

بسترهای بدون خاک

(بستر بونسای)



کاری از پویش بونسای

تحقیق و تدوین: بخرد

بونسای بدون برداشت از طبیعت

آیا چالش خاک بونسای در ایران قابل حل می باشد؟

مقاله ای که در پی خواهد آمد حاصل نزدیک به دو سال کار بر روی این مهم می باشد، منابع و مآخذی که از آنها استفاده نمودم مقاله های گراهام پاتر، والتر پال، پایان نامه های که بخشاً در اینترنت بوده، سایت علمی www.researchgate.net (لازمه دسترسی بدین سایت، داشتن ایمیل معتبر دانشگاهی می باشد) و... که سعی می نمایم در هر مورد به منبع اشاره نمایم، و همچنین تجربیات شخصی خود و مطالعه زمانبر و نفس گیر بر روی انواع کانی ها که هر چند برخی به دشواری در ایران قابل دسترس می باشد و در نهایت مقاله مذکور جمع بندی تمامی این موارد می باشد.

فکر می نمایم اولین باری که با واژه زهکشی آشنا شدم حدود ۱۳_۱۲ سالم بود که یکی از کاکتوس های مورد علاقه ام دچار پوسیدگی ریشه شده بود که با راهنمای زنده یاد پدرم متوجه شدم که برای آنکه گیاهان دچار پوسیدگی ریشه نشوند باید در ترکیب خاک از شن و ماسه درشت استفاده شود و بعد ها که علاقمند به گیاهان آپارتمانی شدم از خزه نیز بدین منظور استفاده می نمودم تا به تدریج وارد دنیای بونسای شدم، در ابتدا از همان ترکیب های که قبلاً برای گل و گیاهان استفاده می نمودم برای بونسای استفاده نمودم، با دانلود جلد یک فنون بونسای زنده یاد جان ناکا در حدود سه سال پیش از اینترنت دید نسبتاً تازه ای به خاک بونسای پیدا نمودم در این مقطع در جدول جان ناکا به جای شن و ماسه از پوکه صنعتی لیکا با این باور که چون از خاک رس می باشد دارای cec قابل قبولی می باشد استفاده می نمودم و به همین خاطر خاک را نسبت به جدول جان ناکا کمتر بکار میبرد، اما در عمل متوجه شدم علی رغم زهکشی بالا و رشد خوب ریشه ها این ترکیب دارای cec ضعیفی می باشد، حدود دو سال پیش بود که واقعا به بن بست رسیده بودم می دانستم که به دنبال چه چیزی هستم، بستری با زهکشی عالی، دارای cec بالا، دارای قابلیت احتباس بالای آب و در اختیار گذاشتن تدریجی آب برای ریشه بونسای، قابلیت جا به جای هوا و دفع CO₂ ریشه ها، دارای استحکام و دوام مکفی، و دارای pH مناسب جهت درختی که استفاده می نمایم، دریغ از دستیابی بدین کیمیا. در این مقطع بود که با خود گفتم که این چالش باید برای همیشه حل شود، ابتدا به جمع بندی داشته های موجود پرداختم، نتیجه: پوکه صنعتی لیکا، پوکه معدنی قروه (اسکوریا)، پرلیت دانه درشت، پوست کاج، سفال خرد شده، خزه اسفاگونوم خرد شده (شاید در بعضی موارد) در این بین ورمی کولیت به خاطر نداشتن شرایط لازم حذف گردید، در این بین پوست کاج و خزه زهکشی خوب، cec خوب، قابلیت احتباس آب خصوصاً خزه و داری pH اسیدی می باشند، موارد دیگر دارای زهکشی

خوب مخصوصاً پوکه صنعتی، دارای ph تقریباً خنثی^۱، دارای cec ضعیف تا حدودی قابلیت احتباس آب بوده (۸- ۱۸ درصد) و پرلایت دارای $cec=0$ ضعیف، قابلیت احتباس بالای آب و زهکشی مناسب می باشد. در این مقطع رجعتی دوباره به فرمول خاک والتر پال (گرانول گل پخته شده و ورمی کمپوست دانه درشت) و دو مقاله گراهام پاتر نمودم که قبل از بدست آوردن کتاب جان ناکا در اینترنت مطالعه نموده بودم در آن زمان فرمول والتر پال به نظر دست یافتنی بوداما ورمی کمپوست دانه درشت در بازار ایران موجود نبود، و دومقاله گراهام پاتر علی رغم ارزشمند بودن آنها در شرایط ایران بیشتر شبیه به افسانه می نمود. بعد از بررسی به این نتیجه رسیدم که باید به دنبال کانی های بود که در ایران قابل دسترس بوده و دارای مشخصه های زیر می باشند:

دارای قابلیت احتباس بالای آب و در اختیار گذاشتن تدریجی آب جهت مصرف ریشه بونسای ، دارای cec بالا، دارای ph مناسب با درختان ما، و بلاخره دارای استحکام نسبی لازم و قابلیت گرانول شدن (دانه بندی) برای زهکشی مناسب، در اینجا بود که با ریسرچ نمودن و مطالعه مستمر و وقت گیر در اینترنت کانی های متعددی را جهت مشخص شدن مشخصات فیزیکی و شیمیایی مورد بررسی قرار دادم. از جمله بنتونیت، شابازیت، پامیس، زئولیت، سیپولیت، زغال سنگ، کائولن.....در اینجا لازم است که تذکری را بدهم بسیاری بر این اشتباه بودند و یا هستند که پامیس همان پوکه معدنی قروه (اسکوریا) می باشد در صورتی که پامیس معمولاً به رنگ سفید بوده و دارای سوراخ های فوق العاده ذره بینی ریز بوده و از اسکوریا سبک تر می باشد، اسکوریا (تقریباً همان سنگ پای خودمان) به رنگ سیاه، قهوه ای و قرمز مایل به قهوه ای با حفره های درشت تر می باشد.

در نهایت به جز داشته های قبلی که ذکر گردید، پامیس و زئولیت را که دارای مشخصات ویژه ای می باشند برای ترکیب بستر خاک با ph تقریباً خنثی انتخاب نمودم که در مقاله مذکور به آنها خواهیم پرداخت لازم میدانم که بگویم در استانه زمستان گذشته (۹۷) شدیداً به دنبال موارد مذکور به صورت خورده فروشی بودم تا در تعویض گلدان استفاده نمایم، خوشبختانه امسال موفق به تهیه آنها شده ام، در اینجا لازم به ذکر می باشد که رئوس مطالبی که در مقاله تقدیم میگردد به چهار تن از دوستان منتقل نموده و همچنین پامیس و زئولیت تقدیم شان گردید تا با گلدان گیری نتیجه کار بهتر مشخص گردد. شخصاً از ترکیب ۶۰-۷۰ درصد پامیس و ۳۰-۴۰ درصد زئولیت و خزه خورد شده و ذغال استفاده نموده ام و نتیجه عالی بوده.

این روند تحول تدریجی فکریم برای دستیابی به بستر مناسب بونسای در ایران بود. در اینجا لازم میدانم اشاره نمایم که پیش از این تلاش های ارزشمندی جهت ترجمه مطالبی در زمینه بستر بونسای انجام شده است که به خاطر محدودیت های موجود در ایران راهگشا نبوده است و علاقمندان به بونسای به طور معمول از همان خاک های سنتی استفاده می نمودند. همچنین از همسر گرامیم و دوستان عزیزم که مشوق این حقیر در تهیه این مقاله بوده اند مراتب سپاسگزاری خود را ابراز میدارم. آذر ۹۸ بخرد

بستر بونسای:

این یک واقعیت است که بزرگترین چالش پیش روی بونسائیس‌ت‌های ایرانی مسئله خاک و بستر بونسای می‌باشد، در اروپا و آمریکا و کشورهای آسیای شرقی چون ژاپن به خاطر سابقه طولانی در بونسای و بودن امکانات این چالش را پشت سر گذاشته‌اند، اما در ایران که شاید به سختی بتوان گفت بونسای سابقه تاریخی سی ساله دارد و به خاطر نبود امکانات این چالش همچنان به قوت خود باقی می‌باشد.

آیا امروزه به کار بردن واژه خاک برای بونسای صحیح می‌باشد؟ جواب این سوال منفی می‌باشد، امروزه به جای واژه خاک از واژه بستر (Substrate) باید استفاده نمود چون دیگر از خاک بدان مفهومی که در ذهن همه ما مجسم می‌باشد در بونسای استفاده نمی‌گردد.

در کتاب‌های مختلف که در سالهای قبل تر در ارتباط با بونسای چاپ شده انواع و اقسام فرمول‌های خاک که منشأ تقریباً ارگانیک دارند ذکر گردیده است، زنده یاد جان ناکا که به درستی پدر بونسای نوین نامیده میشود در کتاب معروف خود جدولی برای درختان مختلف تهیه نموده است که در آن از درصد نسبت‌های مختلف رُس، شن، و مالچ استفاده گردیده است. امروزه بستر بونسای از ترکیب انواع مواد معدنی طبیعی و همچنین از موادی که منشأ صنعتی دارند ساخته میشود. در اینجا شاید به ذهن مخاطبین فراوانی این سوال مطرح گردد که چرا این تحول در خاک بونسای به وقوع پیوسته است، جواب این سوال به طور مبسوط در ذیل توضیح داده خواهد شد.

دو فرایند مهم فتوسنتز (Photosynthesis) و تنفس (respiration) برای ادامه حیات گیاهان ضروری میباشد، پدیده فتوسنتز به کمک رنگ دانه‌های کلروفیل و به وسیله انرژی نور خورشید غذای گیاهان را که کربوهیدرات‌ها می‌باشد در یک فرایند پیچیده به وجود می‌آورد، در واقع گیاهان تنها موجودات زنده کره‌خاکی می‌باشند که غذای خود را خودشان تهیه می‌نمایند به عبارتی چرخه حیات بر روی کره زمین وابسته به نور خورشید و پدیده فتوسنتز در گیاهان می‌باشد بدین صورت که گیاهان خود غذای خویشتن را می‌سازند و حیوانات و حشرات گیاه‌خوار از تغذیه گیاهان به حیات خود ادامه داده و حیوانات و حشرات گوشتخوار با خوردن جانوران گیاهخوار به حیات خود ادامه میدهند.

