# روش های نوین تغذیه گیاهی باغات

محمود صلحی
عضو هیئت علمی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، سازمان تحقیقات ، آموزش و ترویج کشاورزی و منابع طبیعی

**چکیده**

در ابتدای احداث باغ دربا حفر گوده به ابعاد متفاوت و مصرف مواد اصلاحی و ترکیبات آلی و شیمیایی و زیستی تقویت و بهبود خواص فیزیکی محیط ریشه امکان پذیر است در صورتیکه بعد از کاشت نهال، توده اطراف ریشه به راحتی قابل دستیابی و دستکاری نمی باشد. با اینکه امکان تقویت خاک با عناصر غذایی از راه های مختلف وجود دارد ولی توده خاک اطراف ریشه در اثر تحکیم و تراکم و فشردگی برگشت پذیر نبوده و موجب ایجاد محدودیت های جدی در جذب و توسعه ریشه ایجاد می گردد. تغذیه گیاهی به خصوص در خاک های فشرده دچار مشکل می گردد. در این حالت روش های سنتی برای رفع این مشکل کافی نیست. لذا روش های جدید به کمک تکنولوزی های نوین امکان اصلاح فیزیکی و تغذیه موثر تردرختان را در اختیار می گذارد. روش پخش سطحی، روش چالکود و کانالکود و روش تغذیه برگی(محلول پاشی) روش های مرسوم تغذیه باغات به حساب می اید و روش های کود آبیاری، روش های ایجاد درز و ترک هیدرولیکی، روش های پنوماتیک ایجاد درز و ترک و روش های اولتراسونیک از جمله روش های نوین محسوب می گردد.

واژه های کلیدی: تغذیه گیاهی، باغات، روش های نوین

**مقدمه**

در کشت های زراعی به دلیل اینکه بخشی از سال زمین فاقد پوششس گیاهی است و یا میتوان زمین را به حال آیش در آورد بنابراین تهیه بستر بذر و تغییر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و حتی بیولوژیکی خاک به راحتی امکان پذیر است. با استفاده از ادوات ساده خاک ورزی تا ادوات پیشرفته امکان بهم زدن ساختمان خاک، عملیات خاک ورزی و اضافه نمودن کود های آلی، زیستی و شیمیایی مختلف وجود دارد. در این حالت نه تنها تامین عناصر غذایی مورد نیاز محصولات زراعی وجود دارد بلکه می توان محیط ریشه را از لحاظ فیزیکی و سایر خصوصیات برای فعالیت ریشه بهبود بخشید. در حالیکه در باغات به جز در ابتدای احداث باغ که اغلب با حفر گوده به ابعاد متفاوت و مصرف مواد اصلاحی و ترکیبات آلی و شیمیایی و زیستی قابل تقویت و بهبود خواص فیزیکی محیط ریشه امکان پذیر است بعد از کاشت نهال توده اطراف ریشه به راحتی قابل دستکاری نمی باشد. با اینکه امکان تقویت خاک با عناصر غذایی از راه های مختلف وجود دارد ولی توده خاک اطراف ریشه در اثر تحکیم، تراکم و فشردگی برگشت پذیر نبوده و موجب ایجاد محدودیت های جدی در جذب و توسعه ریشه ایجاد می نماید. برای این منظور روش های سنتی برای رفع این مشکل کافی نیست. لذا روش های جدیدی به کمک تکنولوزی های نوین امکان اصلاح فیزیکی و تغذیه موثر تردرختان را در اختیار می گذارد.

**رو شهای تغذیه گیاهی باغات:**

**الف- روش های مرسوم تغذیه باغات**

**۱-روش پخش سطحی**

در این روش معمولا در سایه انداز درخت در فصلی که درخت در خواب زمستانه است توسط نیروی انسانی و یا ادوات باغی تا عمق شخم بهم خورده می شود و نیاز غذایی به صورت کود های آلی، شیمیایی و گاهگاهی زیستی با خاک مخلوط و مصرف می گردد. با اینکه این روش در تقویت حاصلخیزی خاک و تغذیه درختان موثر واقع می گردد با این همه راندمان این عمل در خاک هایی که دچار تراکم و فسشردگی هستند بالا نیست و در بسیاری از موارد این عملیات جوابگوی نیاز غذایی درختان نمی باشد و با اینکه کشاورزان متحمل هزینه زیادی نیز می گردند ولی نتیجه دلخواه حاصل نمی شود.

