زیست کشور، اگر چه مدیران منابع طبیعی تجدید شونده کشور قادر به جلوگیری از وقوع خشکسالی نیستند ولی باید قادر باشند که اثرات سوء آن را کاهش دهند. خشکی از بسیاری تنش‌های محیطی دیگر مهم‌تر است چرا که ممکن است تمام یک کشور یا یک قاره را تحت تاثیر قرار دهد از این رو خشکسالی اگر اتفاق بیافتد جمعیت انسانی بیشتری را تحت تاثیر قرار می‌دهد و دوره تاثیر آن نیز به طور قطع طولانی‌تر است. از طرفی اثرات آن نیز ممکن است برای سال‌های سال باقی بماند. بنابراین یافتن راه حل مناسب در مقابله با خشکسالی از اهمیت بالایی برخوردار است با این حال متأسفانه، نمی‌توان در کشور تحقیقات دامنه‌داری را در یافتن راهکارهای مناسب برای آمادگی مقابله با خشکسالی، نحوه پیش‌بینی خشکسالی‌های احتمالی و روش‌های کاهش آن ارایه نمود. راهکارهای مقابله با خشکسالی می‌تواند اثر معنی‌داری را در مدیریت بحران در زمان وقوع خشکسالی داشته باشد. تحقیقات موجود چشم‌انداز مناسبی از وضعیت موجود جنگل‌ها و مراتع به دست نمی‌دهد. برای کاهش اثرات سوء این مشکل در عرصه‌های طبیعی، تحقیقات وسیعی که اقالیم حیات گسترده کشور را تحت پوشش قرار دهد مورد نیاز است. (کردوانی، ۱۳۸۰)

به منظور هر نوع برنامه‌ریزی لازم است بودجه آبی کشور از قبل پیش‌بینی گردد. برای برنامه‌ریزی و مبارزه با پدیده خشکسالی باید خسارات ناشی از این پدیده را بر روی بخش‌های مختلف بشناسیم تا بتوانیم ارزیابی درستی از خسارات وارده داشته باشیم. بنابراین جهت برنامه‌ریزی و تعیین بخش‌های

خسارت دیده توسط خشکسالی باید ابتدا، بخش‌های خسارت دیده و میزان خسارت وارده مشخص گردد تا بتوانیم توجه مناسبی برای سرمایه‌گذاری داشته باشیم. (کردوانی، ۱۳۸۰)

## تعریف خشکسالی:

### خشکسالی مفهومی conceptual drought

در این تعریف به مفاهیم کلی اشاره می‌کند به طوری که عموم مردم قادر به فهم و درک آن باشند به عنوان مثال می‌توان گفت: خشکسالی به دوره‌ای گفته می‌شود که کمبود بارش در آن دوره باعث بروز خسارات شدید به محصولات کشاورزی و کاهش تولید می‌گردد. تعریف مفهومی خشکسالی همچنین در تدوین سیاست‌های مقابله با خشکسالی نیز می‌تواند مفید و موثر باشد به عنوان مثال می‌توان قانونی را تدوین کرد که در صورت کاهش بارندگی تا یک حد معین، مردم بتوانند از مزایای بیمه‌های خشکسالی استفاده نمایند. این نقطه را می‌توان نقطه خطر بحرانی نامید. نقاط بالای این نقطه، منطقه خطرپذیری نرمال نامیده می‌شود البته تعیین نقطه بحرانی نیاز به تحقیقات مفصل در زمینه‌های مختلف هواشناسی، هیدرولوژی، کشاورزی، گیاه پزشکی و... دارد تدوین این قوانین سبب شفاف‌سازی سیاست‌های حمایتی دولت‌ها در زمینه مقابله با بحران خشکسالی و پیامدهای آن خواهد بود. تعریف دقیق نقطه بحرانی و شناخت درست آن از جانب کشاورزان و سایر گروه‌های ذینفع میزان مشاجرات و کشمکش‌ها را در دوران خشکسالی به حداقل خواهد رساند. (Knutson and others)

### خشکسالی بهره‌برداری Operational drought

شناخت مفهوم خشکسالی در حالت بهره‌برداری این امکان را به ما



# اثرات اجتماعی، اقتصادی، زیست محیطی خشکسالی و مدیریت اثربخشی برای مقابله با آن

فریبا کاظمی بزمین آبادی  
کارشناس رشته ترویج آموزش کشاورزی

## چکیده:

خشکسالی یک خطر بی‌سر و صدا در طبیعت است اگرچه تعاریف زیادی برای آن بیان شده است منشاء اصلی آن کمبود بارش طی یک دوره زمانی است که به طور معمول یک فصل یا بیشتر است. نتیجه این کمبود کمی آب برای برخی از فعالیت‌ها، گروه‌ها، یا بخش‌های زیست محیطی است. به طور کلی اثرات خشکسالی را می‌توان به اثرات اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی طبقه‌بندی کرد. بسیاری از اثرات اقتصادی در کشاورزی و بخش‌های وابسته به آن صورت می‌گیرد دلیل این موضوع به خاطر اعتماد این بخش به منابع آب سطحی و زیرزمینی می‌باشد. اثرات زیست محیطی شامل خسارت به گونه‌های گیاهی و جانوری، زیستگاه حیات وحش و خسارت به تنوع زیستی و فرسایش خاک است. در واقع خشکسالی سبب کاهش کیفیت محیط زیست می‌گردد اثرات خشکسالی بسیار خطرناک‌تر از وقایع طبیعی دیگر است چون بر روی سطح وسیع جغرافیایی گسترش می‌یابد. شدت خشکسالی به درجه کمبود رطوبت، مدت و اندازه سطح اثر خشکسالی بستگی دارد که بر اساس این اثرات باید برنامه‌ریزی صحیح شود.

مقاله حاضر در نظر دارد ابعاد و جنبه‌های خشکسالی و پیامد راهکارهای آن را توضیح داده و معیارهای مناسبی را جهت برآورد خسارت به بخش‌های مختلف تعیین نماید. این موضوع هم‌الگوی مناسبی برای تعیین خسارت ناشی از خشکسالی را ارائه داده و همچنین آگاهی بیشتر برنامه‌ریزان و بخش‌های مسئول در رابطه با کمک به مناطق تحت تاثیر خشکسالی را فراهم می‌نماید.

واژه کلیدی: خشکسالی، اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی، برنامه‌ریزی.

توجه و تمرکز بر کمبود بارندگی (precipitation shortage) (تفاوت تبخیر و تعرق واقعی) evapotranspiration Actual (با تبخیر و تعرق قابلیت) evapotranspiration potential (کمبود رطوبت خاک، میزان افت سطح آب‌های زیرزمینی و یا مخازن است) آب مورد نیاز گیاهان بستگی تام به شرایط غالب اقلیمی منطقه، خصوصیات بیولوژیکی گیاه مورد نظر، مرحله رشد و خصوصیات فیزیکی و بیولوژیکی خاک دارد. آستانه خشکسالی کشاورزی باید به گونه‌ای تعریف و تعیین گردد که در مقدار معین آستانه میزان آب مورد نیاز گیاهان مختلف در دوره‌های مختلف رشد از حالت بذرتا بلوغ کامل بتواند تامین شود.

کمبود رطوبت خاک سطحی در هنگام کاشت ممکن است مانع از جوانه‌زنی و یا حداقل باعث به تاخیر افتادن رویش و جوانه‌زنی گیاه گشته و در نهایت به کاهش تراکم گیاه در واحد سطح و کاهش تولید منجر گردد اما اگر رطوبت خاک سطحی در هنگام رویش زودرس به اندازه کافی بوده و رطوبت خاک زیرسطحی کم باشد تأثیری در بازدهی نهایی گیاه نخواهد داشت به شرطی که این کاهش رطوبت خاک زیر سطحی در طی دوره رشد گیاه با آبیاری و یا با وقوع بارش جبران گردد. (بداق جمالی و دیگران، ۱۳۸۴).

### - خشکسالی هیدرولوژیکی Hydrological drought :

خشکسالی هیدرولوژیکی را باید به همراه تأثیرات کاهش دوره بارش (شامل بارش برف) بررسی کرد.

تناوب و شدت خشکسالی هیدرولوژیکی را باید در محدوده حوزه آبخیز بررسی نمود. گرچه مبدا و منشأ تمامی خشکسالی‌ها کمبود بارش می‌باشد که خارج از اراده و اعمال بشری است اما هیدرولوژیست‌ها بیشتر توجه خود را صرف نحوه به پایان رساندن این پدیده و این دوره در حوزه آبخیز و سیستم هیدرولوژیکی معطوف می‌کنند.

خشکسالی‌های هیدرولوژیکی به طور معمول هم‌زمان با خشکسالی‌های اقلیمی و کشاورزی نبوده و با تأخیری نسبت به آن‌ها روی می‌دهد چرا که زمان طولانی‌تری مورد نیاز است تا این که این کاهش رطوبت خاک، جریان آب رودخانه‌ها و یا سطح آب دریاچه‌ها و مخازن نشان دهد بنابراین نقش وتأثیر خشکسالی هیدرولوژیکی در بخش‌های مختلف اقتصادی و اجتماعی متمایز از یکدیگر است به عنوان مثال کاهش بارندگی می‌تواند سبب کمبود و کاهش سریع رطوبت خاک گردد که این امر در وهله اول توسط متخصصان و مسئولان کشاورزی قابل مشاهده و فهم خواهد بود و مسئولان نیروگاه‌های برقایی و یا محیط زیست با تأخیر چند ماهه‌ای ممکن است اثرات آن را دریابند. از طرف دیگر آب جاری و یا آب ذخیره شده در سیستم‌های هیدرولوژیکی از قبیل رودخانه‌ها و مخازن، بهره‌برداران متعددی داشته و استفاده‌های چند منظوره مانند کنترل سیلاب، آبیاری، کشتیرانی، بهداشت و شرب، ماهیگیری و حیات وحش از آن‌ها به عمل می‌آید و پیامدها و شدت اثرات خشکسالی هیدرولوژیکی را افزون‌تر و پیچیده‌تر می‌سازد و در هنگام وقوع خشکسالی رقابت بر سر استفاده از منابع آبی سبب بروز کشمکش بین استفاده‌کنندگان از آب می‌شود. (بداق جمالی و دیگران، ۱۳۸۴).

### - نقش عوامل غیر اقلیمی در خشکسالی هیدرولوژیکی:

هر چند عوامل اقلیمی به عنوان عامل اصلی و اولیه خشکسالی شناخته می‌شوند اما نمی‌توان از نقش سایر عوامل موثر و تشدیدکننده پدیده خشکسالی مانند تغییرات وسیع در کاربری زمین (برای نمونه جنگل تراشی deforestation) تخریب خاک (land degradation) و یا عملیات

عمرانی از قبیل ساخت سدهای بزرگ که مشخصات هیدرولوژیکی حوزه آبخیز را تحت تأثیر قرار می‌دهند، غافل بود. سیستم‌های هیدرولوژیکی، حلقه اتصال مناطق مختلف به یکدیگر هستند و کمبود بارش در یک منطقه ممکن است مناطقی خارج از محدوده خود را نیز تحت تأثیر قرار دهد. به عنوان مثال کمبود بارش در مناطق بالادستی حوزه آبخیز، تمام حوزه را با خطر خشکسالی مواجه خواهد ساخت. خشکسالی چند ساله اخیر شرق کشور به تبع از خشکسالی مناطق بالادستی حوزه آبخیز هیرمند در کشور افغانستان که منجر به قطع آب و خشک شدن رودخانه هیرمند گردیده بود، نمونه بارزی از این تأثیرات است. علاوه بر این تغییرات کاربری اراضی در بالادست حوزه آبخیز مشخصه‌های هیدرولوژیکی حوزه از قبیل نفوذپذیری و میزان تولید رواناب را تحت تأثیر قرار داده و ابتدا موجب وقوع سیل و در نهایت خشکسالی در پایین دست خواهد شد.

بنابراین تغییرات کاربری از عواملی است که با وجود عدم وجود تغییرات محسوس در پارامترهای موثر در خشکسالی اقلیمی ممکن است شدت کمبود آب و خشکسالی هیدرولوژیکی را در منطقه تشدید نمایند از دیگر عوامل موثر در تشدید خشکسالی بهره‌برداری بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی می‌باشد. تشدید استفاده از آب‌های زیرزمینی برای بالا بردن سطح زیر کشت، فشار مضاعفی را بر منابع آب زیرزمینی وارد ساخته و این فشار فزاینده باعث افت فاحش سفره‌های آب زیرزمینی می‌گردد. در سال‌های خشکسالی که استفاده از این منابع دو چندان می‌گردد افت سطح سفره‌های آب زیرزمینی به حالت بحرانی می‌رسد. تخریب اراضی ناشی از چرای مفرط و روش‌های نامناسب کشاورزی و آبیاری و متعاقب آن‌ها فرسایش آبی و بادی اثرات خشکسالی را تشدید می‌نمایند.

از بین رفتن خاک سطحی موجب کاهش ظرفیت جذب آب خاک و عدم امکان تغذیه آب‌های زیرزمینی و منجر به بروز سیلاب خواهد شد. در کشور ایران که سرزمین به نسبت خشکی است سیل و خشکسالی همزاد یکدیگرند. به دلیل شرایط خشک فلات ایران و توزیع زمانی نامناسب بارش‌ها، بیشتر رودخانه‌های ایران فصلی هستند و میزان جریان در آن‌ها به شدت وابسته به میزان بارندگی است (برخلاف رودخانه‌هایی که رژیم برفی دارند) بنابراین در مواقعی که بارندگی بیش از متوسط دراز مدت باشد منطقه مواجه با سیل گذشته و در سال‌هایی که بارندگی کم‌تر از متوسط باشد با پدیده خشکسالی مواجه خواهیم بود. (کردوانی، ۱۳۸۰)

### اثرات خشکسالی

اثرات خشکسالی به دو صورت مستقیم و غیرمستقیم است. کاهش تولیدات زراعی و حاصلخیزی جنگل‌ها و مراتع، افزایش خطر آتش‌سوزی، کاهش سطح آب، افزایش نرخ مرگ و میر دام حیات وحش، خسارت به زیستگاه ماهیان و حیات وحش، مثال‌هایی از اثرات مستقیم خشکسالی هستند. نتیجه اثرات مستقیم اثرات غیرمستقیم است برای نمونه کاهش تولید زراعی و حاصلخیزی جنگل‌ها و مراتع ممکن است سبب کاهش درآمد کشاورزان و شاغلان بخش کشاورزی و افزایش قیمت‌ها برای غذا و چوب، بیکاری، کاهش درآمدهای مالیاتی به دلیل کاهش هزینه‌ها، افزایش جرم و جنایت، جلوگیری از وام‌های بانکی به کشاورزان و شاغلان بخش کشاورزی، مهاجرت و غیره شود.

به طور کلی اثرات خشکسالی را به اثرات اقتصادی، اثرات زیست محیطی و اثرات اجتماعی تقسیم‌بندی می‌نمایند.



می‌دهد که بتوانیم زمان آغاز، پایان و شدت خشکسالی را دریابیم. جهت تعیین آغاز دوره خشکسالی، تعریف بهره‌برداری خشکسالی، زمان کاهش بارش و یا هر عامل دیگر اقلیمی را از حد تعیین شده در طول دوره زمانی مشخص را نشان می‌دهد. این کار به سادگی و با مقایسه اطلاعات روز با آمار سی سال گذشته قابل انجام است. نقطه‌ای که ممکن است به عنوان نقطه شروع خشکسالی تعیین گردد نقطه‌ای است که کم‌تر از فرضاً ۷۵ درصد میانگین بارش بلند مدت منطقه باشد البته همان‌طور که از قبل بیان شد تعیین این نقطه نیاز به یک کار فشرده جمعی و تحقیقات گسترده‌ای دارد. (Knutson and others)

به عنوان مثال تعریف بهره‌برداری خشکسالی در بخش کشاورزی می‌تواند با مقایسه مقادیر روزانه بارش و تبخیر و تعریق به منظور تعیین کمبود رطوبت خاک و بیان این نسبت‌ها به عنوان تاثیرات خشکسالی در رفتار گیاهان در مراحل مختلف رشد مورد بررسی قرار گیرد. این چنین تعریف کارکردی می‌تواند با ارزیابی دقیق برخی اطلاعات هواشناسی، رطوبت خاک و شرایط گیاهان در دوران مختلف و نیز بررسی میزان تاثیر این شرایط بر میزان رشد و بازدهی گیاهان مورد استفاده قرار گیرد. خشکسالی بهره‌برداری همچنین می‌تواند به عنوان ابزاری مناسب برای تحلیل شدت، مدت و تناوب خشکسالی در یک محدوده زمانی خاص مورد استفاده قرار گیرد در هر حال ارایه هر تعریفی نیاز به داشتن اطلاعات و آمار هواشناسی در مقیاس‌های مختلف زمانی و نیز اطلاعات مربوط به میزان تاثیرات خشکسالی بر روی بازدهی گیاهان با توجه به طبیعت و تعریف ارایه شده دارد. اقلیم‌شناسی خشکسالی در یک منطقه خاص، می‌تواند کمک موثری در جهت شناخت بهتر و دقیق‌تر مشخصات خشکسالی و نیز میزان تاثیرات آن در مقیاس‌های مختلف باشد.

وجود اطلاعات کافی و دقیق در برنامه‌ریزی‌های مقابل با خشکسالی و اتخاذ سیاست‌های مناسب بسیار ارزشمند و حیاتی است. سیاست‌ها و برنامه‌ریزی‌های مقابل با خشکسالی می‌تواند با رویکردها، جنبه‌ها و دیدگاه‌های مختلفی اتخاذ شود. (Knutson and others)

### اثرات خشکی و خشکسالی:

در بیشتر نقاط کشور دمای هوا بالاست و در مقابل رطوبت نسبی هوا بسیار پایین است به عنوان نمونه در یزد در طول ماه‌های تابستان دمای ۳۵+ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی کمتر از ۴۵ درصد امری عادی است. جنگل‌ها و مراتع کشور در دوره‌های خشکسالی اخیر تحت تاثیر گرما و خشکی قرار گرفته‌اند برای نمونه جنگل‌های زاگرس دچار بحران عدم‌زادآوری کافی طبیعی شده است. در این شرایط درختان به آفات و امراض موجود حساس‌تر شده و خسارات زیادی به آن‌ها وارد شده است. به دلیل خشکی هوا و نبود باران، این جنگل‌ها در معرض آتش‌سوزی‌های طبیعی نیز قرار گرفته‌اند. در ارزیابی اثرات خشکسالی، شرایط موجود باید به طور مستمر مورد ارزیابی قرار گیرد و روش‌های مختلف برای کاهش اثرات خشکسالی احتمالی آینده و روش‌های مقابل با آن‌ها باید به طور جداگانه مورد ارزیابی قرار گیرند. در صورتی که استان یا منطقه‌ای با خشکسالی مواجه شده و به وضعیت بحرانی رسید باید ارزیابی دقیقی از اوضاع منطقه‌ای ارایه داده و روش‌های مناسب مقابل با خشکسالی و رفع اثرات آن به دولت و مقامات محلی پیشنهاد گردد. در مطالعه‌ای که صورت گرفت اثرات خشکسالی بر مراتع و دام استان فارس مورد ارزیابی قرار گرفت و برآورد شد که در مراتع این استان در دوره خشکسالی اخیر ۴۰۰ میلیارد ریال کاهش تولید داشته‌اند (صوفی، ۲۰۰۲).

### - ابعاد و جنبه‌های خشکسالی:

همان‌طور که گفته شد خشک سالی از دیدگاه‌ها و جنبه‌های متفاوتی می‌تواند مورد بررسی و مطالعه قرار می‌گیرد. در هر یک از این محدوده‌ها و عرصه‌ها مشخصات و ویژگی‌های خاصی مدنظر است. در منابع مختلف خشکسالی را از چهار منظر زیر مورد بررسی و تحلیل قرار می‌دهند: (بدایع جمالی و دیگران، ۱۳۸۴).

### - خشکسالی اقلیمی Meteorological drought

خشکسالی هواشناسی معمولاً بر پایه میزان و درجه خشکی و طول دوره تداوم خشکی (در مقایسه با میزان طبیعی و نرمال باری) بیان می‌گردد. در این جنبه از خشکسالی آن‌چه که باید مدنظر قرار گیرد ویژگی‌ها و تفاوت‌های اقلیمی است که سبب تفاوت بسیار در میزان بارش در نواحی مختلف می‌گردد. به عنوان مثال در برخی از مناطق جهان که در تمام مدت سال بارندگی وجود دارد (مناطق مرطوب حاره‌ای و نیمه حاره‌ای) خشکسالی را به مفهوم بارش کمتر از حد تعیین شده در طی چند روز متوالی در نظر گرفته‌اند در حالی که این تعریف در مناطق کم بارش به هیچ عنوان نمی‌تواند قابل اعتنا و اتکا باشد و باید میزان بارندگی متوسط سالانه، فصلی و یا ماهانه به عنوان ملاک، مورد توجه قرار گیرد. (بدایع جمالی و دیگران ۱۳۸۴).

### - خشکسالی کشاورزی Agricultural drought

خشکسالی کشاورزی جنبه‌های مختلف خشکسالی اقلیمی و یا خشکی هیدرولوژیکی را به تاثیرات کشاورزی پیوند می‌دهد. در این تعریف بیشتر

- افزایش بیماری  
- افزایش آسیب‌پذیری شکار (به دلیل تمرکز گونه‌های نزدیک آب)  
- مهاجرت و تمرکز (خسارت حیات وحش در بعضی مناطق). (نساچی زواره، ۱۳۸۷).

۲- اثرات هیدرولوژیکی  
- سطح آب پایین‌تر در مخازن، دریاچه‌ها و حوضچه‌های ذخیره آب  
- کاهش جریان آب در تابستان  
- کاهش جریان رودخانه‌ها  
- اثرات روی مدخل رودخانه (تغییر در سطح شوری)  
- افزایش تخلیه آب زیرزمینی، نشست زمین، کاهش دوباره تغذیه آب زیرزمینی

- اثر بر روی کیفیت آب (افزایش غلظت نمک، دما، PH، اکسیژن محلول و گل آلودگی آب) (نساچی زواره، ۱۳۸۷).

۳- خسارت به جوامع گیاهی:  
- خسارت به تنوع گونه‌ای  
- خسارت به درختان و چشم‌اندازهای شهر  
- اثرات بر روی کیفیت هوا (خاک، آلودگی)  
- افزایش فرسایش آبی و بادی، کاهش کیفیت خاک (نساچی زواره، ۱۳۸۷).

### اثرات اجتماعی خشکسالی:

۱- سلامت (تندرستی)  
- تنش جسمی و روانی (اضطراب، افسردگی، عدم امنیت، درگیری‌های خانوادگی)  
- بیماری‌های مرتبط با مشکل کمبود جریان (ارتباط با آلودگی، کم‌کردن جریان فاضلاب، افزایش تمرکز آلودگی و...)  
- کاهش مواد غذایی (محدودیت غذاها با قیمت بالا، تنش مرتبط با کمبودهای رژیم غذایی).  
- خسارت به زندگی انسان‌ها (تنش گرمایی، خودکشی)  
- اطمینان عمومی از آتش‌سوزی مراتع و جنگل‌ها  
- افزایش دردهای تنفسی  
- افزایش بیماری‌ها به خاطر تمرکز حیات وحش (نساچی زواره، ۱۳۸۷).

۲- افزایش درگیری‌ها:  
- درگیری بین مصرف‌کننده‌های آب  
- درگیری‌های سیاسی  
- درگیری‌های مدیریتی  
- درگیری‌های اجتماعی دیگر (علمی، براساس رسانه‌های گروهی)

۳- کاهش کیفیت زندگی، تغییر در نحوه زندگی:

- در مناطق شهری  
- در مناطق روستایی  
- افزایش فقر عمومی (نساچی زواره، ۱۳۸۷).

### منظور از خشکسالی اجتماعی - اقتصادی

خشکسالی اجتماعی - اقتصادی تلفیقی از عرضه و تقاضای برخی کالاها اقتصادی با اجزای خشکسالی هواشناسی، هیدرولوژیکی و کشاورزی.

این مورد با سایر انواع پیش‌گفته، از آن جهت متفاوت است که وقوع آن به فرایندهای زمانی و مکانی عرضه و تقاضا برای تعریف یا تشخیص خشکسالی‌ها بستگی دارد. عرضه بسیاری از کالاهای اقتصادی مانند آب، علوفه، غلات، ماهی و نیروی برق - آبی بستگی به وضعیت جوی دارد. به دلیل تغییرپذیری طبیعی اقلیم، عرضه آب در برخی سال‌ها کافی است اما در سال‌های دیگر در حد تامین نیازهای انسان و محیط زیست نیست. خشکسالی اقتصادی - اجتماعی زمانی رخ می‌دهد که تقاضا برای یک کالای اقتصادی در نتیجه افزایش جمعیت و مصرف سرانه رو به تزاید است، عرضه محصولات نیز ممکن است به دلیل بهبود بازده تولید و فناوری یا ساخت مخازنی که ظرفیت ذخیره آب را افزایش می‌دهد بیشتر شود اگر هر دو کمیت عرضه و تقاضا افزایش یابد عامل حساس، نرخ نسبی تغییر است. اگر تقاضا سریع‌تر از عرضه افزایش یابد، اثرهای سوء و میزان خشکسالی در آینده هم سوء با روند عرضه و تقاضا افزایش خواهد یافت.

به طور کلی تشخیص زمان آغاز و خاتمه خشکسالی مساله‌ای بسیار مشکل است در حالت کلی می‌توان گفت زمان آغاز خشکسالی، زمانی است که ذخیره رطوبتی چه در محیط خاک (خشکسالی کشاورزی) و چه در مخازن آبی (خشکسالی هیدرولوژیک) خاتمه یافته باشد. پایان خشکسالی نسبت به زمان آغاز محسوس‌تر است در کشاورزی، زمانی که جریان رودخانه دوباره برقرار شود و مخازن زیرزمینی تغذیه مجدد شوند، زمان پایان خشکسالی در نظر گرفته می‌شود. زمان آغاز تا پایان خشکسالی که به عنوان دوره تداوم خشکسالی مفروض خوانده می‌شود یکی از ویژگی‌های اساسی خشکسالی محسوب می‌شود مقیاس زمانی دوره تداوم یک خشکسالی می‌تواند از روز و ماه تا سال تفاوت کند. هر قدر دوره تداوم خشکسالی طولانی‌تر شود، میزان ذخایر آب منطقه، به همین دلیل می‌تواند شدت خشکسالی را افزایش دهد. هر قدر کمبود بارندگی نسبت به شرایط میانگین کم‌تر باشد به همان اندازه میزان تاثیر خشکسالی بیشتر نمود عینی پیدا می‌کند. علاوه بر این میزان استمرار حالت خشکسالی در یک منطقه نیز گویای شدت خشکسالی در همان منطقه است یعنی در شرایطی که خشکسالی تنها برای یک ماه استمرار داشته باشد احتمال دارد بارش ماه بعد، میزان کمبود ماه مزبور را جبران کند اما اگر ماه بعدی نیز خود نسبت به شرایط طبیعی کمبود داشته باشد، به مراتب در شدت بخشیدن به حالت خشکسالی موثر خواهد بود. میزان کاستی در متغیر مورد مطالعه و همچنین زمان استمرار آن، بیان‌کننده شدت خشکسالی است. به همین منظور برای مشخص ساختن این عامل در مطالعه خشکسالی، محققان با استفاده از شاخص‌های مختلف سعی می‌کنند درجه ناهنجاری منفی مورد مطالعه را نیز مدنظر قرار دهند.

فراوانی خشکسالی نیز از مهم‌ترین ویژگی‌های مورد مطالعه در بررسی یک منطقه به شمار می‌آید که می‌تواند در مقیاس‌های مختلف زمانی (برای نمونه سالانه، ماهانه و فصلی) محاسبه شود. محاسبه توزیع فراوانی در شدت‌های مختلف می‌تواند در ارزیابی قابلیت منطقه مورد مطالعه نسبت به شدت‌های مختلف خشکسالی کاربرد داشته باشد.

رخداد خشکسالی می‌تواند در منطقه‌ای با وسعت چند صد کیلومتر اتفاق افتد اما امکان دارد شدت و دوره تداوم آن در سراسر منطقه یکسان نباشد. خشکسالی قاره‌ای که به ویژه در مناطق خشک اتفاق می‌افتد در ناحیه وسیعی که صدها بلکه هزاران کیلومتر مربع را می‌پوشاند گسترش پیدا می‌کند.

باید توجه کرد که اثرات اجتماعی خشکسالی در دراز مدت به هیچ وجه مدنظر قرار نگرفته است در حالی که در کنار مسایل اقتصادی و تهدید امنیت غذایی جوامع، خشکسالی اثرات اجتماعی متعددی نیز خواهد داشت که این



- خسارت مستقیم به درختان به خصوص درختان جوان (نساجی زواره، ۱۳۸۷).

۴- اثرات عمومی اقتصادی

- کاهش قیمت زمین

- خسارت به صنایعی که به طور مستقیم وابسته به تولیدات کشاورزی هستند (مانند کارخانجات کود، ماشین‌های کشاورزی، مواد غذایی و لبنیات فروشی‌ها)

- بیکاری به دلیل کاهش تولیدات

- فشار روی موسسه‌های مالی (سلب حق اقامه دعوی، ریسک اعتباری بیشتر، کمبود سرمایه)

- بیکاری به دلیل کاهش تولیدات

- فشار روی موسسه‌های مالی (سلب حق اقامه دعوی، ریسک اعتباری بیشتر، کمبود سرمایه)

- خسارت به درآمدهای دولتی به دلیل کاهش درآمدهای مالیاتی

- کاهش توسعه اقتصادی

- کاهش تولیدات کشاورزی در نتیجه ورشکستگی

- کاهش جمعیت روستایی. (نساجی زواره، ۱۳۸۷).

#### اثرات زیست محیطی خشکسالی:

۱- خسارت به گونه‌های جانوری

- کاهش و تخریب زیستگاه ماهی و حیات وحش

- فقدان غذا و آب آشامیدنی

- مرگ و میر بیشتر در نتیجه افزایش ارتباط با تولیدات کشاورزی، هم چون استفاده حیوانات از مزارع و تولیداتی که بردباری کم تری دارند.

#### اثرات اقتصادی خشکسالی:

۱- خسارت به تولیدات کشاورزی

- خسارت به کیفیت زراعت

- کاهش درآمد کشاورزان در نتیجه کاهش تولیدات زارعی

- کاهش حاصلخیزی مزارع (فرسایش بادی، تلفات طولانی مدت مواد آلی)

- هجوم حشرات

- بیماری‌های گیاهی

- افزایش هزینه آبیاری

- هزینه جدید یا تکمیلی توسعه منابع آب (چاه‌ها، سدها، خطوط لوله) (نساجی زواره، ۱۳۸۷)

۲- خسارت به تولیدات دامی

- کاهش حاصلخیزی مراتع

- کاهش تولید شیر

- محدودیت اراضی ملی برای چرا

- هزینه بالا یا عدم وجود آب برای دام

- نرخ بالای مرگ و میر دام

- کاهش وزن دام

- آتش سوزی مراتع (نساجی زواره، ۱۳۸۷)

۳- خسارت به تولیدات چوبی

- آتش سوزی جنگل‌ها

- بیماری درختان

- تخریب حاصلخیزی جنگل

## منابع:

- ۱- بداق جمالی، جواد و آسیایی، مهدی و صمدی نقاب، سینا و جوانمرد، سهیلا. (۱۳۸۴) مدیریت ریسک خشکسالی، شناخت و راه کارها، سخن گستر: تعداد صفحات ۳۱۱.
- ۲- صوف، م. (۲۰۰۲) بررسی خشکسالی در بخش مراتع و دام استان. خشکی و خشکسالی کشاورزی، ۳۴: ۳-۴۶.
- ۳- کردوانی، پرویز (۱۳۸۰) خشکسالی در راه‌های مقابله با آن در ایران، دانشگاه تهران: تعداد صفحات (۳۹۲).
- ۴- نساجی زواره، مجتبی (۱۳۸۷). اثرات خشکسالی‌های اجتماعی، اقتصادی، زیست محیطی. <http://www.scribd.com/doc/۶۶۷۶۳۵۲>.
- 5- Palmer, T. (2002). Management of water Resurces for Drought conditions. American. P.3. Academic search Available on the: <http://www.drought.unl.edu> [2008 November 26].
- 6- Hrezo, M. (2003). Planning for Drought. P.162-163. Academic search Available on the: <http://www.drought.unl.edu/plan=htm>. [2008 November 26].
- 7- Cody, K. Mike, H. tom, P. what is meant by the term drought's PP.C-1toc-6, 2004. Available on the: <http://www.drught.noaa.gov>. [2004 Noverber 6]
- 8- Jem, Y. Dianali, V. effects droughtk, PP.C-30 Toc-369 2002

به بار خواهند آورد. هنگامی که خشکسالی اقلیمی به اتمام می‌رسد و بارش به شرایط طبیعی باز می‌گردد، نوبت به ترمیم شرایط آب‌های سطحی و زیرسطحی می‌رسد که تحت شرایط خشکسالی به شدت افت نموده‌اند. در این حالت ابتدا رطوبت خاک به حالت طبیعی می‌رسد و سپس آب‌های سطحی، دریاچه‌ها، مخازن و در نهایت سفره‌های آب زیرزمینی ترمیم می‌گردند بنابراین بخش‌هایی که وابسته به این منابع آبی هستند نیز به ترتیب از حیطه اثرات خشکسالی دور می‌گردند بنابراین ابتدا بخش کشاورزی که وابسته به میزان رطوبت خاک است به سرعت و بعد از آن بخش‌های وابسته به آب‌های سطحی و در نهایت قسمت‌هایی که به آب‌های زیرزمینی وابسته هستند در زمانی طولانی‌تر از این دایره خارج خواهند شد. واضح است که این دوره زمانی بازگشت به شرایط عادی تابع شدت خشکسالی، مدت تداوم خشکسالی و میزان بارش بعد از دوره خشکسالی است. (کردوانی، ۱۳۸۰)

از عمده‌ترین راهکارهایی که می‌توان در مقابله با خشکسالی پیشنهاد نمود به قرار زیر می‌باشند: (کردوانی و ۱۳۸۰).

- مدل‌یابی مناطق حساس و در معرض خشکسالی
- پیش‌بینی دراز مدت شرایط جوی
- تشویق مشارکت عمومی
- کمک‌های فنی و مالی به جوامع و مناطق درگیر
- قانون‌گذاری و اجرای به موقع قوانین
- پخش سیلاب و آبخیزداری
- توسعه گونه‌های کم‌توقع گیاهی
- آموزش خشکسالی
- تغذیه مصنوعی دام‌های متکی به عرصه‌های طبیعی
- مدیریت دام و کاهش تعداد دام در عرصه‌ها (کردوانی، ۱۳۸۰).

## نتیجه‌گیری:

خشکسالی پدیده‌ای طبیعی و تکرار شونده است و وقوع آن در هر اقلیمی محتمل می‌باشد با توجه به مشخصات و متغیرهای اقلیمی، تعاریف متعددی برای خشکسالی ارائه شده است اما دو نوع تعریف خشکسالی مفهومی و خشکسالی بهره‌برداری دارای اصول مشابهی هستند. خشکسالی دارای جنبه‌های مختلفی است چهار وجه مهم خشکسالی به ترتیب وقوع عبارتند از:

خشکسالی اقلیمی، خشکسالی کشاورزی، خشکسالی هیدرولوژیکی و خشکسالی اقتصادی و اجتماعی. عوامل متعددی در بروز خشکسالی موثر می‌باشند که به عوامل اقلیمی و غیر اقلیمی تقسیم می‌گردند. فعالیت‌های انسانی در عرصه حوزه‌های آبخیز و تغییرات نامناسب کاربری و الگوهای نامناسب کشت و مصرف آب از عمده‌ترین علل و دلایل بروز و تشدید خشکسالی می‌باشند. خسارت ناشی از خشکسالی بسیار گسترده می‌باشد. علاوه بر خسارات اقتصادی، خسارات زیست محیطی و بیولوژیک نیز از پیامدهای خشکسالی است. مقابله با خشکسالی نیاز به عزم و برنامه ملی و افزایش سطح آگاهی‌های عمومی دارد و این برنامه‌ها باید به طور منظم مورد بازبینی و اصلاح قرار گیرند. (کردوانی، ۱۳۸۰).



اثرات را می‌توان در بهداشت عمومی، اشتغال و بیکاری، سیاست‌ها و حتی در روابط خارجی مشاهده کرد. (نساچی زواره، ۱۳۸۷).