فرایند فتوسنتز مطابق رابطه زیر می‌باشد:

دی اکسید کربن + آب + نور خورشید = کربوهیدرات + اکسیژن + آب

آب و اکسیژن به وجود آمده در طرف دوم رابطه فوق از طریق برگ به هوا رجعت پیدا می‌نماید و کربوهیدرات‌های به وجود آمده در فرایند فتوسنتز از طریق آب جذب شده از زمین به اندام‌های مختلف گیاه انتقال پیدا نموده و در فرایند تنفس (این فرایند عمدتاً در شب رخ میدهد) موجب تولید انرژی جهت تکثیر سلولی و در نتیجه رشد گیاه می‌شود، فرایند تنفس مطابق رابطه زیر می‌باشد:

کربوهیدرات + اکسیژن + آب = انرژی + دی اکسید کربن + آب

حال اگر اکسیژن کافی به ریشه گیاه نرسد مثلاً خاک شدیداً رُسی که از آب اشباع گردیده، فرایند تنفس به صورت غیر هوازی بوده و به شکل رابطه زیر خواهد بود

کربوهیدرات ها + اکسیژن + آب = انرژی + دی اکسید کربن + آب + اتانول (الکل)

البته در این واکنش امکان به وجد آمدن ترکیباتی همچون لاکتیک اسید (لاکتات) و پیرویک اسید (پیرووات) نیز وجود دارد، الکل به وجود آمده در صورت تداوم این سیکل معیوب برای ریشه گیاه کشنده خواهد بود. تا بدینجا دانسته شد که آب و املاح توسط ریشه جذب شده و توسط فرایند فتوسنتز کربوهیدرات ها بوجود آمده و این کربوهیدرات ها صرف سوخت و ساز جهت تکثیر سلولی میگردند و در روند این سوخت و ساز نیاز به وجود اکسیژن کافی برای ریشه های گیاه می باشد، در غیر این صورت ریشه گیاه صدمه دیده و باعث مرگ گیاه میگردد، در زمین طبیعی این پرسه طی میلیون ها سال ادامه داشته بی آنکه برای گیاهان مشکل پیش آید، چالش اصلی وقتی پیش می آید که بونسائیسیت درخت مورد پرورش خویش را در گلدان تخت بکار دگلدانی با سطح وسیع و عمق کم و مقدار محدودی خاک، به راستی چند تن از افرادی که در حال مطالعه این مقاله می باشند درختان خود را در گلدان تخت کاشته اند به ویژه آنهایی که در اقلیم گرم و خشک مبادرت به پرورش بونسای نموده اند؟ در چنین شرایطی مهم بودن بستر مورد استفاده برای پرورش بونسای نمود پیدا می نماید. خاک رس دارای cec قابل قبولی می باشد همچنین قابلیت احتباس نسبتاً خوبی می باشد مشکل آن عدم زهکشی لازم و لذا خطر پوسیدگی ریشه می باشد، اگر خواسته باشیم به اندازه کافی شن و ماسه بدان اضافه نمایم تا زهکشی خاک قابل قبول باشد آنقدر حجم رس کم میشود که دیگر آب ذخیره شده و همچنین عناصر ذخیره شده در آن پاسخگوی نیازهای درخت نخواهد بود و این همان چالش بزرگیست که در پی پاسخ بدان می باشیم، باید چشم ها را شست و با نگاهی نو به دنبال متریبال های جدیدی که پاسخ نیاز ما را بدهد باشیم.

در اینجا سوالی که مطرح میشود این است که آیا میتوان بستر بونسای را به طور مستقل بررسی نمود، جواب این سوال منفی می باشد. بستر بونسای در ارتباط با آبیاری و کودیاری باید مورد بررسی قرار گیرد. برای درک بهتر مسئله باید دید که بستر مناسب دارای چه ویژگی های می باشد:

- ۱_ زهکشی بالا، بستر بونسای باید بخاطر شکل گرانول بودن اجزای آن زهکشی بالایی داشته باشد.
- ۲_ قابلیت بالای احتباس آب (water holding capacity) که به اختصار WHC نشان داده میشود)، گرانول های بستر بونسای باید قادر به ذخیره مکفی آب در درون خویش بوده و قادر به انتقال تدریجی آن به ریشه های درخت باشند.

- ۳_ قابلیت تبادل کاتیونی بالای بستر (cation exchange capacity) تا عناصر مورد نیاز گیاه را ذخیره و به تدریج به ریشه درخت بدهد. (این قابلیت را به طور مخفف CEC میگویند)
- ۴_ دارای ضریب AFP مناسب باشد (Air Filled Porosity هوای موجد در بین گرانول های بستر)

- ۵_ قابلیت تبادل اکسیژن و همچنین دفع منواکسید کربن حاصل از ریشه درختان.

- ۶_ دارای PH مناسب با درخت ما باشد.

- ۷_ به راحتی تجزیه و خورد نشود و مقاوم در مقابل یخبندان زمستانی باشد

- ۸_ در حد امکان با هزینه مناسب تهیه شده، و از لحاظ رنگ و زیبایی در حد امکان چشم نواز باشد.

همانطور که ملاحظه می فرمائید هر چقدر قابلیت احتباس و ذخیره آب بستر مورد نظر بیشتر باشد تعداد دفعات آبیاری کمتر خواهد بود و هر چقدر cec بستر مورد نظر بیشتر باشد به میزان کمتری از کودیاری نیاز خواهیم داشت (در بستری با cec ضعیف کود به راحتی از گلدان دفع می‌گردد)

متریال های موجود در ایران جهت استفاده در بستر بونسای:

قبل از ورود به این بحث لازم است به چند مطلب اشاره گردد، در خارج از ایران متریال های فراوانی چه طبیعی و چه صنعتی برای بستر بونسای استفاده می‌گردد ذکر تمامی آنها تکراری و بی فایده می باشد فقط به چند مورد که لازم به نظر می‌رسد خواهیم پرداخت. آکادما که عبارت است از رُسی که در اثر حرارت آتشفشان ها به صورت گرانول در آمده علی رغم cec نسبتا خوب و قابلیت احتباس آب در متون بسیاری اشاره گردیده که ریشه بونسای در آن نفوذ نموده و ناپایدار و بسیار گران می باشد از جمله والتر پال نظر مناسبی در مورد آن ندارد. والتر پال برای ترکیب بستر بونسای های خود از فرمولی ساده و در عین حال درای کارائی لازم استفاده می نماید.

وی از "لوم پخته و خورد شده به عنوان ماده اصلی بستر بونسای " صحبت می نماید و از ترکیب ۷۰-۸۰ درصد لوم پخته شده و ۲۰-۳۰ درصد پیت ماس درشت دانه استفاده می نماید، نه تنها بونسای بلکه برای گلدان های زینتی و گلدان تراس و حتا گوجه فرنگی، سپس اشاره می نماید به جای لوم پخته شده از متریال های مشابه می‌توانید استفاده کنید و تعدادی را نام میبرد، در ادامه می‌گوید برای استفاده از لوم پخته شده بهتر می‌باشد از خورد شده آن و نه به صورت سالم آن استفاده گردد، و تاکید میکند به سرند نمودن و یک دست بودن و فاقد گرد و خاک بودن دانه بندی بستر بونسای، وی همچنین در مورد بونسای های آهک گریز همانند آزالیا به جای kanuma از ۴۰ درصد پیت ماس درشت و ۶۰ درصد لوم پخته شده استفاده می نماید. توصیه می گردد این مطلب را در وبلاگ ایشان مطالعه بفرمایید (در ذیل تصویری از وبلاگ ایشان در مورد بستر مورد نظر ملاحظه می فرمائید)

ترکیب مورد نظر آقای والتر پال در اقلیم اروپا واقعا ایدال می باشد، کاملا قابل دسترس و نسبتا ارزان قیمت، اما این ترکیب در ایران به دوجهد قابل استفاده نمی باشد اول آنکه پیت ماس درشت دانه در ایران یافت نمیشود و از آن مهم تر این ترکیب در آب و هوای اکثر نقاط ایران به خاطر مکفی نبودن ذخیره آب پاسخگو نمی باشد الا برای شمال.

به پردازیم به مسئله اصلی این بخش از مقاله.