**۲-روش چالکود**

روش چالکود نوع خاصی از جایگزینی موضعی کودها می باشد .در این روش نزدیک ریشه درخت چاله هایی حفر شده ، سپس با مخلوط کودهای آلی و شیمیایی پر می شود .محاسن این روش عبارتند از: قدرت تثبیت کنندگی ماده آلی، که چاله توسط آن پر می شود .برای اکثر کودهای شیمیایی، بسیار کمتر از خاک می باشد بنابراین کودهای شیمیایی اضافه شده، بیشتر برای گیاه قابل جذب می باشد.دربرخی از باغ ها، نفوذ پذیری خاک محدود می باشد و آب بخوبی در خاک نفوذ نمی کند .چاله های پر شده با مواد آلی، نفوذآب به داخل خاک را تشدید می کنند. آهک فراوان در خاک مشکل مهمی در رشد و فعالیت ریشه درختان و جذب برخی عناصر از جمله آهن می باشد چاله های پر شده با مواد آلی مکان های فاقد آهک و مکان مناسبی برای ریشه ها می باشد .از آنجا که عناصر کم مصرف به مقدار کمی مورد نیاز گیاه می باشد همین حجم محدود اما مناسب از نظر شرایط جذب عناصر کم مصرف در بسیاری از موارد می تواند مشکل یک درخت را حل کند. سنگینی بافت خاک مشکل دیگری در برخی از باغ ها می باشد چنین خاک هایی پس از آبیاری مدت زمان طولانی تهویه ضعیفی داشته و فاقد اکسیژن کافی برای ریشه ها می باشند .کمی اکسیژن و زیادی دی اکسید کربن و بی کربنات به شدت به ریشه ها صدمه رسانیده و جذب عناصر غذایی را مختل می نمایند. با استفاده از روش چالکود مشکل علف های هرز تا حد زیادی کاهش می یابد .کود دامی که منبع عمده بذر علف های هرز می باشد به صورت توده در چاله قرار گرفته و بذر علف ها محل مناسبی برای رویش ندارند. کودهای شیمیایی غیر متحرک در خاک نیز درصورتیکه بر سطح چاله ها قرار گیرند به راحتی توسط جریان آب به اعماق چاله منتقل شده و در دسترس ریشه درخت قرار می گیرند. از آنجا که درخت یک گیاه دائمی بوده و سالیان دراز در باغ باقی می ماند، به دلایل مختلف، هرسال تراکم ریشه در حوالی منطقه چالکود بیش از پیش افزایش یافته و سطح تماس ریشه با این منطقه غنی از کود افزایش می یابد که بدین ترتیب کارایی مصرف کود افزایش و مقدار مصرف کود در هکتار را می توان کاهش داد.

**محل حفر چاله**

در ابتدا چاله هائی در قسمت انتهایی سایه انداز درختان حفر می شود علت حفر چاله ها در قسمت انتهایی سایه انداز درخت آن است که بیشتر ریشه های جوان و فعال در این منطقه قرار می گیرند و توانایی ریشه های جوان و فعال در جذب آب و عناصر غذایی بیش از ریشه های پیر می باشد .درضمن حفر چاله در چنین مناطقی به ریشه های اصلی و قطور درختان صدمه نمی رساند .محل چاله باید در جایی باشد که آب آبیاری حتماً به طریقی آن را خیس کند.

**تعداد چاله**

در صورتی که تعداد چاله کم باشد، تماس ریشه درختان با مناطق اصلاح شده خاک کم بوده و اثر بخشی روش کامل نیست افزایش تعداد چاله نیز هزینه بر و پر خرج خواهد بود .در مجموع برای درختان میوه بیش از ۱۰ سال ۲ تا ۴ چاله برای هردرخت توصیه می شود در باغ های پرتراکم به جای چالکود از کانال کود استفاده شود .

**قطر و عمق چاله**

در باغ ها حفر چاله با وسایل معمول چون بیل و کلنگ انجام می شود در چنین حالتی قطر چاله ها بین ۳۰ تا ۵۰ سانتی متر خواهد بود . در صورتی که از مته پشت تراکتوری استفاده شود .قطر چاله حدود ۳۵ سانتی متر و عمق بین ۵۰ تا۱۲۰ سانتیمترخواهد بود.

**چگونگی پر کردن چاله ها**

خاک خارج شده از چاله ها بصورت یکنواخت در فاصله بین ردیف های درختان پخش و از بازگرداندن دوباره آن به داخل چاله خودداری کنید .چاله ها را به مخلوطی از ماده آلی) کود دامی یا خاک برگ یا کمپوست زباله (و کود شیمیایی مناسب پر کنید .هنگامی که برای اولین بار چاله ای را پر می کنید بهتر است ابتدا کود دامی مورد نیاز برای پر کردن چاله را با کودهای شیمیایی به خوبی مخلوط نموده و سپس درون چاله بریزید .با لگد کردن کود داخل چاله تا حد زیادی آن را بفشارید و در صورت نشست مجدداً کود دامی اضافه کنید تا هم سطح خاک شود.