### برنامه ریزی مقابله با خشکسالی

خشکسالی بخش طبیعی و بالقوه از شرایط اقلیمی هر منطقه حتی مناطق پر بارش است، این پدیده از سایر بلایای طبیعی پیچیده‌تر و بخش‌های بیشتری از جامعه را تحت تاثیر قرار می‌دهد و به اندازه سیل و طوفان خسارت بار می‌آورد. براساس مطالعاتی که در ایالات متحده آمریکا صورت گرفته برآورد می‌گردد که سالانه بین ۶ تا ۸ میلیارد دلار خسارت ناشی از خشکسالی در بخش‌های مختلف کشاورزی، حمل و نقل، گردشگری، انرژی و... باشد. این برآورد بدون در نظر گرفتن تاثیرات اجتماعی و زیست محیطی است که قابل ارزش گذاری نیستند. در جهت روشن‌تر ساختن مبحث کافی است که نگاهی به چند سال اخیر در کشورمان بیندازیم تا دریابیم که خشکسالی تا چه حدی می‌تواند گسترش و دوام یابد. براساس مطالعاتی که در سال ۱۳۸۰ توسط سازمان ملل در ایران صورت گرفت در طی سه سال خشکسالی (۱۳۸۰-۱۳۸۷) بیش از ۲/۶ میلیارد دلار خسارت به بخش‌های مختلف وارد گردید. بیش از ۲/۵ میلیون هکتار از اراضی آبی، ۴ میلیون هکتار از اراضی دیم، ۱/۱ میلیون هکتار از باغات دچار خسارت شده‌اند. تولید محصولات به ویژه گندم و جو بین ۷۵-۳۵ درصد کاسته شده و ۷۵ میلیون راس دام تحت تاثیر اثرات خشکسالی گردیده و خسارات شدیدی به تنوع بیولوژیکی شامل گیاهان و جانوران وارد آمده است از دیگر خسارات ناشی از خشکسالی می‌توان به طغیان انواع آفت‌های کشاورزی اشاره داشت که باعث مرگ تدریجی درختان و سایر محصولات کشاورزی می‌گردد.

برنامه‌ریزی در جهت کاستن از تاثیرات خشکسالی این امکان را به سیاست‌گذاران می‌دهد که با هزینه‌های بسیار کم‌تری بتوانند در مقابل این پدیده مبارزه کنند. به تعویق انداختن این مقابله و مبارزه تا شرایط بحران، میزان اعتماد به نفس مردم را پایین آورده و آن‌ها را به شدت وابسته به دولت‌مردان و متولیان امر می‌سازد. برنامه‌ریزی جهت مقابله با خشکسالی هر چند بسیار اساسی است اما با موانع متعددی مواجه است از قبیل: (Hzo) - عدم شناخت علمی، کافی و به‌موقع سیاست‌گذاران و سیاست‌مردان از پدیده خشکسالی

- عدم برنامه‌ریزی با اولویت‌گذاری پایین نسبت به این پدیده در مناطقی که خشکسالی در آن مناطق به ندرت روی می‌دهد.
- کمبود اعتبارات و تخصیص‌های دولتی
- عدم وجود تعریف واحد از خشکسالی در سرتاسر کشور
- عدم وجود یک متولی واحد در امر برنامه‌ریزی و مقابله با پدیده خشکسالی و تقسیم مسئولیت‌ها در بخش‌های مختلف دولتی.
- عدم وجود یک برنامه ملی استفاده و بهره‌برداران از منابع طبیعی که شامل آب و جنگل و مرتع و... است.

### مدیریت خشکسالی در حین وقوع و ملاحظات سیاسی آن:

تشکیل ستادهای مرکزی و ستادهای اجرایی و عملیاتی مناطق بحرانی: ضروری است به محض اعلام خشکسالی‌ها، همکاری و عضویت در ستادهای مرکزی، ستاد اجرایی و اکیپ‌های اجرایی انجام گیرد.

- ۱- انجام مدیریت عمومی توسط اکیپ ستاد مرکزی است که مدیریت کلی از طریق اکیپ‌های مختلفی که تشکیل شده است، انجام می‌شود.
- ۲- انجام مدیریت بررسی توسط ستاد اجرایی:

الف) تعیین و تحمیل خشکسالی: جهت انجام بهینه مدیریت ضروری است ابتدا مناطق مورد تهدید شناسایی و محدوده‌های جغرافیایی بحران مشخص گردد و با بررسی شاخص‌های خشکسالی درجه آن تعیین گردد و پیش نیازهای دانشی برای انجام این مهم به شرح زیر است: تعریف خشکسالی و مناطق مورد تهدید در کشور، درجه‌بندی خشکسالی و انواع آن، شاخص‌ها و درجه‌بندی خشکسالی.

ب) تعیین موارد مورد تهدید و چگونگی تعیین خسارت خشکسالی: بدیهی است در هر خشکسالی ابتدا بایستی موارد مورد تهدید شناسایی شود تا بتوان خسارات وارده را تعیین و در این رابطه راه کارهای مناسب برای تخفیف اثرات مخرب را به کار بست. موارد مورد تهدید و اثرات آن بر روی اکوسیستم‌های طبیعی گیاه، دام و انسان بدین شرح است:

- ایجاد پدیده بیابان‌زایی
  - گرایش قهقرایی مرتع و افزایش شیوع آفات گیاهی
  - کاهش کمی و کیفی تولید علوفه
  - محدود شدن ارزش رجحانی گیاه برای دام و...
- ج) تعیین شدت تهدید خشکسالی جهت اولویت‌بندی: باتوجه به نظام‌های مختلف بهره‌برداری و نوع مدیریت نگهداری و گونه دام شدت تهدید متفاوت است. مدیریت سنتی بیشترین تهدیدپذیری را در مقابل خشکسالی دارد. (Palmer).

### ملاحظات سیاسی

ملاحظات سیاسی می‌تواند با برنامه‌ریزی و مدیریت بهتر اثرات خشکسالی را کاهش دهد. تصادفی بودن خشکسالی موجب می‌شود که جامعه این گونه باور کند که تلاش اندکی می‌تواند برای کاهش هزینه‌های خشکسالی قبل از وقوع آن انجام داد. به علاوه اطلاعات جامعه از تراژدی‌های گذشته اغلب کم است و توجه معمولاً بیشتر به مشکلات جدید سیاسی جلب می‌شود. تصمیم‌گیران حمایت افکار عمومی را که برای برنامه‌ریزی مقابله با خشکسالی و مدیریت منابع و تقاضای آب ضروری است، اغلب ندارند. در مقابل کمبود حمایت عمومی جامعه، گروه‌هایی خاص در سطح کشوری و یا استانی ممکن است فعالیت‌هایی را که برای یک برنامه اجرایی مدیریت موثر تقاضای آب در زمان خشکسالی لازم است، داشته باشند. برای نمونه گروه‌های زارعان و کشاورزان در ویرجینیا در سطح ایالتی یا منطقه‌ای برای مصرف آب خود برنامه‌ریزی کردند. مدیریت منابع و مدیریت تقاضای آب باید در راس همه برنامه‌ها برای کاهش اثرات کمبود آب در زمان خشکسالی باشد. ولی عوامل سیاسی می‌تواند جایگزین شده سبب کاهش تمایل به مدیریت منابع و مدیریت تقاضای آب حتی در زمان بروز خشکسالی شود.

### پیامدهای خشکسالی و راهکارهای مقابله با آن

ترتیب و توالی تاثیرات خشکسالی‌های مختلف بیشتر می‌تواند به متمایز ساختن و تشخیص هر یک از انواع خشکسالی کمک نماید. معمولاً وقتی خشکسالی بروز می‌کند بخش کشاورزی را حس خواهد کرد. میزان آب موجود در خاک به سرعت و تحت تاثیر دوره خشکسالی کاهش خواهد یافت. در صورت ادامه روند خشکسالی سایر مردمی که از منابع مختلف آبی استفاده می‌کنند، نیز تحت تاثیر قرار خواهند گرفت، گروه‌هایی از مردم هم که از منابع آب سطحی و زیر زمینی استفاده می‌کنند آخرین گروهی خواهند بود که این مساله را لمس می‌کنند. البته میزان این تاثیرات بستگی مستقیم به طول دوره خشکسالی دارد مطمئناً دوره‌های طولانی‌تر خشکسالی اثرات مخرب‌تری را



فسفات (ATP) است. علاوه بر این فسفر عنصر تشکیل دهنده ساختمان ماکرومولکولها در اسیدهای نوکلئیک می باشد که این اسیدهای نوکلئیک واحد مولکول DNA بوده و مسئول انتقال اطلاعات ژنتیکی هستند (سالاردینی، ۱۳۸۷). فسفر قابل جذب گیاه تنها عاملی است (به جز آب) که کمبود آن می تواند تولید مثل گیاه را دچار مشکل اساسی نماید (Legget و همکاران، ۲۰۰۱). غلظت فسفر کل خاکها در حدود  $400-1200 \text{ mgkg}^{-1}$  است ولی غلظت فسفر آزاد در محلول خاک، معمولاً بسیار اندک و به طور طبیعی در حدود یک میلی گرم در کیلوگرم خاک می باشد (Tisdale و همکاران، ۱۹۹۰). بزرگترین مخزن فسفر در جهان، سنگها و دیگر رسوبات مانند آپاتیت های اولیه و دیگر کانی های اولیه ای است که در طول فرایندهای زمین شناسی تشکیل می گردند (khasawneh).

دارند به طوری که بیش از ۹۰ درصد خاکها حاوی باکتری های حل کننده فسفات می باشند. کارایی میکروارگانیسم های حل کننده فسفر در بهبود جذب فسفر و افزایش رشد گیاهان زراعی در آزمایشات بسیاری به اثبات رسیده است. از این رو به کار گیری میکروارگانیسم های حل کننده فسفات می تواند در بهبود جذب فسفر به منظور کاهش مصرف کودهای شیمیایی موثر باشد.

#### مقدمه

#### فسفر در خاک و گیاه

فسفر یکی از عناصر غذایی ضروری و پرمصرف گیاه به شمار می آید. نقش این عنصر عمدتاً در فرایندهای ذخیره و انتقال انرژی می باشد. در بین ترکیبات فسفوری مهمترین ترکیب که خاصیت حمل انرژی را دارد آدنوزین تری





#### مقدمه

بهره گیری از موجودات مفید خاکری به منظور بهبود وضعیت حاصلخیزی خاک، افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی و تامین سلامت گیاه از مهمترین شیوه های علمی برای کمک به پایداری تعادل سیستم زنده خاک و جلوگیری از خطر تراکم آلاینده های شیمیایی در محیط زیست، محسوب می شود. در بسیاری از خاک ها به دلیل بالا بودن PH و فراوانی یون کلسیم، به رغم فراوانی برخی از عناصر غذایی مانند فسفر، مقدار محلول و قابل جذب این عناصر، کمتر از مقدار لازم برای تامین رشد مناسب گیاه است. روش متداول برای مقابله با این کمبودها استفاده از کودهای شیمیایی است که علاوه بر بهای زیاد و بازدهی کم، احتمال آلودگی زیست محیطی را هم به دنبال دارند. بنابراین ضرورت ایجاب می کند که راه حل های بیولوژیک برای رفع این مشکلات مورد توجه قرار گیرند. استفاده از میکروارگانیسم های خاکری که توانایی انحلال فسفات ها و تبدیل آن به فسفر محلول را دارند، یکی از راه های موثر برای افزایش قابلیت جذب فسفر است. میکروارگانیسم های حل کننده فسفات موجود در خاک ضمن این که می توانند مصرف کودهای شیمیایی حاوی فسفات را کاهش دهند، باعث افزایش جذب فسفات در گیاه می شوند.

#### چکیده

فسفر بعد از ازت و پتاسیم مهمترین عنصر مورد نیاز گیاهان و ریز جانداران می باشد. نقش این عنصر عمدتاً در فرایندهای انتقال و ذخیره انرژی می باشد. این عنصر در خاک به دو شکل معدنی و آلی یافت می شود که شکل معدنی آن شامل ترکیبات کلسیم، آهن، آلومینیم و فلئوئور و شکل آلی آن به صورت ترکیبات فیتین، فسفولیپیدها و اسیدهای نوکلئیک است. تامین فسفر مورد نیاز گیاهان از دو طریق استفاده از کودهای شیمیایی و بیولوژیک امکان پذیر است. مقدار زیادی از فسفر موجود در کودهای شیمیایی بعد از ورود به خاک نامحلول شده و از دسترس گیاه خارج می شود. برخی از ریزجانداران خاک قادرند با تولید و آزادسازی اسیدهای آلی مختلف و آنزیم فسفاتاز ترکیبات نامحلول فسفر را حل کرده و یون فسفات قابل جذب گیاه را فراهم سازند. این انواع که به نام حل کننده فسفات معروفند درصد کمی از جمعیت میکروبی خاک را به خود اختصاص می دهند ولی در بیشتر خاک ها وجود

## تاثیر باکتری های حل کننده فسفات های نامحلول در تامین فسفر مورد نیاز گیاه

سمانه رفیعی - موسسه آموزش عالی علمی - کاربردی  
جهاد کشاورزی.  
هادی اسدی رحمانی - موسسه تحقیقات خاک و آب،  
تهران، ایران.

## انحلال فسفات های آلی توسط باکتری ها

خاک حاوی طیف وسیعی از مواد آلی است که می تواند به عنوان منبع فسفر در تغذیه و رشد گیاه، نقش مهمی به عهده داشته باشد. برای این که فسفر آلی به فرم قابل جذب گیاه درآید می بایست ابتدا از طریق هیدرولیز مواد آلی به فرم معدنی تبدیل گردد. انحلال فسفات های آلی، معدنی شدن فسفر آلی نیز نامیده می شود. معدنی شدن بیشتر ترکیبات آلی فسفره توسط آنزیم های فسفاتاز انجام می پذیرد (Frage و Rodriguez، ۱۹۹۰). وجود مقادیر قابل توجهی از آنزیم های فسفاتاز فعال و دارای منشاء میکروبی در خاک گزارش شده است (Kirchner، ۱۹۸۷ و همکاران، ۱۹۸۷؛ Junk و Tarafdar). فعالیت فسفاتازها به خصوص در منطقه ریزوسفری افزایش می یابد (Junk و Tarafdar، ۱۹۸۷). محققان زیادی وجود باکتری های خاکزی دارای توان معدنی کردن فسفات های آلی را گزارش نموده اند (MacRae و Raghoo، ۱۹۶۶؛ Alla-Add، ۱۹۹۴). طرفدار و کلاسن (۱۹۸۸) فعالیت فسفاتازهای مختلف را در ریزوسفر گیاهانی چون ذرت، جو و گندم مطالعه نموده و مشاهده کرده اند که فعالیت فسفاتازها به خصوص در ریزوسفر و در pH حدود اسیدی تا خنثی به طور قابل توجهی افزایش می یابد. توانایی باکتری های خاکزی از جنس های مختلف ریزوبیا، انتروباکتر، سراشیا، سیتروباکتر، کلیسیلا، سودوموناس و باسیلوس ها (Gugi و همکاران، ۱۹۹۱) در تولید مقادیر قابل توجه آنزیم های فسفاتاز ثابت شده است. بر اساس گزارش های موجود حدود ۳۰ تا ۴۸ درصد از میکروارگانیسم های خاک های قابل کشت، توانایی استفاده از فیتات خاک که بخش عمده فسفر آلی خاک می باشد را دارا هستند (Webley و Greaves، ۱۹۶۵). انحلال فسفات های آلی در نتیجه تجزیه مواد آلی خاک است که حاصل فعالیت تعداد زیادی از میکروارگانیسم ها به خصوص باکتری های ساپروتروف در خاک می باشد. نتیجه نهایی این فرآیند آزاد شدن رادیکال های اورتوفسفات است که می تواند به راحتی توسط گیاه جذب و مورد استفاده قرار گیرد (Dalal، ۱۹۷۷).

## نقش باکتری های حل کننده فسفات در بهبود جذب فسفر و افزایش رشد گیاه

با توجه به این که کمبود فسفر قابل جذب در خاک عامل مهم محدودکننده در تغذیه، رشد و تولید مثل گیاه به حساب می آید، باکتری های حل کننده فسفات می توانند نقش اساسی در تولید موفق محصولات کشاورزی ایفا نمایند (Dalal، ۱۹۷۷؛ Goldstein، ۱۹۹۵). گزارشات زیادی وجود دارد که تحریک رشد گیاه را پس از تلقیح با باکتری های توانمند در انحلال فسفات های نامحلول آلی یا معدنی نشان می دهند (Luw، ۱۹۹۵؛ Webley و Tarafdar، ۱۹۸۸؛ Claassen). پیکس و همکاران (۲۰۰۱) کارایی سوبه های مزوریزوبیوم مدیترانیوم در افزایش فسفر جذب شده و در نتیجه افزایش رشد گیاهان نخود و جو در یک خاک تیمار شده با فسفات نامحلول (تری کلسیم فسفات) را در قالب یک تحقیق گلخانه ای مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج آزمایش نشان داد که سوبه ی PEC۲۱ از این باکتری ریزوبیومی، قادر به آزاد کردن مقادیر قابل توجهی فسفر قابل جذب برای گیاهان مورد آزمایش بوده است. گیاهان جو و نخود تیمار شده با این سوبه محتوی فسفر بیشتری بوده اند. طرفدار و جانک (۱۹۸۷) به بررسی فعالیت فسفاتاز اسیدی و قلیایی در ریزوسفر چهار گونه کلم، پیاز، گندم و شبدر پرداختند و ملاحظه کردند که این آنزیم ها در ریزوسفر نسبت به خاک

غیرریزوسفری در هر چهار گونه گیاه فعالیت بیشتری دارد. این محققین همبستگی زیادی بین تخلیه فسفر آلی و فعالیت فسفاتاز در ریزوسفر گندم (۰/۰۰۰۹۹) و شبدر (۰/۰۰۰۹۷) پیدا کردند. کابوت و همکاران (۱۹۹۶) نیز نشان دادند که تلقیح گیاه ذرت و کاهو با دو سوبه از باکتری های ریزوبیوم لگومینوسارم انتخاب شده به عنوان سوبه های دارای توانایی حل فسفات، موجب افزایش کلونیزاسیون ریشه، افزایش معنی دار در غلظت فسفر گیاه و در نهایت افزایش تحریک رشد گیاه شده است.

قابلیت جایگزینی کودهای فسفری با کودهای بیولوژیک حل کننده فسفات باکتری های حل کننده فسفات بر حسب نوع و مقدار مواد حل کننده ای که تولید می کنند تاثیرات کاملاً متفاوتی در حلالیت فسفر نامحلول دارند. گرچه باکتری های حل کننده فسفات متعددی در خاک وجود دارند ولی به طور معمول تعداد این باکتری ها در مقایسه با دیگر باکتری های معمول و مستقر در ریزوسفر گیاهان مختلف قابل توجه نمی باشد (Frage و Rodriguez، ۱۹۹۰). بنابراین مقدار فسفر آزاد شده به وسیله این باکتری ها معمولاً به اندازه ای نیست که افزایش کافی در رشد گیاهان ایجاد نماید. بنابراین تلقیح گیاهان با یک باکتری خاص با جمعیت بسیار بیشتر از آن چه در خاک یافت می شود لازم است تا سودمندی ناشی از خصوصیت انحلال فسفات آن باکتری در افزایش رشد و عملکرد محصول به طور معنی داری بروز نماید (Rodriguez و Frage، ۱۹۹۰). باکتری های حل کننده فسفات (PSB) می بایست علاوه بر توان حل فسفات های نامحلول، توانایی ماندگاری و فعالیت در منطقه ریزوسفر گیاه را نیز داشته باشند. کیوسی (۱۹۸۳) در جداسازی میکروارگانیسم های حل کننده فسفات به روش کیفی دریافت که تعداد باکتری های توانمند در حل فسفات بسیار بیشتر از قارچ ها می باشد. اما بر اساس گزارش این محقق بسیاری از باکتری ها پس از کشت های پی در پی به تدریج این توانایی خود را از دست می دهند. به طور کلی علی رغم توجهی که مصروف مطالعه میکروارگانیسم های حل کننده فسفات شهدف بخش تولید صنعتی مایه تلقیح این باکتری ها توسعه اندکی یافته است (Legget و همکاران، ۲۰۰۱). بدون شک کارایی کودهای باکتریایی حل کننده فسفات بسته به نوع خاک، نوع باکتری مورد استفاده، کولتیواتورهای متفاوت گیاهی و بسیاری از پارامترهای دیگر متفاوت خواهد بود. محتوی فسفر خاک نیز احتمالاً یکی از فاکتورهای تعیین کننده میزان موثر بودن و کارایی کودهای باکتریایی حل کننده فسفات به حساب می آید (Frage و Rodriguez، ۱۹۹۰). محققان روسی در سال ۱۹۵۰ مایه تلقیح میکروبی به نام فسفوباکترین حاوی وارته فسفاتیکم باکتری تیوباسیلوس مگاتریم را به عنوان یک حل کننده فسفات تولید نمودند. این کود در سال ۱۹۵۸ تقریباً در ۱۰ میلیون هکتار از اراضی کشور روسیه مورد استفاده قرار گرفت. اسمیت و همکاران (۱۹۶۱) نشان دادند که حدود ۵۰ تا ۷۰ درصد از محصولات زراعی مختلف تلقیح شده با فسفوباکترین بهره مثبتی از تلقیح دریافت کرده اند و در بین موارد مثبت حدود ۱۰ تا ۷۰ درصد افزایش عملکرد حاصل شده است. بهترین نتایج مربوط به محصولات علوفه ای بوده اما غلات و سیب زمینی نیز عکس العمل مناسبی به فسفوباکترین نشان داده اند. به علاوه محققان زیادی نتیجه گرفتند که استفاده از مایه تلقیح های مخلوط چند باکتری به طور قطع موجب بهبود بیشتر وضعیت تغذیه گیاهان به خصوص افزایش جذب نیتروژن و فسفر گردد. این شواهد سودمندی تلقیح مخلوط سوبه های PGPR در مقایسه با تلقیح جداگانه باکتری های که توان حل فسفات های نامحلول را دارند خاطر

وهمکاران، ۱۹۸۰). فرم‌های معدنی فسفر در خاک به صورت کانی‌های اولیه‌ای همچون آپاتیت، هیدروکسی آپاتیت و اکسی آپاتیت می‌باشد. بیشتر این کانی‌های فسفات درون سنگ‌ها قرار دارند و خصوصیت اصلی آن‌ها نامحلول بودن آن‌هاست. ضرورت استفاده از کودهای شیمیایی فسفاتی برای محصولات کشاورزی از نیمه قرن نوزدهم مورد توجه قرار گرفت (Legget و همکاران، ۲۰۰۱). کودهای شیمیایی فسفات که اکنون به طور معمول در تولیدات کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرند حاوی فرم‌های فسفر محلول و قابل جذب توسط گیاه هستند ولی این فرم محلول فسفر به سرعت با خاک وارد واکنش شده و امکان جذب آن توسط گیاه به صورت تصاعدی کاهش می‌یابد. بازدهی کودهای شیمیایی فسفات استفاده شده در هر سال حداکثر ۳۰ درصد می‌باشد و مابقی آن به ذخیره فسفر کل خاک افزوده می‌شود که ممکن است در سال‌های بعد انحلال یافته و مورد استفاده گیاه و یا میکروارگانیسم‌های خاک قرار گیرد (Kirchner و همکاران، ۱۹۹۳). فسفر محلول به صورت آنیون‌های فسفات است که در خاک‌های اسیدی توسط اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن و آلومینیم تثبیت و نامحلول می‌گردند، در صورتی که در خاک‌های قلیایی این عمل تثبیت، توسط کلسیم انجام می‌پذیرد و در نهایت منجر به کاهش راندمان کودهای شیمیایی فسفات می‌گردد (Rodriguez و Frage، ۱۹۹۰). بخش دوم فسفر خاک به صورت فسفر آلی درون بقایای آلی می‌باشد. در بسیاری از خاک‌ها ممکن است فسفر آلی ۳۰ تا ۵۰ درصد فسفر خاک را تشکیل دهد، گرچه ممکن است محدوده این مقادیر از کمتر از ۵ درصد تا ۹۵ درصد متفاوت باشد (Clark و Paul، ۱۹۸۸). فسفر آلی در خاک‌ها به طور عمده به فرم اینوزیتول فسفات‌ها وجود دارد که به اصطلاح فیتات خاک نیز نامیده می‌شوند. اینوزیتول فسفات‌های خاک توسط گیاهان و ریز موجودات ساخته می‌شوند و از پایدارترین فرم‌های فسفر آلی در خاک به حساب می‌آیند (Dalal، ۱۹۷۷). دیگر ترکیبات فسفر آلی خاک به صورت فسفوموناسترها و فسفودی استرها است که شامل فسفولپیدها و اسیدهای نوکلئیک می‌باشند (Clark و Paul، ۱۹۸۸). علاوه بر این‌ها همواره مقادیر عظیمی از ترکیبات فسفر غیر طبیعی از طریق کاربرد آفت کش‌ها، مواد شوینده و آنتی بیوتیک‌ها به محیط اضافه می‌گردد. ترکیبات آلی مذکور کمپلکس‌های کربنی - فسفر هستند که معمولاً در مقابل فرایندهای هیدرولیز شیمیایی و تجزیه‌های بیولوژیکی مقاومت زیادی از خود نشان می‌دهند بنابراین ترکیبات آلی فسفر موجود در خاک در عمل قابلیت جذب زیادی برای گیاهان ندارند. گرچه به تازگی گزارشاتی وجود دارد که نشان می‌دهد برخی از میکروارگانیسم‌های خاک قادر به تجزیه این ترکیبات مقاوم و محلول نمودن فسفر آن می‌باشند (Rodriguez و Frage، ۱۹۹۰).

### میکروارگانیسم‌های خاک‌زی حل‌کننده فسفر

توانایی میکروارگانیسم‌ها در انحلال فسفات‌های نامحلول خاک و تبدیل آن به فرم‌های قابل جذب گیاه در سال ۱۹۴۸ اثبات شد (Gerretsen، ۱۹۴۸). آزمایشات وی نشان داد که میکروارگانیسم‌های ریزوسفری می‌توانند بر میزان انحلال فسفر و جذب آن توسط گیاه تاثیر بگذارند. این میکروارگانیسم‌ها را می‌توان در بیشتر خاک‌ها یافت، اما تعداد و نوع آن‌ها در خاک‌های مختلف متفاوت است. جمعیت ریز جانداران حل‌کننده فسفات در خاک متفاوت است و تعداد آن‌ها در ریزوسفر گیاهان بیشتر از خاک غیر

### انحلال فسفات‌های معدنی نامحلول توسط باکتری‌ها

گزارشات متعددی وجود دارد که توانایی سویه‌های مختلف باکتریایی را برای انحلال فسفات‌های معدنی نامحلول همچون تری کلسیم فسفات، دی کلسیم فسفات، دی هیدروکسی آپاتیت و خاک فسفات، نشان می‌دهد (Goldstein، ۱۹۹۵). در میان انواع باکتری‌هایی که توان حل فسفات آن‌ها ثابت شده است، می‌توان جنس‌های فلاوباکتریوم، سودوموناس، باسیلوس، اگروباکتریوم، میکروکوکوس، انتروباکترو همچنین جنس‌های مختلف باکتری‌های ریزوبیومی را نام برد. تولید اسیدهای آلی توسط باکتری‌های حل‌کننده فسفات‌های معدنی به عنوان مکانیسم اصلی انحلال فسفات‌های معدنی توسط باکتری‌های خاک تشخیص داده شده است (Rodriguez و Frage، ۱۹۹۰؛ Illmer و Schinner، ۱۹۹۲). از میان اسیدهای آلی، اسید گلوکونیک به عنوان یکی از مهمترین عوامل در انحلال فسفات‌های معدنی محسوب می‌شود (Dalal، ۱۹۷۷). تولید این اسید آلی به وسیله باکتری‌های حل‌کننده فسفات متعلق به جنس‌های سودوموناس، ریزوبیا، اروینیا و بورخولدریا گزارش شده است (Jordan، ۱۹۸۲). اسیدهای آلی تولید شده از دو طریق باعث افزایش فسفر قابل دسترس می‌شوند که یکی از طریق کاهش pH در منطقه ریزوسفر و دیگری از طریق کلاته شدن یون آلومینیم در خاک‌های اسیدی و یون کلسیم در خاک‌های قلیایی است و آزاد شدن فسفر ترکیب شده با آن‌هاست (Illmer و Schinner، ۱۹۹۲؛ Kucey، ۱۹۸۳). هالدر و همکاران (۱۹۹۰) نشان دادند که اسیدهای آلی جدا شده از محیط کشت باکتری ریزوبیوم لگومینوساروم می‌توانند موجب انحلال فسفات‌های معدنی شوند. مکانیسم‌های دیگری نیز در انحلال فسفات‌های نامحلول شناخته شده‌اند، از جمله آن‌ها می‌توان تولید مواد کلات کننده به خصوص اسید سیتریک، همچنین تولید اسیدهای غیر آلی مانند اسید سولفوریک، اسیدنیتریک و اسیدکربنیک را نام برد، گرچه نقش این مکانیسم‌ها در آزاد سازی فسفر بسیار جزئی و کم اهمیت می‌باشد (Lifshitz، ۱۹۸۷ و همکاران، ۱۹۲۲؛ Rudolfs).

# مسیر متابولیکی طعم و تندی در توده‌های پیاز خوراکی

شهرام باغبان سیروس - دکترای علوم باغبانی و هیات علمی دانشکده کشاورزی  
گروه باغبانی دانشگاه آزاد واحد مرند  
پریسا عزیززاده اسکویی - دکترای علوم خاکشناسی و هیات علمی دانشکده  
کشاورزی گروه خاکشناسی دانشگاه آزاد واحد مرند

## مقدمه

پیاز خوراکی با نام علمی (*Allium cepa* L.) شناخته می‌شود. آلیوم‌ها از گروه تک لپه ای‌ها می‌باشند که به خانواده‌های نرگس (*Amaryllidaceae*)، لاله (*Liliaceae*) و همچنین تیره مجزای پیازیان (*Alliaceae*) نسبت داده می‌شود. این جنس دارای بیش از ۵۰۰ گونه متفاوت است و گونه‌هایی از قبیل پیاز خوراکی (*Allium cepa* L.) را در بر می‌گیرد. پیاز گیاهی است دو ساله که از رویش بذر در سال اول به وجود می‌آید. با بذر پاشی، در ابتدا ریشه و برگ پیاز تولید می‌شود در این گیاه بر اثر متورم شدن میانگه‌های به هم فشرده بخش زیرین ساقه تشکیل شده که در این حالت نیم برگ‌ها و همچنین برگ‌های فلسی شکل اطراف آن اندوختن مواد غذایی را شروع می‌کنند. پیاز به عنوان سمبل نیروی حیاتی شناخته شده است و در برخی نقاط دنیا جزء لاینفک غذاهای روزانه است. این گیاه علاوه بر ۸ درصد هیدرات کربن و دارای مقادیری املاح معدنی کلسیم، ید، سیلیس و آهن و فسفر به ویژه پتاسیم، ترکیبات گوگردی، قند، ویتامین‌های A، B<sub>1</sub>، B<sub>2</sub> و C می‌باشد. استفاده از پیاز به عنوان آنتی اکسیدان بسیار مناسب و به عنوان طعم دهنده در بسیاری از غذاهای روزانه بر اهمیت اقتصادی آن افزوده است. پیاز از نظر طب قدیم ایران گرم و خشک بوده و دارای خواص بسیاری است. این گیاه تقریباً تمام اعمال بدن را متعادل می‌کند. پیاز ملایم بیشتر از پیاز تند ارزش غذایی دارد، اما ارزش درمانی پیاز تند بیشتر از پیاز ملایم می‌باشد. این گیاه دستگاه‌هاضمه را تحریک کرده و روده را پاک می‌نماید. پیاز یک ماده ضد عفونی کننده است که در عمل هضم غذا موثر بوده و مصرف آن برای جلوگیری از پیشرفت سرماخوردگی از زمان‌های قدیم مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین پیاز در کاهش میزان قند و چربی، تجمع پلاکت‌ها یا تشدید فیبرین‌ها در خون نقش مهمی دارد.

اهمیت پیاز خوراکی در رژیم غذایی بسیاری از فرهنگ‌ها از آن جا آشکار می‌شود که این گیاه بیشترین تولید را در کشورهای پر جمعیت دارا می‌باشد. کشورهای چین (با ۳/۸ میلیون تن)، هندوستان، اندونزی و شوروی سابق (هر کدام با ۲/۵ میلیون تن) و ایالات متحده آمریکا (با ۲/۲ میلیون تن) از بزرگ ترین تولید کنندگان پیاز جهان هستند. پیاز در تجارت بین المللی یک کالای عمده و اصلی می‌باشد به طوری که سالانه کشورهای آلمان، فرانسه، انگلیس و ایالات متحده آمریکا وارداتی معادل ۲۶۵ میلیون دلار دارند. در ایالات متحده هر ساله، پیاز دومین محصول تجاری پس از گوجه فرنگی می‌باشد.

## طعم و تندی در پیاز

رقم‌های پیاز و هیبریدهای آن از لحاظ رنگ، شکل، طعم و کیفیت نگهداری و همچنین زمان رسیدن متفاوت می‌باشند. چگالی طعم و مزه در پیاز به ژنتیک منحصر به فرد رقم‌ها و توده‌ها، تندی، تنوع مواد گوگردی، مواد قندی و عوامل محیطی از جمله دما، آبیاری، نیتروژن و تغذیه گوگردی بستگی دارد. منشاء ترکیبات طعم ساز در پیاز از سال ۱۹۴۰ مورد مطالعه قرار گرفته است. طعم پیازها هنگامی احساس می‌شود که به صورت خام مصرف شده و از طریق حس چشایی تست شوند. در این میان ترکیبات گوگردی موجود در پیاز که به عنوان پیشرو در طعم و مزه پیاز می‌باشند، بیش از ۸۰ نوع مواد شناخته شده است که بیشتر آن‌ها نیز شکل پایدار ندارند. طعم پیاز از هیدرولیز آنزیمی مواد پیش طعم دهنده در پیاز تحت عنوان آلین یا اس - آلیل سیستئین سولفوکسید (ACSO)، متین یا متیل سیستئین سولفوکسید (MCSO)، ایزوآلین یا ترانس - اس - پروپنیل سیستئین سولفوکسید (PeCSO) و پروپین یا اس - پروپیل سیستئین

11- Jordan, D. C. (1982). Transfer of *Rhizobium japonicum* Buchanan 1980 to *Bradyrhizobium* gen. nov., a genus of slow-growing, root nodule bacteria from leguminous plants. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 32: 136-139.

12- khasawneh, F.E., Sample, E. C. and kamprath, E. J. (1980). The role of phosphorus in agriculture. SSSA. Madison, wis.

13- Kirchner, M. J., Wollum, A. G., King, L. D. (1993). Soil microbial populations and activities in reduced chemical input agroecosystems. *Soil. Soc. Amer. J.* 57: 1289-1295.

14- Kucey, R. M. N. (1983). Phosphate-solubilizing bacteria and fungi in various cultivated and virgin Alberta soils. *Can. J. Soil Sci.* 63: 671-678.

15- Leggett, M. E., Gleddie, S., Holloway, G. (2001). Phosphate solubilizing microorganisms and their use. *Philom. Bios. INC. Saskatoon, Saskatchewan, Canada.*

16- Lifshitz, R., Klopper, J. W., Kozlowski, M., Simonson, C., Carlson, J., Tipping, E. M. and Zaleska, I. (1987). Growth promotion of canola (rapeseed) seeding by a strain of *Pseudomonas putida* under gnotobiotic conditions. *Can. J. Microbiol.* 33: 390-395

17- Louw, H., A. and Webley, D. M. (1995). A study of soil bacteria dissolving certain phosphate fertilizers and related compounds. *J. Appl. Bacteriol.* 22: 227-233.

18- Paul, E. A. and Clark, F. E. (1988). *Soil Microbiology and Biochemistry*. Academic Press, London.

19- Peix, A., Rivas-Boyero, A. A., Mateos, P. F., Rodriguez-Barrueco, C., Martinez-Molina, E. and Velazquez, E. (2001). Growth promotion of chickpea and barley by a phosphate solubilizing strain of *Mesorhizobium mediterraneum* under growth chamber conditions. *Soil. Biol. Biochem.* 33: 103-110

20- Raghu, K., MacRae, I. C. (1966). Occurrence of phosphate-dissolving microorganisms in the rhizosphere of rice plants and in submerged soils. *J. Appl. Bacteriol.* 29: 582-586.