اولین متریکال مورد نظر پوکه صنعتی لیکا می باشد (light expanded clay aggregate) این پوکه طبق فایل pdf شرکت مربوطه بین 8 تا 18 درصد وزن خود آب جذب می نماید در جایی به cec آن اشاره نرفته با آنکه از خاک رس ساخته میشود از ظواهر امر چنین برداشت میشود که دارای cec پائینی می باشد، این سبک دانه به خاطر شکل کرویش دارای زهکشی بالای می باشد بسیار سبک وزن بوده به طوریکه بر روی آب شناور میگردد، در متون خارجی به کرات از آن در ترکیب بستر بونسای نام برده شده است از جمله آقای والتر پال که از این سبک دانه به عنوان لوم پخته baked loam نام میبرد و آقای گراهام پاتر از آن به عنوان SUPALITE BLACK ، لیکا دارای ph خنثی بوده و باعث بالا رفتن ضریب afp بستر و زهکشی خوب بستر میگردد به خوبی در مقابل یخزدگی مقاوم بوده و بارهای بار میتوان از آن استفاده نمود بزرگترین ایراد آن سبک بودن آن است به طوری که بر روی آب شناور میگردد

پوکه قره scoria:

اسکوریا از سنگ های آتشفشانی بوده و از سرد شدن ماگما بوجود میآید، اغلب به رنگ سیاه یافت میشود به رنگ های قهوه ای و قرمز قهوه ای نیز موجود می باشدگاها بدان lava rock نیز گفته میشود درای ph تقریبا خنثا بوده از لیکا سنگین تر بوده و در آب ته نشین میگردد cec آن ضعیف بوده و کمتر از 10 میلی اکی والان بر 100 گرم می باشد دارای قابلیت احتباس نسبتا خوب آب می باشد، به خاطر حفره های درشت بر روی آن اغلب نوک ریشه در آن به دام افتادن و به هنگام تعویض خاک و هرس ریشه باعث مزاحمت میگردد، در خارج از این متریکال جهت پرورش بونسای نیز استفاده میگردد، در روف گاردن به طور وسیع کاربرد دارد.

in the actual application. Scoria used in the experiment is described as follows: The particle size was mainly distributed between 0.25 mm and 2.0 mm, with the largest size fraction being between 1 mm and 1.25 mm (26.11%). The pore diameters ranged from 2.0 nm to 50.0 nm (more than 70%). Thus, scoria absorbent could serve as a mesoporous material. Artificial γ radiation was not seen in the sample. Due to its high specific surface area (30–150 m²/g) and excellent porosity (74–78%), scoria showed good adsorption. Additionally, scoria was lightweight due to its low bulk density. Thus, scoria has the potential for application in actual engineering technology. According to the relationship between SiO₂ content and rock properties, scoria absorbent is a basic igneous rock (SiO₂ content: 45–52%) mineral material [35]. Lee et al. investigated the parameters related to adsorption. Scoria had high CEC (3.08–6.12 meq/100 g) and surface area, thus, showed high copper uptake [23].

Table 1. Scoria physical index.

در تصویر فوق میزان cec اسکوریا، همانطور که ملاحظه می فرمائید مقدار آن زیر ۱۰ می باشد



Dark gray scoria | Scoria is a frothy-textured, mafic extrus..

شکل ظاهری اسکوریا

پامیس pumicd:

پامیس نوعی سنگ آتشفشانی بوده و از ماگما های ریولیتیک تشکیل می شود، میتوان گفت جنس آن از شیشه می باشد، دارای رنگی سفید تا خاکستری روشن بوده و بر عکس اسکوریا دارای سطحی نسبتاً صاف و نرم می باشد دارای حباب های فوق العاده ریز بوده که در آنها آب ذخیره میگردد دارای وزن سبکی بوده در ابتدا بر روی آب شناور میگردد و با جذب و ذخیره آب در حفره های آن اکثراً ته نشین میشوند دارای قابلیت احتباس خوب آب بوده (در آزمایش کوتاه مدت ۱۷ ثانیه جذب آب آن 42 درصد و در آزمایش بلند مدت ۴۰ دقیقه جذب آب آن 48.7 درصد وزنی محاسبه گردید قابل ذکر می باشد پامیس قبل از آزمایش کامل رطوبت زدائی گردید بود) و PH آن در حدود 7-7.6 میباشد که نزدیک به خنثی می باشد برای مقدار cec آن اعداد متفاوتی در منابع مختلف داده شده اما مقدار 30_40 میلی اکی والان بر 100 گرم باید مقدار واقعگرایانه ای باشد در خارج به طور بسیار، بسیار وسیعی از آن برای بستر بونسای استفاده میگردد، روند تخریب آن بسیار نا چیز بوده و لذا برای بارهای بار از آن می توان استفاده نمود، در ایران در کنار کوه های آتشفشانی همچون سهند، تفتان، دماوند وجود دارد، بیشترین مورد در بازار ایران پامیس بستان آباد تبریز قابل دسترس می باشد. در ذیل چند سند در رابطه با مشخصات پامیس ملاحظه می فرمائید.

Pumice Stone

Technical Specifications	UOM	Pumice Stone	
Product Code		PUG-MS-STNP-S1	PUG-MS-STNP-S2
Grain Size	mm	1 to 11	5 to 15
Pack Size	/	40	
pH value		6.97	
Electrical Conductivity	mS/cm	0.22	
Nitrogen	mg/kg	140	
Soluble			
	Phosphorus	mg/L	0.19
	Potassium	mg/L	9.55
	Calcium	mg/L	7.74
	Magnesium	mg/L	3.95
	Sodium	mg/L	18.00
	Iron	mg/L	0.00
Nutrient			
	Copper	mg/L	0.04
	Manganese	mg/L	0.02
	Zinc	mg/L	0.02
Organic Matter	%	1.18	
Carbon Nitrogen Ratio		50	
CEC	cmol/kg	7.8	



در تصویر فوق مقادیر pH و cec علامت گذاری گردیده است

samples are presented in Table 1. Micaceous and clays constitute the microporous minerals of the samples, while the non-microporous minerals are quartz, feldspars, calcite, barite and gypsum.

Table 1. Mineralogical composition and cation exchange capacity (CEC) of the studied samples.

Location from Adamas Village	Rock Type	Samples	Mi	Cl	TMM	A	TMM+A	Qz	Fs	Cc	Ba	Gy	TNM	CEC meq/100g
4.3 km E22N Aggeries mine	Bentonite	MIL8	-	100	100	-	100	-	-	-	-	-	-	106
	Bentonite	MIL10	-	98	98	2	100	-	-	-	-	-	-	121
	Bentonite	MIL21	-	68	68	-	68	3	2	-	16	11	32	35
5.9 km E15N Koufi mine	Bentonite	MIL17	-	96	96	-	96	2	-	2	-	-	4	93
	Pumice	MIL26	-	-	-	88	88	12	-	-	-	-	12	73
8.4 km W24S Ralaki mine	Kaolin	MIL12	-	41	41	8	49	22	2	27	-	-	51	28
5.3 km N31W Trahilas mine	Perlite	MIL29	5	-	5	73	78	17	5	-	-	-	22	3
7.2 km S23E Tsigrado mine	Perlite	MIL30	-	-	-	77	77	18	5	-	-	-	23	4

Mi: Micaceous, Cl: Clay minerals, TMM: Total Microporous Minerals, A: Amorphous material, Qz: Quartz, Fs: Feldspars, Cc: Calcite, Ba: Barite, Gy: Gypsum, TNM: Total Non Microporous Minerals.

Clay-rich samples (bentonite and kaolin) and amorphous-rich samples (pumice and perlite) were identified in the investigated materials. The bentonite samples contained 68-100 wt.% montmorillonite, while the perlite samples contained 41 and 8% perlite. The pumice and perlite samples contained 12 and 22 wt.% quartz, respectively.

در تصویر فوق مقدار $CEC = 73$ مشخص گردیده است

Typical Technical Properties

Lab Samples Available! Contact us at 1 209 766-4777 x147 to discuss your needs and/or to request a sample.

CHEMICAL ANALYSIS	PHYSICAL PROPERTIES OF PUMICE
• Silicon Dioxide: 76.2%	• Chem Name: Amorphous Aluminum Silicate
• Aluminum Oxide: 13.9%	• Hardness (Mohs): 6
• Ferric Oxide: 1.1%	• pH: 7.2
• Ferrous Oxide: 0.1%	• Radioactivity: None
• Sodium Oxide: 1.6%	• Softening Point: 300 degrees C
• Potassium Oxide: 1.6%	• Water Soluble Substances: 0.15%
• Calcium Oxide: 0.6%	• Reactivity: Inert (except in the presence of calcium hydroxide or hydrofluoric acid)
• Titanium Oxide: 0.2%	• Appearance: White powder
• Magnesium Oxide: 0.05%	• GI: Inorganic 84
• Moisture: <1.0%	

While we want you to know all the great business reasons for working with Pinos, you're going to want hard technical information too. We also invite you to visit www.howpumice.com for more extensive data and links to download a material data safety sheet and other publications.

Regarded one of pumice rocks.

پامیس

پامیس چیست؟

پامیس یک ماده معدنی است که در سنگهای آتشفشانی یافت می‌شود. این ماده به دلیل خاصیت اسفنجی و سبکی خود در صنایع مختلف مانند بتن، سرامیک و کشاورزی کاربرد دارد.

پامیس در بتن به عنوان یک ماده سبک‌کننده و عایق حرارتی استفاده می‌شود. همچنین در سرامیک برای ایجاد بافت‌های خاص و در کشاورزی برای بهبود ساختار خاک و افزایش رطوبت‌رسانی استفاده می‌شود.

پامیس در رنگ‌ها و پودرهای سفید کننده نیز کاربرد دارد. این ماده به دلیل خاصیت اسفنجی خود می‌تواند ذرات آلودگی را جذب کند و به حذف آن‌ها کمک کند.

پامیس در صنایع مختلف به دلیل خاصیت اسفنجی و سبکی خود کاربرد دارد. این ماده به دلیل خاصیت اسفنجی خود می‌تواند ذرات آلودگی را جذب کند و به حذف آن‌ها کمک کند.

و در این تصویر مقدار $ph=7.2$

در تصویر مقدار $cec=73$

similar to Roman use, and easily removes dental plaque build up. Pumice is also added to heavy-duty hand cleaners (such as lava soap) as a mild abrasive. Some brands of chinchilla dust bath are formulated with powdered pumice. Old beauty techniques using pumice are still employed today but newer substitutes are easier to obtain.