**۳- روش کانال کود**

در این گونه باغات به لحاظ اینکه فواصل درختان در روی ردیف بسیار نزدیک به هم می باشد به جای چالکود از کانال کود استفاده می نمائیم که شرح عملیات به این صورت خواهد بود: ابتدا بنابر اصول فنی احداث باغ کانال هایی به عمق ۶۰ الی ۱۲۰ سانتی متر و عرض ۶۰ الی ۱۰۰ سانتی متر با طول دلخواه حفر می شود. کف کانال ها شاخه های خشکیده درختان و ضایعات مزرعه ریخته شده روی آن در ازاء هر متر طول کانال از ۳ تا ۵ کیلوگرم کلش جو و گندم و یا علف های هرز مزرعه ریخته می شود. یک تن ساری کود(گوگرد)و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره روی کلش ها پاشیده می شود زیرا همان طور که می دانیم میکرو ارگانیزم های خاک جهت تجزیه کاه و کلش و تبدیل آن به مواد آلی به ازت نیازمند می باشند. مقدار کود حیوانی مصرفی با عنایت به ابعاد کانال و نوع درخت به میزان ۴۰ تا ۱۲۰ تن در هکتار داده می شود، که می تواند ۳ الی ۴ درصد ماده آلی خاک را افزایش دهد .سپس مخلوطی از کودهای ماکرو شامل ۳۰۰ کیلوگرم کود فسفاته و ۴۰۰ کیلوگرم کود پتاسه همراه با ۴۰۰ تا ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد کشاورزی(ساری کود) داده می شود .در نهایت بر روی کانال پر شده نهر کم عمقی زده می شود و آبیاری ثقلی به صورت غرقابی انجام می گیرد. در صورتیکه مشکل کمبود آهن خیلی شدید باشد افزودن محلول اسید سولفوریک به داخل چاله ها نیز مفید می باشد. (۲۵ میلی لیتر اسید سولفوریک غلیظ را به آرامی به ۲۰ لیتر آب داخل سطل پلاستیکی اضافه کرده ودر داخل چاله بریزید.) (کار با اسید غلیظ بسیار خطرناک بوده و حتماً بایستی تحت نظرمتخصص و با احتیاط کامل انجام شود).

### ۴-محلول پاشی

محلول پاشی روشی تکمیلی برای کاهش مصرف کود است و بیشتر در مواردی که گیاه نیاز فوری به عنصر خاصی داشته و نیز در اوایل بهار که جذب عناصر از خاک به دلیل فعالیت پایین ریشه ها کم است، به کار می رود. همچنین در مواردی که شرایط خاک برای جذب عناصر مناسب نیست (pHبیش از حد بالا یا پایین، رطوبت بیش از حد بالا یا پایین، کمبود تهویه و...) به کار می رود. روشی نسبتاً آسان بوده و زود بازده می باشد. این روش به ویژه در مورد خاک های ایران که آهکی بوده و دارای PHبالا هستند و احتمال کمبود عناصری مثل آهن، روی، منگنز، مس و ... در آنها بالا است، به کار می رود. در طول مرحله زایشی درخت، رقابت بین میوه ها و ریشه ها بر سر جذب مواد غذایی بالا می رود و احتمال اینکه ریشه ها دچار کمبود مواد غذایی شده و از رشدشان کاسته شود، افزایش می یابد. در این مرحله می توان با محلول پاشی درخت از رقابت بین میوه ها و ریشه ها کاسته و از عواقب آن جلوگیری کرد. عوامل مختلفی از جمله نور، دما، رطوبت نسبی، سن و سطح برگ ها، وضعیت تغذیه گیاه، PHمحلول مورد استفاده و سورفکتانت ها در میزان جذب محلول به کار رفته تأثیرگذار هستند. شدت نور پایین، دمای کم و رطوبت نسبی بالا باعث افزایش جذب محلول بکار رفته می شوند و نیز هر چه سن برگ ها پایین تر بوده و سطح آنها بیشتر باشد، میزان جذب افزایش می یابد. در رابطه با وضعیت تغذیه ای گیاه باید گفت که هرچه گیاه از لحاظ تغذیه ای ضعیف تر باشد، جذب عناصر بیشتر و سریعتر خواهد بود. محلول های مختلف در PHهای متفاوت دارای حداکثر جذب هستند. مثلاً بیشترین جذب فسفر در PH۵ تا ۶ و بیشترین جذب کلسیم در PH ۷ است. کاربرد مویان ها (Surfactants) باعث کاهش کشش سطحی آب شده و سطح تماس محلول و سطح برگ ها را افزایش داده و از این طریق به جذب بیشتر محلول کمک می کنند.

## ب-روش های نوین تغذیه باغات

### ۱- کود آبیاری

**مشخصات سیستم کودآبیاری یا Fertigation**

کود آبیاری روشی است که در آن کود مورد نیاز گیاه از طریق آب آبیاری در اختیار آن قرار می‌گیرد. در این روش کود مورد نیاز در مقادیر کافی و در زمان مطلوب برای گیاه تأمین می‌شود. در حالیکه در روش‌های معمول کود پاشی، عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، در فواصل زمانی زیاد (اغلب در سه مرحله) به گیاه داده می‌شود و این عمل باعث می‌شود تا گیاه غذای کافی در بین فواصل زمانی کود پاشی در اختیار نداشته باشد. از طرف دیگر گیاهان در طول دوره رشد خود به مقادیر مختلفی از مواد غذایی نیاز دارند، بنابراین با روش کود آبیاری می‌توان عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را به مقدار مناسب و در هر زمانی که گیاه نیاز دارد تأمین کرد. از نکات مهم دیگر در روش کود آبیاری کاهش مصرف کود، توزیع یکنواخت آن برای گیاه، کاهش هزینه کارگری کود دهی و همچنین افزایش در سرعت جذب مواد غذایی برای گیاه است.