21- Rodriguez, H. and Frage, R. (1999). Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. *Bio-technology Advances*, 17: 319-339.

22- Rudolph, W. (1922). Influence of sulfur oxidation upon growth of soy beans and its effect on bacterial flora of soil. *Soil. Sci.* 14: 247-262.

23- Smith, J. H., Allison, F. E., and Solides, D. A. (1961). Evaluation of phosphobacterin as a soil inoculant. *Soil Sci. Soc. Proceedings*, 25: 109-111

24- Tarafdar, J. C., Claassen, N. (1988). Organic phosphorus compounds as a phosphorus source for higher plants through the activity of phosphatases produced by plant roots and microorganisms. *Biol. Fertil. Soils*, 5: 308-312.

25- Tarafdar, J. C., Junk, A. (1987). Phosphatase activity in the rhizosphere and its relation to the depletion of soil organic phosphorus. *Biol. Fertil. Soil*, 3: 199-204.

26- Tisdale, S. L., Nelson, W. L. and Beaton, J. D. (1990). *Soil fertility and fertilizer*. 4th edition Macmillan publishing Co. New York.

نشان می‌سازد (Frage و Rodriguez، ۱۹۹۰). اکنون تولید صنعتی کودهای بیولوژیک، به صورت مخلوطی از چند نوع باکتری که علاوه بر توانایی حل فسفات قادر به تحریک رشد گیاه و افزایش عملکرد می‌باشند در حال توسعه است (Frage و Rodriguez، ۱۹۹۰). این کود که حاوی باکتری باسیلوس مگاتریوم و ازتوباکتر کروکوکوم می‌باشد موجب افزایش جذب نیتروژن و فسفر مورد نیاز گیاهان می‌گردد. علاوه بر این از آنجا که سودمندی باکتری‌های ریزوبیومی به دلیل توانایی آن‌ها در افزایش رشد و عملکرد گیاهان مهم زراعی لگوم و غیرلگوم از طرق مختلف به خصوص از طریق حل فسفات‌های نامحلول به طور کامل ثابت شده است این باکتری‌ها می‌توانند نقش مهمی در تامین دو عنصر مهم نیتروژن و فسفر به خصوص در تناوب‌های زراعی گیاهان لگوم و غیر لگوم داشته باشند.

## منابع:

۱- سالار دینی، ع. ا. ۱۳۸۷. حاصلخیزی خاک. چاپ هشتم. انتشارات دانشگاه تهران، ۴۳۴ صفحه، تهران، ایران

2- Abd-Alla, M. H. (1994) Use of organic phosphorus by *Rhizobium leguminosarum* biovar *viciae* phosphatases. *Biol. Fertil. Soils*, 18: 216-218.

3- Dalal, R. C. (1977). Soil organic phosphorus. *Adv. Agron.* 29: 83-117.

4- Gerretsen, F. C. (1948). The influence of microorganisms on the phosphate intake by the plant. *plant soil*, 1: 51-81.

5- Goldstein, A. H. (1995). Recent progress in understanding the molecular genetics and biochemistry of calcium phosphate solubilization by gram negative bacteria. *Biological Agriculture and Horticulture*, 12: 185-193.

6- Greaves, M. P., Webley, D. M. (1965). A study of the breakdown of organic phosphates by microorganisms from the root region of certain pasture grasses. *J. Appl. Bact.* 28: 456-465.

7- Gugi, B., Orange, N., Hellio, F., Burini, J. F., Guillou, C., Leriche, F. and Guespin-Michel, J. F. (1991). Effect of growth temperature on several exported enzyme activities in the psychrotropic bacterium *Pseudomonas fluorescens*. *J. Bacteriol.* 173: 3814-3820.

8- Gupta R. D., K. K. R. Bhardwaj, B. C. Marwah and B. R. Tripathi. (1986). Occurrence of phosphated dissolving bacteria in some soil of north-west Himalaya under varying biosequence and climosequence. *J. Indian Soc. Soil Sci.* Vol 34. pp 498-504.

9- Halder, A. K., Bhattacharyya, P., Chakrabarty, P. K. (1990). Solubilization of rock phosphate by *Rhizobium* and *Bradyrhizobium*. *J. Gen. Appl. Microbiol.* 36: 81-92.

10- Illmer, P. and Schinner, F. (1992). Solubilization of inorganic phosphates by microorganisms isolated from forest soil. *Soil. Biol. Biochem.* 24: 389-395.

4. Briggs, W. H., I. L. Goldman, 2002, Variation in economically and ecologically important traits in onion plant organ during reproductive development, *Plant Cell and Environment*, Vol.25, pp. 1031-1037.

5. Catherine A., T. Ketter and W. M. Randle, 1998, Pungency Assessment in onions, Chapter 11, Association for Biology Laboratory Education (ABLE).

6. Dhimal, K., S. Datir and R. Pandey, 2006, Assessment of bulb pungency level in different Indian cultivars of onion (*Allium cepa* L.), *Food Chemistry*.

7. Durenkamp, M., L. J. Dekok, 2004, Impact pedospheric and atmospheric sulphur nutrition on sulphur metabolism of *Allium cepa* L., a species with a potential sink capacity for secondary sulphur compounds, *J. of Experimental Botany*, Vol. 55, No.404, pp. 1821-1830.

8. Food and agriculture Organization. 1989, Production Statistics, Rome.

9. Fujieda, K., N. Matsuoka, and Y. Fugieda, 1979. Vegetative multiplication of onion, *Allium cepa* L., through tissue culture. *Journal Jpn. Soc. Hortic. Sci.* p.48,186.

10. Goldman, I. L., M. Kopelberg, J. E. Debance, and B. S. Schwartz, 1996, Antiplatelet activity in onion (*Allium cepa*) is sulfur dependent. *Thromb. Haemost.* 76(3), p.450-452.

11. Hamilton, B. K., K. S. yoo, and L. M. Pike, 1998. Changes in pungency of onions by soil type, sulphur nutrition and bulb maturity. *Scientia Horticulture*(74)4, p.249-256.

12. Havey, M. J., 1999, *Advances in New Alliums*, Reprinted from: *Perspective on new crops and new uses*.

13. Havey, M. J., 1999, *Advances in New Alliums*, Perspective on new crops and new uses, ASHS Press, Alexander, VA, p. 374-378.

14. Kumari, K., B. C. Mathew, and K. T. Augusti, 1995, Antidiabetic and hypolipidemic effects of S-methyl cysteine sulfoxide isolated from *Allium cepa* Linn. *Indian J. Biochem. Biophys.* Feb. 32(1), pp:49-54.

15. McCollum, J. A., D. G. Grant, E. P. McCarteny, J. Scheffer, M. L. Shaw & R. C. Butler, 2001, Genotypic and environmental variation in bulb composition of New Zealand adapted onion (*Allium cepa*) germplasm, *New Zealand Journal of Crop and Horticulture Science*, Vol.29, p. 149-158.

16. Miar Uddin, Md., H. S. MacTavish, 2003, Controlled atmosphere and regular storage-induced changes in S-alk(en)yl-L-cysteine sulfoxide and allinase activity in onion bulbs (*Allium cepa* L. cv. Hysam), *Postharvest Biology and Technology*, Vol.25, pp. 239-245.

17. Randle, W. M., 1992, Onion germplasm interacts with sulfur fertility for plant sulfur utilization and bulb pungency, *Euphytica*, Vol.59, p. 151-156.

نهایت مقادیری آمونیاک و اسید پیروویک ( $\text{CH}_3\text{COCO}_2\text{H}$ ) تولید می‌شود شکل (۴-۱)، این واکنش در مدت زمان تقریبی ۶ دقیقه کامل می‌شود. بنابراین مقدار اسید پیروویک تولید شده روش مناسبی برای برآورد عملکرد آنزیم بر روی مواد اولیه طعم ساز می‌باشد. تحقیقات نشان می‌دهند که همبستگی مثبت و معنی دار بین اسید پیروویک تولید شده و تندی وجود دارد به عبارت دیگر اندازه گیری مقدار اسید پیروویک به طور متناوب با اندازه گیری‌های طعم یا تندی پیاز در ارتباط است. مقدار اسید پیروویک در پیاز بستگی به فاکتورهای متعدد از جمله ماده خشک، محتوای قندی پیاز، رسیدگی و بلوغ، تغذیه گوگردی، نوع رقم، انبارمائی، رطوبت خاک و شرایط محیطی دارد. تحقیقی که روی ۱۵۴ لاین پیاز در کشور نیوزیلند و در دو مکان مختلف صورت گرفته نشان داد که تفاوت معنی دار در میزان تندی دو مکان مختلف بدست آمد. همچنین در بین این لاین‌ها، لاین‌هایی با مواد جامد بالا و تندی پایین جهت صادرات و فروش برای مصرف عمومی ترجیح داده شد. تولید مقادیر بالای اسید پیروویک را در رابطه با تندی بالا و غلظت بالای مواد اولیه طعم ساز، فعالیت بالا و یا غلظت بالای آنزیم آلیناز دانسته اند.

طبقه بندی تندی در پیازها با توجه به میزان اسید پیروویک در هر گرم وزن تر پیازها به صورت زیر می‌باشد:

۱. پیازهای بسیار شیرین: حاوی ۴-۱ میکرو مول اسید پیروویک در هر گرم تازه پیاز

۲. پیازهای شیرین: حاوی ۷-۵ میکرو مول اسید پیروویک در هر گرم وزن تازه پیاز

۳. پیازها با تندی متوسط: حاوی ۱۰-۸ میکرو مول اسید پیروویک در هر گرم وزن تازه پیاز

۴. پیازهای تند: حاوی ۱۵-۱۱ میکرو مول اسید پیروویک در هر گرم وزن تازه پیاز

۵. پیازهای بسیار تند: حاوی بیش از ۱۵ میکرو مول اسید پیروویک در هر گرم وزن تازه پیاز

همچنین تحقیقی توسط باغبان و همکاران در رابطه با تعیین میزان تندی تعدادی از توده‌های بومی پیاز ایران در مرحله پس از برداشت و دوره انبارمائی صورت گرفته که در مقالات بعدی نتایج بدست آمده ارائه خواهد شد.

#### منابع:

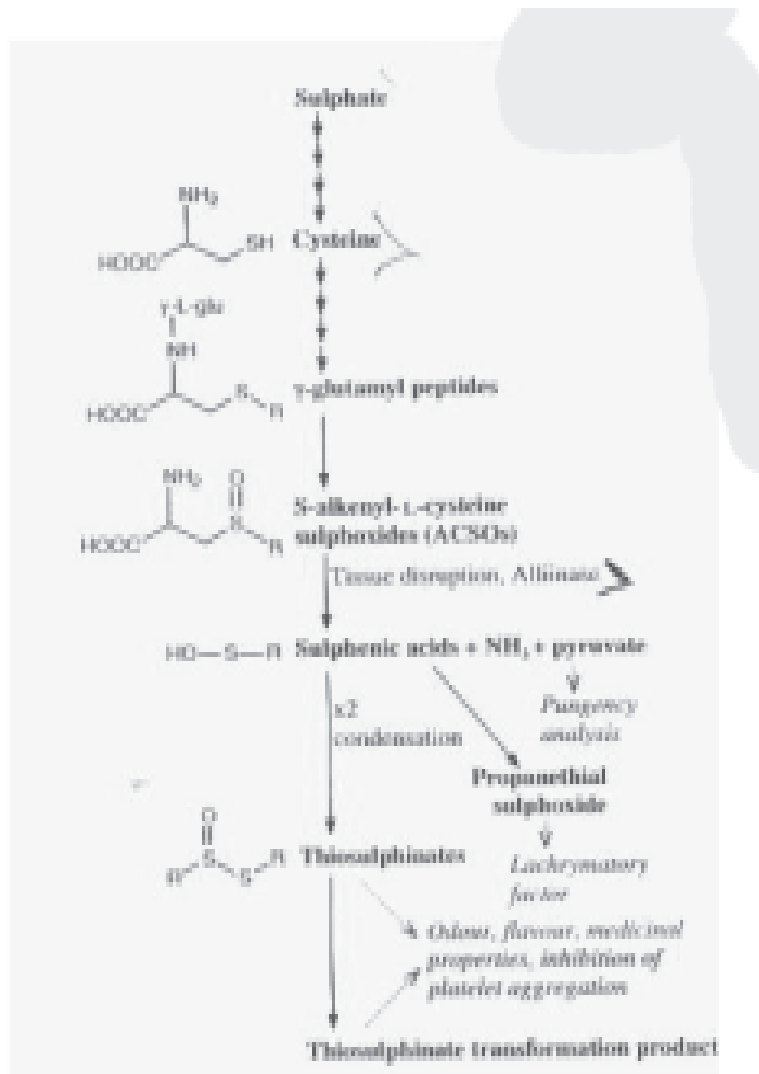
۱. قنادها، م.، زهراوی، م.، وحدتی، ک.، ۱۳۸۲، اصلاح گیاهان باغبانی، چاپ اول، موسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران. ص. ۶۲-۴۰.

2. Anthon, G. E., D. M. Barrett, 2003, Modified method for the determination of Pyruvic acid with dinitrophenylhydrazine in the assessment of onion Pungency, *Journal of the Science of Food and Agriculture*.

3. Brewster, J. L., 1994, Onion and other vegetable alliums, CAB International publication, p. 45.

#### پی نوشت:

1-Pyruvic Acid



شکل ۴-۱- تغییرات مواد ارگانوسولفور و مسیر تبدیل این مواد به اسید پیروویک

۳. مقاوم سازی گیاهان جنس آلیوم در برابر بیماری‌ها به نقل از راندل (۱۹۹۲) ماده متین باعث طعم و مزه در پیاز تازه می‌گردد و ماده ایزوالین نیز در رسانیدن پیازهای تازه و ایجاد طعم سولفور تا مرحله خوردن سهیم می‌باشد. در طول پیاز دهی یعنی حدود ۶-۴ هفته پس از کاشت زمانی که وزن گیاه حدود ۳ الی ۴ برابر افزایش می‌یابد، تغییرات عمده‌ای در مواد پیش طعم ساز اتفاق می‌افتد. در این مرحله که همراه است با تشکیل فلس‌های مرکزی پیاز، مواد طعم ساز از پهنک برگ به قاعده پیاز و فلس‌های تشکیل شده منتقل می‌شوند، قاعده برگ‌ها حاوی مقادیر بالایی از مواد طعم ساز قبل از تشکیل پیاز هستند، ولی در زمان توسعه پیازها در حد ۹۰ درصد افت در میزان آن‌ها مشاهده می‌گردد، تمامی این مواد تا زمانی که بافت آن‌ها آسیب ندیده، بی‌بو هستند. در زمان برش مکانیکی سلول‌ها با عملکرد ویژه آنزیمی از جمله آلیناز که از واکوئل آزاد می‌شود، تجزیه آن‌ها شروع شده و در

سولفوکسید (PCSO) به همراه مواد گلوکوتیونی است. مراحل تولید مواد پیشرو در طعم و تندى همراه با آلکنیلاسیون و اکسید اسیون در مولکول‌های سیستین و گلوکوتیون بوده و آنزیم‌های موثر در این مسیرهای متابولیسمی از خانواده‌های پروتئینی موجود در بافت‌های زنده می‌باشند. در این میان ایزوالین (PeCSO) به عنوان مهم‌ترین و اصلی‌ترین طعم ساز در پیاز است. میزان سیستین‌های غیر پروتئینی و گلوکوتیون در حدود ۵-۱ درصد وزن خشک آلیوم‌ها را تشکیل می‌دهد که نقش عمده آن‌ها را در مراحل بیوسنتزی این گیاهان از جمله پیاز را به اثبات می‌رساند از دیگر نقش‌های این مواد در گیاهان جنس آلیوم به موارد زیر می‌توان اشاره نمود:

۱. نقش دفاعی در برابر حشرات و آفات به خصوص در رابطه با زمستان گذرانی پیازها
۲. نقش ضد میکروبی ترشحات گیاهان متعلق به جنس آلیوم

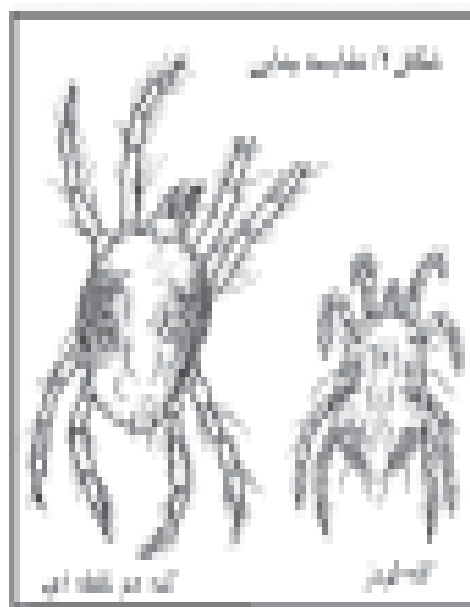
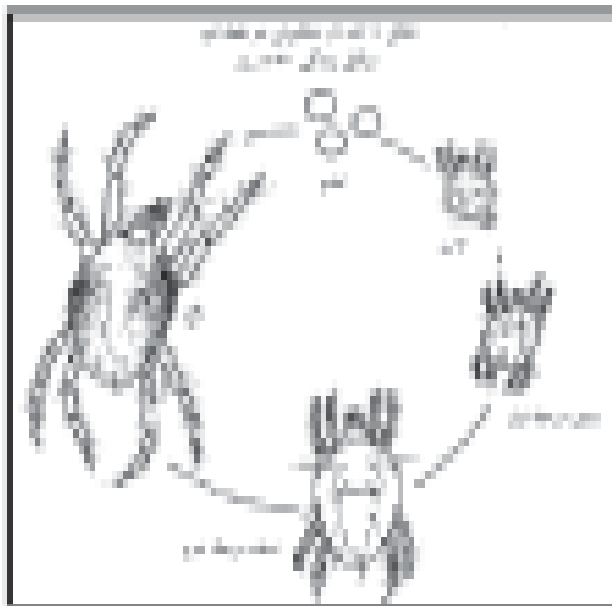
هرزمیزبان واسطه هستند، بنابراین اطمینان پیدا کنید که علف‌های هرز داخل ومجاور گلخانه حذف شده‌اند. گیاهان جدید باید قبل از گذاشتن آن‌ها در گلخانه یا کاشتن آن‌ها در مزرعه از نظر وجود کنه‌ها مورد بازدید قرار گیرند. در گلخانه نباید "گیاه گلدانی" وجود داشته باشد. کنه‌های تار عنکبوتی روی گیاهانی که تحت استرس هستند، فعال خواهند بود. باید از نظر آبیاری، نور مناسب و تغذیه درست گیاهان یقین حاصل نمود. درپچه‌های شرقی در بالای تونل‌های پلاستیکی طوری باشند که گیاهان به طور مستقیم در معرض وزش هوای گرم و خشک نباشند. گیاهانی که به شدت مورد هجوم کنه‌ها قرار گرفته‌اند باید دورانداخته شوند. کیسه یا جعبه گیاهان قبل از حمل آن‌ها به گلخانه بررسی و تمیز شوند.

### کنترل بیولوژیکی

عامل بسیار موفقیت آمیز کنترل بیولوژیکی برای کنه‌های دو نقطه‌ای، کنه شکاری *phytoseius persimilis* است. این کنه برای پرورش و کنترل بیولوژیکی، به طور وسیع در دسترس می‌باشد. مبدا آن نواحی گرمسیری است. این شکارگر به خوبی در شرایط گلخانه‌ای سازگار شده است، اما در کنترل بیولوژیکی خارج از گلخانه موثر نمی‌باشد. کنه‌های شکارگر بالغ *phytoseius persimilis* نارنجی براق، در صورتی که مراحل نابالغ آن به رنگ سرخ روشن می‌باشد. آن‌ها می‌توانند از حالت "قرمزی" کنه‌های دو نقطه‌ای، به وسیله نبود نقطه‌ها و داشتن بدن صاف و گلابی شکل و حرکت سریع آن در سطح بالایی برگ‌ها شناخته شوند. هر کنه ماده شکارگر حدود ۵۰ تخم می‌گذارد. در دماهای مساعد (۳۰-۲۰ درجه سانتی‌گراد) سیکل زندگی آن حدود یک هفته (دو بار سریع تر از کنه‌های دو نقطه‌ای) می‌باشد. این کنه شکارگر در هر روز ۵۰-۵ کنه دو نقطه‌ای را به شکل تخم، نمف یا بالغ شکار می‌کند.

بیشترین فعالیت این کنه‌ها در رطوبت بالای ۷۰ درصد و دمای بین ۳۰-۲۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. شرایط بسیار گرم و روشن، مناسب کنه‌های دو نقطه‌ای بوده و می‌تواند منجر به طغیان آن‌ها شود. در واقع گیاهان باید در محیط بسته باشند تا شکارگر بتواند به راحتی از میان محصولات عبور کند. آن‌ها تحت تاثیر طول روز قرار نمی‌گیرند و روی محصول تا زمانی که آفت در روی گیاهان حضور دارد باقی خواهند ماند. برخلاف برخی کنه‌های شکارگر، آن‌ها فقط از کنه‌ها تغذیه نموده و پلن خوار نیستند. آن‌ها در گلخانه‌های عاری از کنه دو نقطه‌ای روی محصولات باقی نمانده و ناپدید خواهند شد.

موفقیت آمیزترین برنامه‌های کنترل بیولوژیکی بر مبنای پیش‌رها سازی شکارگرها به طور ماهانه یا دو بار در یک ماه با این فرض که محصول آلوده شده است، خواهد بود. محدوده تعداد رها سازی شکارگر از ۲۰-۲ عدد در هر گیاه، بسته به میزان آلودگی برگ‌ها و نوع گیاه متفاوت خواهد بود. تولید کنندگان شکارگر می‌توانند مقادیر مفید را بعد از معاینه محصول توصیه نمایند. موثرترین و اقتصادی‌ترین سیستم مصرفی، به کاربردن شکارگر *phytoseius persimilis* است که با مشاهده اولین علائم کنه دو نقطه‌ای و یا علائم تغذیه آن (سوراخ‌های روی برگ) به نسبت دو گیاه آلوده در هر پنج گیاه شمارش شده در هر ردیف محصول است. سپس درمان "نقاط آلوده" توسعه یافته صورت گیرد. بعضی کنه‌های شکارگر در مکان‌های خارج از نقاط طغیان به خاطر وا داشتن آن‌ها به پخش و به دست آوردن غذا رها سازی می‌شوند. در سطوح بسیار بالای آلودگی به کنه‌های دو نقطه‌ای،



زمانی موثر خواهد بود که هجوم و یورش کنه‌ها در حد پایین باشد. بنابراین شناسایی بسیار سخت است، مراقبت ویژه تحت شرایط گرم و خشک که برای انفجار جمعیت کنه تار عنکبوتی مناسب می‌باشد ضروری است. یک عددی با قدرت ۱۰، حضور کنه‌ها را در سطح پایین برگ تایید خواهد کرد. روش بازرسی مناسب و سریع برای بعضی گیاهان، قراردادن یک ورقه کاغذ سفید زیر برگ و تکان دادن گیاه است. اگر کنه‌ها حضور داشته باشند برخی روی کاغذ خواهند افتاد.

### مدیریت

رعایت اصول بهداشتی اولین قدم مدیریت کنه‌ها می‌باشد. علف‌های



# زیست شناسی و کنترل کنه های گلخانه ای

ترجمه: ابوالفضل حاجی لو - کارشناس ترویج مدیریت جهاد کشاورزی شبستر

حرارت به مدت هشت روز ۲۵-۳۵ درجه سانتی گراد می شود، کنه های زیادی تولید می شوند. دیپوز به وسیله کاهش دما و افزایش طول روز تحریک می شود، به همین علت کنه های قرمز رنگ در جستجوی درز و شکاف هایی هستند که تا مناسب شدن شرایط در بهار، در آن بمانند. این مرحله نمی تواند با آفت کش ها کنترل شود.

## خسارت

تخم ها در زیر برگ ها گذاشته شده و تمام مراحل را در آن جا تغذیه می کنند. این کنه ها ترجیح می دهند شیره برگ های تازه و ترد را بکنند. یک نقطه کلروتیک یا نقطه چین در هر محل تغذیه توسعه یافته، جایی که کلروپلاست ها با شیره گیاهی به بیرون مکیده می شوند. سرانجام برگ ها ظاهر خالدار پیدا می کنند. هجوم شدید می تواند باعث شکنندگی برگ ها شده و آن ها را پوست کاغذی نماید. شاخ و برگ افتاده و ممکن است مرگ گیاه را سبب شود. هم چنان که تعدادی از کنه ها تارهای ابریشم ماندی در انتهای گیاهان تنیده و به زیبایی گیاه خسارت می زنند. بعضی مدارک وجود دارد که حتی تعداد کمی از کنه های تغذیه کننده سبب بسته شدن روزنه ها شده در نتیجه جذب دی اکسید کربن (CO<sub>2</sub>) را کاهش داده و باعث کاهش تعرق و فتوسنتز می شوند.

## دیده بانی (پیش آهنگی)

کنه ها در تله های چسبناک نخواهند افتاد. شناسایی آن ها بستگی به دیده بانی منظم برگ های جدید، ظریف و سطح زیرین دارند. جستجوی نقطه چین ها در سطح بالایی برگ، نشانه ای از تغذیه کنه است. تلاش برای کنترل

کنه ها حشره نیستند. آن ها از تنندگان، همان راسته عنکبوتیان هستند. کنه های زیادی به محصولات گلخانه ای و به مزارع پرورش گل حمله می کنند. گونه های مهم اقتصادی شامل کنه دو نقطه ای، کنه لویز، کنه پیاز، کنه سیکلامن، کنه پهن و کنه تارتن کاذب می باشند.

\* کنه دو نقطه ای

\* کنه لویز (Lewis)

\* کنه پیاز

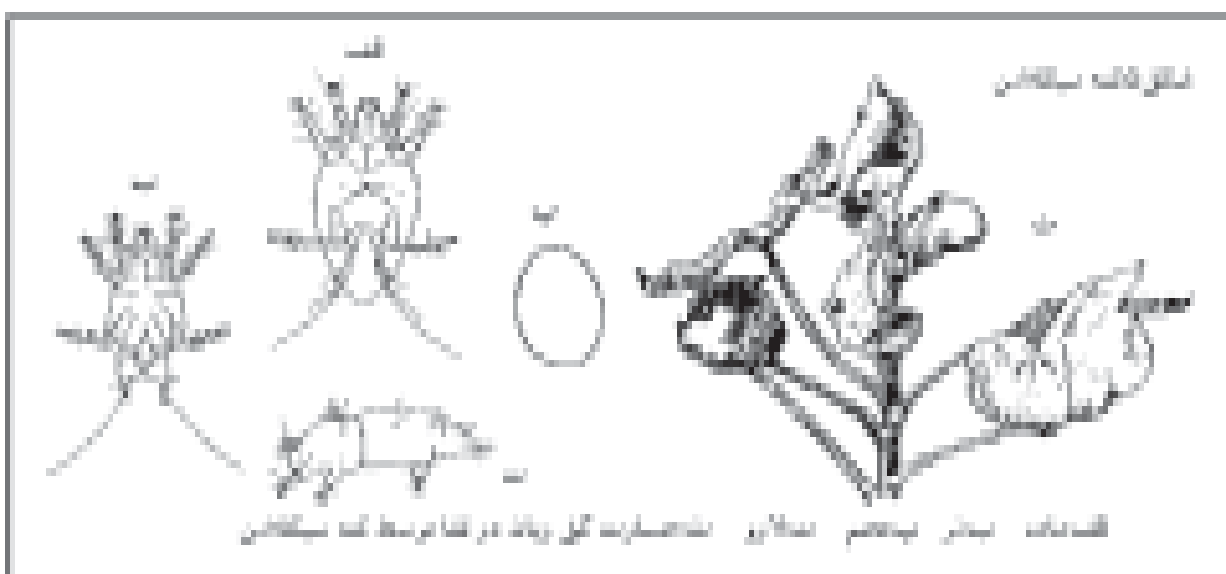
\* کنه سیکلامن

\* کنه پهن

\* کنه عنکبوتی کاذب

## کنه عنکبوتی دو نقطه ای

کنه عنکبوتی دو نقطه ای، *Tetranychus urticae*، (تترانیکوس اورتیکا) بیشتر به خاطر رنگ قرمز آن طی دیپوز یا مرحله خواب زمستانی کنه عنکبوتی قرمز نامیده می شود. تقریباً تمام گیاهان پهن برگ غیر سوزنی برای حمله کنه دو نقطه ای حساس هستند. آن ها (کنه ها) برای حمله به بیش از ۳۰۰ گونه گیاه شناخته شده و تحت شرایط گلخانه پیشرفت کرده اند. مرحله بلوغ جنسی متمایل به سبز بوده با دو نقطه سیاه در پشت و طول آن حدود ۰/۵ میلی متر است. ماده ها به طور متوسط ۱۰۰ عدد تخم می گذارند. تخم ها گرد، سفید صدفی (مروارید مانند) و بسیار کوچک بوده تا با چشم غیر مسلح دیده شوند. کنه های تازه بیرون آمده از تخم به لارو تبدیل شده و قبل از تبدیل شدن به حالت بلوغ دو مرحله نمف را می گذرانند (شکل ۱). زمان تبدیل تخم به کنه بالغ اساساً به دما وابسته است. تحت شرایط گرم و خشک بالا، وقتی درجه



مدت حدود ۳۰ روز ادامه دارد. کنه لویز یک آفت عمومی در کنترل بیولوژیکی نیست اما پرورش دهندگان بنت قنسول باید مراقب آن باشند. گیاهانی که رنگ پریدگی و یا سفید شدن برگ در آن‌ها ظاهر می‌شود باید به دقت به خاطر وجود این کنه مورد بازرسی و معاینه قرار گیرند. دیده بانی برای کنه لویز به خصوص زمانی مهم است که شما آمیدا کلوپراید<sup>۱</sup> با قدرت کم (کم تاثیر) ۶۰ و تابل را استفاده کرده باشید. زیرا شته‌ها و مگس‌های سفید را کنترل نموده و کنه‌ها تار عنکبوتی را نمی‌تواند کنترل کند.

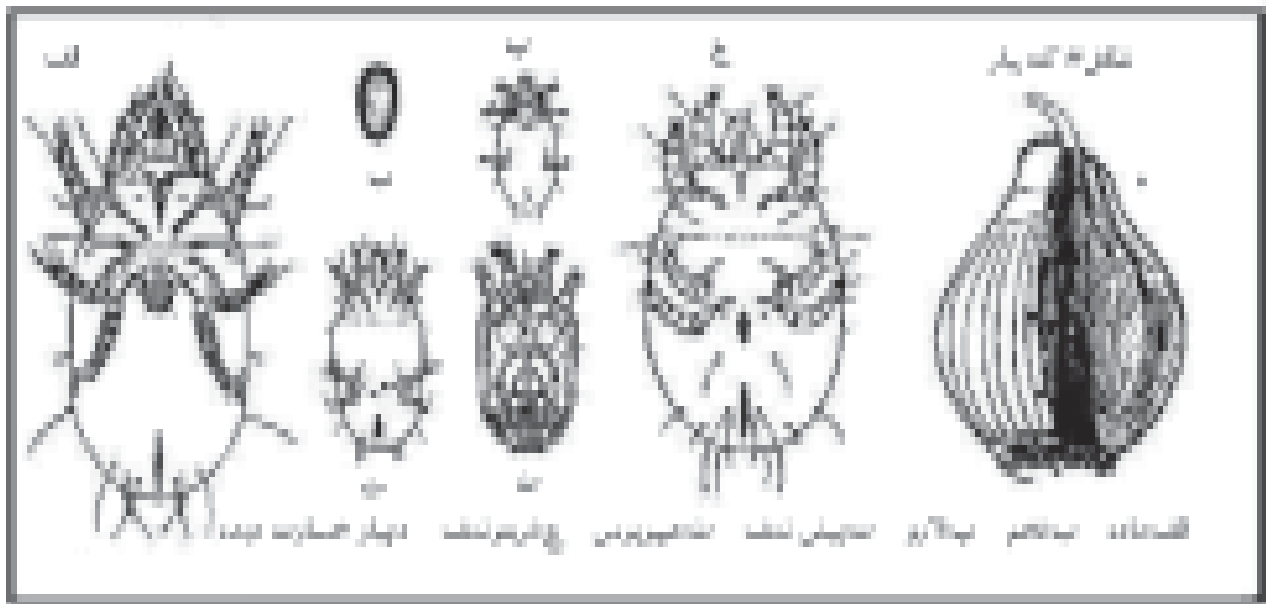
دیده بانی، مدیریت و روش‌های کنترل برای کنه لویز مشابه کنه دونقطه‌ای می‌باشد.

### کنه پیاز

کنه‌های پیاز، *Rhzyglyphus spp.* کم تحرک و به نسبت بزرگ به طول (۰.۹ الی ۰.۵) میلی متر می‌باشند. آن‌ها سفید صدفی و صاف با پاهای کوتاه مایل به قرمز هستند. (شکل ۳). منشا آن‌ها از اروپا بوده، کنه‌های پیاز در سراسر جهان گسترش یافته‌اند. احتمالاً توسط پیازهای آلوده حمل شده‌اند. این کنه‌ها به صورت کلنی، نه به صورت انفرادی حمله می‌کنند. ماده‌ها

### خسارت

کنه‌های پیاز به طور معمول به عنوان آفت‌های ثانویه پیاز در نظر گرفته می‌شوند، اما می‌توانند خسارت جدی ایجاد کنند. در اولین فرصت به پیازهایی که صدمه مکانیکی دیده باشند حمله می‌کنند، آن‌ها سریع گسترش پیدا کرده و مناطق وسیعی از پیازها را نابود می‌کنند. علاوه بر خسارت تغذیه‌ای کنه‌ها، آن‌ها شرایط را برای پاتوژن‌های قارچی ریشه مانند پیتیوم، ریزوکتونیا و فوزاریوم آماده می‌کنند. پیازهای آلوده ممکن است فاسد شده و یا رشدشان متوقف شود یا بد شکل شده و یا تغییر رنگ بدهند (شکل ۴). محصولات میزبان شامل گل کوب، فریزیا (یک نوع گل پیازدار)، زنبق، سنبل، اریس (جنس زنبق و سوسن)، نرگس، ارکید و لاله است. پیاز سبزیجات نیز اغلب می‌توانند آلوده شوند.



و مرطوب کننده (مواد همراه) تاثیرات بیشتر کنه کش ها را افزایش خواهد داد، به خصوص در برگ هایی که موم بیشتری دارند. هرچند امکان گیاه سوزی را افزایش می دهد؛ یک سمپاشی آزمایشی را قبل از این که سمپاشی در سطح وسیع صورت گیرد انجام دهید. برچسب سموم تولیدی، نحوه ی استفاده را ارائه می دهند. جدول (۱) فهرست محصولات ثبت شده ی متداول برای کنترل کنه های محصولات تجاری گلخانه ای را نشان می دهد. همچنین نحوه ی اثر، میزان باقیمانده و مرحله ی اثر بر روی سیکل زندگی کنه را در هریک از کنه کش ها نشان می دهد، سه عامل فوق، برای تصمیم گیری درانتخاب و استفاده از کنه کش مهم است. برچسب سم برای محصولات ویژه ثبت شده و گیاه سوزی احتمالی بررسی شود.

### کنه لویز (Lewis)

کنه لویز، *Eotetranychus lewisi*، آفت اصلی بنت قنسل در کنترل بیولوژیکی است. این کنه ظاهراً شبیه کنه دو نقطه ای می باشد اما وقتی زیر میکروسکوپ مشاهده می شود به جای دو لکه کنه دو نقطه ای این کنه دارای چند نقاط کوچک می باشد (شکل ۲). خسارتی که روی محصولات وارد می کند شبیه کنه های دو نقطه ای است. آن ها از سطح زیرین برگ تغذیه می کنند، اپیدرم را سوراخ نموده واز محتویات سلول استفاده می کنند. در نتیجه نقاط لکه داری در سطح بالایی برگ به وجود می آید. سرانجام تمام برگ سفید شده و می ریزد. در آلودگی های شدید تارهایی تولید خواهد شد، اما نه به وسعتی که کنه دو نقطه ای تولید می کند. کنه لویز به مرحله دیابوز یا زمستان گذران وارد نمی شود. مدت رشدی از تخم تا بلوغ ۱۴-۱۲ روز در ۲۱ درجه سانتی گراد می باشد. ماده ها در هر روز دو تا سه تخم می گذارند که به

اغلب این توصیه می شود که از محلول های شیمیایی حشره کش و کنه کش های بدون پسماند استفاده شود.