Horticulture

A good soil requires sufficient water and nutrient loading as well as little compaction to allow easy exchange of gases. The roots of plants require continuous transportation of carbon dioxide and oxygen to and from the surface. Pumice improves the quality of soil because of its porous properties, water and gases can be transported easily through the pores and nutrients can be stored in the microscopic holes. Pumice rock fragments are inorganic therefore no decomposition and little compaction occurs. Another benefit of this inorganic rock is that it does not attract or host fungi or insects. Drainage is very important in horticulture, with the presence of pumice tillage is much easier. Pumice usage also creates ideal conditions for growing plants like cacti and succulents as it increases the water retention in sandy soils and reduces the density of clayey soils to allow more transportation of gases and water. Addition of pumice to a soil improves and increases vegetative cover as the roots of plants make slopes more stable therefore it helps reduce erosion. It is often used on roadsides and ditches and commonly used in turf and golf courses to maintain grass cover and flatness that can degrade due to large amounts of traffic and compaction. With regards to chemical properties pumice is pH neutral, it is not acidic or alkaline.^[23] In 2011, 16% of pumice mined in the United States was used for horticultural purposes.^[11]

Construction

Pumice is widely used to make lightweight concrete and insulative low-density cinder blocks. The air filled vesicles in this porous rock serves as a good insulator.^[12] A fine-grained version of pumice called pozzolan is used as an additive in cement and is mixed with lime to form a light-weight, smooth, plaster-like concrete. This form of concrete was used as far back as Roman times. Roman engineers utilized it to build the huge dome of the Pantheon with increasing amounts of pumice added to concrete for higher elevations of the structure. It was also commonly used as construction material for many aqueducts. One of the main uses of pumice currently in the United States is manufacturing concrete. This rock has been used in concrete mixtures for thousands of years and continues to be used in producing

در سند فوق دقیقاً ذکر گردیده ph پامیس خنثی می‌باشد.

به نظر می‌رسد که ادله فوق به وضوح ثابت می‌نماید که پامیس دارای ph خنثی و cec قابل قبولی جهت استفاده در بستر بونسای می‌باشد. برخی به خاطر رنگ سفید آن بر این پندارند که شدیداً قلیائی و آهکی می‌باشد!

برخی دیگر بر این پندارند که پامیس همان پوکه قروه می باشد که این پنداری اشتباه می باشد، پوکه قروه معمولاً به رنگ مشکی بوده و همان اسکوریا می باشد، و پامیس همان پوکه بستان آباد تبریز بوده و به رنگ سفید می باشد، بعداً به منشأ این اشتباه پرداخته خواهد شد.

پرلیت (پرلایت) Perlite

خوشبختانه پرلیت با دانه بندی درشت در بازار ایران اکنون موجود می باشد، پرلیت دارای ph خنثی بوده و cec آن فوق العاده ضعیف بوده معادل 1_3 میلی اکی والان بر صد گرم می باشد دارای قابلیت احتباس بالای آب بوده و بسیار سبک می باشد نوع درشت دانه آن دارای زهکشی خوبی می باشد به خاطر cec ضعیف آن در پرورش بونسای کمتر استفاده میشود در بونسای های با حجم گلدان بزرگ به خاطر سبکی، بیشتر کاربرد دارد، روند تخریب آن نسبتاً سریع می باشد.

samples are presented in Table 1. Micaceous and clays constitute the microporous minerals of the samples, while the non-microporous minerals are quartz, feldspars, calcite, barite and gypsum.

Table 1. Mineralogical composition and cation exchange capacity (CEC) of the studied samples.

Location from Adamas Village	Rock Type	Samples	Mi	Cl	TMM	A	TMM+A	Qz	Fs	Cc	Ba	Gy	TNM	CEC meq/100g
4.3 km E22N Aggeries mine	Bentonite	MIL8	-	100	100	-	100	-	-	-	-	-	-	106
	Bentonite	MIL10	-	98	98	2	100	-	-	-	-	-	-	121
	Bentonite	MIL21	-	68	68	-	68	3	2	-	16	11	32	35
5.9 km E15N Koufi mine	Bentonite	MIL17	-	96	96	-	96	2	-	2	-	-	4	93
	Pumice	MIL26	-	-	-	88	88	12	-	-	-	-	12	73
8.4 km W24S Ralaki mine	Kaolin	MIL12	-	41	41	8	49	22	2	27	-	-	51	28
5.3 km N31W Trahilas mine	Perlite	MIL29	5	-	5	73	78	17	5	-	-	-	22	3
7.2 km S23E Tsjgrado mine	Perlite	MIL30	-	-	-	77	77	18	5	-	-	-	23	4

Mi: Micaceous, Cl: Clay minerals, TMM: Total Microporous Minerals, A: Amorphous material, Qz: Quartz, Fs: Feldspars, Cc: Calcite, Ba: Barite, Gy: Gypsum, TNM: Total Non Microporous Minerals.

Clay-rich samples (bentonite and kaolin) and amorphous-rich samples (pumice and perlite) were identified in the investigated materials. The bentonite samples contained 68-100 wt.% montmorillonite.

در تصویر فوق مقدار cec پرلیت مشخص گردیده است 3 میلی اکی والان بر 100 gr می باشد

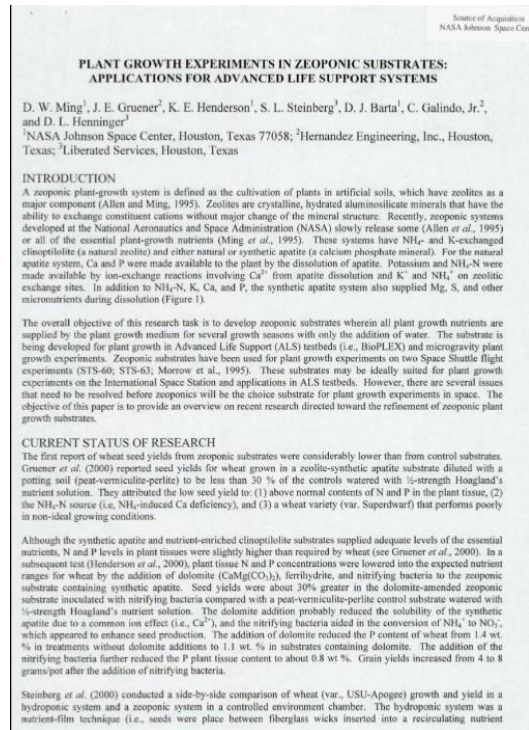
زئولیت Zeolite :

کانی با مشخصه های ویژه می باشد و به همین جهت در سال های اخیر در بین بونسایست های خارج مقبولیت پیدا نموده است، حدود ده نوع زئولیت طبیعی وجود دارد اما در امر کشاورزی و به تبع آن بونسای از دو نوع کلینوپتیلولیت *clinoptilolite* و شابازیت *chabazite* استفاده میشود، در ایران معادن نوع چابازیت کمتر می باشد و بر عکس معادن نوع کلینوپتیلولیت خیلی بیشتر یافت میگردد، این کانی دارای cec فوق العاده بالایی می باشد و همچنین قابلیت احتباس آب آن نیز مناسب می باشد ph نوع مرغوب آن در حدود 7.5 تا 7.7 می باشد دارای پایداری بالا بوده و بارهای بار می توان از آن استفاده نمود، این کانی آب را در فضای ساختار کریستالی خود ذخیره نموده و عملکرد ذخیره سازی آن همانند پامیس و اسکوریا نمی باشد. قدیمی ترین متن تحقیقی در مورد

زئولیت به عنوان بستر کشت گیاهان متن pdf ای به تاریخ 1995 مربوط به ناسا NASA می باشد
تحت عنوان:

PLANT GROWTH EXPERIMENTS IN ZEOPONIC SUBSTRATES: APPLICATIONS FOR ADVANCED LIFE SUPPORT SYSTEMS

در ذیل تصویری از این متن را ملاحظه می فرمائید:



http://www.researchgate.net/figure/Color-exchange-capacity-CEC-of-different-zeolites-fig1.png

Zeolite	CEC (mequiv./100 g)
Natrolite	530
Analcime	450
Levynite, Chabazite, Gmelinite	400
Edingtonite, Faujasite, Harmotome	390
Heulandite	330
Stilbite	320
Mordenite	230

ظرفیت تبادل کاتیون (CEC) زئولیت های مختلف

در تصویر فوق مقدار CEC برخی از زئولیت ها، که مقادیر بالایی را نشان میدهد

دانسته شد که زئولیت دارای مشخصه های ویژه ای برای استفاده در بستر بونسای می باشد، لذا دستیابی بدان در ایران یک ضرورت اجتناب ناپذیر رُخ می نمود و در پی تحقیق به نمونه مرغوب ذیل که دارای کیفیت مناسبی می باشد دست پیدا نمود.

Clinoptilolite Average Analysis

Type	1	2	3
SiO ₂	68.5	68	68
Al ₂ O ₃	11	11.5	10.1
Na ₂ O	3.8	1.8	4.31
K ₂ O	4.4	1.9	1.4
CaO	0.6	2.5	1
Fe ₂ O ₃	0.2-0.9	1.5	2
L.O.I	12 - 10	12.2	1.9

2.6meq/gr : ظرفیت تبادل یونی (C.E.C)

رنگ : سفید، کرم روشن ، سبز تا سبز روشن ، زرد ، قهوه ای روشن ، صورتی

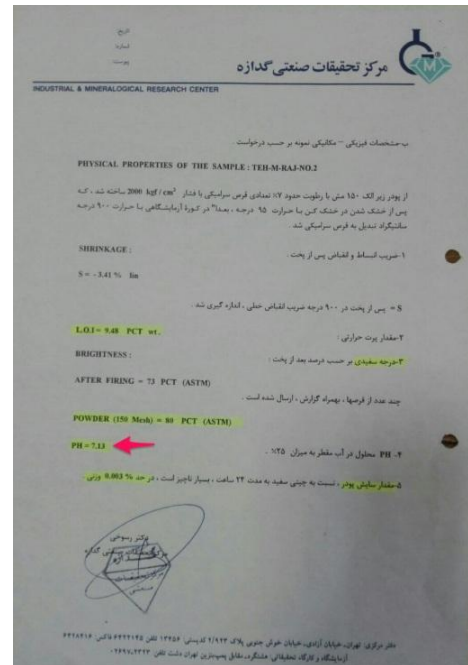
دانه بندی : 0.4-0.8 ، 1-2 ، 3-1 ، 3-8 ، 3 میلیمتر و غیره

مش : 16 ، 40 ، 70 ، 200 ، 800 و غیره

جذب آب : 60% حجمی

وزن مخصوص ظاهری : 0.5-1.1 g/cm³

این آنالیز و مشخصات زئولیت مرغوبیست که در ایران موجود می باشد، در متن جذب آب 60 در صد حجمی ذکر گردیده با آزمایش مشخص گردید که جذب آب برای این نمونه 20 در صد وزنی می باشد.