**محل مناسب برای سیستم کودآبیاری**

اجرای سیستم کود آبیاری در صورتی از راندمان بالایی برخوردار خواهد بود که روش آبیاری مزرعه از نوع آبیاری قطره‌ای باشد. تحقیقات نشان می‌دهند استفاده از روش کود آبیاری در آبیاری قطره‌ای نتایج بسیار چشمگیری در افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی دارد.

**روش‌های اجرای سیستم کودآبیاری**

برای اجرای کود آبیاری از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود. از روش‌های متداول استفاده از انژکتور برای مکش کود از مخزن یا حوضچه کود و تزریق آن به شبکه آبیاری تحت فشار است. یکی دیگر از روش‌ها، مکش از حوضچه کود با استفاده از انرژی الکتروپمپ اصلی سیستم است. به این متد روش تی نیز گفته میشود.

**کودهای قابل استفاده درسیستم کود آبیاری**

در این روش نوع کود مورد استفاده بسیار مهم است. به عبارت دیگر برای استفاده از کود در این روش باید کود مورد استفاده دارای ویژگی‌های لازم باشد که مهمترین آن حلالیت کود است. کودهایی که حلالیت بالایی ندارند برای این روش قابل استفاده نخواهند بود. اگرچه برخی از کودهای جامد نیز برای این منظور مناسب هستند ولی بهترین حالت، استفاده از کودهای محلول است. بطورکلی اغلب کودهای ازته از حلالیت خوبی برخوردارند. بعنوان مثال کود اوره به راحتی برای روش کود آبیاری قابل استفاده است. در حالیکه معمولا کودهای فسفره حلالیت بسیار کمتری داشته و برای این منظور مفید نیستند. در مورد کودهای پتاسیمی نیز باید دقت لازم را نمود زیرا فقط تعدادی از آنها مانند کلرید پتاسیم و سولفات پتاسیم در این روش قابل استفاده‌اند. ضمناً روش کود آبیاری برای کودهای میکرو نیز بسیار مناسب است زیرا اغلب کودهای میکرو در شکل‌های محلول در بازار کشاورزی ایران وجود دارد. باید در نظر داشت که در مورد کودهای جامدی که از حلالیت خوبی برخوردارند حتماً باید آنها را ابتدا بطور کامل در حوضچه یا مخزنی حل و سپس برای کود آبیاری وارد شبکه آبیاری قطره‌ای کنیم. همچنین برای جلوگیری از احتمال خطر گرفتگی دریپر یا قطره چکانها توصیه می‌شود تزریق کود به شبکه قبل از سیستم فیلتراسیون صورت گیرد زیرا احتمال وجود ناخالصی در کودهای جامد و یا وجود ذرات ریز کود حل نشده در کودهای جامد زیاد است.

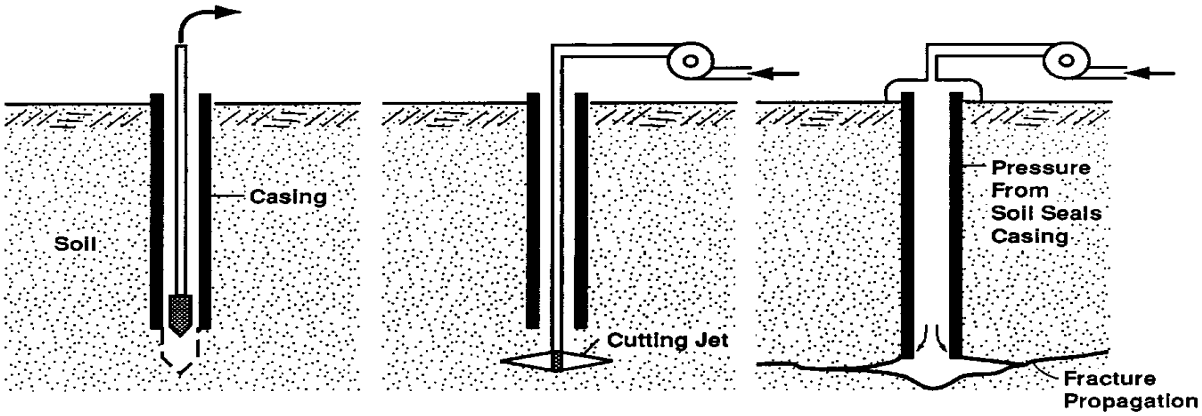
**برنامه ریزی و تنظیم مصرف کود در سیستم کودآبیاری**

پس از انتخاب نوع کود و حل کردن کامل، نوبت به تعیین مدت مصرف آن خواهد رسید. برای این منظور لازم است مدت مورد نظر برای تزریق کود انتخاب شود. در انتخاب مدت زمان، باید زمانی را برای آبیاری بدون تزریق کود برای قبل و بعد از مرحله کود آبیاری در نظر گرفت. علت این امر آنست که تزریق کود در خاک خشک صورت نگیرد و همچنین بعد از ورود محلول کود به خاک با آب آبیاری وارد قسمت توسعه ریشه (در عمق خاک) شود. به این ترتیب آبیاری بدون تزریق کود برای مدتی (حداقل ۲ ساعت) بعد از کود آبیاری باعث شستشوی سیستم شده و احتمال خطر گرفتگی را بسیار کم خواهد کرد.