در مورد محصولات زراعی، *neoseiulus fallacis*، یک کنه شکارگر با خاستگاه معتدل، برای کنترل کنه های دو نقطه ای نوید دهنده بوده اما دقیقاً ارزیابی نگردیده است. در یک حادثه طبیعی کوچک، کفشدوزک ریز و سیاه به عنوان شکارگر کنه دو نقطه ای شناخته شده (*stethorus spp*)، همچنین به عنوان عامل تجاری کنترل بیولوژیکی هم در محصولات گلخانه ای و هم در محصولات مزرعه ای در حال گسترش است.

وقتی می خواهیم یک محصول سودمند به دست آوریم اغلب نیازمند به کار بردن آفت کش ها برای سایر حشرات و بیماری ها هستیم. روش شیمیایی انتخاب شده باید کمترین تاثیر منفی را روی عوامل بیولوژیک داشته باشد. در صورت امکان، فقط درمان نقاط آلوده شدید یا سمپاشی تنها روی قسمتی از محصول که در مراحل ابتدایی هجوم کنه ها می باشد صورت گیرد، مانند قسمت های بالایی رزها برای کنترل شته.

### کنترل شیمیایی

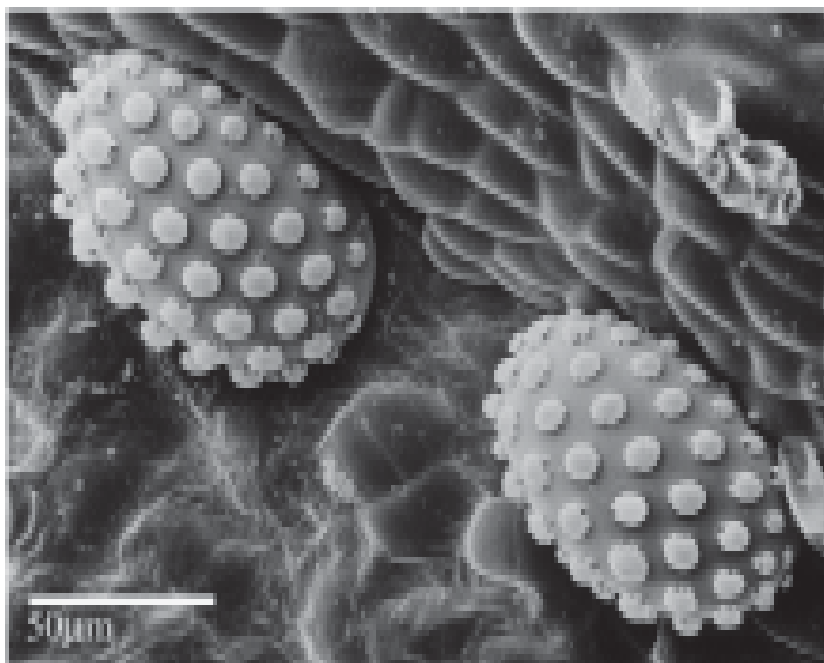
کنه دو نقطه ای سریع تولید مثل نموده و توان آن برای ایجاد مقاومت زیاد می باشد. روش ابتدایی به حداقل رساندن مقاومت در جمعیت کنه ها، اجتناب از به کار بردن یک کنه کش، در سه نوبت سمپاشی متوالی می باشد. همچنین مخلوط کردن آفت کش ها با شیوه عمل متفاوت، نظریه ای برای بالا رفتن مقاومت کنه ها می باشد. زیرا کنه ها بسیار کوچک و به نسبت کم تحرک بوده و بیشتر در سطح زیرین برگ هستند. پوشش کامل سمپاشی برای کنترل مناسب، ضروری است. بیشتر آفت کش ها مرحله ی تخم را نمی کشند، بنابراین حداقل دو بار سمپاشی ضروری است. یک ماده ی چسبنک

## دیده بانی

شناخت (شناسایی) خسارت وارده توسط این کنه‌های بسیار کوچک، بهترین راه تعیین وجود یک آلودگی است. مشخصه مخصوص، گیاهانی هستند که شکوفه دهی آن‌ها متوقف شده و میان گره‌هایشان کوتاه می‌ماند، ساقه و برگ‌هایشان می‌پیچد، جوانه‌هایشان صدمه می‌بیند. مواظبت از آلودگی باید محصور به یک محل باشد. تشریح بافت‌ها در زیر یک میکروسکوپ شاید برای حضور کنه‌های سیکلامن ضروری باشد.

## مدیریت

اگر فقط معدودی از گیاهان تحت تاثیر کنه‌ها قرار گیرند (آلوده شوند) ، بهترین راه مقابله با مشکل ، حذف آن‌هاست. کارگران باید دقت کنند که کنه‌ها به وسیله دست و لباس آن‌ها به سراسر گلخانه پخش نشوند. کنه‌های سیکلامن روی گیاهان بدون گل، به طریق فرو بردن در آب گرم ۴۳ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه، می‌توانند کشته شوند. کاهش رطوبت همچنین می‌تواند سطح آلودگی را کاهش دهد.



شکل ۶: تخم کنه پهن با برآمدگی‌های سفید روی آن



شکل ۷: کنه بالغ عنکبوتی گاذب



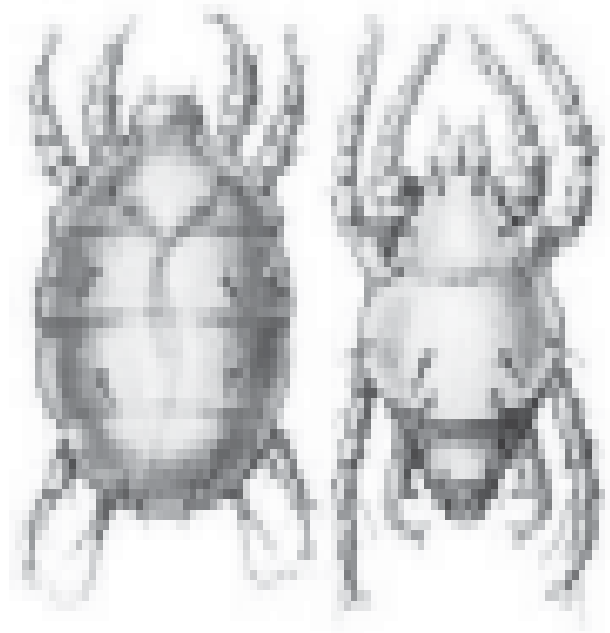
### کنترل شیمیایی

در این مورد از توصیه‌های کارشناسان ترویج پرورش گل استفاده شود.  
کنه سیکلامن (پنجه مریم)

کنه سیکلامن، *stenotarsonemus pallidus*، بسیار کوچک (۰/۱۳ mm) و بی رنگ است. این نوع کنه در دماهای پایین فعالیت داشته و نیازمند رطوبت بالا است. تحت شرایط مساعد زمان تخم تا بلوغ در حدود ۱۴-۱۰ روز طول می‌کشد.

### خسارت

علایم تغذیه کنه سیکلامن بیشتر مانند علایم بیماری‌ها است. کنه‌های سیکلامن روی تمام قسمت‌های گیاه تغذیه می‌کنند، اما شاخ و برگ‌های جوان بیشتر مورد حمله قرار می‌گیرند. این کنه‌ها از نورگیرزان بوده، بنابراین آن‌ها بیشتر از برگچه‌های باز نشده و غنچه‌ها (جوانه‌ها) تغذیه می‌کنند و منجر به چروکیدگی، تغییر شکل برگ‌ها و غنچه‌هایی می‌شوند که هنوز باز نشده‌اند و یا شکوفه‌های بد شکل را به بار می‌آورند. گیاهان جدید رشد کرده تغییر شکل داده و بد شکل می‌شوند. برگ‌ها ممکن است کلفت و تسمه مانند شده و اندازه آن‌ها کاهش یابد (شکل ۵). چنان که برگ‌های غیرپیچیده ممکن است علایم سوختگی یا برنزه شدن (برنزگی) را نشان دهند. گیاهان میزبان مطلوب شامل بنفشه آفریقایی، آزالیا، بگونیا، گل داوودی، سیکلامن (پنجه مریم)، گل کوب، گل زبان در قفا، اکزاکوم (بنفشه ایرانی)، گل آویز، ژربرا، شمعدانی عطری، گلوکسینیا، کالانکوته، گل حنای جدید گینه‌ای و گل میمون.



### دیده بانی

پیازهای با خسارت فیزیکی ظاهری و یا نقاط پوسیده، باید به خاطر کنه پیاز مورد بازرسی قرار گیرند. آن‌ها به آسانی با یک عدسی دستی معمولی دیده می‌شوند.

### مدیریت

دقت در بررسی پیازها جهت دوری از خسارتی که کنه‌ها وارد می‌کنند مهم می‌باشد. در انبار، پایین نگه داشتن رطوبت قدرت آلودگی را کاهش خواهد داد. ضد عفونی خاک با بخار، کنه‌های پیاز را در خاک از بین می‌برد.

### کنترل بیولوژیکی

کنه شکارگر، *cosmolaelopss claviger*، به آسانی از کنه پیاز تغذیه می‌کند، اما به صورت تجارتي قابل دسترس نیست. مدارکی وجود دارد که کنه‌های *Hypoaspis*، شکارگر کنه‌های خاکزی بوده و برای کنترل قارچ و پشه‌ها به فروش می‌رسند، ممکن است از کنه پیاز تغذیه کند اما نه در حدی که کنترل موفقیت آمیز باشد.



## کنترل بیولوژیکی

کنترل بیولوژیکی قابل اطمینانی برای کنه سیکلامن شناخته نشده است، اگر چه کنه شکاری *Amblyseius cucumeris* به تغذیه روی کنه‌های تارسونومید شناخته شده و ممکن است در این کنترل نقش داشته باشد.

## کنترل شیمیایی

دو یا ۳ بار به فواصل ۵-۷ روز استفاده از دیکوفول (کلتان) یا اندوسولفان (تیودان) کنه فوق را کنترل خواهد کرد. سمپاشی که به اندازه کافی بوده و با فشار مناسب تمام سطح گیاهان را پوشش دهد. چند سمپاشی به فاصله یک هفته مناسب خواهد بود زیرا معمولاً تمامی مراحل کنه حضور داشته و عموماً پوشش مناسبی از سمپاشی را خواهیم داشت.

### کنه‌های پهن

کنه‌های پهن، *Plyphagotarsonemus latus*، بسیار کوچک (۰/۱-۰/۲ میلی متر) و بی رنگ هستند. تحت شرایط مطلوب، مدت تخم تا بلوغ حدود ۵ روز می‌باشد. (شکل روبرو).

## خسارت

کنه‌های پهن در محدوده وسیعی به گیاهان مهم تجاری از جمله ژربرا، بنفشه آفریقایی، سیکلامن، بگونیا، گل حنا، گل شاه پسند و گلوکسینیا (نوعی گیاه مخصوص برزیل) حمله می‌کنند. خسارت کنه پهن معمولاً سریع بوده و باعث پیچیدگی و آویزان شدن برگ‌های پایینی شده که در اثر ترشح سم به وسیله تغذیه این کنه می‌باشد بنابراین میان گره‌ها و دم گل‌ها کوتاه می‌شود و گل‌ها ممکن است باز نشوند. آلودگی شدید گیاهان باعث توقف رشد و مرگ آن‌ها شود.

## دیده بانی

کنه‌های پهن بسیار کوچک بوده و به وسیله عدسی دستی دیده نمی‌شوند. یک میکروسکوپ نیاز است تا حضور آن‌ها را تایید کند. کنه‌های پهن رطوبت بالا را ترجیح داده و بنابراین در نقاط رشد، جوانه گل‌ها و سطوح روی هم افتاده برگ‌های بزرگ پنهان می‌شوند. اگرچه در ظاهر شبیه کنه‌های سیکلامن هستند، کنه‌های عریض می‌توانند به وسیله برآمدگی‌های به نسبت سفید روی تخم‌هایشان متمایز شوند و با تخم‌های صاف کنه‌های سیکلامن مقایسه شوند (شکل ۶).

## مدیریت

کنترل این کنه مشکل می‌باشد. گیاهان آلوده واقعی باید سریع تشخیص داده شده و به دقت قبل از پخش در سراسر گلخانه از آن جا حذف شوند. گل‌های شاخه بریده باید قبل از ورود به یک گلخانه تمیز و غیر آلوده مورد بازرسی قرار گیرند. پرورش دهندگانی که با مشکل کنه پهن در طول سال مواجه هستند در بهار بعد برای احتمال ادامه آلودگی باید مراقبت ویژه داشته باشند.

## کنترل بیولوژیکی

کنترل بیولوژیکی قابل اطمینانی برای این کنه شناخته نشده است، اگر چه کنه شکاری *Amblyseius cucumeris* به تغذیه روی کنه‌های

تارسونومید شناخته شده و ممکن است در این کنترل نقش داشته باشد.

## کنترل شیمیایی

استفاده از سمپاشی جهت کنترل کنه‌های عنکبوتی در کنترل کنه پهن نیز نتیجه خواهد داد. یک سمپاشی قوی جهت تاثیر کافی ضروری است. ممکن است در آب و هوای گرم تکرار سمپاشی به فاصله ۵ روز نیاز باشد.

## کنه عنکبوتی کاذب

کنه‌های عنکبوتی کاذب یا کنه‌های مسطح (خانواده *Tenuipalpidae*) مسطح بوده، بسیار کوچک، مایل به قرمز و کم تحرک هستند. گونه‌های اصلی آفت در جنس *Brevipalpus* هستند. کنه‌های بالغ عنکبوتی کاذب در حدود ۰/۳ میلی متر درازا دارند. تخم‌ها قرمز، مقداری مسطح بوده و در عرض ۳ هفته گذاشته می‌شوند. مراحل نارس (نابلغ) قبل از اینکه بالغ شوند برای ۵-۶ هفته تغذیه کرده و رشد می‌کنند. سیکل (دوره) زندگی آن حدود ۵ برابر درازتر از سیکل زندگی کنه دو نقطه‌ای است. گونه‌های *Brevipalpus* به وارته‌های وسیعی از گیاهان گلخانه‌ای حمله کرده اما عمدتاً روی ارکیده‌ها پیدا می‌شوند (شکل ۷).

کنه‌های تار عنکبوتی کاذب، اشتراکی گلخانه‌ها نیستند. وقتی حضور یابند، آن‌ها اول در طول میان رگبرگ برگ‌ها تغذیه کرده و سپس به سمت بیرونی برگ پراکنده می‌شوند. آن‌ها اپیدرم برگ را سوراخ کرده و شیره گیاهی را می‌مکنند در نتیجه برگ‌ها در اول خالدار شده و سپس ظاهر نقره‌ای پیدا می‌کنند. تحت شرایط آلودگی شدید بافت گیاه به قهوه‌ای برگشته و می‌میرد. ساقه‌ها نیز مورد حمله قرار می‌گیرند. کنه‌های عنکبوتی کاذب نمی‌توانند تار بتند.

## کنترل بیولوژیکی

مطالعاتی برای ارزیابی کنترل بیولوژیکی علیه کنه‌های *Brevipalpus* نشده است، اما به نظر می‌رسد که *Phytoseiulus persimilis* در روی آن‌ها تغذیه می‌کند.

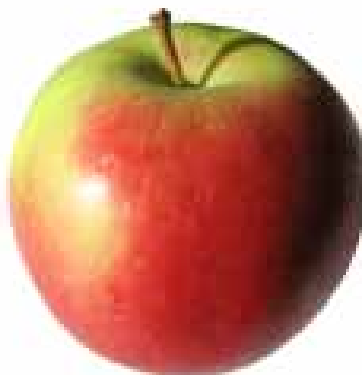
## کنترل شیمیایی

آفت کش‌هایی که کنه‌های دو نقطه‌ای را کنترل می‌کنند کنه‌های عنکبوتی کاذب را نیز کنترل خواهند کرد. زیرا آن‌ها در سطح زیرین برگ‌ها تغذیه می‌کنند، آفت کش‌ها برای کنترل بهتر باید مستقیماً به طرف بالا هدایت شوند.



جدول ۱- اثر نور در فاکتورهای کیفی سیب قرمزی

ملاحظات کیفی	کیفیت مطلوب	کیفیت نامطلوب
انقاره میوه	دریافت بیش از ۵۰ درصد کامل توسط میوه	دریافت کمتر از ۵۰ درصد نور کامل توسط میوه
رنگ قرمز	دریافت بیش از ۶۰ درصد نور کامل توسط میوه	دریافت کمتر از ۶۰ درصد نور کامل توسط میوه
دما، لوله یا درختخانه	دریافت بیش از ۶۰ درصد نور کامل توسط میوه	دریافت کمتر از ۶۰ درصد نور کامل توسط میوه
دمای شدن میوه	دریافت بیش از ۶۰ درصد نور کامل توسط میوه	دریافت کمتر از ۶۰ درصد نور کامل توسط میوه



ایجاد رنگ مطلوب در میوه سیب خواهد شد.

#### جدول ۱

مشخصه کیفی کیفیت مطلوب کیفیت نامطلوب اندازه میوه دریافت بیش از ۵۰ درصد کامل توسط میوه دریافت کمتر از ۵۰ درصد نور کامل توسط میوه رنگ قرمز دریافت بیش از ۷۰ درصد نور کامل توسط میوه دریافت کمتر از ۴۰ درصد نور کامل توسط میوه رنگ زرد با درخشندگی دریافت بیش از ۶۰ درصد نور کامل توسط میوه دریافت کمتر از ۴۰ درصد نور کامل توسط میوه دومی شدن میوه دریافت بیش از ۷۰ درصد نور کامل توسط میوه دریافت کمتر از ۵۰ درصد نور کامل توسط میوه

#### تأثیر درجه حرارت پایین بر کیفیت میوه سیب:

اگر در زمان رسیدن میوه کاهش جزئی در دمای محیط اتفاق بیافتد، باعث بهبود عمر انبارداری میوه سیب خواهد شد و حتی کاهش یک درجه‌ای دما اثر تعیین‌کننده‌ای در افزایش عمر انبارداری خواهد داشت. به طور کلی میان میزان تنفس و عمر انبارداری رابطه معکوس وجود دارد. و کاهش تنفس در نتیجه کاهش دما باعث افزایش عمر انبارداری خواهد شد.

در تابستان‌های خنک میوه‌های سیب کشیده‌تر یا دوکی می‌شوند. در مناطقی که در ماه آخر تکامل میوه، شب‌ها خنک است و در روز آسمان صاف، میزان اشعه ماورای بنفش بالا رفته و میزان آنتوسیانین میوه بالا می‌رود و بهترین میوه از لحاظ رنگ و طعم حاصل می‌شود دمای ۱۸ درجه سانتی‌گراد بهترین دما برای رسیدن میوه سیب است و در این دما میوه کیفیت بالایی دارد کاهش بیش از حد دما سبب می‌شود تولید اتیلن کم شده و رسیدن میوه به تأخیر بیافتد.

در دماهای پایین رشد میکروب‌ها (به خصوص قارچ‌ها) بر روی میوه سیب

درختان و سیستم کاشت باغ دارد. نفوذ نور در درختان رقم delicious Golden حدود ۵۷ درصد، رقم RED Delicious ۵۲ درصد و رقم مک اینتاش ۱۵ درصد است. نور با کیفیت بالا باعث رنگدگی مناسب میوه خواهد شد. بهترین رنگ قرمز سیب زمانی حاصل می‌شود که ۷۰ درصد کل تابش نور خورشید به میوه‌ها برسد. میوه‌هایی که کمتر از ۴۰ درصد نور را دریافت می‌کنند رنگ قرمز خوبی نخواهند داشت. در رقم گلدان دلشیز اگر میوه نور خوبی دریافت کنند، درخشندگی میوه بسیار بالا می‌رود حتی لکه قرمز خوشرنگی بر زمینه زرد میوه نقش می‌بندد و در صورتی که این رقم نور خوبی دریافت نکند رنگ میوه‌ها سبز می‌ماند.

اندازه میوه هم تحت تأثیر میزان نور است. میوه‌هایی که در سایه قرار می‌گیرند همواره کوچک‌تر از میوه‌هایی است که در معرض نور کافی قرار می‌گیرند. در این جا نقش فتوسنتز برگ‌ها نیز اثر مستقیم دارد. و بدیهی است برگ‌هایی که نور بیشتر دریافت می‌کنند ماده‌سازی بیشتری داشته و به طبع اندازه میوه نیز در آن قسمت درشت‌تر می‌شود. اگر ردیف‌های درختان شمالی - جنوبی باشد. هر دو طرف ردیف‌ها در زمان‌های مختلف روز تحت تابش نور قرار می‌گیرند و اگر جهت ردیف‌ها شرقی - غربی باشد، طرف شمال ۲/۳ کمتر از طرف جنوبی نور دریافت می‌کند.

یکی از فاکتورهای مهم در بازار پسندی میوه سیب، کشیده شدن میوه یا دوکی شدن است که متأثر از نور می‌باشد. اگر میوه‌ها به خوبی نور دریافت کنند. کشیده‌تر شده و حالت دوکی پیدا می‌کنند.

در صورتی که تابش نور خورشید بسیار بالا باشد (میوه تحت تأثیر طول موج‌های بین ۲۸۰ تا ۴۰۰ میلی‌میکرون قرار گیرد) باعث کاهش کیفیت میوه و بروز آفتاب سوختگی با Sunburn scald در میوه به ویژه در رقم گلدان دلشیز خواهد شد. بدیهی است که طول موج ۷۲۰ تا ۱۰۰۰ میلی‌میکرون باعث





#### مقدمه:

سیب جز درختان میوه معتدله سردسیری است. تقریباً در پنج قاره دنیا کشت می‌شود. بیشتر باغ‌های سیب در عرض جغرافیایی ۳۳ الی ۵۵ درجه در نیمکره شمالی گسترده‌اند. میوه سیب جایگاه ویژه‌ای در سبد غذایی مردم دنیا دارد و کشور ایران با تولیدی بیش از دو میلیون و پانصد هزار تن در سال، جز ده کشور برتر تولیدکننده محسوب می‌شود.

ارزش غذایی و ترکیبات سیب باعث شده که یکی از چهار میوه مهم دنیا محسوب شود. (همراه با: موز، پرتقال، انگور). ۷۸ درصد وزن سیب را آب تشکیل می‌دهد میزان قند (کربوهیدرات) ۱۲ درصد است که ۲ درصد آن گلوکز، ۶ درصد فروکتوز و ۴ درصد آن ساکاروز است. ۰/۳ درصد پروتئین و ۰/۱ درصد چربی، ۰/۱۵ درصد آهن، ۰/۱۴ درصد پتاسیم، ۰/۱۱ درصد کلسیم و ۰/۱ درصد ازلت دارد. عناصری مانند سدیم، منیزیم، منگنز و گوگرد به مقادیر کم در آن وجود دارد. سیب سرشار از ویتامین‌های ب و ث است. می‌توان گفت که طعم، مزه، اندازه و کیفیت میوه سیب، بیش از هر میوه دیگر تحت تأثیر عوامل محیطی است. در مناطق سیب خیز دنیا همواره سعی شده است با اتخاذ روش‌های مدیریت صحیح و کاشت این درخت در مناطق مستعد و با بهره‌گیری از شرایط و عوامل محیطی مساعد، روز به روز به کیفیت این میوه افزوده شود، تا جایگاه خود را در عرضه میوه‌های با کیفیت و ممتاز به بازارهای جهانی حفظ کنند. در این مقاله سعی شده است تأثیرات عوامل محیطی بر روی کیفیت میوه سبب مورد بررسی قرار گیرد.

## تأثیر عوامل محیطی بر روی کیفیت میوه سیب درختی

جمشید جان نثار دهکردی

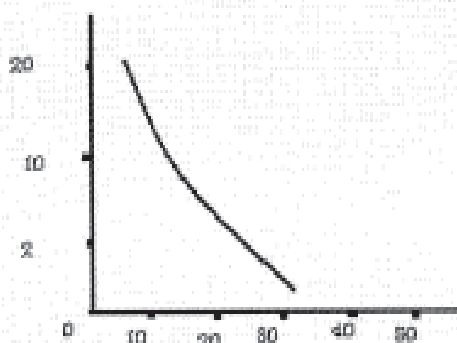
کارشناس باغبانی سازمان جهادکشاورزی استان

چهارمحال و بختیاری

#### تأثیر نور بر کیفیت میوه سیب درختی:

نفوذ نور به داخل درختان سیب بستگی به اندازه و نوع درخت، فاصله

## درجه حرارت (سائتی گراد)



روز برای رسیدن

## نمودار ۲: اثر دما در میزان رسیدن میوه سیب

آن بالا می‌رود. از دست دادن آب توسط میوه در مناطق خشک و کاهش وزن میوه تا ۵ درصد باعث پژمردگی و چروکیدگی میوه و کاهش بازار پسندهی آن می‌شود. این مساله همچنین باعث کاهش تردی میوه و تغییرات نامطلوب در رنگ میوه می‌شود. خشکی هوا در طول دوران رشد میوه (تابستان) منجر به تولید میوه‌هایی با درخشندگی کم خواهد شد. اگر رطوبت نسبی محیط از حدی بالاتر باشد، باعث بروز خسارت قارچ‌ها (به ویژه کپک‌ها) در زمان برداشت و هنگام انبارداری سیب خواهد شد.

### تاثیر عناصر غذایی خاک بر کیفیت میوه:

نیاز غذایی درخت در طول سال در زمان تشکیل میوه، رشد میوه و بالاخره ذخیره‌سازی غذا متغیر است. انتقال بور و ازت به میوه‌های جوان جهت تشکیل میوه و کلسیم برای کیفیت خوب انبارداری ضروری است. در میوه سیب مقدار عناصر پتاسیم، کلسیم، منیزیم و منگنز در بافت اطراف مغز میوه (اطراف بذرها) بیشتر از گوشت میوه است. از طرف دیگر مقادیر عناصر فسفر، آهن، روی، بور و مس در پوست میوه بیش از گوشت میوه است. در واقع هر چه از پوست به طرف گوشت میوه برویم غلظت این ترکیبات کاهش می‌یابد. مصرف بیش از حد ازت در اواخر فصل رشد میوه به دلیل بالا بردن میزان کلروفیل میوه و افزایش سطح برگ نسبت به میوه (LAI) و سایه‌اندازی برگ‌ها روی میوه باعث تاخیر در رنگ‌دهی (Coloring) می‌شود. در این حالت نمی‌توان انتظار رنگ قرمز مطلوب را از میوه داشت و هیچ‌گاه رقمی مانند گلدن دلشیز لکه‌های درخشان قرمز رنگ بر روی زمینه زرد خود نخواهد داشت. ازت زیاد، عمر انبارداری را به علت کاهش میزان کلسیم کم می‌کند. وقتی نسبت ازت به کلسیم در میوه ۱۰ باشد، ناهنجاری نخواهیم داشت. اما اگر این عدد به ۳۰ برسد نابسامانی‌هایی مانند لکه تلخی (Bitter pit) و لکه چوب پنبه‌ای بروز می‌کند. افزایش مقدار کلسیم باعث سفتی میوه (Firmness) خواهد شد. و از شکستن پکتین‌ها در پوست سلول جلوگیری می‌کند. میوه‌های خیلی درشت که در آن‌ها سرعت دقیق شدن کلسیم بالاتر است همواره از کیفیت انبارداری کمی برخوردارند، بر عکس میوه‌های ریز، خاصیت انبارداری مطلوب دارند.

ناهنجاری نابسامان حاصله از ناهنجاری نام انگلیسی لکه تلخ لکه‌های قهوه‌ای که به فروپاشی میوه می‌انجامد Bitter pit لکه چوب پنبه‌ای تقسیم سلولی غیرطبیعی (بدشکلی میوه) Cork sport آب گز شدن تجمع سوربیتول Water core لکه جانانان خال‌های سطحی در ناحیه سلول‌های چوب پنبه‌ای Jonathan spot شکاف عمیق در میوه ریزش آب از میوه Splitting غلظت بالای منیزیم باعث تشدید لکه تلخی می‌شود. چون منیزیم با انتقال کلسیم رقابت دارد سمیت‌بور بود باعث کوتاه شدن عمر انبارداری و تخریب میوه می‌شود.

درختان دچار کمبود منیزیم، همراه میوه‌های ریزتری تولید می‌کنند (کاهش فتوسنتز) کمبود روی باعث قهوه‌ای شدن میوه یعنی تبدیل استالید به اتانول می‌شود. ساده‌ترین اثر کمبود بور بی‌مزه شدن میوه است. در حالت کمبود شدید با برش میوه می‌توان به وضوح چوب پنبه‌ای شدن داخلی، مناطق قهوه‌ای رنگ گرد و نامنظم را داخل گوشت میوه مشاهده کرد. توده‌های سلولی (بافت) مرده، خشک، سفت و چوب پنبه‌ای می‌شوند. بنابراین ارتباط مستقیمی بین وزن میوه و میزان بور به صورت خطی وجود دارد.

رنگدهی مطلوب به دست آید.

دوم این که: به دلیل خشکی هوا، میزان تبخیر بالاست و چون میوه کمی آب از دست می‌دهد به طبع غلظت عناصر، اسیدهای آلی و مواد معطر بالا می‌رود و طعم خوبی پیدا می‌کند.

سوم این که: در این مایه که به دلیل ارتفاع زیاد سردتر نیز هستند (به ازای ۱۰۰ متر اختلاف ارتفاع ۱ درجه هوا سردتر می‌شود) و دمای خاک کمتر است فعالیت ریشه محدودتر شده و جذب ازت کمتر انجام می‌شود و در نتیجه میزان اسیدهای آلی - عناصر غذایی و مواد معطر بالا رفته کیفیت و انبارداری میوه افزایش می‌یابد.

بدیهی است که مناطق مرتفع، تابستان‌های خنک دارند و همان‌طور که آورده شد در این مناطق کیفیت میوه بالا می‌رود. در مناطق مرتفع به دلیل برودت هوا تعداد نسل آفات مانند کرم سیب یا کنه کمتر بوده بنابراین برای مبارزه احتیاج به تعداد سمپاشی کمتری می‌باشد و بنابراین مقادیر سموم شیمیایی کمتری روی میوه پاشیده شده و سلامت و کیفیت آن بالا می‌رود.

### تاثیر رطوبت نسبی در کیفیت میوه سیب:

رطوبت نسبی عبارت است از نسبت فشار بخار آب هوا به فشار بخار آب اشباع در همان درجه حرارت که به صورت درصد نشان داده می‌شود. رطوبت موجود در میوه سیب به صورت آزاد است. اگر رطوبت نسبی محیط کمتر باشد سبب می‌شود که آب میوه از دست برود. این تفاوت را اختلاف فشار بخار Vapor pressure difference (Vpd) می‌گویند.

اگر رطوبت نسبی محیط بالا باشد اختلاف فشار بخار آب (Vpd) بین میوه و محیط کاهش می‌یابد و در نهایت با حفظ شدن آب درون میوه، کیفیت

## جدول ۲- - انتخابی های مرتبط با کلسیم در میوه

نام انگلیسی	تایمهای حاصله از انتخابی های	انتخابی های
Bitter pit	کلسیم های غیر قابل استفاده	کلسیم های غیر قابل استفاده
Coak spot	تجمع سلول های غیر طبیعی (بندگنی میوه)	تجمع سلول های غیر طبیعی
Water core	تجمع سلول های	تجمع سلول های
Jonathan spot	ظواهر سطحی در ناحیه سلول های چوب پنبه ای	ظواهر سطحی در ناحیه سلول های چوب پنبه ای
Spitting	پخش آب از میوه	پخش آب از میوه

اندازه میوه خیلی کوچک می ماند و قابل عرضه به بازار نخواهد بود.

### تاثیر درجه حرارت بالا بر کیفیت میوه سیب:

در دماهای بسیار بالا (دماهای بیش از ۳۵ درجه در شهر یورماه) میزان اسیدهای آلی (اسید مالیک) و مواد معطر و آروماتیک مانند: اتیل ۲- متیل بوتارات به شدت کاهش یافته و از طعم میوه می کاهد و بازار پسندی خود را از دست می دهد. دماهای بسیار بالا بروز خال ها، سطحی در پوست سیب (کوتین) در ناحیه سلول های چوب پنبه ای می شود. این حالت که با کمبود کلسیم همراه می شود باعث بروز کله جانانان Jonathan sport در میوه سیب شده و به شدت از بازار پسندی میوه کاسته می شود.

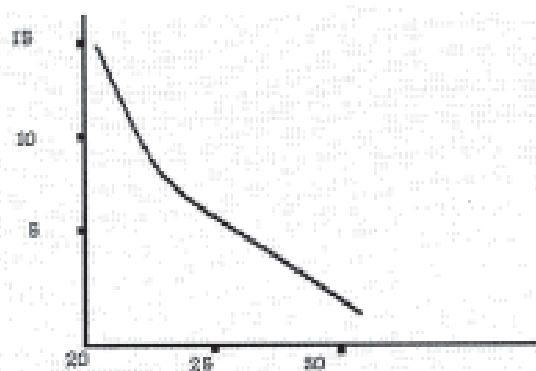
### تاثیر اختلاف درجه حرارت شب و روز در زمان رسیدن میوه:

در مناطقی که در زمان رسیدن میوه سیب (ماه های شهریور و مهر) اختلاف درجه حرارت شب و روز بیش از ۲۰ درجه باشد (سمیرم - دماوند) کیفیت میوه سیب چه از لحاظ اندازه و چه از لحاظ رنگ و طعم بسیار بالا می رود. این اختلاف همچنین باعث افزایش عمر انبارداری میوه خواهد شد. اختلاف درجه حرارت شب و روز علاوه بر افزایش نسبت N/C و بالا رفتن میزان عناصر و مواد معطر در میوه، سبب قوام پکتین در پوست میوه می شود. در این شرایط میزان جذب ازت کاهش یافته و به طبع میزان کلسیم در میوه بالا می رود و در نتیجه عمر انبارداری میوه افزایش می یابد. وجود دمای پایین در شب (شب های خنک) و آسمان صاف و آفتابی در روز باعث می شود رنگ پذیری میوه به خوبی صورت گیرد.

### اختلاف ارتفاع از سطح دریا:

در نواحی که ارتفاع از سطح دریا بیش از ۲۰۰۰ متر باشد، کیفیت میوه سیب بسیار بالا است. مشاهدات نشان داده که ارقام رد و گلدان دلشز در مناطقی که ارتفاعی بین ۱۸۰۰ تا ۲۱۰۰ متر از سطح دریا دارند بهترین کیفیت میوه را دارند (سمیرم - دماوند) برای این مساله سه دلیل می توان ذکر کرد: اول این که: در مناطقی که ارتفاع زیادتر است فشار هوا کمتر و خشکی آن بیشتر است و میزان نفوذ اشعه ماوراء بنفش زیادتر است، که باعث می شود رنگیزه آنتوسیانین در میوه سیب به میزان بیشتری تشکیل شود و میوه با

### عمر انبارداری ( هفته )



دما ( سانتی گراد )

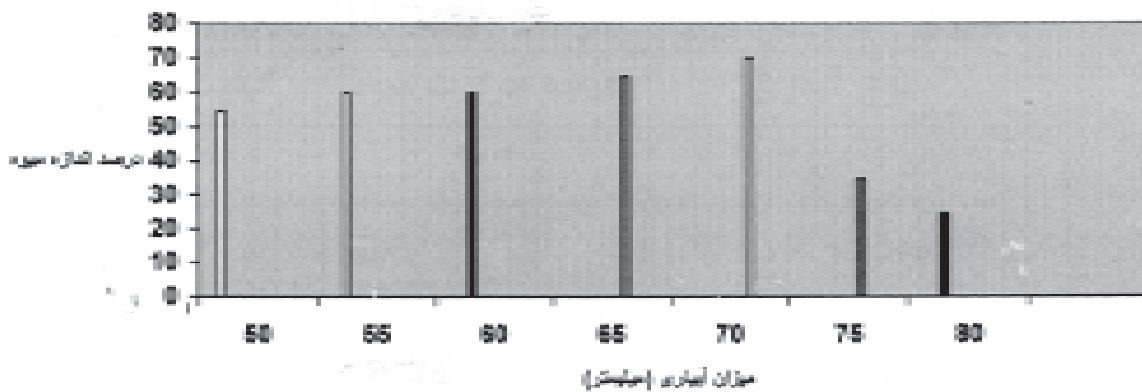
### نمودار اثر دمای محیط در زمان رسیدن میوه

### بر روی عمر انبارداری سیب

درختی کاهش می یابد.