و pH زئولیت مذکور در تصویر فوق

در اینجا لازم به نظر می رسد نگاهی هر چند کوتاه به شابازیت **chabazite** انداخته شود، همانطور که قبلاً ملاحظه نمودید معادن این نوع از زئولیت در ایران بسیار کم می باشد. تولید کننده فرانسوی به نام **somez** در دستورالعمل خویش گفته بونسای و همه گیاهان را به جز گیاهانی که خاک اسیدی را می پسندند **acidophilic plants** می توانید در این بستر بکارید. در ذیل تصویری از سایت مذکور را ملاحظه می فرمائید.

Chabasai®
 ACCUEIL CHABASAI ACHETER MODE D'EMPLOI FAQ ACTUALITÉS CONTACT NOS DISTRIBUTEURS
 Mon compte Mon panier

Chabasai > Chabasai


Chabasai

Substrat naturel

chabasai® est un substrat naturel pour culture des bonsaï non acidophiles, des cactus, des succulentes et des plantes rares. Ce minéral est issu de la longue transformation de cendres volcaniques pendant des milliers d'années.

chabasai® a subi un contrôle qualité à toutes les étapes de sa production.

Les propriétés physico-chimiques exceptionnelles de chabasai® en font un substrat incomparable à d'autres matériaux tels que la pumice et la pouzzolane.



دیاتومیت Diatomite :

دیاتومیت ها سنگ های رسوبی هستند که از تجمع پوسته یا اسکلت های فسیل شده جلبک های تک سلولی میکروسکوپی به نام دیاتومه در طی میلیارد ها سال تشکیل شده اند، ماهیت این سنگ ها سیلیسی بوده و بسیار متخلخل می باشند، pH آنها خنثی بوده و جذب آب آنها 100-150 درصد وزنی خود می باشد از این متریاال به خاطر ویژگی های خاص آن در صنعت استفاده گسترده ای میگردد به همچنین در خارج از آن در ارتباط با هیدروپونیک استفاده میگردد، در ارتباط با بونسای در متون خارجی به ندرت بدان پرداخته شده است و به نظر می آید که به تازگی نظر بونسائست های خارج بدان جلب شده است. در لینک زیر میتوانید اطلاعات مفیدی در رابطه با این متریاال مطالعه بفرمائید.

http://jjsminerals.com/pdf/DIATOMITE_HYDROPONICS_STUDY.pdf

به همچنین در جدول ذیل اطلاعات مفیدی در رابطه با این متریاال ارائه گردیده است.

separated from each other by submerging roots in a filled cup and rinsing it in a few minutes time Its disadvantage is cost 3 TL/ 14 liter in Turkey. But there are a lot of natural diatomite sources in Turkey (Figure. 2)

Table 1. The Physical and Typical chemical properties of diatomite (Anonymous, 2008b)

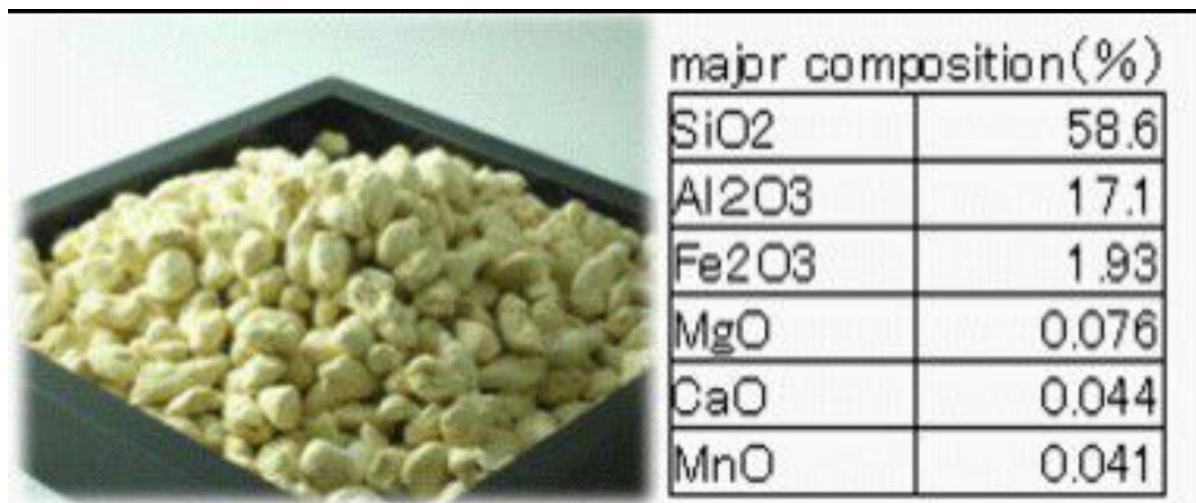
Physical properties	Typical chemical properties
Color: White, cream to yellow	Silicon Dioxide (SiO ₂) 82.17%
Moisture- Approximately 6%	Aluminum Oxide (Al ₂ O ₃) 6.74%
Bulk Density- Approximately 0.4	Iron Oxide (Fe ₂ O ₃) 3.15%
PH- 6.2 to 6.9	Calcium Oxide (CaO) 0.04%
Water absorption- 150% - 170% w/w	Magnesium Oxide (MgO) 0.37%
Oil absorption- 115% - 125% w/w	Titanium Oxide (TiO ₂) 0.60%
	Sodium Oxide (Na ₂ O) 0.30%
	Potassium Oxide (K ₂ O) 0.04%
	Phosphate Oxide (P ₂ O ₅) 0.09%
	Manganese Oxide (MnO) 0.01%
	Strontium Oxide (SrO) 0.01%
	Sulphur Trioxide (SO ₃) 0.04%
	Loss on Ignition L.O.I 5.93%

Table 2. Some physico-chemical properties of diatomite used in experiment (Jackson, 1962)

pH	CEC cmol.kg _s	Na K cmol.kg _s	P mgk g ⁻¹	O.M %	CaCO ₃ %	W.H.C %
6.6	2.7	6.5 0.4	2.1	0.03	0.28	190
7.1	3.0	6.0 0.5	2.0	0.02	0.25	185

535

برای بونسای های که خاک اسیدی را می پسندند همانند آزالیا، ردودندرو، ماگلونیا در ژاپن و آمریکا و اروپا از کانی به نام کانوما kanuma استفاده می نمایند، pH این کانی در حدود 5 الی 5.5 می باشد و بسیار سبک بوده دارای cec در حدود 60 میلی اکی والان بر 100 گرم می باشد و دارای قابلیت احتباس بالای آب می باشد.



در تصویر فوق آنالیز کانوما ملاحظه میگردد



در تصویر فوق شکل ظاهری کانی کانوما دیده میشود

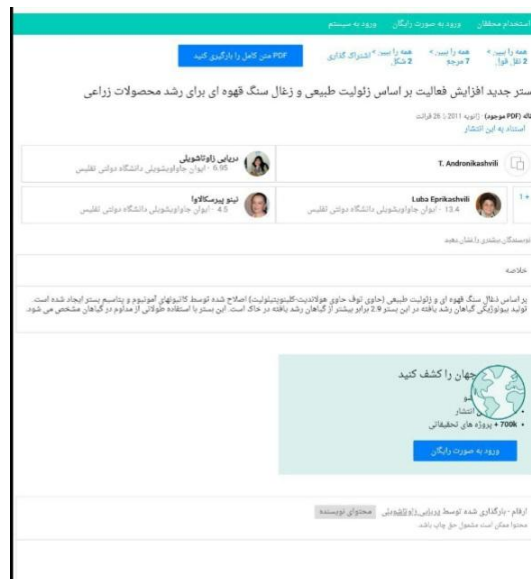
در ایران کانی کانوما یافت نمیگردد از طرفی مشخص گردید که آقای والتر پال به جای کانوما از ترکیب ۶۰ درصد لوم پخته و ۴۰ درصد پیت ماس درشت دانه برای مواردی چون آزالیا استفاده می نماید که به خاطر عدم وجود پیت ماس درشت دانه در ایران این مورد هم منتفی می باشد لذا باید در پی متریال های جایگزین برای مواردی چون آزالیا بود.

زغال سنگ coal:

زغال سنگ کانی با cec بالا و ph اسیدی بوده و تقریباً فاقد خاصیت جذب آب می باشد، امروزه به خاطر مسائل زیست محیطی ضایعات به وجود آمده از استخراج زغال سنگ تبدیل به مشکلی جدی گردیده است. یکی از راه حل ها برای رفع این مشکل استفاده این ضایعات در زراعت می باشد، لازم به ذکر می باشد که این کانی در بین بونسائیست های خارج به خاطر متریال های مانند کانوما متداول نمی باشد.



همانطور که در تصویر فوق ملاحظه می فرمائید در این تحقیق از ترکیب زئولیت خورد شده و زباله های خورد شده زغال سنگ بستر کشتی با کارائی بالا به وجود آورده اند.



در تصویر فوق نیز ملاحظه می فرمائید که از ترکیب زئولیت و زغال سنگ قهوه ای Lignite بستری با کارائی بالا بدست آورده اند، در اینجا لازم به ذکر می باشد که این تحقیق ها در رابطه با زراعت می باشد و ما نیز به پشتوانه این تحقیقات میتوانیم آنرا در امر پرورش بونسای به کار ببریم و مسئله دیگر اینکه زغال سنگ سیاه مقبولیت زیادی برای تامین انرژی دارد در صورتیکه زغال سنگ قهوه ای به خاطر پائین بودن ارزش حرارتیش مقبولیت کمتری دارد لذا تحقیقات عمدتا در رابطه با ذغال سنگ قهوه ای و ضایعات استخراج زغال سنگ می باشد.