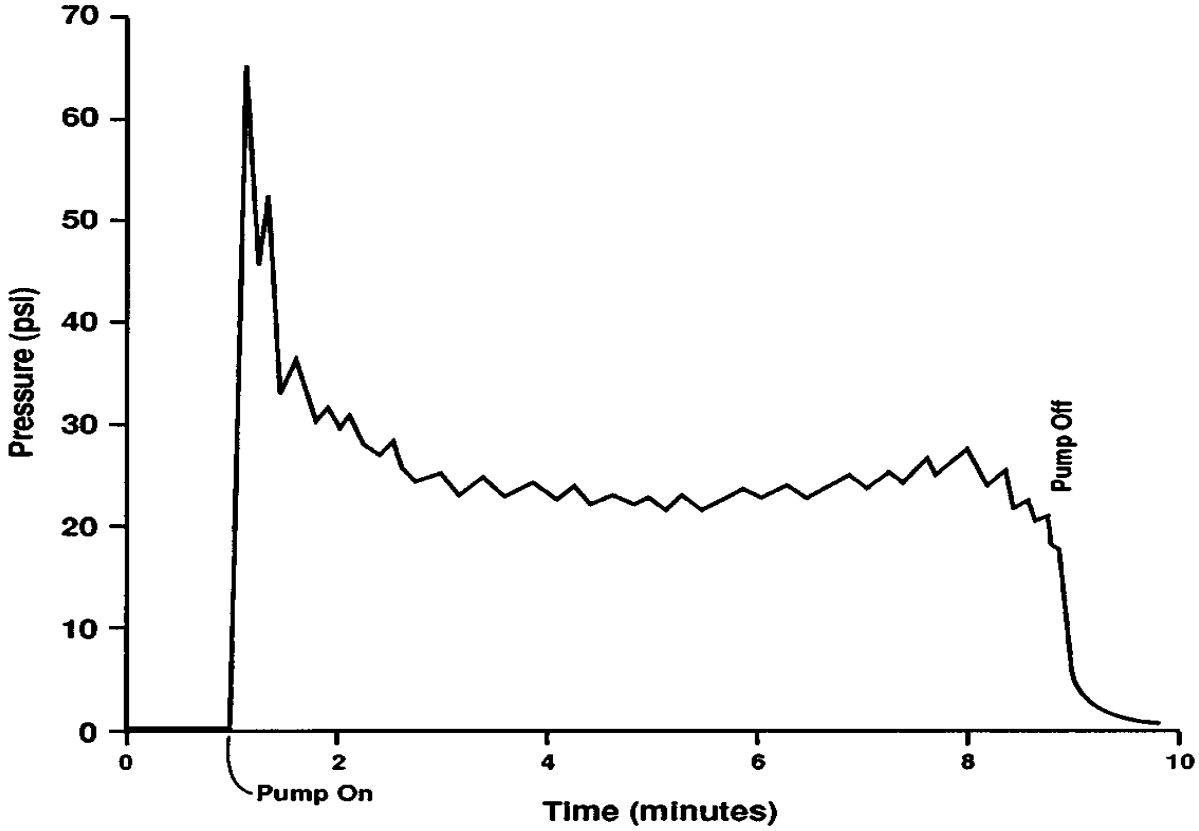
برای روشن تر شدن موضوع فرض کنید اگر برنامه آبیاری ۸ ساعت در نظر گرفته شده، لازم است زمان تزریق کود در شبکه را حدوداً از یک ساعت بعد از شروع آبیاری تا حدود ۲ ساعت قبل از پایان آبیاری در نظر بگیریم (در این مثال مدت کود آبیاری حدود ۵ ساعت خواهد بود). حال پس از تعیین مدت تزریق کود در شبکه آبیاری امکان تعیین مدت و دفعات لازم برای تزریق کل میزان کود در مزرعه بوجود خواهد آمد.