کاهش دما در زمان رسیدن میوه باعث می شود تا اندازه های میزان ویتامین ث میوه کاهش یافته و غلظت ترکیبات مفید میوه مانند آهن - منیزیم و پتاس کمی کاهش یابد. در دماهای بسیار پایین در زمان رسیدن میوه، میزان تنفس و در نهایت تبدیل قند به نشاسته کاهش می یابد و باعث انباشته شدن قند دریافت میوه می شود. هر چند که بالا رفتن میزان قند در سیب درختی تا حدی مطلوب است، اما اگر از حدی بالاتر رود خاصیت انبارداری آن کاهش می یابد و در اثر واکنش میلارد Milard reaction که بین اسیدهای آمینه و قندها رخ می دهد، قهوه ای شدن بافت میوه را به دنبال دارد. دماهای بسیار پایین باعث از هم پاشیدگی و در نهایت قهوه ای شدن میوه در ناحیه کورتکس می شود (Low temperature breakdown) این حالت در زمان رسیدن میوه رخ می دهد و در زمان انبارداری میوه تشدید می شود.

در دماهای پایین غشا سلولی و ژله ای می شود و از خوش خوراکی سیب می کاهد. هم چنین مداد سمی مانند اتانول و آلدئید استیک تجمع پیدا کرده و از کیفیت بافت و طعم میوه کاسته می شود. در صورتی که تابستان خیلی خنک باشد و دمای روزانه در شهر یورماه به بالاتر از ۲۲ درجه سانتی گراد نرسد



شکل: تاثیر آبیاری در اندازه میوه سیب

افزایش درآمد است، کیفیت و سلامت میوه نیز که مورد نظر مصرف کننده است افزایش یافته و جایگاه ایران در تولید و صادرات میوه حفظ خواهد شد. با ذکر این مطلب که کیفیت میوه سیب بیش از هر میوه دیگری تحت تاثیر عوامل محیطی است می توان گفت که رعایت مسایل اقلیمی در پرورش این محصول اهمیت فوق العاده ای دارد.

وجود آمدن یک منبع (Source) ضعیف برای میوه، به عنوان یک مصرف کننده قوی (Sink) خواهد شد و در نتیجه میوه ها ریز و بی کیفیت می شوند. فزونی آبیاری باعث کاهش برگ و میوه می شود. این حالت در زمانی که آبیاری به صورت غرقابی و خاک سنگین رسی می باشد بیشتر بروز می کند و کیفیت و اندازه میوه به شدت پایین می آید.

شکل: تاثیر آبیاری در اندازه میوه سیب

### تاثیر تبخیر و تعرق بر کیفیت میوه:

گرمای بیش از حد موجب تخریب پوست میوه خواهد شد. در صورتی که سیستم تعرق برای مقابله با تبخیر وجود نداشته باشد میوه خنک نمی شود. اثر تبخیر بر روی حرارت میوه و در مقابل اثر حرارت میوه بر کیفیت آن، اشاره به این مطلب دارد که در تابستان های گرم تعرق علاوه بر آثار مفید خود، نقش بسیار مهمی در خنک کردن میوه و در نتیجه افزایش کیفیت و تازگی آن دارد. کافی است که برای مدتی کوتاه میوه را از درخت بچینیم و به صورت سرباز در باغ نگهداریم، خواهیم دید که کیفیت میوه بسیار کاهش می یابد. جدول ۳

در درجه حرارت پایین ناشی از تعرق مناسب، کیفیت میوه افزایش می یابد، بافت میوه سفت تر است، درصد املاح جامد قابل حل بیشتر است. به طور کلی اختلاف درجه حرارت محیط و میوه بالاست و برای میوه هایی که در معرض آفتاب بوده اند ۷ درجه و برای آن هایی که در سایه قرار داشتند تا ۱/۸ درجه ی سانتی گراد گزارش شده است. در این جا نقش تعرق بیشتر به چشم می آید. به هر حال تعرق مناسب برای کاهش VPD و افزایش کیفیت میوه ضروری است.

### نتیجه گیری:

با بیان اثر عوامل محیطی بر روی کیفیت میوه مشخص شد که بسیاری از خواص کیفی میوه سیب تحت تاثیر اثرات مستقیم و غیرمستقیم عوامل محیطی قرار دارد: با شناخت اقلیم مناسب برای پرورش این میوه می توان اثر عوامل محیطی را در جهت افزایش کیفیت این میوه سوق داد. در صورت انتخاب محل های مناسب علاوه بر افزایش کمیت که مدنظر باغداران برای

### منابع:

- ۱- سیب و پرورش آن، عباسعلی منبغی، ۱۳۷۱، انتشارات فنی ایران.
- ۲- فیزیولوژی درختان میوه مناطق معتدله، ترجمه علیرضا طلایی، ۱۳۷۷، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۳- فیزیولوژی پس از برداشت میوه و سبزی ها، ترجمه مجید رحیمی، ۱۳۷۷، انتشارات دانشگاه شیراز.
- ۴- میوه کاری در مناطق معتدله، ترجمه یوسف رسول زادگان، ۱۳۷۵، انتشارات دانشگاه اصفهان.
- ۵- بیولوژی گلدهی درختان میوه معتدل، ترجمه علی ایمانی، ۱۳۸۳، انتشارات سنا.
- ۶- فیزیولوژی گیاهی ترجمه حسین لسانی و مسعود مجتهدی، ۱۳۷۰، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۷- مشاهدات و بازدیدهای نگارنده از باغات سیب استان چهارمحال و بختیاری.

جدول ۳- تریچه حرارت متوسط میوه سیب و کیفیت آن طی آبیاری

نوع آبیاری	دوره حرارت میوه	کیفیت میوه
آبیاری درخت (تاری)	۲۸/۴	عالی
تاری	۲۲/۴	متوسط
قطرهای	۲۷	متوسط

میوه‌ها خواهد شد.

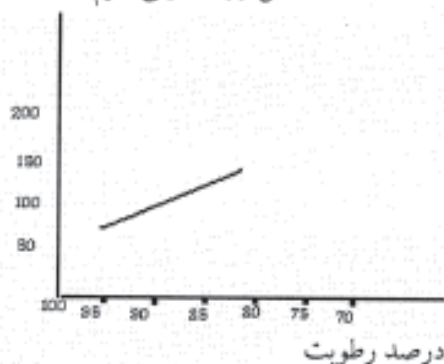
در خاک‌های سنگین آهکی با بافت رسی که ذخیره ازت فراوانی نیز دارند، حتی اگر شرایط محیطی مناسب و نور کافی وجود داشته باشد باز هم رنگ میوه‌ها به درخشندگی سیب‌هایی که در خاک‌های سبک، عمل آورده می‌شوند، نخواهند بود.

میزان مواد آلی خاک اثر مستقیم بر روی کیفیت میوه دارد، هر چه درصد مواد آلی بیشتر باشد میزان جذب عناصر غذایی مانند آهن - منگنز بیشتر بوده و میزان N/C نیز افزایش می‌یابد و در نتیجه کیفیت میوه افزایش خواهد یافت.

#### تاثیر آبیاری بر کیفیت میوه:

در بین تمامی موادی که توسط درخت مصرف می‌شود آب بیشترین مقدار استفاده را دارد. میزان آب تاثیر مستقیم بر کمیت و کیفیت میوه دارد و کیفیت میوه در اثر کمبود آب که ناشی از کاهش مواد کربوهیدراتی، در اثر تغییر یافتن میزان باز بودن روزنه‌ها و فعالیت‌های آنزیمی فتوسنتز و تنفس، کاهش می‌یابد. نیاز درخت به آب در زمان نزدیک شدن به برداشت به اوج خود می‌رسد و اگر در این زمان کمبود آب بروز کند میوه‌ها چروکیده خواهند شد. برای تولید میوه درشت، لازم است که در حین رشد میوه، فشار آماس حفظ شود، وجود میوه باعث اعمال تنش آبی در درخت سیب می‌شود. هر گاه درخت پر بار و قابلیت آماس سلول‌ها پایین باشد، میوه‌ها کوچک می‌مانند چون سلول‌های میوه به حد نهایی خود رشد نمی‌کنند. کاهش سطح برگ ناشی از کمبود آب باعث اختلال در ماده سازی و به

کاهش وزن ( میلی گرم در روز )



نمودار ۳ کاهش وزن میوه در اثر رطوبت نسبی ( اثر رطوبت نسبی بر وزن میوه )



خشک‌سیدگی داخلی پوست میوه Internal Bark Necrosis (IBN) عارضه‌ای است که در اثر منگنز در مناطقی همانند شمال کشور (خاک‌های اسیدی) حاصل می‌شود. در این حالت جوش‌هایی روی میوه ظاهر شده که در زیرجوش‌ها بافت مرده به نظر می‌رسد. رقم گلدن دلشیز و جاناتان به این عارض بسیار حساس است. با کمبود بور خسارت کاملاً مشابهی با IBN ناشی از منگنز زیاد به وجود می‌آید که به IBN ناشی از کمبود بور معروف است. کمبود فسفر ناشی از به کارگیری علف‌کش و از بین رفتن پوشش علفی، باعث کاهش سفتی میوه می‌شود که مرتبط با محدود شدن رشد ریشه نیز می‌باشد.

کمبود آهن در خاک‌های آهکی ناشی از فزونی بی‌کربنات باعث کاهش فتوسنتز و در نتیجه ریزش



۱۵۷۵ متر از سطح دریا، عرض جغرافیایی مکان آزمایش ۳۶ درجه و ۱۱ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی آن ۴۹ درجه شرقی (انجام شد). میانگین بارندگی منطقه ۲۸۰ میلی متر و حداکثر و حداقل دمای مطلق به ترتیب برابر ۳۸ و ۲۰- درجه سانتی گراد می باشد. خاک محل آزمایش لومی رسی بوده و سال قبل از آزمایش به صورت آیش نگهداری شده بود. در این آزمایش ۵ تیمار در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۴ تکرار به کار رفت. لوبیا مورد استفاده در این آزمایش، لوبیا سفید کشاورز بود. در تیمار A (به عنوان شاهد) تمامی مراحل رشد گیاه آبیاری گردید. در تیمار B تمامی مراحل به جز مراحل رویشی، در تیمار C تمام مراحل به جز گلدهی، در تیمار D تمامی مراحل به جز مرحله تشکیل غلاف ها، در تیمار E تمامی مراحل به جز مرحله پرشدن غلاف ها آبیاری گردیدند. بدین منظور جهت آزمایش، یک قطعه زمین با بافت لومی رسی انتخاب شد و قبل از کاشت به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفات آمونیوم و ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره با خاک مخلوط کرده و پشته هایی با فاصله ۵۰ سانتی متر ایجاد شد. دور آبیاری به طور معمول ۷ روزه اعمال شد و هر تنش در هر مرحله ۱۴ روزه صورت گرفت. برداشت نهایی در حدود ۵۰ درصد رسیدگی غلاف ها و در ۲۶ شهریورماه انجام شد در انتهای فصل رشد صفات (طول غلاف، ارتفاع اولین گره زایشی، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت) مورد ارزیابی قرار گرفت. میانگین ارتفاع اولین گره زایشی و طول غلاف بر حسب سانتی متر از ۱۰ بوته در هر کرت به طور تصادفی اندازه گیری شد. بوته های دو ردیف سوم و چهارم هر کرت پس از حذف نیم متر حاشیه از دو طرف به مساحت ۳ متر مربع و با انداختن کادر با دست از سطح خاک جدا شد و جهت تعیین عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه (بر حسب کیلوگرم در هکتار) به آزمایشگاه

(۲۰۰۴) بالغ بر ۷۱/۵ میلیون هکتار بوده است. کل تولید حبوبات بالغ بر ۶۰/۵ میلیون تن تخمین زده شده است که بیشترین سهم تولید را هندوستان دارا می باشد. متوسط جهانی تولید حبوبات در واحد سطح ۸۷۰ کیلوگرم در هکتار است. در ایران نیز بر اساس اطلاعات آمار نامه کشاورزی (۱۳۸۳) سطح زیر کشت حبوبات بالغ بر ۱۷۰۱۴ میلیون هکتار بوده که از این میزان ۸۲ درصد آن به صورت دیم و بقیه به صورت آبی کشت می شوند. تولید حبوبات کشور معادل ۱/۰۷ درصد کل تولید سالانه جهانی بوده که ۴۴ درصد تولید در اراضی آبی و ۵۶ درصد در اراضی دیم صورت می گیرد. از کل تولید حبوبات در کشور، محصول نخود با ۴۳ درصد در رتبه اول و لوبیا با ۳۳ درصد در رتبه بعدی قرار دارد. متوسط عملکرد حبوبات در کشت آبی ۶۵۰ کیلوگرم و در کشت دیم ۴۵۰ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است. وقتی بذور در خاک کشت می شوند مدت به نسبت زیادی را صرف جذب آب می کنند. اگر این زمان از طریق پرایم کردن کاهش یابد جوانه زنی سریع تر انجام شده و گیاه زراعی حاصل، قوی تر خواهد بود. در ایران علی رغم ارزش های حبوبات از نظر تولید محصول، علوفه و .. تحقیقات بسیار اندکی در خصوص توانایی مقاومت به خشکی آن ها، انجام گرفته است. بر همین اساس این پژوهش به منظور تعیین بهترین پیش تیمار در جهت استفاده بهینه گیاه از امکانات محیطی و دستبایی به عملکرد بالاتر، بررسی اثرات پیش تیمار و تنش کم آبی بر خصوصیات مورفولوژیک، فیزیولوژیک و اجزای عملکرد لوبیا اجرا شد.

#### مواد و روش ها:

آزمایش در تابستان سال ۱۳۸۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه زنجان (ارتفاع

# بررسی اثر تنش خشکی بر برخی صفات مورفولوژیک و عملکرد دانه لوبیا سفید

سمیرا حاجی خانی-کارشناس ارشد زراعت  
فرید شکاری-عضو هیات علمی دانشگاه زنجان  
حسن حبیبی و محمد حسین فتوکیان-عضو هیات علمی دانشگاه شاهد  
اصغر جعفری-کارشناس زراعت

## چکیده:

اثر تنش خشکی بر برخی صفات مورفولوژیک لوبیا سفید کشاورز در تابستان سال ۱۳۸۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه زنجان مورد بررسی قرار گرفت. ۵ تیمار در ۴ سطح تنش، شامل (A) شاهد (بدون تنش)، B تنش رویشی، C تنش گلدهی، D تنش غلاف دهی و E تنش پرشدن دانه) در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در ۴ تکرار مورد آزمایش قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که عملکرد دانه و شاخص برداشت در تیمارهای شاهد (بدون تنش)، تنش پرشدن دانه و تنش رویشی اختلاف معنی داری را با تنش غلاف دهی نشان داد. بیشترین کاهش عملکرد دانه و اندازه طول غلاف در تنش غلاف دهی دیده شد. تنش در مراحل رویشی و پرشدن دانه در لوبیا سفید کشاورز، کاهش چشمگیری در عملکرد دانه و شاخص برداشت نداشت. اما وقوع تنش آبی در مرحله گلدهی و غلاف دهی عملکرد گیاه را به شدت کاهش داد. به نظر می‌رسد این دو مرحله به عنوان دوره‌های بحرانی در مراحل نمو لوبیا سفید کشاورز در نظر گرفته شود.

کلمات کلیدی: لوبیا، تنش خشکی، شاخص برداشت، عملکرد دانه، طول غلاف

## مقدمه:

از دیاد روز افزون جمعیت دنیا، کمبود مواد غذایی، محدودیت زمین‌های آبی، تولید مشکل و گران پروتئین حیوانی، کمبود منابع آبی و بروز خشکسالی اهمیت تحقیق در زمینه تنش خشکی را روشن می‌سازد. از طرفی با توجه به

این که در بسیاری از گیاهان زراعی شدت اثرات سو تنش خشکی در مراحل مختلف رشد متفاوت می‌باشد، بنابراین شناسایی مرحله بحرانی و یا زمانی که گیاه بیشترین حساسیت را نسبت به خشکی دارد، بسیار مهم است. حیوانات از منابع مهم غذایی سرشار از پروتئین برای تغذیه انسان و دام به شمار می‌روند. در تغذیه انسان حدود ۲۲ درصد پروتئین گیاهی، ۳۲ درصد چربی و ۷ درصد کربوهیدرات‌ها از حیوانات تامین می‌گردد. دانه حیوانات با دارا بودن ۱۸-۳۲ درصد پروتئین در مقایسه با پروتئین‌های حیوانی در رژیم غذایی مردم به ویژه افراد کم درآمد از نقطه نظر تغذیه ای اهمیت بسیار دارد و تحت عنوان گوشت مردم فقیر نامیده می‌شود. حیوانات ویژگی دیگری نیز دارند و در اکوسیستم‌های کشاورزی جهان در تناوب با سایر گیاهان زراعی و تثبیت نیتروژن جوی در همزیستی با باکتری‌ها بخش عمده ای از نیتروژن مورد نیاز گیاهان زراعی بعد از خود را فراهم می‌سازد. برخی حیوانات در تجارت بین المللی افزون بر تولید روغن برای مصارف مختلف تغذیه انسان و دام استفاده می‌شوند. اهمیت آن‌ها بعد از غلات است و در ایران پس از گندم و برنج قرار دارند. اراضی تحت کشت حیوانات برای تولید دانه خوراکی حدود ۱۰ درصد مساحت زیر کشت غلات است و میزان تولید کل آن‌ها حدود ۳/۵ درصد می‌باشد (مجنون حسینی، ۱۳۸۴). در بین حیوانات، سویا، لوبیا و نخود از لحاظ سطح زیر کشت به ترتیب مقام اول تا سوم را حایز می‌باشند. به طور کلی کشورهای، هند، روسیه، چین، برزیل، ترکیه، مکزیک، آمریکا، کانادا، استرالیا، فرانسه، نیجریه، اتیوپی و ایران جزء کشورهای اصلی و پنج کشور کانادا، استرالیا، آمریکا، چین و میانمار جزء عمده ترین کشورهای صادرکننده حیوانات در جهان به شمار می‌روند. سطح زیر کشت حیوانات بر اساس اطلاعات سازمان فائو

جدول ۱۱) میانگین دوره‌های سقوط مختلف آفت، بر روی بوته‌های نخلی در منطقه اویلا منطقه

تاریخ اولین گرده دکالی	طول فاصله	شدت خسارت بر باد	میانگین روزهای بارانی	میانگین اقتصادی	درجه آزادی	میانگین تغییرات
18/00	0/13 <sup>ab</sup>	111/00 <sup>a</sup>	457966/5 <sup>a</sup>	18054/30 <sup>ab</sup>	4	Treatment آلود
1/00	0/108 <sup>bc</sup>	65/0 <sup>b</sup>	544500 <sup>b</sup>	482674/18 <sup>bc</sup>	5	Block بوته
2/00	0/005	26/35	95312/5	314786/84	10	Error خطا
777	7/4	14/71	16/47	25/08		درصد تغییرات CV

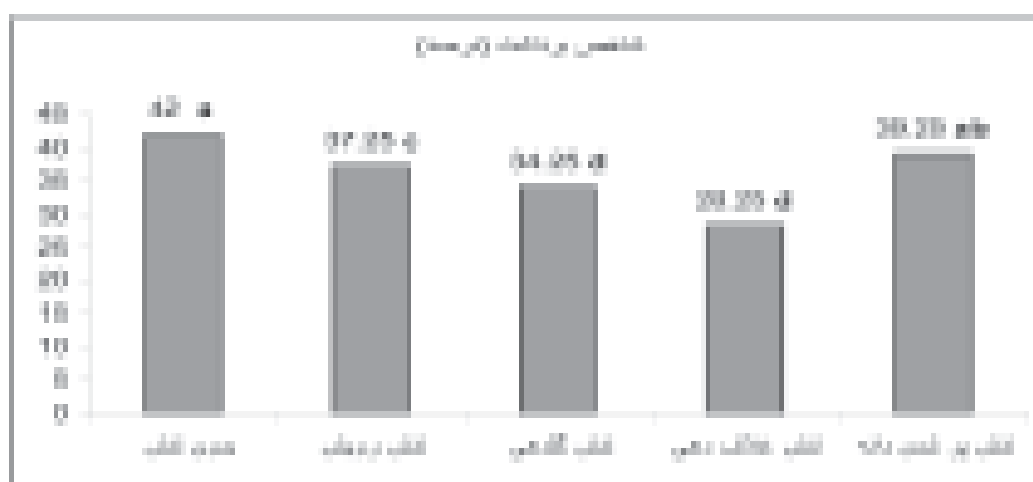
CV تغییرات در 11<sup>ام</sup> معنی دار در سطح احتمال 0/05 است. بر اساس

جدول 12) میانگین روزهای باران در منطقه اویلا در منطقه مختلف آفت

میانگین بارندگی	میانگین باران	آلود
76275/5 mm	32138/75 mm	بدره نخل
82123/5 mm	1826/23/5 mm	آفت بوته‌ای
84713/5 mm	176623/5 mm	آفت نخلی
33687/5 mm	15/3 mm	آفت بوته‌ای دیگر
61800/5 mm	28/63 mm	آفت بوته‌ای دیگر

12 میانگین باران در روزهای سقوط مختلف در منطقه اویلا بر اساس آزمون Duncan (0/05) معنی دار در تمام موارد

جدول 13) میانگین درصد خسارت بر باد در منطقه مختلف آفت منطقه



13 میانگین خسارت در روزهای سقوط مختلف در منطقه اویلا بر اساس آزمون Duncan (0/05) معنی دار در تمام موارد





منتقل گردید. شاخص برداشت از فرمول زیر استفاده شد:

درصد شاخص برداشت = عملکرددانه / عملکرد بیولوژیکی  $\times 100$   
داده‌های حاصل با استفاده از نرم افزار MSTAT-C آنالیزوبا استفاده از نرم افزار EXCEL نمودارها ترسیم گردیدند و میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون دانکن مقایسه شدند.

### نتایج و بحث: عملکرد دانه:

نتایج تجزیه واریانس نشان داد (جدول ۱) که تنش در مراحل مختلف رشد رقم لوبیا کشاورز سبب اختلاف معنی دار در عملکرد دانه در سطح ۱ درصد گردید. با توجه به (جدول ۲) مشاهده شد که تیمارهای بدون تنش یا شاهد (A) و تنش در مرحله پرشدن دانه (E) اختلاف معنی داری با تنش در مرحله غلاف دهی (D) داشتند. تنش در مراحل رویشی، گلدهی و غلاف دهی نیز اختلاف معنی داری با یکدیگر نداشت، اما بیشترین کاهش عملکرد در تنش غلاف دهی دیده شد.

سیونیت و کرامر (۱۹۹۷) نیز، کاهش عملکرد دانه را در مرحله غلاف دهی تحت تنش خشکی گزارش کردند و بیان داشتند که تنش رویشی و پرشدن دانه تأثیری آشکار در عملکرد دانه نداشته است که این نتایج با یافته‌های این تحقیق مطابقت دارد. لان (۱۹۸۲) اظهار داشت که در لوبیا عملکرد دانه با توجه به وقوع تنش در مرحله گلدهی و پرشدن دانه کاهش می‌یابد که نتایج آن در مورد اثر تنش در مرحله پرشدن با یافته‌های این پژوهش در تناقض است.

### - عملکرد بیولوژیکی:

عملکرد بیولوژیکی براساس (جدول ۱) تفاوت معنی داری در سطح ۵ درصد تحت تنش‌های اعمال شده، نشان داد. میانگین‌های این صفات در (جدول ۲) اختلاف معنی داری در بین تیمار بدون تنش با تنش‌های رویشی، گلدهی و غلاف دهی نشان داد. در تنش گلدهی، علاوه بر کاهش در عملکرد دانه و کاهش در عملکرد اجزاء غیر اقتصادی، نشان از کاهش وزن خشک ساقه و برگ که در نهایت کاهش جذب دی اکسید کربن و انتقال مواد فتوسنتزی به دانه‌ها در انتهای فصل رشد دارد که این یافته‌ها، نتایج رابینزو دمینگ (۱۹۵۹) را

در تنش در طی گلدهی لوبیا اثبات می‌نماید.

## منابع:

۱- مجنون حسینی، ن. ۱۳۸۷. حیوانات در ایران. انتشارات دانشگاه تهران چاپ چهارم. ص ۱۱-

۳۲.

## - شاخص برداشت

جدول تجزیه واریانس اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد در صفت شاخص برداشت نشان داد (جدول ۱). میانگین درصد شاخص برداشت ( نمودار ۱) نشان داد که تیمارهای شاهد (بدون تنش)، پر شدن دانه اختلاف معنی داری را با تنش در مرحله رویشی و گلدهی و غلاف دهی داشت. تنش های گلدهی و غلاف دهی نیز اختلاف معنی داری با هم نداشت. همه نتایج موید بر این است که با اعمال تنش آبی انتقال مجدد مواد فتوسنتزی از اندام های منبع مانند برگ و ساقه به اندام هدف یا دانه با کاستی مواجه شده و درصد شاخص برداشت پایین تری را در مراحل گلدهی و به ویژه غلاف دهی موجب شده است. رابینزو همکاران (۱۹۵۹) نیز به چنین نتایجی در مورد کاهش معنی دار شاخص برداشت در مراحل زایشی لوبیا دست یافتند.

## - طول غلاف:

صفات مورفولوژیک گیاه (جدول ۱) در صفاتی چون طول غلاف و ارتفاع اولین گره زایشی از سطح زمین اختلاف معنی داری را در سطح ۱ درصد نشان دادند. طول غلاف (نمودار ۲) کاهش معنی داری را بین تیمارهای بدون تنش، تنش رویشی و پر شدن دانه با تیمار تنش غلاف دهی نشان داد، به طوری که تحت تنش این صفت مورفولوژیک هم سو با عملکرد و اجزاء عملکرد دچار نقصان شده و به صورت یکی از علایم ظاهری تنش، کاهش آشکاری را در تنش غلاف دهی از خود بروز می‌دهد. (تولبرت ۱۹۶۰) نیز نشان دادند که تنش آبی اعمال شده در لوبیا، کوتاهی بوته ها و کاهش طول غلاف ها را بدنبال خواهد داشت.

## - ارتفاع اولین گره زایشی:

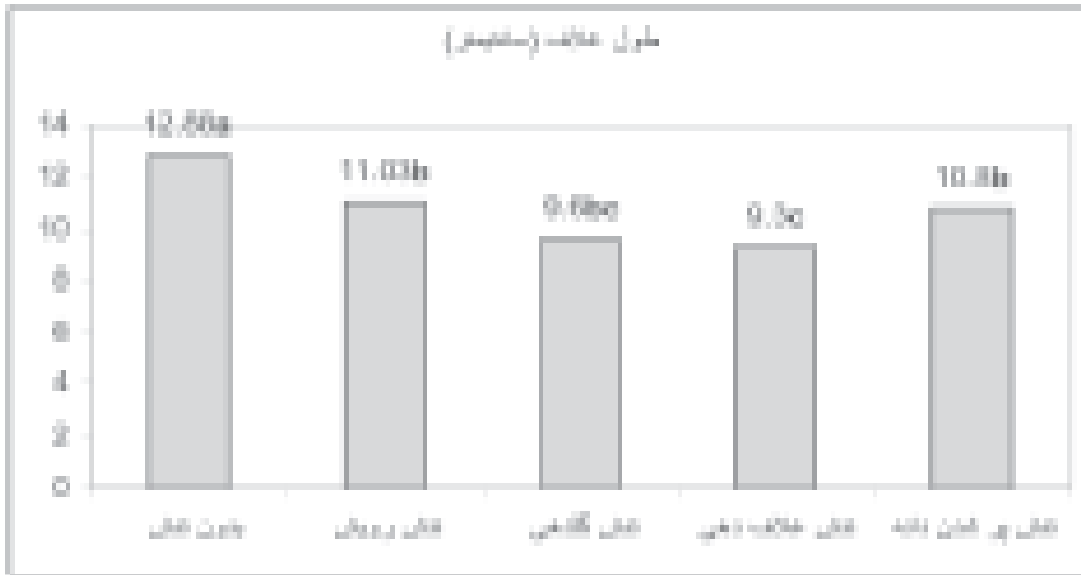
(نمودار ۳) نیز نشان از کاهش معنی دار ارتفاع اولین گره زایشی از سطح زمین داد که در تنش گلدهی و غلاف دهی این کاهش بیشتر نمود پیدا کرد.

## نتیجه گیری کلی و ارایه پیشنهاد:

با بررسی این موارد می‌توان در صورت بروز تنش آبی در مراحل رشد گیاه لوبیا سفید رقم کشاورز در منطقه زنجان و سایر مکان های مشابه با شرایط آب و هوایی این منطقه با حذف یکی از مراحل آبیاری و بدون صدمه زدن به عملکرد گیاه، محصول مناسبی را برداشت کرد. تنش در مراحل رویشی و پر شدن دانه در لوبیا سفید کشاورز، علی رغم اثرات نامطلوب، کاهش چشمگیری در عملکرد دانه نخواهد داشت و گیاه قابلیت جبران ناپذیری را دارا می‌باشد. اما وقوع تنش آبی در مرحله گلدهی و غلاف دهی (۵۰ روز از دوره رشد با توجه به دمای بالا در تابستان تا ۷۵ روز از دوره رشد) عملکرد گیاه را به خصوص در مراحل اولیه غلاف دهی به شدت کاهش می‌دهد.



• تصویر ۲۲: میانگین طول گلخانه در مراحل مختلف تلقیح



• میانگین‌های دارای حروف مشابه در سطح احتمال ۱ درصد بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

• تصویر ۲۳: میانگین ارتفاع تولید گیاه زینتی در مراحل مختلف تلقیح



• میانگین‌های دارای حروف مشابه در سطح احتمال ۱ درصد بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

دارد. دو نوع ورس شناخته شده است: الف) ورس ساقه یا خمیدگی از میان گره‌های ساقه در غلات. ب) ورس ریشه یا کج شدن ساقه از بخش طوقه به دلیل بر هم خوردن سیستم ریشه.

در طول دوره رشد گیاه مرحله خوشه رفتن و اوایل تشکیل دانه از حساس‌ترین مراحل بروز کاهش عملکرد در زمان بروز ورس می‌باشد که ممکن است ناشی از اثرات محیطی، نوع گیاه و مدیریت تغذیه باشد. در گیاهان دارای پتاسیم ناکافی، دیواره‌های سلولی بافت‌های اسکلرانشیمی و پارانشیمی ساقه نازک و به طور ناقص لیگنینی شده در نتیجه ضخامت ساقه کاهش یافته و گیاه حساس به ورس می‌شود (۱۶).

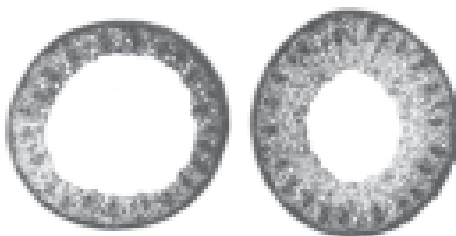
Vaithilingam and Balasubramanian (۲۱) گزارش کردند ضخامت لایه‌های بافت اسکلرانشیم با تغذیه مناسب پتاسیم در گیاه برنج افزایش می‌یابد. شکل ۱ برش عرضی میان گره ساقه گندم را در شرایط تغذیه مناسب با پتاسیم و تأثیر آن را بر دیواره ساقه نشان می‌دهد. تغذیه مناسب با پتاسیم موجب بهبود ضخامت و پایداری بیشتر ساقه و تأخیر پیری پارانشیم و در نتیجه بهبود مکانیسم دفاعی گیاه می‌شود (۱).

مطالعات نشان می‌دهد خاک‌هایی که دارای پتاسیم کافی نیستند، افزودن پتاسیم درصد پیری و ورس ساقه‌ها را در گیاه ذرت کاهش می‌دهد. اثر پتاسیم بر ساقه‌ها در ارقام هیبرید ذرت با گونه‌های معمولی آن متفاوت است (۲۲) ارقام هیبرید ذرت با راندمان بالای تولید این توانایی را دارند که مواد فتوسنتزی بیشتری را از برگ‌ها و ساقه‌ها به دانه‌ها انتقال دهند. در نتیجه ممکن است ورس بیشتری در اثر افزایش وزن خوشه بر روی ساقه اعمال گردد. بین وزن

آن‌ها این موضوع را با افزایش مقدار فسفولیپیدها، نفوذپذیری غشاء سلولی و بهبود خصوصیات بیوفیزیکی و بیوشیمیایی سلول مرتبط دانستند. حساسیت گیاهان به تنش سرما به نوع و رقم آن‌ها نیز بستگی دارد، گیاه سیب زمینی در شرایط کمبود پتاسیم ممکن است به سرمازدگی حساس باشد ولی مصرف بیشتر کود پتاسیمی می‌تواند به طور موثری مقاومت به سرمازدگی را در بعضی از ژنوتیپ‌های حساس به سرما افزایش دهد (۱۷). اثرات نیتروژن و پتاسیم بر عدم باروری سنبلچه دو رقم برنج Fujisaka-5 و IR۳۶ به واسطه کاهش دما طی دو دوره ۳ و ۵ روزه نشان داد، عدم باروری سنبلچه‌ها با افزایش عرضه پتاسیم و افزایش نسبت K/Na در برگ‌های هر دو رقم کاهش یافت و این کاهش در رقم Fujisaka-5 برجسته‌تر بود (۱۰). تفاوت واکنش ارقام نسبت به اثرات تنش سرما ممکن است در اثر تفاوت‌هایی باشد که در ترکیب اسیدهای چرب غشاهای سلولی ریشه آن‌ها وجود دارد. ترکیب غشاهای سلولی ریشه بر سرعت انتقال یون و آب در ریشه، محتوای کربو هیدرات، انتقال مواد غذایی و متابولیت‌ها موثر است. بررسی اثر دمای خاک اطراف گره طوقه گندم بر رشد و انتقال مواد غذایی نشان داد که در شرایط تنش سرما در بخش طوقه انتقال رویدیم نشاندار<sup>۲</sup> و در نتیجه، انتقال پتاسیم به بخش‌های فوقانی گیاه محدود و عملکرد گندم را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۲).

### پتاسیم و ورس

به انحراف ساقه‌ها از حالت عمودی ورس گفته می‌شود و این مسئله به طور عمده در گیاهان خانواده غلات مطرح می‌باشد. این حالت ممکن است دایمی و یا تا حدودی برگشت پذیر باشد و به مقدار خمیدگی ساقه بستگی



شکل ۱- برش عرضی میان گره ساقه گندم، پتاسیم کافی (راست)، پتاسیم ناکافی (چپ)



شکل ۲- ریشه ذرت در دو حالت تغذیه با پتاسیم

# نقش پتاسیم در مقاومت گیاهان نسبت به تنش‌های محیطی و اثرات مثبت آن در کشاورزی پایدار

حسن شکری واحد - عضو هیات علمی موسسه تحقیقات برنج کشور  
پریسا شاهین رخسار - عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گیلان

## چکیده

پتاسیم نقشی ویژه در ذخیره‌سازی و نقل و انتقال انرژی در گیاهان و استحکام بافت‌های گیاهی دارد. برخلاف نیتروژن و فسفر که جزئی از پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک، فسفولیپیدها و آدنوزین تری فسفات<sup>۱</sup> می‌باشند، پتاسیم جزء ترکیبی بافت‌های گیاهی نبوده بلکه به طور خاص به عنوان یک باند کاتیونی آزاد یا جاذب عمل کرده و بنابراین می‌تواند به راحتی در سطوح سلول‌ها و در نهایت در کل اندام گیاه جا به جا شود. این تحرک و جابه‌جایی زیاد در واقع خصوصیات و نقش ویژه پتاسیم را به عنوان یک کاتیون مهم در خنثی‌سازی بارها و ایجاد شرایط مناسب اسمزی در گیاه بیان می‌دارد. پتاسیم دارای نقش حیاتی در واکنش گیاهان به تغییرات اقلیمی و شرایط خاک از قبیل خشکی، سرما، شوری و ورس می‌باشد [۰]. این عنصر به میزان زیاد در مکانیسم‌هایی که با مقاومت و پایداری گیاهان در قبال تنش‌ها و عوامل بیماری‌زا ارتباط دارند، درگیر می‌شود. در سال‌های اخیر با توجه به پیشرفت‌هایی که در زمینه فیزیولوژی، بیولوژی مولکولی و ژنتیک حاصل شده دانش و آگاهی ما در رابطه با شیوه مقاومت و واکنش گیاهان به تنش‌ها و تفاوت گیاهان در این رابطه افزایش یافته است، این مجموعه در بر گیرنده مطالبی است که نشان می‌دهد تجمع پتاسیم قبل از بروز تنش‌هایی چون کمبود آب، ورس، سرما و شوری به عنوان یک راهکار مهم و اساسی می‌تواند مقاومت گیاهان را در زمان بروز چنین تنش‌هایی افزایش دهد.