در تصویر فوق نمونه ای از زغال سنگ قهوه ای را ملاحظه می فرمائید _ منبع اینترنت



در تصویر فوق نمونه ای از زغال سنگ سیاه که در ایران یافت شده



در تصویر فوق نمونه ای از زغال سنگ قهوه ای که در ایرن یافت شده
در رابطه با pH و cec زغال سنگ اسناد ذیل به عنوان نمونه آورده شده است.

REPORTS & MULTIMEDIA / EXPLAINER

Coal and Water Pollution

Published Dec 6, 2017

Lakes, rivers, streams, and drinking water supplies are all heavily impacted by coal mines and power plants.

Coal is more often associated with billowing smokestacks than it is with water. But virtually every stage of coal's lifecycle—from mining to processing to burning—can impact local water supplies, sometimes with devastating effect.

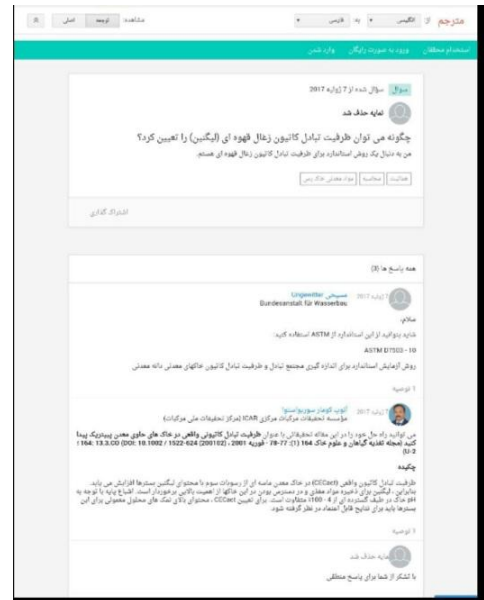
Coal mining

Mining operations can negatively impact water supplies, often with long-lasting effects. The fundamental issue involves contamination of nearby rivers, lakes, and aquifers by what comes out of a coal mine—usually highly acidic water containing heavy metals like arsenic, copper, and lead. The process is known as **acid mine drainage**. It happens when certain substances (typically iron sulfide, FeS₂, or fool's gold) is oxidized after being exposed to air and water. Runoff can change the pH of nearby streams to the [same level as vinegar](#).

Another form of coal mining, conducted mostly in Central Appalachia, is called **mountain top removal**, a highly

تصویر فوق مقاله ای در رابطه با آلوده شدن آب رودخانه ها، دریاچه ها و... که توسط نفوذ روان آب معادن زغال سنگ و کلا آلودگی با زغال سنگ صحبت نموده است و اشاره به اسیدی بودن این آلودگی دارد.

در رابطه با **cec** زغال سنگ آگه به دقت تصویر زیر را مطالعه نمائید متوجه خواهید شد که اولاً در عمل **cec** آن مقدار مکفی بوده و باعث حاصلخیزی بستر میشود، در ثانی **cec** زغال سنگ همانند کانی های دیگر نبوده و تابع **ph** کلی محیط می باشد این موضوع نیز در این متن بیان گردیده است.



در واقع تغییرات **cec** زغال سنگ نسبت به تغییرات **ph** تابع منحنی ذیل می باشد، در این منحنی در **3_2 ph** حدوداً **cec** مقدار **20** را نشان میدهد از طرفی دانستیم که زغال سنگ تقریباً فاقد احتباس آب می باشد لذا اگر بستر ما ترکیبی از زغال سنگ و پامیس باشد و **ph** بستر مان در حدود **5.5** گردد مقدار **cec** در حدود **75** میلی اکی والان که عدد بسیار خوبی می باشد خواهد شد، بستری با **ph=5.5** و **cec=75** که مناسب برای گیاهانی همچون آزالیا می باشد.

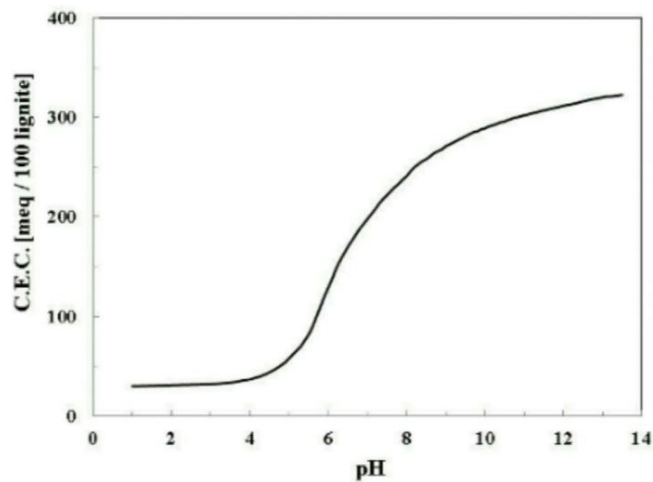


Figure 1. Variation of the C.E.C of lignite with the solution pH, obtained by titration with NaOH 0.1 M.

نتیجه آنکه از ترکیبی همچون زغال سنگ به خصوص زغال سنگ قهوه ای و پامیس بستری برای گیاهان اسید دوست می توانیم تهیه نمائیم. در ایران هم زغال سنگ سیاه و هم زغال سنگ قهوه ای موجود می باشد متاسفانه خورده فروشی آن یافت نگردید.

پوست درخت کاج Pine bark:

پوست درخت کاج دارای pH اسیدی و مقدار cec بالا و قابلیت احتباس متوسط آب می باشد برای ۳ تا ۴ سال ماندگاری داشته از استحکام مکانیکی قابل قبولی برخوردار می باشد در تحقیقی با عنوان

Influence of Pine Bark Particle Size and pH on Cation Exchange Capacity

(تصویر ذیل) که بر روی پوست کاج به منظور اندازه گیری cec و pH انجام گردیده است، مقادیر آنرا ملاحظه می فرمائید:

Influence of Pine Bark Particle Size and pH on Cation Exchange Capacity

Cation exchange capacity (CEC) describes the maximum quantity of cations a soil or substrate can hold while being exchangeable with the soil solution. This is often associated with a substrate's ability to hold added mineral nutrients, and which can be altered by pH and particle size. With relatively little documented work on factors that affect CEC of pine bark substrates, the objective of this research was to determine the variability of CEC in different batches of pine bark and determine the influence of particle size, substrate pH, and peat amendment on pine bark CEC.

Four batches of nursery-grade pine bark were collected from two nurseries. These four samples were separated into several particle size classes (Table 1), and along with a single source of sphagnum moss were measured for CEC. For pH and CEC evaluations a batch

of bark sample was amended with 1 or 2 lb/yd³ elemental sulfur, or with 4, 8, or 16 lb/yd³ pelletized dolomitic lime. The non-amended bark served as the control.

The CEC varied with pine bark batch. Part of this variation is attributed to differences in particle size of the bark batches. Pine bark and peatmoss CEC increased with decreasing particle size, although the change in CEC from coarse to fine particles was greater with pine bark than peatmoss (Figure 1). Substrate pH from 4.02 to 6.37 had no effect on pine bark CEC (Table 2). The pine bark batch with the highest CEC had similar CEC to sphagnum peat.

Growers wishing to improve nutrient retention and pH stability are advised to have their substrate and parent components analyzed for CEC so that more informed decisions can be made for amendment needs and rates.

Table 1. Particle size distribution of four pine bark batches used in container nursery production (n = 5).

Class	None	Particle size distribution (%)				LSD _{0.05} ¹
		Batch 1	Batch 2	Batch 3	Batch 4	
Fine	0.05	1.0	0.5	2.0	1.0	0.2
	0.10	2.0	1.0	2.0	1.5	0.2
	0.20	3.0	1.0	2.0	1.5	0.2
	0.50	4.7	2.0	3.1	2.3	0.6
	0.75	11.0	7.0	12.2	9.1	1.6
Medium	0.06	7.0	3.0	0.0	1.0	1.1
	0.12	8.0	7.0	0.0	0.0	1.1
	0.25	2.0	2.0	0.0	0.0	1.1
	0.50	8.0	12.0	0.0	0.0	0.9
	0.75	20.0	14.0	0.0	0.0	1.1
Coarse	0.06	11.0	11.0	10.0	10.0	0.9
	0.12	10.0	11.0	10.0	10.0	1.1
	0.25	9.0	11.0	10.0	10.0	1.1
	0.50	10.0	10.0	10.0	10.0	1.1
	0.75	8.0	7.0	0.0	0.0	1.1

Figure 1. The relationship between particle size and cation exchange capacity (CEC) of four bark batches.

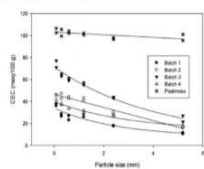


Table 2. The effect of sulfur and pelletized dolomitic lime additions to pine bark on substrate pH, EC (EC), and cation exchange capacity (CEC).

Amendment	Rate (lb/yard ³) ^z	EC (mS·cm ⁻¹) ^z	pH	CEC (meq/100 g) ^z
Sulfur	1	0.26	4.08	51.3
Sulfur	2	0.31	4.02	50.0
None	0	0.22	4.10	58.6
Dolomitic lime	4	0.20	4.71	56.4
Dolomitic lime	8	0.24	5.78	58.3
Dolomitic lime	16	0.27	6.37	58.9
Rate response: Sulfur ^y		L**	L*	NS
Rate response: Lime		L*	L***	NS
LSD _{0.05} ^x		0.062	0.063	NS

USDA For more information, contact: James Armit, james.armit@ars.usda.gov, USDA-ARS, 27 Horticulture Research Laboratory, 1680 Madison Avenue, Wooster, OH 44691

Altland, J.E., Locke, J.C., Koser, C.R. 2014. Influence of Pine bark particle size and pH on Cation Exchange Capacity. HortTechnology, 24(5):554-559.