**۲-روش هیدرولیکی به منظور باز نمودن درز و ترک های خاک**

ایجاد درز و ترک هیدرولیکی بیش از ۶۰ سال است که برای باز نمودن خلل و فرج مخازن و تشکیلات نفتی به منظور استحصال باقیمانده نفت بعد از افت فشار اولیه بکار گرفته می شود. در سال های اخیر برای شستشوی مایعات و بخارات الوده نیز به کار گرفته شده است. ایجاد درز و ترک هیدرولیکی عبارتست از تزریق یک مایع با فشار بالا در چاهک هایی که به منظور کاهش تراکم و فشردگی طبیعی خاک حفر می گردد. این عمل به کمک تزریق مایع با فشار بالا در داخل چاهک در محیط ریشه ایجاد می گردد. معمولا یک میله فلزی که به یک مخزن مایع وصل است توسط یک کمپرسور با فشار به درون چاهک تزریق می گردد. به محض اینکه نیروی وارده از یک حد استانه استحکام و مقاومت خاک فراتر رود درز و ترک و شکاف در توده خاک پدیدار می گردد. دستگاهی که این عمل را انجام می دهد شامل یک مخزن مایع،یک کمپرسور و یک مته است که درخاک چاهک ایجاد می کند مایعی که برای باز نمودن خلل و فرج خاک به کار می رود باید اولا از یک لزوجت خاصی بر خوردار باشد که بتواند خلل و فرج خاک را باز نگه دارد و از طرف دیگر قابلیت تجزیه سریع را نیز داشته باشد. مایع معروفی که برای این کار مورد استفاده قرار می گیرد Cross –linlked guar gum نام دارد. این مایع قادر است شن های درشت سیلیکاتی را در درز و ترک های ایجاد شده جایگزین سازد. با توجه به اینکه لزوجت این ماده بالا ست این ژل سیلیکاتی موجب باز نگه داشتن درز و ترک پس از تزریق و کاهش فشار هیدرولیکی می گردد. البته بدیهی است برای تزریق این مواد نیاز به یک پمپ ویژه می باشد. بعد از تزریق، ژل در مدت کوتاهی توسط آنزیم ها تجزیه شده و خلل و فرج باز باقی می ماند.به منظور ایجاد فشار هیدرولیکی در خاک از یک سیستم کیسنگ استفاده می شود. که در وسط آن یک نازل جهت ورود مواد تزریقی تعبیه گردیده است. کیسنگ با چکش و یا فشار ضربات باد داخل خاک می گردد. فشار مورد نیاز ایجاد درز و ترک حدودا کمتر از ۱۰۰ psi برآورد می گردد. برای ایجاد درز و ترک در ۵ فوتی خاک سطح الارض ۶۰ psi فشار نیاز است. با ایجاد درز و شکاف فشار به سرعت افت می کند به منظور ادامه کار، فشاری حدود ۱۵ تا ۳۲ psi مورد نیاز است. که البته میله هر چه به اعماق برود فشار بیشتری مورد نیاز است. روش ایجاد درز و ترک به کمک فشار هیدرولیکی و تغییرات فشار نسبت به زمان اعمال فشار هیدرولیکی به ترتیب در نمودار ۱و ۲ نشان داه شده است




نمودار ۱-روش ایجاد درز و ترک به کمک فشار هیدرولیکی




نمودار ۲-تغییرات فشار نسبت به زمان اعمال فشار هیدرولیکی

**۳-روش پنوماتیک(بادی) برای ایجاد درز و ترک در خاک**

این روش بر اساس تزریق هوا و گاز با فشار بالا درون تشکیلات زمین شناسی استوار شده است. که موجب کاهش مقاومت خاک در محل می گردد. این روش اغلب موجب ایجاد درز و ترک های افقی در خاک می گردد که البته می توان این درز و ترک ها را در اعماق مختلف ایجاد نمود. میزان فشار مورد نیاز این درز و ترک ها بستکی به جنس و مقاومت تشکیلات زیرین خاک و دانسیته خاک(وزن بخش بالایی) دارد. برای توضیح این پدیده یعنی ایجاد درز و ترک ها، فرض بر این است که مواد خاکی شکننده، الاستیک و فشرده هستند. در صورتیکه وزن واحد خاک$D$ ومقاومت برشی خاک$ta$ و فشار اولیه برای ایجاد درز و ترک $pi$ باشد توان نوشت:

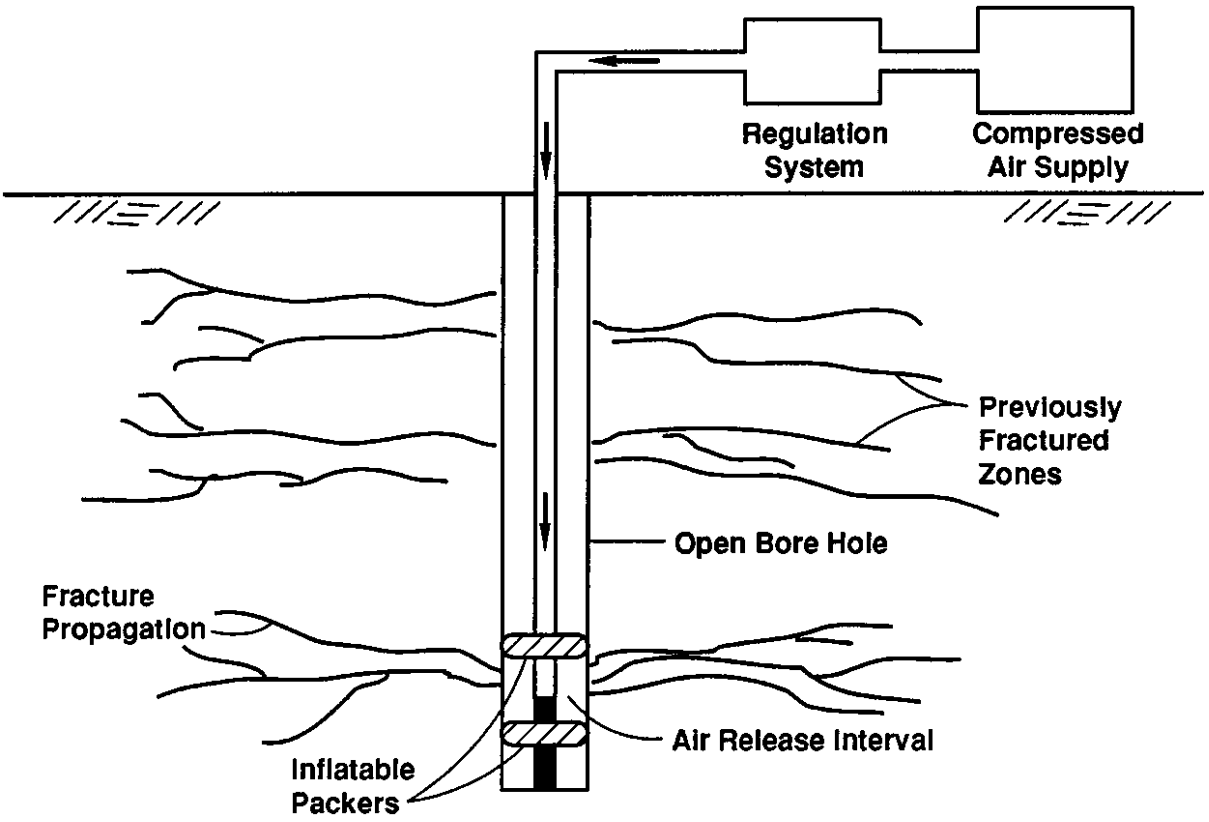
$$P_i=CDZ+t_a+p_0$$

$C$ در این رابطه ضریبی است بین۲ تا ۲/۵

$Z$عمق خاک تا نقطه اعمال فشار

$Pi$فشار هیدرو استاتیکی

به عنوان مثال برای یک خاک رسی و یک بستر شیل در عمق ۲۰ فوتی فشاری معادل به ترتیب $psi$۱۰۰ و ۲۰۰ $psi$ مورد نیاز است. یکی از پارامتر های مهم در تزریق گاز، سرعت تزریق است. سیستم تزریق میتواند یک سیلندر فشار بالا و یا کمپرسور هوا باشد. در کل دو پارامتر در تزریق گاز را میتوان فشار سیستم و دیگری سرعت تزریق به حساب اورد. در یک سیستم تزریق اجزا عبارتند از چاهک،(حفر شده توسط چاهک)، محفظه تزریق، دوصفحه در زیر و بالا برای اعمال تزریق در اعماق مورد نظر ، فشار هوا، یا گاز بالا، جابجا کننده محفظه برای تغییر اعماق مورد عمل. زمان لازم برای تزریق، ۱۵ دقیقه و سرعتی معادل ۱۵ الی ۲۰ درز و ترک در روز در هر عملیات قابل دستیابی است. روش ایجاد درز و ترک به کمک فشار پنوماتیک در نمودار ۳ نشان داده شده است.




نمودار ۳-روش ایجاد درز و ترک به کمک فشار پنوماتیک

**۵-روش های اولترا سونیک**

در این روش از امواج صوتی جهت ایجاد درز و ترک در محیط خاک استفاده می شود. این روش نیز از ابتدا برای پاکسازی آلاینده ها بکار رفته است لیکن امروز به عنوان روشی برای بهبود خواص فیزیکی خاک جهت افزایش پتانسیل حاصلخیزی خاک به کار گرفته می شود. در این روش نیز دستگاه هایی مثل الکترواستاتیک(Electrostatic)، الکترودیتامیک(Electrodynamic)، ماگنتواستیکتیو (Mnetostictive )، پیزوالکتریک(Piezoelectric) و انتقال پنوماتیک(Penumatic) استفاده می گردد. روش اولتراسونیک روشی ساده و سریع است که اغلب برای تعیین خصوصیات خاک های فشرده رسی به کار رفته است . این روشی غیر تخریبی است که می تواند جایگزینی برای روش های موجود در خاک های فشرده به حساب اید. امواج اولتراسونیک امواج قوی با فرکانس بیشتر از ۲۰ کیلو هرتز است که در محیط ریشه و خاک انتشار داده می شود. سرعت امواج را میتوان به ثابت الاستیک و خصوصیات مکانیکی خاک ارتباط داد و البته عمدتا خواص میکروسکوپی ساختمان خاک و محیط را تحت تاثیر قرار داده است.