کلمات کلیدی: پتاسیم، تنش‌های غیرزنده، شوری، خشکی، ورس

## مقدمه

عنصر پتاسیم در غلظت‌های حدود ۵۰ تا ۱۵۰ میلی‌مول در سیتوپلاسم و واکوئل سلول‌های گیاهی وجود دارد. غلظت این عنصر در سیتوپلاسم به طور معمول ثابت و حدود ۵۰ میلی‌مول می‌باشد. در حالی که غلظت آن در واکوئل سلول ممکن است به طور کامل متغیر باشد. بررسی‌ها نشان داده زمانی که غلظت پتاسیم موجود در گیاه بیش از حد مصرف آن باشد، مقاومت گیاه در برابر تنش سرما افزایش می‌یابد. به طور معمول تجمع پتاسیم در بافت‌های گیاهی قبل از بروز تنش بیش از مصرف آن نمی‌باشد، اما یک راهکار خاص در هنگام بروز تنش‌های غیرزنده محیطی ناگهانی جهت بالا بردن مقاومت گیاه با افزایش جذب پتاسیم در گیاهان مشاهده می‌شود. وقتی که ذخیره پتاسیم در مراحل اولیه رشد رویشی گیاه کم باشد، کل ساختمان گیاه در برابر تنش‌ها آسیب پذیر خواهد بود و در مقایسه با گیاه دارای تغذیه مناسب

علاوه بر امکان ورس، صدمات ناشی از تنش سرما نیز بیشتر خواهد بود.

## پتاسیم و استرس سرما

اثرات سرمازدگی در گیاهان مناطق گرم معمولاً در محدوده دمایی +۵ تا +۱۰ درجه سانتی‌گراد رخ می‌دهد. کاهش دما موجب تغییر ناگهانی تحرک غشاء سلولی شده و این تغییر که در هر سلول به طور ویژه رخ می‌دهد، به ترکیب نسبی فسفولیپیدهای مختلف موجود پس-تگی خواهد داشت. نسبت متعادل اسیدهای چرب در کاهش حساسیت گیاه به سرمازدگی دخالت داشته و نسبت بیشتر اسیدهای چرب غیراشباع به اشباع در غشاء سلولی، مقاومت بافت‌های گیاهی را در دماهای پایین افزایش می‌دهد (۱۴). Hakerlerker و همکاران (۹) گزارش کردند که مصرف پتاسیم موجب حداکثر رشد و ایجاد مقاومت به سرما در گیاهانی مانند گوجه‌فرنگی، بادنجان و فلفل می‌شود.

## نتایج

در مراحل اولیه رشد رویشی وجود پتاسیم در گیاه ضروری می‌باشد. غلظت بالای پتاسیم می‌تواند اثرات مضر ناشی از تنش‌های ناگهانی محیطی همچون سرما، یخبندان، باران‌های فصلی دیررس، شوری، کم‌آبی و بادهای گرم را کاهش دهد. فعالیت بهینه پروتئین‌ها به غلظت مناسب پتاسیم در سیتوزول سلولی نیازمند است. اگرچه تحمل تنش‌های مختلف موجب افزایش فشار اسمزی و تحمیل غیر معمول تغییرات فیزیکی در گیاهان می‌شوند، ولی بررسی‌ها نشان داده که غلظت‌های بالای پتاسیم در گیاه موجب کاهش صدمات ناشی از تنش‌ها می‌شود.

تحت تنش خشکی بوده‌اند، هستند. وظیفه روزنه‌ها کنترل تلفات آب از گیاه از طریق تعرق می‌باشد. بسته بودن روزنه‌ها در شرایط تنش خشکی به حفظ آب بافت‌های برگ کمک نموده و پژمردگی را به تاخیر می‌اندازد. در شرایط کمبود پتاسیم گیاهان عکس‌العمل کندتری نسبت به تنش و بسته شدن روزنه‌ها از خود نشان می‌دهند، در نتیجه وظیفه روزنه‌ها به خوبی انجام نشده و تلفات آب از گیاه ممکن است بیش از حد شود (۸). در حالی که گیاهان دارای پتاسیم کافی با بسته شدن روزنه‌ها به سرعت به شرایط تنش واکنش نشان داده و رطوبت داخلی خود را حفظ می‌کنند. در شرایط تنش آبی، راندمان فتوسنتزی گیاهان به طور موثری کاهش می‌یابد و نتیجه آن دهیدراته شدن کلروپلاست گیاهی است. کلروپلاست‌ها مقادیر زیادی پتاسیم را همزمان با کاهش فتوسنتز از دست می‌دهند. از این رو در شرایط تنش خشکی نیاز به پتاسیم بیشتری داشته تا فعالیت فتوسنتزی به نحو مطلوب‌تری ادامه دهند (۱۸). در آزمایشات انجام شده بر روی گندم مشخص شد گیاهان تغذیه شده با پتاسیم دارای فتوسنتزی معادل ۶۶ الی ۱۱۳ درصد بیشتر از حد نرمال نسبت به گیاهانی که کمتر از حد استاندارد پتاسیم دریافت کرده‌اند، می‌باشند. این موضوع نشان می‌دهد برگ‌های گیاهانی که سطوح پتاسیم داخلی آن‌ها غنی است می‌تواند اثرات دهیدراتاسیون<sup>۵</sup> را خنثی نمایند. Gething (۸) گزارش کرد پتاسیم علاوه بر افزایش تولید ماده خشک و توسعه سطح برگ، حفظ آب را در بافت‌های گیاهی حتی تحت شرایط تنش شدید خشکی بهبود می‌بخشد.





خوشه و مقدار مواد محلول در عصاره ساقه رابطه منفی وجود دارد (۴) گیاهان دارای پتاسیم کافی، مواد فتوسنتزی را با سرعت بیشتر و به مدت طولانی‌تری نسبت به گیاهان دارای کمبود پتاسیم تولید می‌کنند و مواد فتوسنتزی اضافی از کاهش شدید غلظت مواد محلول در ساقه در طی رشد دانه ممانعت می‌کنند (۲۲). کمبود پتاسیم سرعت تنفس و تبخیر-تعرق را در گیاه افزایش داده و سرعت فتوسنتز، تجمع نشاسته و مواد اصلی دیواره سلولی موثر بر استحکام ساقه گیاه برنج را کاهش می‌دهد. بررسی‌ها نشان داده ارتباط نزدیکی بین مقدار پتاسیم بخش انتهایی ساقه غلات و قدرت شکستگی ساقه وجود دارد. این امر بیان‌گر آن است که تغذیه مناسب گیاه با پتاسیم به لیگنینی شدن سلول‌های اسکلرانشیمی و دسته‌های ویزیکولی<sup>۳</sup> و استحکام ساقه‌های غلات که نتیجه آن، افزایش مقاومت به ورس است، کمک می‌کند (۷). Farina و Melis (۱۵) گزارش کردند حساسیت ذرت به ورس با افزایش مقدار پتاسیم از ۵۰ تا ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کاهش می‌یابد و در این رابطه ورس ساقه در مقایسه با ورس ریشه بدون کاربرد پتاسیم به طور معنی‌داری کمتر بود و علت این امر را به رشد ضعیف خوشه و در نتیجه به فقدان مخزن مواد فتوسنتزی انتقالی مرتبط دانستند. نقش پتاسیم در افزایش مقاومت به ورس به خوبی در محصولات مختلفی چون ذرت (۲۲)، برنج (۷)، گندم (۱۲) و کلم (۱۹) نیز ثابت شده است.

### پتاسیم و شوری

به طور عموم خاک‌های شور دارای غلظت‌های بالاتری از یون سدیم نسبت به پتاسیم و کلسیم هستند که این مسئله منجر به تجمع سدیم در ریشه و جوانه گیاه می‌شود. سطوح بالای سدیم می‌تواند موجب خروج کلسیم از غشاء ریشه شده و روی جذب انتخابی پتاسیم اثر بگذارد (۶). اثر بازدارندگی شوری روی جذب پتاسیم با کاهش مقدار پتاسیم افزایش می‌یابد. Botella و همکاران (۳) گزارش کردند که شوری روی وزن خشک ریشه ذرت اثر نداشته، اما سطوح پایین پتاسیم در محلول غذایی به طور معنی‌داری وزن خشک جوانه را کاهش می‌دهد. نتایج مشابهی نیز در گیاه اسفناج گزارش شد، به طوری که افزایش غلظت پتاسیم در محلول غذایی با سطوح پایین و بالای شوری کاهش متفاوتی را در رشد جوانه گیاه موجب گردید (۵). اثر بازدارندگی شوری در رشد جوانه در سطح پایین پتاسیم در محیط کشت ریشه به کمبود پتاسیم و یا سمیت سدیم در گیاهان نسبت داده شد. به طور کلی هر تنشی که موجب تراوش پتاسیم به خارج از سلول شود، منجر به کاهش رشد سلول می‌شود. Termaat Munus (۲۰) گزارش کردند که تنش شوری می‌تواند منجر به محدود شدن انتقال عناصر غذایی ضروری به جوانه‌های گیاه شود آن‌ها نشان دادند که انتقال ویژه عناصر پتاسیم، کلسیم، منیزیم و نیتروژن کل به جوانه در گیاهانی که در محیط دارای کلرید سدیم رشد کردند، کمتر بوده است.

مقاومت گیاه به شوری به تنظیم غلظت سدیم برگ و به جذب انتخابی پتاسیم نسبت به سدیم بستگی دارد. بیشتر گیاهان با اعمال روش‌هایی جریان و حرکت سدیم را در سلول‌های ریشه و آوندهای چوبی کنترل نموده و سدیم را در سلول‌های پارانشیمی ریشه و قسمت پایین‌تر ساقه نگه می‌دارند و از جابه‌جایی مجدد سدیم از جوانه‌ها به ریشه از طریق آوند آبکش (۱۱) و رسیدن سدیم به برگ‌ها جلوگیری می‌کنند. بررسی‌های انجام شده بر روی گیاه راسیکا ناپوس<sup>۴</sup> نشان داد که در شرایط افزایش غلظت نمک در محیط رشد با اصلاح سیستم جذب پتاسیم و افزودن ذخیره پتاسیم در ریشه‌ها می‌توان از کاهش بیوماس گیاه که در نتیجه افزایش شوری ایجاد می‌شود،

جلوگیری و سمیت سدیم را بر طرف نمود (۱۳). تجمع بیشتر پتاسیم در برگ‌ها ممکن است به حفظ تورژسانس آن کمک نماید اما از آن جایی که با افزایش سدیم سطوح مناسب پتاسیم در برگ‌ها تامین نمی‌شود، سنتز پروتئین و فعالیت آنزیم‌ها که از وظایف اختصاصی این عنصر می‌باشد دچار اختلال می‌شود. بنابراین حفظ سطوح مناسب پتاسیم در سیتوپلاسم و همچنین نسبت‌های سدیم به پتاسیم در سلول برای عملکرد طبیعی گیاه در شرایط شوری ضروری می‌باشد (۵).

### پتاسیم و تنش خشکی

بیشترین فاکتور محدود کننده عملکرد محصول در مناطق خشک و نیمه خشک، مقدار رطوبت خاک قابل دسترس گیاهان در طی فصل رشد می‌باشد. رطوبت خاک جذب پتاسیم توسط گیاهان را با تاثیر بر سرعت رشد ریشه و سرعت پخش پتاسیم در خاک به سمت ریشه، تحت تاثیر قرار می‌دهد. از آن جایی که پتاسیم بر فعال سازی آنزیم، سنتز پروتئین و فتوسنتز گیاهان موثر است، کاربرد پتاسیم سرعت فتوسنتز، رشد و عملکرد را در گیاهان تحت تنش خشکی افزایش و مقاومت به خشکی را افزایش می‌دهد (۱۹). گیاهان تغذیه شده با پتاسیم دارای قابلیت آبی برگ و قابلیت تورژسانس بیشتر و قابلیت اسمزی کمتری در مقایسه با گیاهانی که پتاسیم دریافت نکرده‌اند و



# آب مغناطیسی، اصول و فواید

علیرضا کیانی - عضو هیات علمی مرکز تحقیقات  
کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان  
عطیه عرب - دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی  
اصفهان

## مقدمه

به طور کلی مدیریت‌های سنتی برای کاهش خطرپذیری ناشی از کمبود آب در بخش کشاورزی، مدیریت تقاضا و تنها بر اساس توسعه ذخایر منابع آبی بوده، که البته منجر به مسایل مختلف زیست محیطی به دلیل تغییر چرخه هیدرولوژی، به وجود آورده است. به طوری که امروز بیشتر کشورها به اوج بهره برداری از منابع آبی خود دست یافتند و عمده آب‌های قابل دسترس را استخراج نمودند. طبیعی است که در این شرایط هزینه استحصال آب هر روز بیش از پیش گرانتر شده و به طور عملی غیر اقتصادی است. در این شرایط بخش کشاورزی مجبور به رقابت با بخش‌های دیگر برای ارزش تولید به ازای هر واحد آب مصرفی می‌باشد. مناطق خشک و نیمه خشک جهان تقریباً ۴۴/۷ میلیون کیلومتر مربع را شامل می‌شوند و تقریباً ۳۹ درصد آن یعنی ۱۷/۴ میلیون کیلومتر مربع مناطق نیمه خشک به حساب می‌آیند. حدود یک سوم خشکی‌های جهان کمبود بارندگی دارند و حدود نصف این مقدار (یعنی ۱۲ درصد کره زمین) به شدت خشک هستند. این مناطق بارندگی کمتر از ۲۵۰ میلیمتر و تبخیر بیش از ۱۰۰۰ میلیمتر دارند. مناطقی که بارندگی آن‌ها بیش از تبخیر آن‌هاست حدود ۹ درصد سطح کره زمین را می‌پوشانند. ارتباط و

همبستگی متفاوتی بین میزان آب و تولید گیاهان وجود دارد. در نهایت انسان باید بتواند رطوبت را در خاک ذخیره کند و یا آب‌های سطحی را کنترل نماید [۱]. خشکسالی یک رویداد یا واقعه اقلیمی است که خصوصیات آن بستگی به مدت و استمرار و شدت و وسعت منطقه تحت تاثیر و تسلط آن دارد که می‌تواند کوتاه و کمتر زیانبخش یا طولانی، شدید و کشنده باشد. به طور خلاصه خشکسالی اکولوژیک و کشاورزی، یعنی ناکافی بودن رطوبت برای رشد کافی محصول. خشکسالی علت اصلی کاهش یا تغییرات سالانه محصولات کشاورزی در سراسر جهان است [۷].

شرایط طبیعی در زمین به گونهای است که به طور معمول خشکسالی‌ها تا حدودی از دوره‌ها، از نظم خاصی برخوردارند. همانطور که مشهود است دوره‌های خشکسالی حدود ۱۱-۱۰ ساله و ۳۰ ساله و حتی یک قرن هم وجود دارد که مناطق مختلف جهان تحت تاثیر آن‌ها قرار می‌گیرند. علل و عوامل خشکسالی به طور کامل شناخته شده نیست. از این رو انسان هم قادر نیست از وقوع آن جلوگیری کند. اما اغلب عواملی چون لکه‌های خورشیدی، جریان‌های آبی و همچنین افزایش مقدار دی‌اکسید کربن در جو کره زمین را در پیدایش خشکسالی موثر می‌دانند [۱۲].



14. Mckersie, B.D. and Leshem, Y.Y. 1994. Stress and stress coping in cultivated plants. pp. 181-193. Kluwer Acad. Publ., Dordrecht.

15. Melis, M. and Farina, M.P.W. 1984. Potassium effects on stalk strength, premature death and lodging of maize (*zea mays* L.). South African Journal of Plant Soil 1(4): 122-124.

16. Mulder, E.G. 1954. Effect of mineral nutrition on lodging of cereals. Plant Soil 5: 245-306.

17. Roberts S. and Mc-Dole, R.E. 1985. Potassium nutrition of potatoes. In: Munson, R.D(ed.). Potassium in agriculture. ASA, Madison, WI.

18. Sen Gupta, A., Berkowitz, G.A. and Pier, P.A. 1989. Maintenance of photosynthesis at low leaf water potential in wheat. Plant Physiology 89: 1358-1365.

19. Sharma, S.R. and Kolte, S.J. 1994. Effect of soil-applied NPK fertilizers on severity of black spot disease (*Alternaria brassicae*) and yield of oilseed rape. Plant and Soil 167: 313-320.

20. Termaat, A. and Munus, R. 1986. Use of concentrated macronutrient solutions to separate osmotic from NaCl-specific effects on plant growth. Australian Journal of Plant Physiology 13: 509-522.

21. Vaithilingam, C. and Balasubramanian, M. 1976. Effect of potash on sclerenchyma thickness and silica content in rice. Indian Potash Journal 1:17-23.

22. Welch L.F. and Flannery, R.L. 1985. Potassium nutrition of corn. In: Munson, R.D., (Ed.). Potassium in agriculture. ASA, Madison, WI.

- 1- ATP
- 2- Rb<sup>86</sup>
- 3- Vascular bundles
- 4- *Rassica napus*
- 5- Dehydration

## منابع:

1. Abney, T.S. and Foley, D.C. 1971. Influence of nutrition on stalk rot development of *Zea mays*. Phytopathology 61: 1125-1129.

2. Boatwright, G.O., Ferguson, H. and Sims J.R. 1976. Soil temperature around the crown node influences early growth, nutrient uptake and nutrient translocation of spring wheat. Agronomy Journal 68: 227-231.

3. Botella, M.A., Martinez, V., Pardines, J. and Cerda, A. 1997. Salinity induced potassium deficiency in maize plants. Journal of Plant Physiology 150: 200-205.

4. Campbell C.M. 1964. Influence of seed formation of corn on accumulation of vegetative dry matter and stalk strength. Crop Science 4: 31-34.

5. Chow, W.S., Marylin, C.B. and Anderson, J.M. 1990. Growth and photosynthetic responses of spinach to salinity: Implications of K<sup>+</sup> nutrition for salt tolerance. Australian Journal of Plant Physiology 17: 563-578.

6. Cramer G.R., Lauchli, A. and Epstein, E. 1987. Influx of Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> and Ca<sup>2+</sup> into roots of salt-stressed cotton seedlings. Plant Physiology 83: 510-516.

7. Datta, S.K. and Mikkelsen, D.S. 1985. Potassium nutrition of rice. In: Munson, R.D., ed. Potassium in agriculture. ASA, Madison, WI.

8. Gething, P.A. 1990. Potassium and water relationships. In: Potash facts. IPI, Bern.

9. Hakerlerker, H., Oktay, M., Eryuce, N. and Yagmur, B. 1997. Effect of potassium sources on the chilling tolerance of some vegetable seedling grown in hotbeds. pp. 353-359. In: Proc. of Regional Workshop of IPI, held at Bornova, Izmir, Turkey. IPI, Basel.

10. Haque, m.z. 1988. Effect of nitrogen, phosphorus and potassium on spikelet sterility induced by low temperature at the reproductive stage of rice. Plant and Soil 109: 31-36.

11. Jacoby, B. 1979. Sodium recirculation and loss from *Phaseolus vulgaris* L. Annals Botanica 43: 741-744.

12. Khurana, G.P. and Bhaya, G.P. 1990. Effect of potash on wheat irrigated with nitrate waters. Indian Journal of Agronomy 35: 429-431.

13. Lefebvre, D.D. 1989. Increased potassium absorption confers resistance to group IA cations in rubidium-selected suspension cells of *Brassica napus*. Plant Physiology 91: 1460-1466.

منظور رفع مواد ترسیب شده، هم توانایی فسادپذیری مواد را افزایش می دهد و هم آب و مواد انتقال یافته به وسیله اسید در منابع آب زیرزمینی آلودگی ایجاد می کند. اما با استفاده از آب مغناطیسی به دلیل حذف شست و شو با اسید، آلودگی فوق نیز مرتفع می شود.

### فن آوری مغناطیسی به منظور اصلاح آب

اثر مغناطیس روی آب به طور اتفاقی توسط دانشمندان روسی مشاهده شد. حرکت آب در داخل لوله ها باعث رسوب املاح روی جدار لوله ها گشته، ضمن کاهش سطح مقطع لوله ها و افزایش افت انرژی، عبور آب داخل لوله ها را مختل می کند. آن ها دریافتند که آب مغناطیس شده جرم داخل لوله ها را پاک و از رسوب مجدد روی جدار لوله ها جلوگیری می کند. بنابراین مشاهده شده که با اعمال انرژی مغناطیسی می توان آب ساده را به مایعی با اثرات شیمیایی خاص تبدیل کرد، به طوری که خواص فیزیکی آب مغناطیسی شده از جمله دما، وزن مخصوص، کشش سطحی، ویسکوزیته و قابلیت هدایت الکتریکی آن تغییر می یابد. کاهش کشش سطحی آب، قدرت حلالیت آن را افزایش داده و درجه سختی را کاهش می دهد و با کاهش سختی، اکسیژن محلول افزایش می یابد [۳].

هرگاه آب در معرض میدان مغناطیسی گذاشته شود خصوصیات آن تغییر می یابد. به منظور تشخیص تاثیر میدان مغناطیسی بر روی ساختار میکروسکوپی و خصوصیات ماکروسکوپی آب، تغییرات آن در اثر اشعه مادون قرمز، ماوراء بنفش و اشعه ایکس در مقایسه با آب خالص بررسی شد. نتایج نشان داد که میدان مغناطیسی خارجی اعمال شده زاویه تماس آب را کاهش و درجه شناوری مواد جامد را افزایش میدهد بنابراین نیروی کشش سطحی آب بعد از مغناطیس کردن کاهش می یابد. آن ها همچنین بیان کردند که ویسکوزیته هر دو آب خالص و مغناطیس شده ثابت نیستند و در عین حال با کاهش شدت میدان مغناطیسی و زمان آن ویسکوزیته آب افزایش می یابد [۱۵]. گذراندن آب از میدان مغناطیس آهنربای دائمی، باعث تغییر بسیاری از خواص آب از قبیل چگالی، توانایی حل نمک ها، سرعت ته نشینی ذرات جامد در آن می گردد [۸].

یکی از تغییراتی که در آب مغناطیسی ایجاد می شود نحوه آرایش بارهای الکتریکی مولکول های آب می باشد. از آنجا که به طور طبیعی بین نیروهای خالص مولکول های آب اختلاف کمی وجود دارد، مولکول های آب به صورت کاملا تصادفی قرار دارند. در آب های موجود و در دمای محیط، بیش از ۷۰ درصد مولکول های آب به صورت نامنظم قرار گرفته و بارهای مثبت و منفی آن ها در جایگاه طبیعی خود قرار ندارند. پس از عبور آب از میان میدان مغناطیسی و با تغییر فیزیکی صورت گرفته، با نزدیک شدن منبع مغناطیسی به آب، بارهای مثبت و منفی مولکول های آب مرتب شده و پیوند هیدروژنی بین اکسیژن و هیدروژن با زاویه ۱۰۴/۵ درجه، به صورت خطی در می آید (شکل شماره ۱). در نتیجه بار الکتریکی مولکول های آب نسبت به آب معمولی متفاوت بوده و مولکول های آب کوچکتر گردیده و آب نرمتری تولید می شود. مولکول های آب دیگر درگیر با یونها نبوده، آب روانتر شده و خاصیت ترشوندگی آن بیشتر می شود [۱۳].

کاهش لزوجت و کوچکتر شدن مولکول های آب، امکان نفوذ آب را از روزنه های برگ فراهم کرده و در سیستم های آبیاری بارانی مدت زمان آبیاری کاهش می یابد. رسوب گذاری آنها یکی از مشکلات مهمی است که از آب با سختی بالا استفاده می کند. رسوب گذاری از ته نشینی نمک هایی که حلالیت کمی در آب دارند مانند کربنات کلسیم بر روی سطوح مستعد حاصل

می شود. وقتی آب از میان القاگر سیم پیچ می گذرد، مولکول های آب و یون های کلسیم القا می شوند. مولکول های القا شده آب، یون های کلسیم را تله انداخته و از تشکیل کربنات کلسیم جلوگیری می کند. همچنین آب القا شده می تواند باعث تجزیه رسوب موجود حاضر شود [۶].

یکی از اصلترین عوامل وجود املاح کربنات کلسیم در آبهای سخت، وجود مقدار فراوان گاز کربنیک در هواست. با عبور قطرات باران از میان جو، پدیده بارانهای اسیدی رخ میدهد که این روند با صنعتی شدن جوامع بشری رو به فزونی است. با جاری شدن آبهای اسیدی در میان سنگهای معدنی مقدار زیادی از املاح فوق در آن ها حل شده و آبهای سخت را تشکیل میدهد. زمانیکه آبهای سخت وارد سیستم های صنعتی یا مصارف خانگی و کشاورزی میشود، در اثر سه عامل مهم، سختی آن ها تبدیل به رسوب میشود. این سه عامل عبارتند از دمای آب، اسیدی و یا قلیایی بودن آب و فشار آب [۶].

### عملکرد سیستم مغناطیس

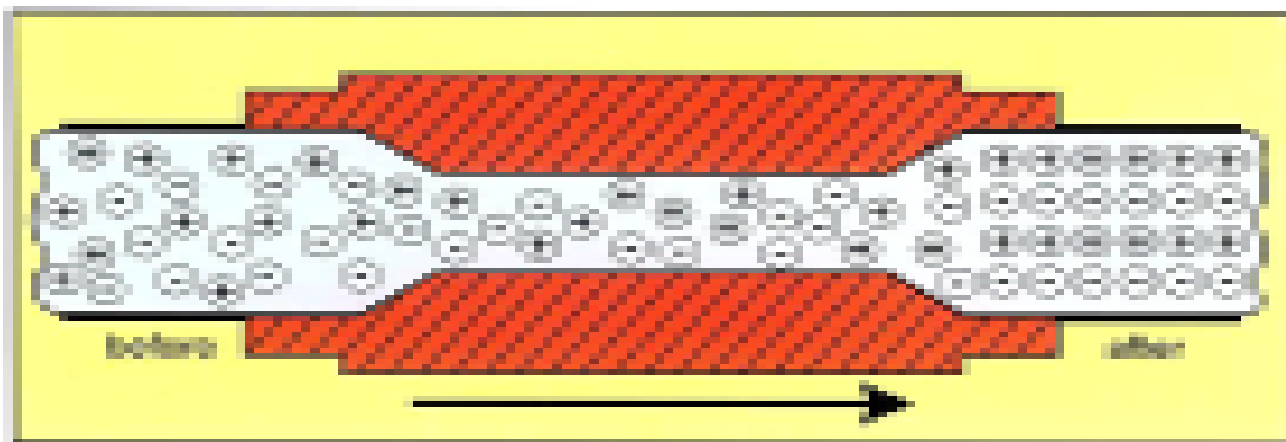
تغییرات مشاهده شده با استفاده از این دستگاه ها، به وجود آمدن دانه های کریستال به صورت مجزا است که در داخل توده سیال باقی می ماند و یا این که به جای چسبیدن به سطوح و ایجاد یک لایه رسوب سخت در سطوح به صورت یک لایه لجنی باقی می ماند و یا از سیستم عبور می کنند. پارسیگلا و کنز نشان داده اند که در غلظت های پایین کلسیم، رابطه غلظت کلسیم و سرعت رشد کلسیت درجه اول است و در غلظت های زیاد این رابطه به صورت درجه دو است [۱۶]. با یک مثال ساده می توان اثر مغناطیس در آب را شرح داد. آب معمولی دارای نیروی خالص منفی است. فرض کنیم این نیرو معادل ۳۰۰ میلی ولت (mv) باشد، در مقابل، یک لوله آهنی از نظر الکتریکی خنثی (صفر میلی ولت) است. در اثر این اختلاف قابلیت (۳۰۰- v)، آهن بر مواد معدنی در آب موثر واقع می شود و این عمل منجر به رسوب و جرم مواد در داخل لوله می گردد. اگر در این مثال کلسیم و منیزیم به ترتیب دارای قابلیت خالص ۳۵۰- و ۴۰۰- میلی ولت باشند در نتیجه می توان نوشت: ۳۵۰- - ۴۰۰- = ۳۰۰- v در این شرایط با ایجاد میدان مغناطیسی با قطب مثبت آن و انرژی در حدود ۳۱۰+ میلی ولت معادله بالا به صورت زیر نوشته خواهد شد:

$$H_2O = -300mv \text{ (قل)} + 310mv \text{ (با ایجاد مغناطیس)} = 10mv$$

$$Ca = -350mv + 310mv = -40mv \text{ و } Mg = -400mv + 310mv = -90mv$$

بنابراین رابطه ۶۰- - ۱۰- v « » « » فرآیند تبدیل آب معمولی به آب مغناطیسی را به وضوح نشان می دهد. در واقع آب مغناطیسی چیزی به آب اضافه یا کم نمی کند. در حالت معمولی اگر ۱۰۰ گرم کلسیم وارد آب در یک لوله گردد ۸۰ گرم کلسیم از آن خارج می شود. در صورتی که اگر از آب مغناطیسی استفاده گردد همه ۱۰۰ گرم کلسیم از آن خارج می شود.

زمانی که گیاه با آب سخت و بدون اثر مغناطیس آبیاری شود، لایه ای سفید و سخت از بی کربنات کلسیم و کربنات ها روی سطح خاک تشکیل می شود و تنها بخشی از بی کربنات های کلسیم توسط آب شسته شده و در خاک نفوذ کرده و سپس روی ریشه گیاه نشست می کند. در نتیجه گیاه مجبور است برای ادامه زندگی خود ریشه های اضافی تولید کند که این روند رشد طبیعی گیاه را به خاطر صرف انرژی اضافی مختل می کند. به دلیل افزایش مولکول های آب در واحد حجم بر اثر مغناطیسی شدن آب، بر حلالیت آن اضافه شده و در نتیجه توانایی آب برای جذب کاتیون ها و آنیون ها افزایش می یابد و مقدار بیشتری از نمک ها به ویژه بی کربنات ها توسط گیاه جذب می شوند [۹]. در این شرایط حرکت املاح به سمت لایه سطحی خاک و



شکل ۱: تصویر فرضی مکانیسم دستگاه

شکل ۱: تصویر فرضی مکانیسم دستگاه

منیزیم و گاهی نیز سدیم میباشد. درجه سختی زیاد آب، به محتوای کاتیونی آن از نوع کلسیم و منیزیم در ترکیب با کربنات و بیکربنات و سولفات بستگی دارد. ساده ترین ارزیابی آن بر مبنای غلظت معادل کربنات کلسیم استوار است [۱۱]. هنگامی که آب باران یا آب های سطحی با سنگ ها و صخره های حاوی کربنات ها مانند گچ و سنگ آهک تماس پیدا می کند، فرسایش شیمیایی اتفاق می افتد. می توان گفت که بیش از ۵۰ درصد کربنات ها و بی کربنات های موجود در آب های روان، از این فرسایش شیمیایی حاصل می شوند. در جاهایی که سنگها و صخره های کربناتی کم هستند، کربنات های موجود در آب از دیاکسید کربن موجود در خاک و اتمسفر به وجود می آیند. بیشتر اوقات غلظت کربنات کلسیم موجود در آب های روان کمتر از ۱۵ میلی گرم در لیتر است ولی در مناطقی که سنگ های حاوی کربنات ها زیاد هستند غلظت کلسیم به ۳۰ تا ۱۰۰ میلی گرم در لیتر هم میرسد. کربنات ها و بی کربنات ها نمک هایی هستند که از اسید کربنیک بدست می آیند. مقدار نسبی کربنات ها و بی کربنات ها و اسید کربنیک موجود در آب به pH بستگی دارد [۵]. سختی آب به خصوص در هنگام استفاده از روش آبیاری تحت فشار و در مخازن فلزی و لوله های انتقال دهنده اهمیت پیدا می کند به طوریکه با افزایش سختی، مقدار رسوب در مسیر انتقال و بر روی برگ (لکه های کلسیمی)، افزایش یافته و معضل خوردگی و زنگ زدگی در اتصالات فلزی ظاهر می شود.

با آبیاری مغناطیسی بدون اضافه کردن اسید، مواد شیمیایی و سمی به آب، حتی رسوبات قبلی زایل شده و از تشکیل رسوب جدید پیشگیری می شود. همچنین به مرور خاک پوک و نرم شده و از ایجاد کلوخه ممانعت می شود و با فعال شدن املاح خاک، مصرف کود نیز نصف خواهد شد. آب آبیاری پاستوریزه شده، از بیماری های گیاهی (قارچی، باکتریایی و ویروسی) پیشگیری کرده و سم کمتری نیاز خواهد بود. گیاه شاداب تر، سبزتر و سالمتر بوده و در مقابل آفات بهتر مقاومت خواهد کرد و با کاهش هزینه های تولید و افزایش عملکرد، سوددهی بیشتر میگردد [۱۰]. به طور معمول شست و شوی مکرر با اسید به

با توجه به محدودیت منابع آبی در کشور و سهم غالب بخش کشاورزی در استفاده از این منابع، صرفه جویی در این بخش و استفاده از روش های مناسب جهت بالا بردن کارایی مصرف آب امری ضروری و حیاتی است. افزایش راندمان آبیاری یکی از راههای صرفه جویی در مصرف آب است. با اعمال مدیریت صحیح و بکارگیری فناوری پیشرفته از طریق حفظ و ذخیره رطوبت، افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک و بهبود نفوذپذیری آب در خاک، میتوان بازده مصرف آب در کشاورزی را بالا برد [۲]. در حال حاضر آب شیرین به عنوان یک کالای اقتصادی، نقش اساسی را در تولیدات کشاورزی، صنعتی و تامین نیازهای بهداشتی و شرب در سطح جهان ایفا می کند. در کشور ما در بخش کشاورزی به عنوان محور توسعه، سرمایه گذاری های متنابهی بکار گرفته شده تا تمامی قابلیت منابع آب قابل استحصال کشور در چرخه تولید وارد شود بنابراین در این راستا مدیریت موثر عرضه و تقاضا و مصرف آب برای افزایش بهره وری از این منابع قابل دسترس، نقش کلیدی خواهد داشت [۹]. امروزه یکی از مباحث مهم در مدیریت منابع آب، حفظ پایداری این منابع میباشد. سیستم های منابع آبی پایدار به نحوی طراحی و اجرا می شوند که در مقابل تغییرات مختلف سازگار، قدرتمند و دارای توانایی واکنش باشند [۱۴].

مغناطیس پدیده ای است که قادر است با تغییر خواص آب به نفع استفاده موثر تر از آب در بخش کشاورزی عمل نماید. تغییراتی شامل افزایش حلالیت آب و کاهش کشش سطحی آن منجر به افزایش کارایی آب به منظور سهولت در جذب به وسیله گیاه، افزایش کارایی مصرف کود به طوری که کود بیشتری در اختیار گیاه قرار می گیرد و همچنین کاهش مقدار تبخیر به دلیل نفوذ بیشتر در خاک می شود.