در جدول شماره 2 این تحقیق که مورد نظرمان می باشد (تصویر ذیل) اگر به ردیف سوم که با واژه none (بدون) مشخص گردیده است توجه فرمائید بدون افزودن هیچ ماده ای مقدار ph پوست کاج رقم 4.10 را نشان داده و cec آنرا با رقم 58.6 مشخص نموده، یعنی پوست کاج به عنوان بستری اسیدی و با cec بالا قابل استفاده می تواند باشد که با اضافه نمودن پامیس و یا اسکوریا بر حسب اقلیم مورد نظرمان قابلیت احتباس آب آنرا بلا تر ببریم بدیهی می باشد که در این صورت ph بستر در حدود دامنه 5.5 خواهد شد و همچنین cec آن نیز تغییر خواهد نمود. برای سوزنی برگ ها ترکیب پوست کاج و پامیس میتواند به خوبی جوابگو باشد.

Table 2. The effect of sulfur and pelletized dolomitic lime additions to pine bark on substrate pH, EC (EC), and cation exchange capacity (CEC).

Amendment	Rate (lb/yard ³) ^z	EC (mS·cm ⁻¹) ^z	pH	CEC (meq/100 g) ^z
Sulfur	1	0.26	4.08	51.3
Sulfur	2	0.31	4.02	50.0
None	0	0.22	4.10	58.6
Dolomitic lime	4	0.20	4.71	56.4
Dolomitic lime	8	0.24	5.78	58.3
Dolomitic lime	16	0.27	6.37	58.9
Rate response: Sulfur ^y		L**	L*	NS
Rate response: Lime		L*	L***	NS
LSD _{0.05} ^x		0.062	0.063	NS

^z1 lb/yd³ = 0.5933 kg·m⁻³, 1 mS·cm⁻¹ = 1 mmho/cm, 1 meq/100 g = 1 cmol·kg⁻¹.

^yNS or L represent nonsignificant or linear rate response in the measured parameter, with * and ** representing a significant response with P < 0.05 and 0.01, respectively.

^xFisher's least significant difference, when α = 0.05.

جهت توضیح در جدول فوق در ردیف های اول و دوم با اضافه نمودن گوگرد بستر را مقداری اسیدی و با اضافه نمودن دولومیت در ردیف های ۴،۵،۶ مقداری بستر را قلیائی نموده اند. که ارتباطی در روند کارمان ندارد.

خزه اسفاگنوم sphagnum moss:

خزه اسفاگنوم دارای pH اسیدی و عدد cec بالا و قادر به ذخیره سازی آب تا بیست برابر وزن خود می باشد، هوا در درون الیاف آن به راحتی جریان می یابد خاصیت آنتی باکتریال و ضد قارچ دارد، در مجموع مشخصه های ویژه ای را دارا می باشد امروزه از آن در امر باغبانی استفاده می نمایند با بررسی در اینترنت مقالات مختلفی در رابطه با خزه اسفاگنوم خواهید یافت برای نمونه مقاله ای از FAO (سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد) تحت عنوان " کشت اسفاگنوم برای جایگزینی پیت ماس در بسترهای باغبانی "

Sphagnum farming for replacing peat in horticultural substrates

که در آن از نحوه کاشت و تولید خزه اسفاگنوم صحبت گردیده است. با ریسرچ نمودن در اینترنت مقالات متعددی مبنی بر استفاده از خزه با و یا بدون ترکیب با پیت ماس، پوست کاج، و..... خواهید یافت که کارائی آنها در کشت گلخانه ای ثابت می نماید، هم اکنون در خارج نوع خشک و تازه آن در بسته بندی های بزرگ و کوچک که محصول پرورش مزرعه خزه می باشد به فروش میرسد. در رابطه با استفاده از خزه اسفاگنوم در پرورش بونسای از خورد شده آن در بستر بونسای به خاطر ویژگی های که ذکر شد می توان استفاده نمود، در موارد خاص نیز از آن میتوان استفاده نمود، تا کنون فقط استفاده از آن برای تکثیر از راه ریشه هوای (Air layering) در بین بونسایست های ایرانی رواج داشته است اما این بستر برای بونسای های که دارای ریشه ضعیف می باشند بستری بسیار مناسب و مفید برای احیای ریشه های آن می باشد تنها نقطه ضعف خزه اسفاگنوم تجزیه نسبتاً سریع آن می باشد. در تصویر زیر درخت کاجی که ریشه آن مشکل داشته در بستری از خزه کاشته شده است، در تصویر مشخص می باشد که به خاطر گسترش ریشه ها در خزه بستر بصورت یک بلوک منسم در آمده است.



زغال چوب charcoal:

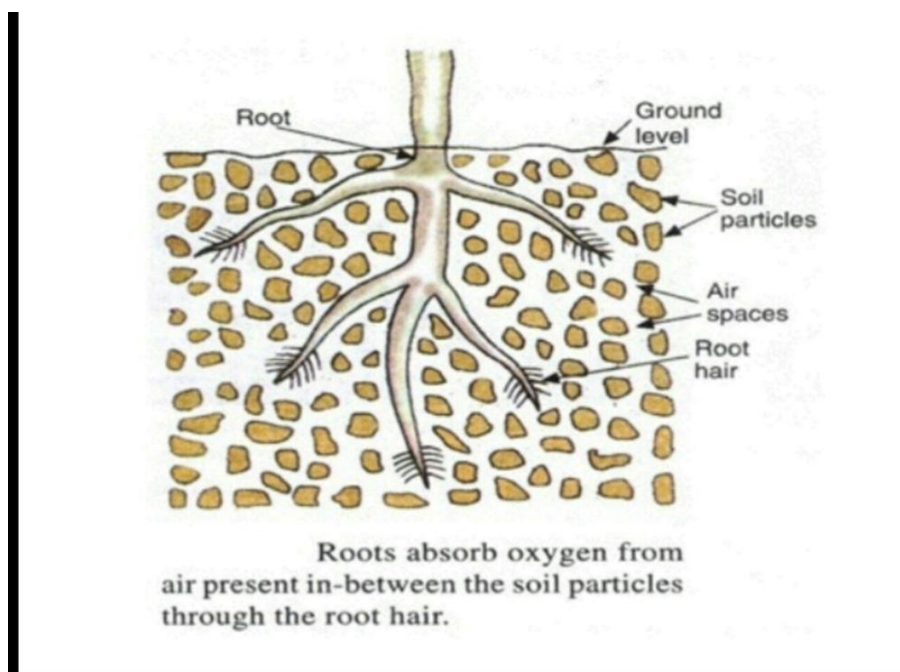
هر چند از زغال چوب نمی توان به عنوان یک بستر نام برد اما می توان به عنوان یک عامل تکمیلی در تمامی بستر ها در حدود 10-15 درصد از آن استفاده نمود، زغال چوب دارای خاصیت گندزدائی بوده دارای cec بالا و مقداری جذب آب و دارای تنظیم کننده رشد گیاهی کارریکین Karrikins می باشد.

نکاتی مهم در ترکیب بستر و گلدان گیری بونسای:

تا کنون در مورد متریال های که در پرورش بونسای می توانیم از آنها استفاده نمائیم آگاهی پیدا نمودیم، حال برای گلدان گیری بونسای بسته به نوع گونه بونسای و اقلیمی که در آن زندگی می نمائیم ترکیبی از متریال های دانسته شده تهیه می نمائیم اما کار به همین جا ختم نمی گردد نکات مهمی وجود دارد که در ذیل بدانها می پردازیم.

وقتی ما از بستری استفاده می نمائیم که به صورت گرانول می باشد در بین ذرات آن حفره های هوا به وجود می آید که ریشه بونسای در لابه لای این حفره ها رشد و گسترش پیدا می نماید و تارهای کشنده ریشه در تماس با این ذرات آب و املاح (جذب املاح در روندی پیچیده به صورت تبادل یون بین ریشه و بستر انجام میگیرد) را جذب می نمایند و از طریق همین حفره ها تبادل هوا و گاز کربنیک نیز انجام میگیرد، قابل ذکر می باشد که بونسای در بستری که دارای حفره های هوای بیشتری می باشد رشد ریشه و به تبع آن رشد شاخسار بیشتری نسبت به بستری با حفره های کمتر دارد، لذا برای بونسای که هنوز به رشد نهایی خود نرسیده است از بافت درشت تری و برای بونسای که به رشد نهایی رسیده از بافت ریزتری برای جلوگیری از رشد اضافه استفاده می نمائیم همچنین برای بونسای های با سایز کوچک همانند شوهین که دارای حجم کم از بستر می باشند برای جلوگیری از تبخیر سریع رطوبت نیز از بافت ریز استفاده میگرد.

در ترکیب خاک سنتی برای بونسای که از مواد ارگانیک استفاده میشود همیشه خطر پوسیدگی ریشه بر اثر آبیاری بیش از حد و یا بودن طولانی مدت در زیر باران و صدمه به درخت مطرح بوده است در صورتیکه در بستر های مورد بحث ما این خطر وجود ندارد گرانول های مورد بحث ما مقدار آبی را که قادر به جذب آن می باشند جذب نموده و مازاد آب که جذب گرانول ها نشده از زهکشی گلدان دفع میگردد حتما با بودن در زیر باران های طولانی مدت مشکلی برای درخت پیش نخواهد آمد.