جمع بندی

همانطور که اشاره شد برای تغذیه گیاهی باغات روش های مختلفی را میتوان به کار گرفت. آنچه می توان گفت بسته به شرایط باید بهترین روش انتخاب و مورد عمل قرار گیرد. روش های انتخابی بستگی به عواملی مثل، نوع گیاه و سیستم ریشه، نوع خاک، مثل بافت، میزان ماده آلی، میزان ماده آهکی، میزان تراکم و فشردگی، میزان رطوبت و سایر پارامتر های موثر مثل پیشرفت علم و بروز تکنیک های نوین دارد.

منابع

American Petroleum Institute, 1995. *Petroleum-Contaminated Low Permeability Soil: Hydrocarbon Distribution Processes, Exposure Pathways and In Situ Remediation Technologies.* Health and Environmental Sciences Dept. Publication No. 4631.

Anderson, D. B., B. M. Peyton, J. L. Liskowitz, C. Fitzgerald, and J. R. Schuring, 1994. "Enhancing In Situ Bioremediation with Pneumatic Fracturing," *In-Situ and On-Site Bioreclamation: The Third InternationalSymposium Proceedings, San Diego, California, April 24 27, 1994,* PNL-SA-24717.

Baker, E. and B. Leach, 1995. "Soil Fracturing Cracks Soil Remediation Barriers," *Environmental Solutions,* March, pp. 26 27.

Frank, U., 1994. "U.S. Environmental Protection Agency's Superfund Innovative Technology Evaluation of Pneumatic Fracturing Extraction", *Journal of Air Waste Management,* 44(10), 1219 23.

Keffer, E. B., J. J. Liskowitz, and C. D. Fitzgerald, 1996. "The Effect of Pneumatic Fracturing When Applied to Ground Water Aquifers," presented at the Sixth West Coast Conference on Contaminated Soil and Ground Water, March.

Leach, B., 1995. "New Tool Fractures Subsurface in One Step, *Soils,* January February.

Mack, J. P. and H. N. Apsan, 1993. "Using Pneumatic Fracturing Extraction to Achieve Regulatory Compliance and Enhance VOC Removal from Low Permeability Formations," Remediation, 3(7), 309 326.

Mackie, M. E. and S. B. Gelb, 1993. "Characterization and Impact of Local Hydrogeologic Conditions at a Chlorinated Solvent DNAPL Site in Central New Jersey," *Journal of Environmental Health,* 56(3), 842-843.

Schuring, J. R., V. Jurka, and P. C. Chan 1992. "Pneumatic Fracturing to Remove VOCs," *Remediation,* Winter 1991/92, 51 68.

Schuring, J. R., P. C. Chan, and T. M. Boland 1995. "Using Pneumatic Fracturing for In-Situ Remediation of Contaminated Sites," *Remediation,* 5 (2), 77 90.

Schuring, J. R. and P. C. Chan 1992. *Removal of Contaminants from the Vadose Zone by Pneumatic Fracturing,* New Jersey Institute of Technology, Newark, PB92-161207, prepared for the U.S. Geological Survey.

Siegrist, R. L., N. E. Korte, M. T. Muck, D. R. Smuin, A. D. Laase, O. R. West, D. T. Davenport, and J. Walker 1995. "Field Evaluation of Subsurface Manipulation by Fracturing, Permeation Dispersal, and Horizontal Well Recirculation Using Unconfined Test Cells," presented at the National Ground Water Association Annual Educational Conference, Indianapolis, October.

Siegrist, R. L. and K. S. Lowe, 1995. *In Situ Remediation of DNAPL Compounds in Low Permeability Media,* an interim report of the American Petroleum Industry and the U.S. Department of Energy (DOE) at the Oak Ridge National Laboratory, TN and Grand Junction, CO.

U.S. DOE, Office of Science and Technology, 1994. *Innovation Investment Area,* a Technology Summary, DOE/EM-0146P.

U.S. DOE, Office of Science and Technology, 1995.*Six-Phase Soil Heating,* an Innovative Technology Summary Report, DOE/EM-0272.

U.S. DOE, Office of Science and Technology, 1996. *In Situ Enhanced Soil Mixing,* an Innovative Technology Summary Report, DOE/EM-0289.

U.S. DOE, Office of Science and Technology, 1996. *In Situ Remediation of DNAPL Compounds in Low Permeability Media: Transport/Fate, Treatment, and Risk Reduction,* a joint project report containing 16 focus papers authored by national experts, in press.

U.S. EPA, 1995. *In Situ Remediation Technology Status Report: Hydraulic and Pneumatic Fracturing,* EPA/542/K-94/005.

U.S. EPA, Office of Research and Development, 1994. *Alternative Methods for Fluid Delivery and Recovery,* EPA/625/R94/003.

U.S. EPA, 1993a, *Hydraulic Fracturing Technology,* an Application Analysis and Technology Evaluation Report, EPA/540/R-93/505.

U.S. EPA, 1993b. *Accutech Pneumatic Fracturing Extraction and Hot Gas Injection, Phase 1,* an Applications Analysis Report, EPA/540/AR-93/509