### اهمیت آبیاری مغناطیسی

آب های زیرزمینی به ویژه آب چاه های کم عمق، مقدار قابل ملاحظه ای بی کربنات محلول دارند که به طور معمول از نوع بی کربنات های کلسیم و

## منابع:

- ۱- حیدری شریف آباد، حسین. گیاه خشکی و خشکسالی. موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع. ۲۰۰ صفحه.
- ۲- کریمی، احمد. بررسی تاثیر ماده اصلاحی ایگتا روی برخی خصوصیات فیزیکی خاک و رشد گیاه، دانشگاه تهران، دانشکده کشاورزی، گروه خاک شناسی، پایاننامه کارشناسی ارشد، خرداد ۱۳۷۳.
- ۳- کیانی، علیرضا، ۱۳۸۶، آب مغناطیسی پدیده‌های نو در ارتقاء بهره‌وری آب. ماهنامه علمی تخصصی کشاورزی زیتون، ۱: ۱۸۳-۹.
- 4- Carbonell, M. V., J.E.Diaz, M. Florez, A.Lopez-Pintor and J.M. Amaya (2002). Influence of magnetic water treatment on evaporation of water. Application on agriculture environment.
- 5- Chapman D(Ed.), Water Quality Assessments, A Guide to Use of Biota, sediments & water in Environmental Monitoring. Chapman Hall, Uk, 1992.
- 6-Darvil M., Magnetic Water Treatment, Wat. Waste Treat. July, 40, 1993.
- 7- Gate, D. M.: climate change and its biological consequences sinauer Associate. Inc. Publishers Sunderland, Massachusetts 1993
- 8- <http://daneshnameh.roshd.ir/mavara/mavara-index.php>
9. <http://www.patentstorm.us/patents/5009791/fulltext.html>
10. <http://www.sabaparsian.com/modules/smartsection/item.php>
- 11- <http://www.salsabeel.ir>
12. <http://www.whollywater.com/Crop.Booster.htm>
- 13- King, J. w. Solar radiation changes and weather . Nature 1973.14- Life Streams International Mfg. Co. [Iwww.whollywater.com./The magnetizer and water.htm](http://www.whollywater.com/The magnetizer and water.htm)
- 15- Pang Xiao-feng ,Deng Bo (2008) The changes of macroscopic features and microscopic structure of water under influence of magnetic field. Physical B 403(2008) 3571-3577
- 16- Loucks,D.P., stakhiv, E.Z. and Martin, L.R. (2000). sustainable water resource management. Journal of Water resources Planning and management, 43-47.
- 17- Parsieglia K. I., & Katz J. L., Calcite growth inhibition by copper (II) I. Effect of Super saturation., J. Cryst. Growth 200(1-2): 213-226, 1999.
- 18- Pillaya, A.E., J.R. Williamsa, M.O. El Mardib, S.M. Hassana, A. Al-Hamdi.2005. Boron and the alternate-bearing phenomenon in the date palm (Phoenix dactylifera). Journal of Arid Environments 62: 199-207.

با آب مغناطیسی و آب معمولی مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که در هر دو نوع خاک، بیشترین اختلاف تبخیر از خاک بین دو تیمار آب مغناطیسی و آب معمولی به هنگام استفاده از آب شور مشاهده شد. پنجمین روز پس از آبیاری در خاک رسی آبیاری شده با آب مقطر، آب شهر و آب شور مغناطیسی (۰/۰۲۶ مول از محلول سدیم کلراید) میزان تبخیر از خاک به ترتیب در حدود ۱/۴، ۴/۶ و ۱۰/۲ درصد کمتر از تیمار کنترل بود [۴].

یکی از محدودیت‌های اصلی تولید در ایران، کمبود آب بوده و مهمترین مزیت پالایش مغناطیسی آب، ارتقا شاخص کارایی مصرف آب می باشد. در بخش قابل ملاحظه ای از اراضی، آب آبیاری عامل اصلی بقا گیاهان و عملکرد آن‌ها محسوب می شود. حدود ۱۶ درصد از کل زمین‌های زیر کشت زراعی در جهان، معادل ۲۵۰ میلیون هکتار به صورت فاریاب اداره می شود و از این اراضی حدود ۴۱ درصد محصولات کشاورزی بدست می‌آید. با گرم شدن زمین و افزایش نیاز آبی گیاهان و تداوم خشکسالی‌ها روز به روز از سطح زیر کشت مزارع فاریاب کاسته شده و خطر بیابان زدایی تشدید می شود [۱۸].

تصفیه فیزیکی آب منجر به افزایش شدید حلالیت آب شده و کشش سطحی و لزوجت آب کاهش یافته و آب روانتر و نرمتر میشود. آب مغناطیسی سریعتر در خاک فرو رفته و کمتر تبخیر می شود. به خصوص در آب و خاک شور میزان تبخیر ۱۰ درصد کمتر اتفاق می‌افتد. در ضمن با زودرسی محصول در آبیاری صرفه جویی شده و در طول فصل نیز در هر بار آبیاری تنها به خیس کردن خاک اکتفا کرده و از ایجاد رواناب خود داری می شود. بنابراین با افزایش کمیت و نیز کاهش مصرف آب در ارتقا میزان این شاخص بهبودی حاصل می‌شود [۱۰].

## نتیجه گیری

از مزیت‌های مهم کاربرد آب مغناطیسی در کشاورزی، اصلاح خاک با کمترین میزان استفاده از مواد شیمیایی و اسیدی و هزینه کمتر می باشد. نفوذپذیری آب در خاک به شدت افزوده شده و میزان تبخیر (تلفات آب) به خصوص در خاک‌های شور و نیز سمیت یون‌های خاص در نتیجه تغلیظ آب کاسته می شود. آبیاری مغناطیسی دوست محیط زیست بوده و با اصلاح آبهای شرب و کشاورزی و صنعتی و ته نشین سازی ذرات معلق، کدورت آب‌ها را زایل نموده و به سهولت استاندارد این گونه آب‌ها و نیز پساب‌های خانگی و صنعتی را تامین می نماید. با اصلاح و پالایش آب، خاک نیز اصلاح شده و امکان تنوع کشت و تناوب زراعی و بهبود ساختار خاک فراهم خواهد شد. به روش آبیاری مغناطیسی میزان زهاب به کمتر از نصف قبل کاهش می‌یابد. زیرا با افزایش نفوذپذیری و کاهش تبخیر و ماندابی و پدیده مویبندی، حد آستانه مقاومت گیاه به شوری افزایش یافته و در حین آبیاری، شوری خاک سطحی به زیر منطقه ریشه هدایت می شود و محل اعمال حیاتی گیاه نخواهد بود.





می‌شود و در نتیجه در تقسیم سلولی در مناطق رشد گیاه تسریع به عمل آورده و باعث رشد سریع تر گیاه می‌شود.

به دلیل تغییرات فیزیکی و شیمیایی آب آبیاری، کاربرد آب مغناطیسی تحت آبیاری اهمیت زیادی دارد. گیاهان برای رشد مطلوب نیاز به جذب موادغذایی از خاک در فرآیند فتوسنتز دارند. عمده مواد غذایی موجود در خاک توسط گیاهان استفاده نمی‌شوند. هنگام آبیاری گیاهان با آب معمولی مقدار کمی از عناصر غذایی در آب حل میشوند، در نتیجه به همین نسبت برای گیاهان قابل دسترس خواهند بود. زمانی که گیاه با آب سخت و بدون اثر مغناطیس آبیاری شود، لایه ای سفید و سخت از بی‌کربنات کلسیم و کربنات‌ها روی سطح خاک تشکیل می‌شود و تنها بخشی از بی‌کربنات‌های کلسیمی توسط آب شسته شده و در خاک نفوذ می‌کند و سپس روی ریشه گیاه نشست می‌کند. به دلیل افزایش مولکول‌های آب در واحد حجم بر اثر مغناطیسی شدن آب، بر حلالیت آن اضافه شده و در نتیجه توانایی آب برای جذب کاتیون‌ها و آنیون‌ها افزایش می‌یابد و مقدار بیشتری از نمک‌ها به خصوص بی‌کربنات‌ها توسط گیاه جذب می‌شوند. در این شرایط حرکت املاح به سمت لایه سطحی خاک و همچنین تجمع نمک‌ها در اطراف ریشه به دلیل خنثی شدن بار الکتریکی نمک‌ها کاهش می‌یابد. با افزایش جذب املاح معدنی، نمک‌های مفید و عناصر موجود در آب و خاک، می‌توان کود کمتری مصرف نمود. ضمن این‌که به دلیل کوچکتر شدن مولکول‌های آب و افزایش توانایی جذب آن توسط گیاه، کارایی مصرف آب نیز افزایش می‌یابد، در اثر آبیاری با آب مغناطیسی به دلیل نفوذ بیشتر آن در خاک، میزان تبخیر از سطح خاک نسبت به آبیاری با آب معمولی کمتر خواهد بود [۳]. کاربوندل و همکاران در دو خاک رسی و شنی میزان تبخیر از خاک را تحت شرایط آبیاری

همچنین تجمع نمک‌ها در اطراف ریشه به دلیل خنثی شدن بار الکتریکی نمک‌ها کاهش می‌یابد.

### اثر آب مغناطیسی بر کارایی مصرف آب و کود

با تغییر شکل املاح از حالت یونی به مولکول، مانند آن است که آب خالص تر و نرم‌تر شده و گیاه با تعدیل قابلیت اسمزی با نیروی کمتری قادر به جذب آب بوده و سریعتر قادر به رفع تشنگی خود خواهد بود. در ضمن انحلال کود در آن به نحو کاملتر صورت گرفته و دیگر املاح بر روی خاک یا ریشه‌ها رسوب نکرده و در مصرف کود می‌توان صرفه جویی نمود. با مصرف کمتر کودهای شیمیایی، معضل شور شدن خاک‌ها نیز برطرف می‌گردد. در ضمن نیازی به آبخویی سالانه نبوده و در حین کشت، شیرین کردن اراضی به مرور حتی با آبیاری با آب لبشور مقدور می‌باشد. در صورت استفاده از آب آبیاری با کیفیت نامطلوب، یک عامل محدود کننده آزادی عمل در انتخاب نوع کشت و سیستم آبیاری به شمار می‌رود و در صورت اصلاح نشدن آن پیش از آبیاری، موجب سفتی، شوری و کلوخ شدن خاک و نیز شورزایی و یا شور و قلیای شدن خاک خواهد شد. به دلیل کاهش کشش سطحی آب در اثر فرآیند مغناطیسی کردن آب، ماندگاری آب در سطح صاف و نازک برگ گیاهان اندک بوده و سریع‌تر جاری می‌شود. این عمل به خصوص در روش آبیاری بارانی باعث افزایش کارایی مصرف آب می‌گردد. کشش سطحی آب یک پدیده بسیار مهم برای زندگی موجودات از جمله گیاهان محسوب می‌شود. حرکت آب در آوندها و در سلول گیاهان تحت تاثیر این عامل قرار می‌گیرد. بنابراین تعجب‌آور نخواهد بود در اثر آبیاری مغناطیسی الگوی رشد گیاهان تغییر نماید. با کاهش کشش سطحی، آب به سادگی وارد دیواره سلولی

ایتالیایی:

amara, Radicchio buono, Cicorea salvatica, Cicoria-C.

فارسی:

کاسنی

عربی:

شکوریه، سرس

## ۲- مشخصات ظاهری

گیاه علفی، خودرو، چندساله، به ارتفاع ۰.۵ تا ۱.۵ متر (در حالت پرورشی از ۲ متر هم تجاوز می‌کند)، ساقه باریک، استوانه‌ای و دارای انشعابات کم در ناحیه مجاور راس به طوری که در قسمت انتهایی ساقه شاخه‌هایی با حالت فاصله دار از محور اصلی در گیاه دیده می‌شود. برگ‌ها متناوب، پوشیده از تارهای فراوان در اطراف رگ برگ میانی، برگ‌ها در قاعده دراز، منقسم به قطعات عمیق دنداندار و منتهی به یک قسمت انتهایی مثلثی شکل، برگ‌های بالایی کوچکتر، دارای کناره تقریباً ساده و ساقه آغوش. گل‌ها زیبا و آبی رنگ (تیر-شهریور)، به تعداد زیاد و به شکل فاصله‌دار و در طول محور دراز ساقه و انشعابات آن شکفته می‌گردند. بعضی از پایه‌های این گیاه به تناسب شرایط متفاوت زندگی، دارای گل‌های سفید یا گلی هستند. در هر کاپیتول ۱۸ تا ۲۰ گل زبانه‌ای منتهی به ۵ دندان دیده می‌شود که انولوکری سبز رنگ و مرکب از ۲ ردیف برآکنه واقع‌اند. میوه آن فندقه، ۴ سطحی، به نسبت مسطح و منتهی به مجموعه‌ای از فلس‌های بسیار کوچک و به رنگ زرد تا قهوه‌ای با لکه‌های سیاه، گاهی سیاه رنگ به طول ۳-۲ میلی متر، پهنا و ضخامت ۱-۰.۶ میلی متر. از اختصاصات آن این است که ریشه‌ای قوی، با ضخامت ۳-۲ سانتی متر،

درازای ۰.۵ تا ۱ متر و به رنگ قهوه‌ای دارد. ولی اگر قطع شود به رنگ سفید نمایان می‌شود که در داخل این ریشه شیرابه‌ای شیری رنگ یا سفید جریان دارد (زرگری ۱۳۷۶، حجازی ۱۳۷۰ و میرحیدر ۱۳۷۳).

اختصاصات تشریحی- ریشه کاسنی در برش عرضی، اختصاصات زیر را نشان می‌دهد:

لایه‌های چوب پنبه، مرکب از سلولهای مسطح و قرصی شکل که به وضع منظم، به دنبال یکدیگر قرار گرفته‌اند.

پارانشیم پوستی که از سلول‌های ریز و فشرده به هم تشکیل می‌یابد و در داخل آن‌ها انشعابات لاتیسیفرا دیده می‌شود.

عناصر آبکشی مرکب از سلول‌های چند وجهی کوچک که امتداد اشعه مغزی، آن را قطع می‌نماید.

ناحیه چوب، شامل پارانشیم چوبی، آوندهای چوبی متعدد و لاتیسیفرا. لاتیسیفراهای ناحیه چوب عموماً محتوی لاتکسی به رنگ مایل به قهوه‌ای و کاملاً مشخص می‌باشند در حدفاصل ناحیه چوب آبکش، لایه کامبیوم قرار دارد که به خوبی در زیر میکروسکوپ تشخیص داده می‌شود.

در برش طولی ریشه کاسنی مجاری ترش‌حی لاتکس محتوی شیرابه به صورت شبکه‌ای قابل تشخیص است (زرگری ۱۳۷۶).

کاسنی گیاهی است که در نواحی مختلف به صورت یک ساله، دوساله و چندساله می‌روید. از مشخصات آن این است که گل‌هایش در مقابل آفتاب حالت شکفته و باز شده به خود می‌گیرد در حالی که هنگام غروب آفتاب یا موقع شب یا در هوای آلوده یا بارانی گل‌های واقع بر روی کاپیتول، به هم نزدیک می‌شوند و آن را به صورت ناشکفته جلوه می‌دهند (زرگری، ۱۳۷۶-حجازی ۱۳۷۰ و میرحیدر ۱۳۷۳).

# معرفی گیاه دارویی کاسنی

منصوره قوام عربانی - دانشجوی دکتری مرتعداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

## مقدمه

بدون شک استفاده از گیاهان دارویی قدیمی‌ترین شکل درمان با هزاران سال سابقه می‌باشد. بر اساس آمار سازمان بهداشت جهانی حدود ۸۰ درصد از مردم دنیا با ۲۰۰ نوع گونه گیاه دارویی انواع بیماری‌ها را مداوا می‌کنند. کم بودن عوارض جانبی داروهای گیاهی و همچنین گوناگونی ترکیبات موثره آن‌ها سبب شده است تا علی‌رغم حضور داروهایی با منشا شیمیایی، گیاهان دارویی از اهمیت و ویژگی خاصی برخوردار شوند.

طبابت گیاهی در شهرهای صنعتی اروپا در سال‌های ۱۹۸۰ تا ۱۹۸۵ حدود ۸ درصد افزایش یافته است. همچنین از میان ۱/۵۳۲ میلیارد نسخه‌ای که توسط پزشکان آمریکایی نوشته می‌شود حدود ۲۵/۲ درصد آن داروهایی با منشا گیاهی، ۱۳/۳ درصد با منشا میکروبیولوژیک و ۲/۷ درصد با منشا حیوانی است (کراچی و قاسمس آریان ۱۳۸۰).

ایران با برخورداری از سابقه تاریخی درخشان در طب و استعدادهای بالقوه جغرافیایی، اقلیمی (۱۱ اقلیم از ۱۳ اقلیم جهان)، دامنه تغییرات درجه حرارت روزانه (۵۰ درجه سانتی‌گراد)، ۳۰۰ روز آفتابی در سال، شرایط متفاوت اکولوژی و زیست محیطی از نظر تنوع و غنای گونه‌های گیاهی دارای بیش از ۸۵۰۰ گونه گیاهی است که ۱۰ تا ۱۵ درصد آن دارویی هستند (ابراهیمی ۱۳۸۰).

خانواده کاسنی Asteraceae تیره مهمی از گیاهان گلدار یوستره گلبرگ و شامل تقریباً ۹۰۰۰ جنس و متجاوز از ۲۰۰۰۰ گونه است که در تمام نقاط کره زمین حتی در مناطق مختلف یک ناحیه یافت می‌شوند. بیشینه انتشار آن‌ها در نواحی معتدله و سرد کره زمین است. گیاهان دارویی خانواده کاسنی Asteraceae به دلیل انعطاف اکولوژیک بسیار زیاد نسبت به اقلیم‌های

متنوع، ذخایر ژنتیکی مهمی محسوب می‌گردند. در این خانواده گونه *intybus Cichorium* (کاسنی) یکی از گونه‌های با ارزش و دارویی کهن موجود در مراتع ایران است. مصرف کاسنی از قدیم بین ملل مختلف معمول بوده است و تاریخ استفاده از آن به قرون قبل از میلاد مسیح نسبت داده می‌شود.

## چکیده

کاسنی گیاهی علفی، خودرور و چندساله، به ارتفاع ۰.۵ تا ۱.۵ متر دارای گل‌های زیبا و آبی رنگ است که از اختصاصات آن ریشه‌ای قوی با شیرابه‌ای شیرینی رنگ یا سفید است که در زمین‌های به نسبت مرطوب و کم نور کنار جاده‌ها، اماکن بایر و دامنه‌های کم ارتفاع می‌روید. شهرت درمانی آن بیشتر به جهت آن بوده است که عموم مردم آن را، گیاهی مفید برای کبد می‌دانستند. برگ این گیاه دارای گلوکوزید تلخی به نام شیکورین *Chicorine* یا سیکورین *Chichorine* است. کلیه قسمت‌های این گیاه به خصوص ریشه و برگ‌های آن اثر مقوی، مقوی معده، مدر، تصفیه کننده خون، ملین صفرابر و تب بر دارد. گونه *Cichorium intybus* (کاسنی)

## ۱- اسامی

فرانسه:

Chicoree sauge, C. Intybe, Chicore commune

انگلیسی:

Wild succory, Succory, Common Chicory, Chicory

آلمانی:

Zichorienwegwart, Gemeine Weawart, Chicorienwurzel

داده شود، در دفع التهاب و التهابات همراه با خونریزی لثه موثر واقع می‌گردد. در نواحی شمال ایران، با قرار دادن قسمت گوشتدار ریشه کاسنی به مدت ۸ تا ۱۲ ساعت در آب سرد، خیسانده‌ای با طعم تلخ و ناپسند تهیه می‌نمایند که پس از صاف کردن در صبح ناشتا به عنوان داروی کمکی جهت رفع تب مالاریا مورد استفاده قرار می‌دهد (زرگری ۱۳۷۶).

در مطالعه انجام شده در دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان رژیم غذایی حاوی کاسنی در موش‌های صحرایی دیابتی باعث کاهش قند خون شد (خاکساری و همکاران ۱۳۸۰).

## ۸- سایر مصارف

احادیث و روایات فراوانی از ائمه معصوم (ع) در دست است که در آن‌ها به تاثیر گیاه کاسنی در تعیین جنسیت فرزند اشاره گردیده است. در نتایج بررسی فیزیولوژیک اثرات تجویز عصاره آبی برگ کاسنی بر میزان کاتیون‌های سرم خون و نسبت جنسی نوزادان، ضمن تایید موارد موجود در طب اسلامی-ایران دلالت بر این دارد که تجویز عصاره آبی برگ گیاه کاسنی احتمالاً با تغییر نسبت‌های یونی و به تبع آن تغییر الکترولیتی محیط داخلی و ترشحات لوله‌های رحم بر قابلیت پذیرش اسپرم‌های Y دار و یا X دار تخمک اثر گذاشته، نسبت جنسی نوزادان را تغییر می‌دهد (حسین زاده و همکاران ۱۳۷۹).

اگر عصاره آبی یا الکلی گیاه در فرمول خمیر دندان‌ها وارد شود، اثر ضد میکروبی قوی ظاهر می‌کند حتی در این مورد اثر میکروب کشی آن از بعضی از آنتی بیوتیک‌ها بیشتر است. ریشه خشک کاسنی را پس از آن که به صورت پودر درآمد، مانند قهوه و به همان نحو به مصارف تغذیه می‌رساند (زرگری ۱۳۷۶).

مانند Pline و Dioscoride و جالینوس برای آن اثرات درمانی متعددی قابل بوده اند سالاد کاسنی را مقوی معده می‌دانستند شیره گیاه را برای رفع درد چشم و مسمومیت‌ها، به یکدیگر توصیه می‌نموده اند. پرورش کاسنی تدریجاً به علت زیبایی خاصی که گیاه پس از گل دادن پیدا می‌کند، در بعضی باغ‌های سلطنتی معمول گردید و توجه مردم نسبت به آن در قرون وسطی زیاد شد. از این زمان به بعد، چون مردم به صفات درمانی آن پی برده بودند. آن را با صورت یک گیاه داروی مفید و موثر به یکدیگر معرفی می‌کردند و چون ظاهر گیاه طوری است که شناختن آن به سهولت امکان پذیر است از این جهت استفاده از گیاه در طی مدتی کوتاه بین مردم معمول گردیده است و هنوز هم کاسنی شهرت درمانی خود را از دست نداده است و بسیاری از مردم به اثرات درمانی آن اعتقاد زیادی دارند و از آن استفاده می‌کنند.

## منابع

- ۱- امیدبیک، ر. ۱۳۷۶. رهیافت‌های تولید و فرآوری گیاهان دارویی. انتشارات طراحان نشر.
- ۲- حسین زاده، ج. م.، بهنام رسولی و ع. علی اکبر پور. ۱۳۷۹. بررسی فیزیولوژیک اثرات تجویز عصاره آبی برگ کاسنی بر میزان کاتیون‌های سرم خون و نسبت جنسی نوزادان. مجله دانشور، سال ۷، شماره ۲۷، صفحه ۶۴-۵۷.
- ۳- خاکساری، م.، س. ع. سجادی، ف. بهره مند و م. ۱۳۸۰. اثر رژیم غذایی حاوی کاسنی یا لوبیا بر کنترل قند خون در موش صحرایی دیابتی. دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان.
- ۴- رجحان، م. ص. ۱۳۸۲. دارو و درمان گیاهی. انتشارات علوی.
- ۵- زرگری، ع. ۱۳۷۶. گیاهان دارویی، جلد سوم، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۶- شیوعی، ا. ۱۳۷۳. میوه‌ها و گیاهان شفابخش. انتشارات بارید.
- ۷- قهرمان، ا. فلور رنگی ایران. موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع.
- ۸- مصدق، م. آ. دهمید شریف آبادی، پ. نصیری، س. اسماعیلی و ف. نقیبی. ۱۳۸۱. بررسی فیتوشیمیایی دو گیاه کاسنی و کلیوره و سنتجش اثرات ضد میکروبی و ضد قارچی آن‌ها. مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سال ۷، شماره ۲۵.
- ۹- مظفریان، و. ۱۳۷۵. فرهنگ نام‌های گیاهان ایران. نشر فرهنگ معاصر.
- ۱۰- مهرین، م. ۱۳۷۲. خواص میوه‌ها و خوراکی‌ها. انتشارات خشیار.
- ۱۱- میرحیدر، حسین. ۱۳۷۳. معارف گیاهی، دفتر نشر فرهنگ اسلامی.
- ۱۲- نامداری، م. م. مجتبابی و م. سمسار. ۱۳۴۷. دلیله‌های پیوسته گلبرگ. انتشارات دانشگاه تهران.
- ۱۳- یآوری، ن. ۱۳۶۳. اسرار گیاهان. انتشارات علمی و فرهنگی

## ۷- خواص درمانی

کلیه قسمت‌های این گیاه به خصوص ریشه و برگ‌های آن اثر مقوی، مقوی معده، مدر، تصفیه کننده خون، ملین صفرابر و تب بر دارد واز آن به عنوان اشتها آور (در ضعف عمل دستگاه هضم)، درمان قولنج‌های کبدی، زردی، نارسایی اعمال کبد و هیستری، وجود خون در ادرار، آب آوردن انساج، تبهایی مخاطی و بیماری‌های مزمن پوستی در حالات خفیفی، استفاده به عمل می‌آورند.

کاسنی در دفع رسوبات ادراری، عفونت مجاری ادرار، کم خونی و درمان نفرس و روماتیسم اثر معالج دارد.

بررسی‌های محققان هندی نشان داده است که ریشه کاسنی اثر قاطع در دفع ورم التهابی لثه دندان و حتی در مواردی که با خونریزی همراه باشد، اثر نشان می‌دهد و اگر عصاره آبی یا الکلی گیاه بر روی لثه مالیده شود ویا ماساژ



### ۳- پرکنش جغرافیایی

کاسنی در زمین‌های به نسبت مرطوب و کم نور کنار جاده‌ها، اماکن بایر و دامنه‌های کم ارتفاع اغلب نواحی اروپا تا حد سوئد، مناطق غربی و مرکزی آسیا و شمال آفریقا به حالت خودرو می‌روید. در آمریکای شمالی نیز به حالت نیمه وحشی در آمده است.

در ایران در دامنه‌هایی که ارتفاع البرز، راه قزوین به رشت، اطراف رودبار، اطراف تهران، کرج، آذربایجان: ارومیه. گیلان: اطراف رشت، لاهیجان. فارس، بلوچستان، آبادان، نواحی کوهستانی، خراسان: بین بجنورد و مشهد در ۱۵۰۰ متری، بین مشهد و فیماں در ۱۰۰۰ تا ۱۳۰۰ متری ( احمد مامیران) و بسیاری نواحی دیگر ایران می‌روید (زرگری ۱۳۷۶، میرحیدر ۱۳۷۳).

### ۴- روش تکثیر و برداشت

بهترین و مناسب ترین زمین برای این گیاه خاک‌های لیمونی سبک و آهکی که دارای مقدار زیادی مواد آلی و رطوبت کافی هستند، می‌باشد. در خاک‌های هوموسی نیز محصول فراوان حاصل می‌شود ولی اگر این خاک‌ها از نظر فسفر و پتاس ضعیف هستند باید فسفر و پتاس به خاک اضافه گردد. در زمین‌های فاقد مواد آلی باید ازت و فسفر به خاک افزوده گردد. کاسنی محصول آب و هوای خنک و فصل به نسبت سرد است و گرمای شدید نواحی گرمسیر باعث زود بذر دادن آن می‌شود.

تکثیر آن از طریق بذر و در فصل بهار (اغلب اردیبهشت ماه) صورت می‌گیرد. معمولاً قبل از کاشتن، بذر را چند ساعت در آب خیس می‌کنند و پس از بیرون آوردن و باد دادن در خزانه و یا در محل اصلی کشت می‌دهند. چنانچه کشت بذر در خزانه صورت بگیرد، پس از آن که نهال دارای چهار برگ شد آن را به محل اصلی منتقل می‌کنند. در صورتی که بذرها در محل اصلی کاشته شوند، پس از سبز شدن (۲-۱ هفته)، باید بوته‌ها را تنک کرد تا فاصله بین بوته‌ها از هر طرف بین ۱۵ تا ۲۵ سانتی متر و گاهی تا ۴۰ سانتی متر باشد. از برگ آن در تیر و مرداد ماه می‌توان استفاده نمود و ریشه آن در مهر و آبان قابل برداشت می‌باشد. برای تولید دانه پس از بیرون آوردن ریشه‌های آن تعدادی از ریشه‌ها که رشد کافی نموده و قوی و سالم باشند انتخاب و بی درنگ مجدداً در زمینی که قبلاً تهیه و آماده شده و کود داده شده است می‌کارند. این پایه‌ها در بهار رشد نموده و در پاییز سال بعد به دانه می‌نشینند و می‌توان محصول دانه آن را برداشت نمود.

در موقع خارج کردن ریشه کاسنی از زمین باید به این نکته توجه شود که ریشه‌ها در آخر سال اول، از زمین خارج گردد، زیرا در غیر این صورت اگر دیرتر بدست آید، حالت گوشتدار بودن آن از دست می‌رود و سخت و چوبی و غیر قابل استفاده می‌گردد. برگ کاسنی را باید موقعی از ساقه جدا کرد که در مرحله رشد کامل باشد. زیرا در غیر این صورت به نسبتی که زودتر چیده شود، به نمو گیاه زیان وارد می‌آورد (زرگری ۱۳۷۶، میرحیدر ۱۳۷۳).

### ۵- ترکیبات شیمیایی

برگ کاسنی دارای املاحی مانند سولفات‌ها و فسفات‌های سدیم، منیزیم، و پتاسیم و نیترات پتاسیم است. گلوکوزید تلخی به نام شیکورین Chicorine یا شیکورین Chichorine نیز در آن یافت می‌شود.

گل‌های آن همچنین دارای شیکوری تین Chichoriine می‌باشد که ایزومر اسکولین است

شیکوری تین به فرمول  $C_{15}H_{16}O_9$  و به وزن مولکولی ۳۴۰۲۸ است. استخراج آن توسط مرز انجام گرفته و بعداً توسط محققان دیگر سنتز

### ۶- تاریخچه

کاسنی در افسانه‌های اساطیری باستان مربوط به خدای خورشید و در داستان‌های آلمانی به نام‌های "نگهبان راه‌ها"، "غلف خورشیدی" و "یا" دخترک جوان نفرین شده یاد شده است. مصرف کاسنی از قدیم الایام بین ملل مختلف معمول بوده است و تاریخ استفاده از آن به قرون قبل از میلاد مسیح نسبت داده می‌شود. شهرت درمانی آن در این زمان‌ها، بیشتر به جهت آن بوده است که عموم مردم آن را، گیاهی مفید برای کبد می‌دانستند. دانشمندیان

جدول ۶- مقادیر میانگین وزنی معاینه شده شورزی اولیه و نهایی عناصر: فسفر، کلسیم و پتاسیم در آب آبیرویی در استان مختلف شورخ خاک به روش مخابره - منطقه شورزی

عمق نمونه (سانتی متر)	مقدار خاک اول از آبشویی EC3 (dS/m)	مقادیر عناصر در آب آبیرویی (mg/l)								میانگین
		مقادیر عناصر در آب آبیرویی کاربردی - استاندارد (mg/l)								
		Ca	Mg	Na	K	SO4	Cl	NO3	CO3	
0-25	20.79	15.9	13.1	11.0	10.5	8.94	7.9	7.4	5.88	10.11
0-50	22.28	15.4	13.3	11.9	11.6	10.4	9.1	8.5	7.34	10.98
0-75	28.28	16.1	13.8	12.8	12.6	11.0	9.3	8.7	7.73	11.54
0-100	25.85	16.5	14.5	13.5	13.1	11.3	9.4	8.8	8.60	11.92
0-25	24	16.4	14.7	13.8	13.2	11.4	9.5	8.9	8.16	12.06
0-150	22.74	16.3	14.8	13.9	13.2	11.5	9.7	9.0	8.3	12.12
0-175	21.87	16.2	14.8	13.9	13.3	11.5	9.8	9.1	8.36	12.18
0-200	21.25	16.2	14.8	13.9	13.3	11.6	10	9.2	8.38	12.21
میانگین	27.01	16.1	14.2	13.1	12.6	11.0	9.3	8.7	7.77	11.64

جدول ۶- مقادیر میانگین وزنی معاینه شده شورزی اولیه و نهایی عناصر: فسفر، کلسیم، کربن و پتاسیم در آب آبیرویی در استان مختلف شورخ خاک به روش مخابره - منطقه شورزی

عمق نمونه (سانتی متر)	مقدار خاک اول از آبشویی EC3 (dS/m)	مقادیر عناصر در آب آبیرویی (mg/l)								میانگین
		مقادیر عناصر در آب آبیرویی کاربردی - استاندارد (mg/l)								
		Ca	Mg	Na	K	SO4	Cl	NO3	CO3	
0-25	20.79	13.37	9.55	6.54	6.50	6.25	5.55	5.12	5.5	6.93
0-50	22.28	12.74	9.22	9.22	9.15	9.65	9.25	8.55	9.43	9.55
0-75	28.28	13.79	9.22	9.5	9.26	9.72	9.15	9.28	8.28	9.38
0-100	25.85	14.31	9.22	9.25	9.22	9.22	9.22	9.22	8.55	9.22
0-25	24	14.47	9.22	9.25	9.25	9.25	9.25	9.22	8.25	9.22
0-150	22.74	14.54	9.2	9.22	9.22	9.22	9.22	9.22	8.22	9.22
0-175	21.87	14.63	9.22	9.22	9.2	9.22	9.22	9.22	8.22	9.22
0-200	21.25	14.71	9.2	9.22	9.22	9.22	9.22	9.22	8.22	9.22
میانگین	27.01	14.67	9.22	9.22	9.22	9.2	9.22	9.22	8.22	9.22

جدول مقدار فسفر، کلسیم، کربن و پتاسیم در آب آبیرویی در استان مختلف معاینه شده

۱

خاک منطقه مورد نظر براساس طبقه بندی جامع وزارت کشاورزی کشور امریکا (USDA)، لومی رسی (Clay loam) تارسی سیلتی (Clay Silty) و از نظر طبقه بندی Aeric Haplaquepts بوده است. آب کاربردی در این تحقیق از رودخانه شاوور تامین گردید. عمق آب کاربردی در این تحقیق ۲۰۰ سانتی متر بوده است. این آب در آبشویی متناوب در هشت تناوب ۰/۲۵ متری به کار رفته است.

۲- روش ها

برای احداث کرت های مدل آزمایشی از چهار عدد ورق آهنی پیش

با مقایسه دو روش آبشویی در خاک های شور و سدیمی منطقه رودست اصفهان در شرایط آزمایشی تعیین شده، نتیجه شد که روش آبشویی متناوب در آبشویی املاح موثرتر می باشد (۴).

مواد و روش ها

۱- مواد

قطعه زمینی شور و سدیمی در اراضی پروژه در منطقه شاوور استان خوزستان انتخاب گردید. از هشت منطقه و در سه تکرار خاک تهیه و برای انجام آزمایش به آزمایشگاه ارسال گردید.

# مقایسه آبشویی به روش های متناوب و دایم و تلفیق آن ها در منطقه شاوور خوزستان

زهرا معارفی - کارشناس ارشد کشاورزی - خاکشناسی، دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات اهواز  
منصوره پاره کار - استادیار دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات تهران  
ابراهیم پذیرا - استاد دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات تهران

## چکیده:

از دید جهانی کشاورزی آبی اثر مهمی در تهیه غذای مردم دنیا دارد. تخمین زده می شود که نیمی از زمین ها با خطر شور و سدیمی شدن مواجهند. آبشویی از اساسی ترین راه های اصلاح خاک های شور و سدیمی است و به روش های غرقاب دایم و متناوب انجام می گیرد. برای بهینه سازی آبشویی، مصرف آب کمتر و کاهش تلفات آب، یک مدیریت صحیح و دقیق مورد نیاز است. هدف این پژوهش مقایسه روش های غرقاب دایم و متناوب آبشویی و آزمون دوباره فرضیه بالاتر بودن راندمان آبشویی غرقاب متناوب نسبت به دایم است. در این مقاله نتایج آبشویی منطقه شاوور خوزستان به روش های غرقاب دایم و متناوب و هر کدام در سه تکرار ارائه شده است. نرم افزار Curve Expert برای تجزیه و تحلیل رقم های شوری زدایی بر این ارقام برازش داده شد و مدل لگاریتمی با بالاترین ضریب همبستگی برای تعیین عمق آب آبشویی مورد استفاده قرار گرفت. این تحقیق تایید دوباره ای بر بازده بالاتر آبشویی غرقاب متناوب نسبت به دایم می باشد.

واژه های کلیدی: آبشویی املاح، اصلاح خاک های شور و سدیمی

## مقدمه

بهینه سازی آبشویی، مصرف آب کمتر و کاهش تلفات آب، یک مدیریت صحیح و دقیق مورد نیاز است. نتایج تحقیق های صورت گرفته، همواره بیانگر بازده بالاتر آبشویی غرقاب متناوب نسبت به دایم بوده است. در تحقیقی روش آبشویی متناوب دارای راندمان بیشتری نسبت به روش آبشویی غرقاب دایم در شرایط آزمایش مورد نظر اعلام گردید (۸). بررسی اثرات آبشویی متناوب املاح خاک های رسوبی شور و سدیمی خوزستان نتیجه داد که آبشویی متناوب منحصر برای خارج نمودن املاح لایه سطحی خاک در اثر تغییرات میزان مرطوب موثر است (۲).

از دید جهانی، کشاورزی آبی اثر مهمی در تهیه غذای مردم دنیا دارد. در حالی که ۱۵ درصد زمین های کشاورزی دنیا آبی هستند، تقریباً ۴۰-۳۵ درصد کل عرضه غذا و فیبر از کشاورزی آبی حاصل می شود. اگر چه آمار جهانی دقیقی در دست نیست، اما تخمین زده می شود که نیمی از این زمین ها با خطر شور و سدیمی شدن مواجهند (۲۵۰ میلیون هکتار). آبشویی املاح از اساسی ترین راه های اصلاح خاک های شور و سدیمی است و به روش های غرقاب دایم و یا متناوب انجام می گیرد. برای

جدول ۱- رابطه بین مقادیر مختلف عمق آب آیشویی و درصد املح باقی مانده و شسته شده آیشویی مطابق منطقه شاورور

میانگین	انتهای مختلف بهرج خاک-Deq-سانتی متر								میزان املح اولیه	عمق آب آیشویی (Dd/cm)
	۴-۰-۰-۰	۷-۰-۰-۰	۹-۰-۰-۰	۱۵-۰-۰	۲۰-۰-۰-۰	۲۵-۰-۰	۳۰-۰-۰	۳۵-۰-۰		
۱۰۰	۲۹.۲۹	۲۹.۷۹	۳۰.۰۲	۳۰.۲۹	۳۰.۶۹	۳۰.۹۹	۳۱.۲۹	۳۱.۵۹	باقی مانده	۲۹
۱۰۰	۲۰.۷۹	۲۱.۰۹	۲۱.۳۹	۲۱.۶۹	۲۱.۹۹	۲۲.۲۹	۲۲.۵۹	۲۲.۸۹	شسته شده	۲۹
۱۰۰	۲۲.۰۹	۲۲.۳۹	۲۲.۶۹	۲۲.۹۹	۲۳.۲۹	۲۳.۵۹	۲۳.۸۹	۲۴.۱۹	باقی مانده	۳۰
۱۰۰	۲۳.۰۹	۲۳.۳۹	۲۳.۶۹	۲۳.۹۹	۲۴.۲۹	۲۴.۵۹	۲۴.۸۹	۲۵.۱۹	شسته شده	۳۰
۱۰۰	۲۴.۰۹	۲۴.۳۹	۲۴.۶۹	۲۴.۹۹	۲۵.۲۹	۲۵.۵۹	۲۵.۸۹	۲۶.۱۹	باقی مانده	۳۱
۱۰۰	۲۵.۰۹	۲۵.۳۹	۲۵.۶۹	۲۵.۹۹	۲۶.۲۹	۲۶.۵۹	۲۶.۸۹	۲۷.۱۹	شسته شده	۳۱
۱۰۰	۲۶.۰۹	۲۶.۳۹	۲۶.۶۹	۲۶.۹۹	۲۷.۲۹	۲۷.۵۹	۲۷.۸۹	۲۸.۱۹	باقی مانده	۳۲
۱۰۰	۲۷.۰۹	۲۷.۳۹	۲۷.۶۹	۲۷.۹۹	۲۸.۲۹	۲۸.۵۹	۲۸.۸۹	۲۹.۱۹	شسته شده	۳۲
۱۰۰	۲۸.۰۹	۲۸.۳۹	۲۸.۶۹	۲۸.۹۹	۲۹.۲۹	۲۹.۵۹	۲۹.۸۹	۳۰.۱۹	باقی مانده	۳۳
۱۰۰	۲۹.۰۹	۲۹.۳۹	۲۹.۶۹	۲۹.۹۹	۳۰.۲۹	۳۰.۵۹	۳۰.۸۹	۳۱.۱۹	شسته شده	۳۳
۱۰۰	۳۰.۰۹	۳۰.۳۹	۳۰.۶۹	۳۰.۹۹	۳۱.۲۹	۳۱.۵۹	۳۱.۸۹	۳۲.۱۹	باقی مانده	۳۴
۱۰۰	۳۱.۰۹	۳۱.۳۹	۳۱.۶۹	۳۱.۹۹	۳۲.۲۹	۳۲.۵۹	۳۲.۸۹	۳۳.۱۹	شسته شده	۳۴
۱۰۰	۳۲.۰۹	۳۲.۳۹	۳۲.۶۹	۳۲.۹۹	۳۳.۲۹	۳۳.۵۹	۳۳.۸۹	۳۴.۱۹	باقی مانده	۳۵
۱۰۰	۳۳.۰۹	۳۳.۳۹	۳۳.۶۹	۳۳.۹۹	۳۴.۲۹	۳۴.۵۹	۳۴.۸۹	۳۵.۱۹	شسته شده	۳۵
۱۰۰	۳۴.۰۹	۳۴.۳۹	۳۴.۶۹	۳۴.۹۹	۳۵.۲۹	۳۵.۵۹	۳۵.۸۹	۳۶.۱۹	باقی مانده	۳۶
۱۰۰	۳۵.۰۹	۳۵.۳۹	۳۵.۶۹	۳۵.۹۹	۳۶.۲۹	۳۶.۵۹	۳۶.۸۹	۳۷.۱۹	شسته شده	۳۶
۱۰۰	۳۶.۰۹	۳۶.۳۹	۳۶.۶۹	۳۶.۹۹	۳۷.۲۹	۳۷.۵۹	۳۷.۸۹	۳۸.۱۹	باقی مانده	۳۷
۱۰۰	۳۷.۰۹	۳۷.۳۹	۳۷.۶۹	۳۷.۹۹	۳۸.۲۹	۳۸.۵۹	۳۸.۸۹	۳۹.۱۹	شسته شده	۳۷
۱۰۰	۳۸.۰۹	۳۸.۳۹	۳۸.۶۹	۳۸.۹۹	۳۹.۲۹	۳۹.۵۹	۳۹.۸۹	۴۰.۱۹	باقی مانده	۳۸
۱۰۰	۳۹.۰۹	۳۹.۳۹	۳۹.۶۹	۳۹.۹۹	۴۰.۲۹	۴۰.۵۹	۴۰.۸۹	۴۱.۱۹	شسته شده	۳۸
۱۰۰	۴۰.۰۹	۴۰.۳۹	۴۰.۶۹	۴۰.۹۹	۴۱.۲۹	۴۱.۵۹	۴۱.۸۹	۴۲.۱۹	باقی مانده	۳۹
۱۰۰	۴۱.۰۹	۴۱.۳۹	۴۱.۶۹	۴۱.۹۹	۴۲.۲۹	۴۲.۵۹	۴۲.۸۹	۴۳.۱۹	شسته شده	۳۹
۱۰۰	۴۲.۰۹	۴۲.۳۹	۴۲.۶۹	۴۲.۹۹	۴۳.۲۹	۴۳.۵۹	۴۳.۸۹	۴۴.۱۹	باقی مانده	۴۰
۱۰۰	۴۳.۰۹	۴۳.۳۹	۴۳.۶۹	۴۳.۹۹	۴۴.۲۹	۴۴.۵۹	۴۴.۸۹	۴۵.۱۹	شسته شده	۴۰
۱۰۰	۴۴.۰۹	۴۴.۳۹	۴۴.۶۹	۴۴.۹۹	۴۵.۲۹	۴۵.۵۹	۴۵.۸۹	۴۶.۱۹	باقی مانده	۴۱
۱۰۰	۴۵.۰۹	۴۵.۳۹	۴۵.۶۹	۴۵.۹۹	۴۶.۲۹	۴۶.۵۹	۴۶.۸۹	۴۷.۱۹	شسته شده	۴۱
۱۰۰	۴۶.۰۹	۴۶.۳۹	۴۶.۶۹	۴۶.۹۹	۴۷.۲۹	۴۷.۵۹	۴۷.۸۹	۴۸.۱۹	باقی مانده	۴۲
۱۰۰	۴۷.۰۹	۴۷.۳۹	۴۷.۶۹	۴۷.۹۹	۴۸.۲۹	۴۸.۵۹	۴۸.۸۹	۴۹.۱۹	شسته شده	۴۲
۱۰۰	۴۸.۰۹	۴۸.۳۹	۴۸.۶۹	۴۸.۹۹	۴۹.۲۹	۴۹.۵۹	۴۹.۸۹	۵۰.۱۹	باقی مانده	۴۳
۱۰۰	۴۹.۰۹	۴۹.۳۹	۴۹.۶۹	۴۹.۹۹	۵۰.۲۹	۵۰.۵۹	۵۰.۸۹	۵۱.۱۹	شسته شده	۴۳
۱۰۰	۵۰.۰۹	۵۰.۳۹	۵۰.۶۹	۵۰.۹۹	۵۱.۲۹	۵۱.۵۹	۵۱.۸۹	۵۲.۱۹	باقی مانده	۴۴
۱۰۰	۵۱.۰۹	۵۱.۳۹	۵۱.۶۹	۵۱.۹۹	۵۲.۲۹	۵۲.۵۹	۵۲.۸۹	۵۳.۱۹	شسته شده	۴۴
۱۰۰	۵۲.۰۹	۵۲.۳۹	۵۲.۶۹	۵۲.۹۹	۵۳.۲۹	۵۳.۵۹	۵۳.۸۹	۵۴.۱۹	باقی مانده	۴۵
۱۰۰	۵۳.۰۹	۵۳.۳۹	۵۳.۶۹	۵۳.۹۹	۵۴.۲۹	۵۴.۵۹	۵۴.۸۹	۵۵.۱۹	شسته شده	۴۵
۱۰۰	۵۴.۰۹	۵۴.۳۹	۵۴.۶۹	۵۴.۹۹	۵۵.۲۹	۵۵.۵۹	۵۵.۸۹	۵۶.۱۹	باقی مانده	۴۶
۱۰۰	۵۵.۰۹	۵۵.۳۹	۵۵.۶۹	۵۵.۹۹	۵۶.۲۹	۵۶.۵۹	۵۶.۸۹	۵۷.۱۹	شسته شده	۴۶
۱۰۰	۵۶.۰۹	۵۶.۳۹	۵۶.۶۹	۵۶.۹۹	۵۷.۲۹	۵۷.۵۹	۵۷.۸۹	۵۸.۱۹	باقی مانده	۴۷
۱۰۰	۵۷.۰۹	۵۷.۳۹	۵۷.۶۹	۵۷.۹۹	۵۸.۲۹	۵۸.۵۹	۵۸.۸۹	۵۹.۱۹	شسته شده	۴۷
۱۰۰	۵۸.۰۹	۵۸.۳۹	۵۸.۶۹	۵۸.۹۹	۵۹.۲۹	۵۹.۵۹	۵۹.۸۹	۶۰.۱۹	باقی مانده	۴۸
۱۰۰	۵۹.۰۹	۵۹.۳۹	۵۹.۶۹	۵۹.۹۹	۶۰.۲۹	۶۰.۵۹	۶۰.۸۹	۶۱.۱۹	شسته شده	۴۸
۱۰۰	۶۰.۰۹	۶۰.۳۹	۶۰.۶۹	۶۰.۹۹	۶۱.۲۹	۶۱.۵۹	۶۱.۸۹	۶۲.۱۹	باقی مانده	۴۹
۱۰۰	۶۱.۰۹	۶۱.۳۹	۶۱.۶۹	۶۱.۹۹	۶۲.۲۹	۶۲.۵۹	۶۲.۸۹	۶۳.۱۹	شسته شده	۴۹
۱۰۰	۶۲.۰۹	۶۲.۳۹	۶۲.۶۹	۶۲.۹۹	۶۳.۲۹	۶۳.۵۹	۶۳.۸۹	۶۴.۱۹	باقی مانده	۵۰
۱۰۰	۶۳.۰۹	۶۳.۳۹	۶۳.۶۹	۶۳.۹۹	۶۴.۲۹	۶۴.۵۹	۶۴.۸۹	۶۵.۱۹	شسته شده	۵۰
۱۰۰	۶۴.۰۹	۶۴.۳۹	۶۴.۶۹	۶۴.۹۹	۶۵.۲۹	۶۵.۵۹	۶۵.۸۹	۶۶.۱۹	باقی مانده	۵۱
۱۰۰	۶۵.۰۹	۶۵.۳۹	۶۵.۶۹	۶۵.۹۹	۶۶.۲۹	۶۶.۵۹	۶۶.۸۹	۶۷.۱۹	شسته شده	۵۱
۱۰۰	۶۶.۰۹	۶۶.۳۹	۶۶.۶۹	۶۶.۹۹	۶۷.۲۹	۶۷.۵۹	۶۷.۸۹	۶۸.۱۹	باقی مانده	۵۲
۱۰۰	۶۷.۰۹	۶۷.۳۹	۶۷.۶۹	۶۷.۹۹	۶۸.۲۹	۶۸.۵۹	۶۸.۸۹	۶۹.۱۹	شسته شده	۵۲
۱۰۰	۶۸.۰۹	۶۸.۳۹	۶۸.۶۹	۶۸.۹۹	۶۹.۲۹	۶۹.۵۹	۶۹.۸۹	۷۰.۱۹	باقی مانده	۵۳
۱۰۰	۶۹.۰۹	۶۹.۳۹	۶۹.۶۹	۶۹.۹۹	۷۰.۲۹	۷۰.۵۹	۷۰.۸۹	۷۱.۱۹	شسته شده	۵۳
۱۰۰	۷۰.۰۹	۷۰.۳۹	۷۰.۶۹	۷۰.۹۹	۷۱.۲۹	۷۱.۵۹	۷۱.۸۹	۷۲.۱۹	باقی مانده	۵۴
۱۰۰	۷۱.۰۹	۷۱.۳۹	۷۱.۶۹	۷۱.۹۹	۷۲.۲۹	۷۲.۵۹	۷۲.۸۹	۷۳.۱۹	شسته شده	۵۴
۱۰۰	۷۲.۰۹	۷۲.۳۹	۷۲.۶۹	۷۲.۹۹	۷۳.۲۹	۷۳.۵۹	۷۳.۸۹	۷۴.۱۹	باقی مانده	۵۵
۱۰۰	۷۳.۰۹	۷۳.۳۹	۷۳.۶۹	۷۳.۹۹	۷۴.۲۹	۷۴.۵۹	۷۴.۸۹	۷۵.۱۹	شسته شده	۵۵
۱۰۰	۷۴.۰۹	۷۴.۳۹	۷۴.۶۹	۷۴.۹۹	۷۵.۲۹	۷۵.۵۹	۷۵.۸۹	۷۶.۱۹	باقی مانده	۵۶
۱۰۰	۷۵.۰۹	۷۵.۳۹	۷۵.۶۹	۷۵.۹۹	۷۶.۲۹	۷۶.۵۹	۷۶.۸۹	۷۷.۱۹	شسته شده	۵۶
۱۰۰	۷۶.۰۹	۷۶.۳۹	۷۶.۶۹	۷۶.۹۹	۷۷.۲۹	۷۷.۵۹	۷۷.۸۹	۷۸.۱۹	باقی مانده	۵۷
۱۰۰	۷۷.۰۹	۷۷.۳۹	۷۷.۶۹	۷۷.۹۹	۷۸.۲۹	۷۸.۵۹	۷۸.۸۹	۷۹.۱۹	شسته شده	۵۷
۱۰۰	۷۸.۰۹	۷۸.۳۹	۷۸.۶۹	۷۸.۹۹	۷۹.۲۹	۷۹.۵۹	۷۹.۸۹	۸۰.۱۹	باقی مانده	۵۸
۱۰۰	۷۹.۰۹	۷۹.۳۹	۷۹.۶۹	۷۹.۹۹	۸۰.۲۹	۸۰.۵۹	۸۰.۸۹	۸۱.۱۹	شسته شده	۵۸
۱۰۰	۸۰.۰۹	۸۰.۳۹	۸۰.۶۹	۸۰.۹۹	۸۱.۲۹	۸۱.۵۹	۸۱.۸۹	۸۲.۱۹	باقی مانده	۵۹
۱۰۰	۸۱.۰۹	۸۱.۳۹	۸۱.۶۹	۸۱.۹۹	۸۲.۲۹	۸۲.۵۹	۸۲.۸۹	۸۳.۱۹	شسته شده	۵۹
۱۰۰	۸۲.۰۹	۸۲.۳۹	۸۲.۶۹	۸۲.۹۹	۸۳.۲۹	۸۳.۵۹	۸۳.۸۹	۸۴.۱۹	باقی مانده	۶۰
۱۰۰	۸۳.۰۹	۸۳.۳۹	۸۳.۶۹	۸۳.۹۹	۸۴.۲۹	۸۴.۵۹	۸۴.۸۹	۸۵.۱۹	شسته شده	۶۰
۱۰۰	۸۴.۰۹	۸۴.۳۹	۸۴.۶۹	۸۴.۹۹	۸۵.۲۹	۸۵.۵۹	۸۵.۸۹	۸۶.۱۹	باقی مانده	۶۱
۱۰۰	۸۵.۰۹	۸۵.۳۹	۸۵.۶۹	۸۵.۹۹	۸۶.۲۹	۸۶.۵۹	۸۶.۸۹	۸۷.۱۹	شسته شده	۶۱
۱۰۰	۸۶.۰۹	۸۶.۳۹	۸۶.۶۹	۸۶.۹۹	۸۷.۲۹	۸۷.۵۹	۸۷.۸۹	۸۸.۱۹	باقی مانده	۶۲
۱۰۰	۸۷.۰۹	۸۷.۳۹	۸۷.۶۹	۸۷.۹۹	۸۸.۲۹	۸۸.۵۹	۸۸.۸۹	۸۹.۱۹	شسته شده	۶۲
۱۰۰	۸۸.۰۹	۸۸.۳۹	۸۸.۶۹	۸۸.۹۹	۸۹.۲۹	۸۹.۵۹	۸۹.۸۹	۹۰.۱۹	باقی مانده	۶۳
۱۰۰	۸۹.۰۹	۸۹.۳۹	۸۹.۶۹	۸۹.۹۹	۹۰.۲۹	۹۰.۵۹	۹۰.۸۹	۹۱.۱۹	شسته شده	۶۳
۱۰۰	۹۰.۰۹	۹۰.۳۹	۹۰.۶۹	۹۰.۹۹	۹۱.۲۹	۹۱.۵۹	۹۱.۸۹	۹۲.۱۹	باقی مانده	۶۴
۱۰۰	۹۱.۰۹	۹۱.۳۹	۹۱.۶۹	۹۱.۹۹	۹۲.۲۹	۹۲.۵۹	۹۲.۸۹	۹۳.۱۹	شسته شده	۶۴
۱۰۰	۹۲.۰۹	۹۲.۳۹	۹۲.۶۹	۹۲.۹۹	۹۳.۲۹	۹۳.۵۹	۹۳.۸۹	۹۴.۱۹	باقی مانده	۶۵
۱۰۰	۹۳.۰۹	۹۳.۳۹	۹۳.۶۹	۹۳.۹۹	۹۴.۲۹	۹۴.۵۹	۹۴.۸۹	۹۵.۱۹	شسته شده	۶۵
۱۰۰	۹۴.۰۹	۹۴.۳۹	۹۴.۶۹	۹۴.۹۹	۹۵.۲۹	۹۵.۵۹	۹۵.۸۹	۹۶.۱۹	باقی مانده	۶۶
۱۰۰	۹۵.۰۹	۹۵.۳۹	۹۵.۶۹	۹۵.۹۹	۹۶.۲۹	۹۶.۵۹	۹۶.۸۹	۹۷.۱۹	شسته شده	۶۶

جدول ۴- رابطه بین مقادیر مختلف عمق آب آبخویی و درصد املاح باقی مانده و شسته شده- آبخویی دایم-منگله

شاخص

میانگین	انتهای مختلف نیرج Dashed-سانتیمتر								میزان املاح اولیه	مستقل آب کشاورزی (DFI) (cm)
	10cm	20cm	30cm	40cm	50cm	60cm	70cm	80cm		
62.48	76.23	74.44	71.86	68.51	63.87	57.87	47.89	100.1	باقی مانده	20
37.52	23.77	25.56	28.14	31.49	36.13	42.93	52.11	59.99	شسته شده	
55.69	68.83	68.08	65.35	61.6	57.48	48.83	41.26	33.12	باقی مانده	40
44.31	38.17	31.92	34.86	38.4	42.52	51.17	58.74	68.88	شسته شده	
51.3	68.68	63.88	61.32	57.56	52.48	45.38	37.85	27.79	باقی مانده	70
48.7	34.31	36.12	38.88	42.44	47.51	54.42	62.85	72.21	شسته شده	
49.42	62.78	68.95	58.44	53.27	58.71	44.73	36.83	28.51	باقی مانده	100
58.58	37.22	39.05	41.56	44.73	48.28	55.27	63.97	73.49	شسته شده	
42.97	34.96	32.98	30.86	41.63	43.75	39	32.38	22.47	باقی مانده	120
57.83	48.04	47.01	49.34	52.38	56.29	61	67.32	77.53	شسته شده	
38.83	47.08	44.98	42.86	39.82	37.42	33.69	28.38	19.98	باقی مانده	150
62.33	52.94	55.05	57.34	60.18	62.58	66.97	71.82	88.1	شسته شده	
34.89	43.53	41.93	39.97	37.32	34.24	30.76	26.36	18.62	باقی مانده	170
65.91	56.47	58.07	60.85	62.68	65.76	69.24	73.64	81.38	شسته شده	
58.49	38.43	38.22	36.50	33.98	38.98	27.34	22.34	14.78	باقی مانده	200
68.51	68.57	64.78	63.3	66.82	68.08	72.68	77.26	89.22	شسته شده	
48.4	57.84	55.68	53.32	58.21	48.38	40.8	34	25.4	باقی مانده	میانگین
54.6	42.56	44.32	46.88	49.79	53.64	59.2	66	74.6	شسته شده	

جلوگیری به عمل آید.

در آبخویی غرقاب دایم به کرت اول ۲۵ سانتی متر آب، کرت دوم ۵۰ سانتی متر و... و به کرت آخر ۲۰۰ سانتی متر آب اضافه شد. پس از نفوذ آب کاربردی، مانند شرح فوق نمونه برداری از کرت‌ها انجام شد. کلیه نمونه‌های خاک تهیه شده در آزمایشگاه مورد تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی قرار گرفت.

### شوری زدایی

ارقام شوری (هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک) مربوط به قبل، حین و پس از آزمون‌های آبخویی که تهیه گردیده بود، مورد بررسی قرار گرفت و برای عمق‌های ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰، ۱۵۰، ۱۷۵، ۲۰۰ سانتی متری نسبت به محاسبه میانگین وزنی مربوط اقدام گردید. نتایج در جداول ۱ و ۲ نشان داده شده است.

جدول ۳ و ۴، نشانگر آن است که کاربرد ۲۰۰ سانتی متر آب در آبخویی غرقاب دایم، موجب آبخویی ۷۴/۶، ۶۶/۱۰۰، ۵۹/۲، ۵۳/۶۴، ۴۹/۷۹، ۴۶/۶۸، ۴۴/۳۲، ۴۲٪/۵۶ میزان املاح اولیه اعماق مربوطه گردیده است.

در آبخویی غرقاب متناوب، کاربرد ۲۰۰ سانتی متر آب، موجب آبخویی ۷۸/۰۱، ۶۹/۳۰، ۶۲/۲۸، ۵۶/۵۹، ۵۸/۰۰، ۴۸/۷۹، ۴۶/۳۵، ۴۴/۶۵ درصد میزان

ساخته استفاده به عمل آمد که پس از نصب و کوبیده شدن در خاک تشکیل قطعه (کرت) آزمایشی یک متر مربعی را می‌داد در مجموع نه کرت مدل بدین ترتیب ایجاد گردید.

عمق کوبیده شدن اضلاع جانبی هر کرت مدل در نیمرخ خاک ۲۰ سانتی متر بوده است. آبخویی املاح محلول از نیمرخ خاک در این مطالعه به روش‌های غرقاب متناوب و دایم بوده است. در روش آبخویی غرقاب متناوب ابتدا اولین نوبت آب آبخویی به کلیه کرت‌ها اضافه شد و پس از نفوذ آب به خاک و با گذشت زمان معقولی که آب ثقلی از عمق مورد نظر خارج شد، از اولین کرت نمونه برداری به عمل آمد. نمونه‌ها در سه تکرار با تناوب ۰/۲۵ متری برداشت شدند. پس از نمونه برداری، اولین کرت از دور آزمایش حذف گردید. سپس نوبت بعدی آب آبخویی به کرت‌های باقی مانده اضافه شد. پس از نفوذ دومین آب کاربردی، مجدداً از کرت شماره دو به شرح فوق نمونه برداری شد و به همین ترتیب افزودن نوبت‌های بعدی آب آبخویی تا نفوذ آخرین نوبت آب کاربردی به دو کرت باقی مانده ادامه پیدا کرد. پس از برداشت نمونه‌های خاک، حفره‌های ایجاد شده در سطح کرت‌های مدل و تا عمق مربوطه در نیمرخ خاک به وسیله لوله‌های پی‌وی.سی هم قطر متر نمونه برداری از خاک، اشغال و بخش میانی لوله‌های تعبیه شده به وسیله خاک خشک و هم جوار پر و به وسیله پیستونی کوبیده شد تا از نشست و فرار آب از درون لوله‌ها

جدول ۷- ضرایب تلفیق روشهای آبشویی نامبر و مشکاب (مقیاسه شورون)

مقیاسه آب آبشویی کاربردی، مشکاب و اسمبلیهای مربوطه IPW									انواع مختلف توزیع ضاآک مشکابها (D <sub>50</sub> )
200	175	150	125	100	75	50	25	IPW(um)	
8	7	6	5	4	3	2	1	D <sub>50</sub> T15	0-25
0.1	0.14	0.18	0.17	0.2	0.21	0.24	0.33	Y	
4	3.50	3	2.50	2	1.50	1	.50	D <sub>50</sub> T18	0-50
0.18	0.21	0.24	0.27	0.29	0.3	0.33	0.39	Y	
2.07	2.33	2	1.60	1.33	1	.67	.33	D <sub>50</sub> T18	0-75
0.22	0.24	0.29	0.33	0.37	0.38	0.41	0.49	Y	
2	1.75	1.50	1.25	1	.75	.50	.25	D <sub>50</sub> T18	0-100
0.25	0.3	0.35	0.39	0.43	0.45	0.48	0.56	Y	
1.50	1.40	1.20	1	.80	.60	.40	.20	D <sub>50</sub> T15	0-125
0.28	0.31	0.37	0.43	0.48	0.5	0.54	0.61	Y	
1.75	1.17	1	.85	.67	.50	.33	.17	D <sub>50</sub> T18	0-150
0.3	0.33	0.39	0.46	0.51	0.54	0.58	0.65	Y	
1.14	1	.86	.71	.57	.43	.28	.14	D <sub>50</sub> T18	0-175
0.32	0.37	0.41	0.49	0.54	0.57	0.63	0.67	Y	
1	.87	.75	.62	.50	.37	.25	.12	D <sub>50</sub> T18	0-200
0.33	0.37	0.43	0.5	0.57	0.58	0.63	0.7	Y	

در این جدول D<sub>50</sub>, D<sub>90</sub> به ترتیب، مقیاس آب آبشویی کاربردی و مقیاس ضاآک (لایه مورد نظر) است. E<sub>50</sub> نمایانگر میزان شوروی (هدایت الکتریکی، معیاره اشباع ضاآک) همان ضاآک است که پس از آبشویی و رسیدن به شرایط تعادلی حاصل می‌گردد.

جدول ۸- مقایسه ضرایب توزیع و تلفیق آماری و برآزش اسمبلی مختلف به راههای شوروی زامی مورد آزمون به روش آبشویی مشکاب

ردیف	نام مدل		ضرایب تلفیق		راههای روشهای مدل مربوطه		انگلیسی	فارسی	
	a	b	a	b	a	b			
1	0.001	0.041	0.006	-0.163	0.409	0.001	0.041	Logarithmic	لگاریتمی
2	0.001	0.007	0.028	0.081	0.203	0.001	0.007	Inverse	معکوس
3	0.001	0.018	0.031	-0.167	0.387	0.001	0.018	Power	توانی
4	0.001	0.059	0.028	-0.435	0.667	0.001	0.059	Exponential	شماره

جدول ۳- میله‌های لازم جهت تعیین انواع عمل‌های آبخشویی اصلاح- آبخشویی دائمی منطقه شاورز

عمل آب آبخشویی کاربردی، ساخت‌وساز و وسایل‌های مربوطه IZW									انتهای منطقه نوساز مکان ساخت‌وساز IZ
200	175	150	125	100	75	50	25	DW(Cm)	
8	7	6	5	4	3	2	1	Dw(D5)	0-25
.38	.34	.30	.26	.23	.20	.17	.14	Y	
4	3.50	3	2.50	2	1.50	1	.50	Dw(D5)	0-50
.18	.21	.24	.28	.32	.35	.37	.44	Y	
2.67	2.33	2	1.66	1.33	1	.67	.33	Dw(D5)	0-75
.22	.23	.28	.34	.40	.41	.40	.34	Y	
2	1.75	1.50	1.25	1	.75	.50	.25	Dw(D5)	0-100
.25	.29	.31	.39	.46	.48	.52	.60	Y	
1.60	1.40	1.20	1	.80	.60	.40	.20	Dw(D5)	0-125
.28	.32	.34	.43	.51	.54	.56	.66	Y	
1.33	1.17	1	.83	.67	.50	.33	.17	Dw(D5)	0-150
.30	.34	.37	.46	.54	.57	.62	.69	Y	
1.14	1	.86	.71	.57	.43	.28	.14	Dw(D5)	0-175
.32	.36	.39	.48	.57	.60	.70	.72	Y	
1	.87	.75	.62	.50	.37	.25	.12	Dw(D5)	0-200
.33	.38	.41	.50	.59	.62	.67	.74	Y	

جدول ۴- میله‌های لازم جهت تعیین انواع عمل‌های آبخشویی اصلاح- آبخشویی متناوب منطقه شاورز

عمل آب آبخشویی کاربردی، ساخت‌وساز و وسایل‌های مربوطه IZW									انتهای منطقه نوساز مکان ساخت‌وساز IZ
200	175	150	125	100	75	50	25	DW(Cm)	
8	7	6	5	4	3	2	1	Dw(D5)	0-25
1.1	.94	1.1	1.1	1.6	1.6	1.2	1.2	Y	
4	3.50	3	2.50	2	1.50	1	.50	Dw(D5)	0-50
.18	.22	.24	.26	.27	.28	.29	.35	Y	
2.67	2.33	2	1.66	1.33	1	.67	.33	Dw(D5)	0-75
.22	.27	.31	.33	.34	.38	.37	.48	Y	
2	1.75	1.50	1.25	1	.75	.50	.25	Dw(D5)	0-100
.25	.32	.33	.39	.40	.42	.44	.52	Y	
1.60	1.40	1.20	1	.80	.60	.40	.20	Dw(D5)	0-125
.28	.35	.40	.44	.45	.47	.50	.57	Y	
1.33	1.17	1	.83	.67	.50	.33	.17	Dw(D5)	0-150
.31	.37	.42	.47	.49	.51	.54	.61	Y	
1.14	1	.86	.71	.57	.43	.28	.14	Dw(D5)	0-175
.32	.39	.44	.50	.52	.54	.57	.63	Y	
1	.87	.75	.62	.50	.37	.25	.12	Dw(D5)	0-200
.33	.39	.45	.51	.55	.57	.60	.66	Y	

#### ۴- نتیجه و بحث

استفاده کنیم باعث افزایش هزینه، بدون کاهش چشمگیر املاح می‌گردد. این تحقیق با مقایسه روش‌های آبخشویی غرقاب دائمی و متناوب نشان داد که بازده آبخشویی متناوب بالاتر است. استفاده از مدیریت آبخشویی صحیح و دقیق به منظور حفظ بهره‌وری محصولات و کاهش اثرات نامطلوب محیطی شوری ضروری است.

برای آبخشویی املاح لازم است عمق مورد اصلاح و میزان دقیق آب لازم جهت اصلاح را تعیین و به همان مقدار آب به خاک اضافه کنیم. در غیراین صورت اگر کمتر از عمق مورد اصلاح آب دهیم عمل شست و شو کم است و مشکل شوری را خواهیم داشت و اگر بیشتر از عمق مورد اصلاح

جدول ۹- خلاصه نتایج تجزیه و تحلیل آماری و برآزش معیاری مختلف به روشهای شوری زدایی مورد آزمون به روش

آبشویی باقیم

ردیف	نام مدل		رابطه ریاضی	ضرایب ثابت		آماره های محاسبه شده مدل		
	فارسی	انگلیسی		a	b	ضریب همبستگی	انحراف معیار	سطح معنی دار بودن
1	لگاریتمی	Logaritmik	$Y=a+b \ln X$	.380	-.136	.94	.043	0.001
2	عکوسی	inverse	$Y=a+b/X$	.27	.063	.79	.083	0.001
3	توانی	Power	$Y=aX^b$	.365	-.326	.92	.052	0.001
4	شایی	Exponential	$Y=ae^{bX}$	.590	-.372	.92	.053	0.001

منابع:

7-Bernstein, L.,L.E. Fran cios, and R.A. clark 1974. Intractive effects of salinity and fertility on yields of grain & vegetable. Agronomy J.vol. 66:412-421.ÿ  
 8-Dujaili, M.A. and Ismail, N. 1970. Reclamation, improvement and management of salt affected and water logged soil in iraq. FAO Salinity seminar, Baghdad, iraq. Pp:157 - 193.  
 9-Wim M. Cornelis, Jan Ronsyn, Marc van meirvenne and Roger Harmann, (2001), Enalution of pedatransfer functions for predicting the soil misture retention (urve) soil science society of America.ÿ  
 10-White, R.E, (1987), A transfer function model for the prediction of nitrate leaching approach to modeling nitrate leaching. Soil use and management. 7:85 - 94.ÿ  
 11-Yavada, I.S.P., (1993), salt affected soils and their management with special reference to ultra radish.J.Indian. SOC. Soil Sci, 41:623-629

۱-پذیرا، ابراهیم. ۱۳۶۹ گزارش مطالعات اصلاح و بهسازی خاک و اراضی با تاکید بر موارد فیزیک و شیمیایی خاک‌های شور و قلیا دشت هندیجان - استان خوزستان. تهران. کمیته امور آب وزارت جهاد سازندگی  
 ۲-پذیرا، ابراهیم. ۱۳۶۷. روش علمی آبشویی متناوب خاک‌های رسوبی شور و قلیا منطقه شاهرود- استان خوزستان، موسسه تحقیقات خاک و آب. نشریه ۲۰ سال چهارم  
 ۳-دستور العمل اجرای آزمون‌های آبشویی املاح محلول از نیمرخ خاک‌ها برای اصلاح و بهسازی خام‌های شور و سدیمی در ایران، (۱۳۷۷)، نشریه ۲۱۵ الف. استاندارد مهندسی آب کشور  
 ۴-محمدی، جهانگرد. (۱۳۷۰). مقایسه دو روش آبشویی از خاک‌های شور و قلیا واقع در منطقه رودشت اصفهان. دانشکده کشاورزی. پایان نامه کارشناسی ارشد  
 ۵-وزارت نیرو و شرکت آب منطقه‌ای آذربایجان شرقی و اردبیل، (۱۳۷۵)، مطالعات طرح حوزه آبریز آبی چای، گزارش آزمایشات آبشویی و اصلاح اراضی دشت تبریز.  
 6-Abrol, I.P, yadav, J.S.P. and Massoid, F.I. 1988. salt affected soils and their management. FAO 39. soils Bulletin.

## نحوه اشتراک مجله زیتون

از علاقه‌مندان به اشتراک مجله زیتون خواهشمنداست قسمت زیرین این برگه (یا فتوکپی آن) را پر کرده همراه با اصل رسید بانکی مربوط به واریز حق اشتراک به نشانی مجله ارسال فرمایند.  
 - حق اشتراک: مبلغ ۶۰۰۰۰ ریال (برای اشتراک یک ساله - دانشجویان نیم‌بها)  
 - شماره و نام حساب: ۱۰۸، خزانه‌داری کل دولت نزد بانک مرکزی (قابل پرداخت در تمام شعبه‌های بانک ملی ایران)  
 - نشانی مجله زیتون: تهران - بلوار کشاورز - وزارت جهادکشاورزی - اداره کل روابط عمومی - دفتر مجله زیتون

## برگه اشتراک

نام: ..... نام خانوادگی: .....  
 شغل: ..... تحصیلات: .....  
 اشتراک از شماره: ..... تعداد نسخه‌های مورد درخواست در هر ماه: .....  
 نشانی: استان..... شهرستان..... روستا.....  
 خیابان اصلی..... خیابان فرعی.....  
 شماره..... کدپستی..... تلفن.....