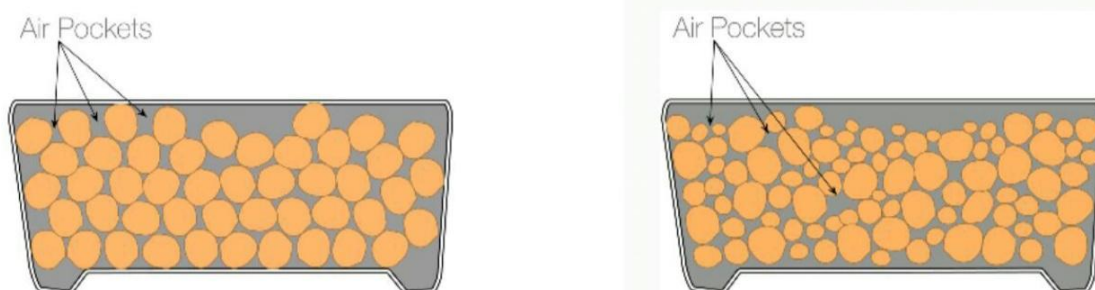


در تصویر فوق رشد ریشه ها در بین گرانول های بستر و تبادل هوا نشان داده شده است

برای ترکیب بستر ابتدا هریک از متریاال ها را به صورت خشک با الک سایز 1.8_1.9 میلیمتر) زیر دو میلیمتر ضایعات می باشد (الک نموده و خروج الک را که در واقع ضایعات می باشد به دور میریزیم برای ترکیب بستر باید تا حد امکان متریاال هایمان از لحاظ دانه بندی در یک سایز باشند لذا اگر خواسته باشید دانه بندی بستر تان به فرض 3 تا 5 میلیمتر باشد متریاال ها را تک به تک با الک سایز 3 و 5 الک نموده و سپس با نسبت های مورد نظر مخلوط نمائید. برای اکثر درخت ها که خاک خنثی و قلیائی را می پسندند یک سهم زئولیت و دو سهم پامیس بیس اصلی بستر هست، برای نگهداری رطوبت بیشتر میتونید خزه خورد شده هم نیم تا یک سهم اضافه کنید آگه پوست کاج در دسترس داشتید نیم سهم اضافه کنید که باعث تکثیر میکروریزا در بستر میشود، برای درخت های که خاک اسیدی می پسندند از پومیس و پوست کاج و خزه استفاده کنید، برای سوزنی برگ ها و جونی پروس ها یک سهم پامیس، یک سهم پوست کاج و نیم سهم زئولیت، در این ترکیبات ۱۰ درصد نیز زغال اضافه نمائید در صورت قابل دسترس بودن ذغال سنگ قهوه ای در درختان دوستدار خاک اسیدی و کاج ها میتوانید همراه با پامیس استفاده نمائید.

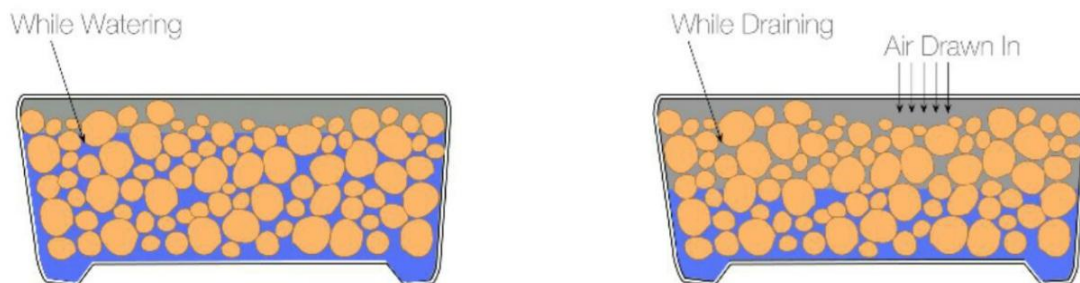
در صورت یک دست نبودن دانه بندی بستر گرانول های ریزتر در حفره بین گرانول های درشت تر جای گرفته و بدین ترتیب برخی از حفره های هوا حذف و کار کرد بستر به طور نسبی مختل می‌گردد. به جز حذف پاره ای از حفره های هوا مشکل دیگری که عدم یکنواخت بودن دانه بندی بستر به وجود می‌آورد این مطلب می‌باشد که در مناطقی از بستر که گرانول های ریزتر تراکم بیشتری دارند به علت کشش مولکولی آب و خاصیت موئینگی، آب دفع کامل نشده و برخی مناطق بستر خشکتر و برخی مناطق بستر خیس تر خواهد بود که این وضعیت باعث رشد غیر متقارن ریشه خواهد شد. توجه داشته باشید که به هیچ وجه در ترکیب مورد نظر از کود دامی، خاک برگ، ورمی کمپوست، پیت ماس، کوکوپیت استفاده نه نمائید چون با استفاده از این مواد فضای بین گرانول های بستر با این مواد اشغال شده زهکشی و تبادل هوا مختل می‌گردد، در صورت اصرار بر استفاده در کیسه دمنوش و بر سطح بستر استفاده گردد. نکته دیگر آنکه از آنجای که این بسترها فاقد هر گونه مواد آلی (به استثنای پوست کاج) می‌باشند باید به طور سیستمیک از کود NPK و کودهای ریز مغذی استفاده گردد.

پس از گلدان گیری به هنگام اولین آبیاری توجه داشته باشید که آبیاری آنقدر ادامه داشته باشد تا آب خروجی کاملا پاکیزه و فاقد هر گونه غباری باشد.



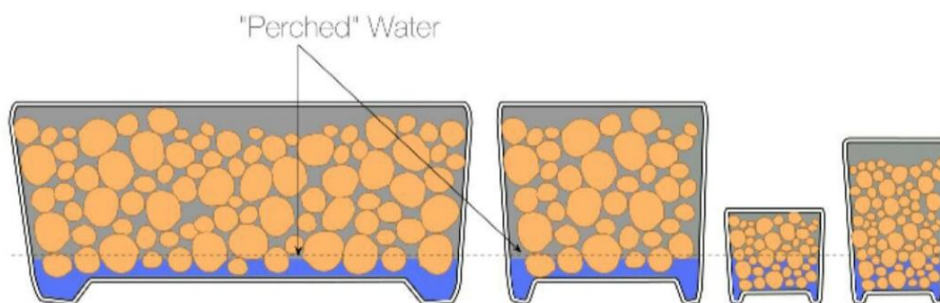
در تصویر فوق سمت راست دانه بندی غیر یکنواخت و سمت چپ دانه بندی یکنواخت که حفره های هوا تقریبا یکسان می‌باشد.

به هنگام آبیاری آب در اثر ثقل وزن خود در داخل گلدان به طرف پائین هدایت شده و از خروجی گلدان خارج می‌گردد در این پُرسه به هنگام عبور آب از کنار گرانول ها بخشی از آب جذب بستر شده و همچنین در صورت کودیاری املاح موجود در آب که به صورت یون می‌باشند به خاطر cec بستر جذب و بر روی گرانول ها می‌نشینند تا در روندی پیچیده جذب ریشه های بونسای شوند. با دفع آب از گلدان به همچنین هوا به داخل بستر مکش پیدا نموده و بدین ترتیب هوای تازه در داخل حفره های بین گرانول ها جای می‌گیرد تا به مصرف تنفس ریشه گیاه برسد.



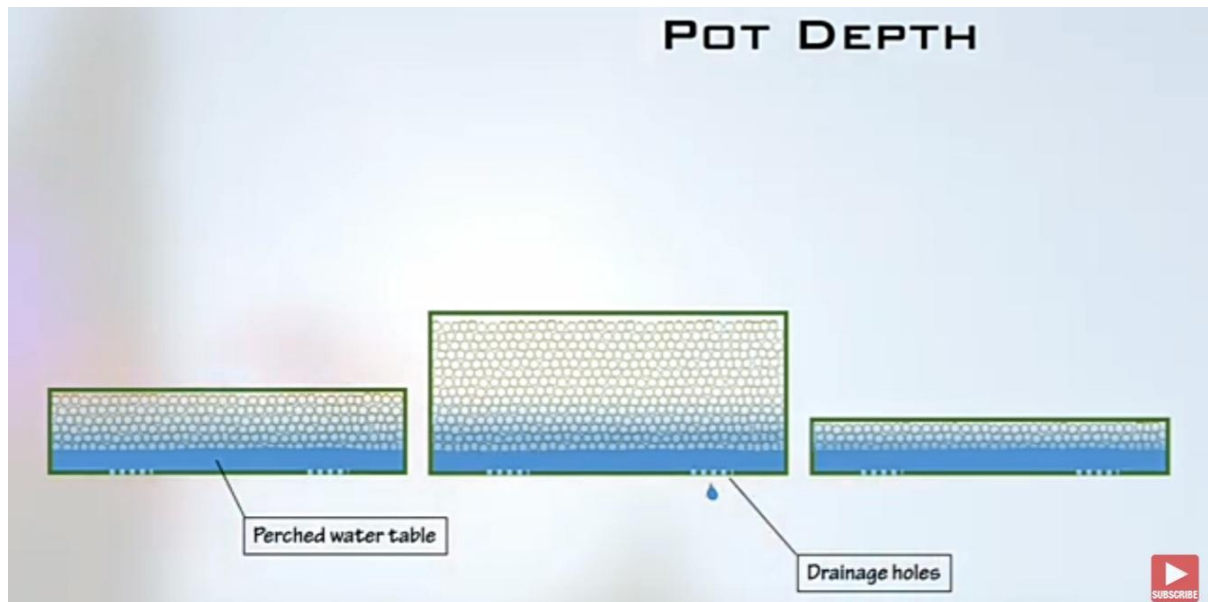
در تصویر فوق به هنگام آبیاری ضمن ذخیره آب در بستر هوا نیز به داخل آن هدایت میگردد.

پس از خاتمه آبیاری با وجود زهکشی کامل در ته گلدان مختصری آب باقی می ماند به این آب اصطلاحاً **Perched Water** (آب ته نشست) میگویند این پدیده نیز به خاطر کشش سطحی بین آب و دیواره گلدان و ذرات گرانول و خاصیت موئینگی می باش هر چقدر گرانول های بستر ریزتر باشد ارتفاع این آب بیشتر خواهد بود، اگر در گلدان های مختلف با اشکال و ارتفاع و وسعت های مختلف از یک نوع بستر واحد استفاده نمائیم ارتفاع آب در همه گلدان ها یکسان خواهد بود. (تصویر ذیل)

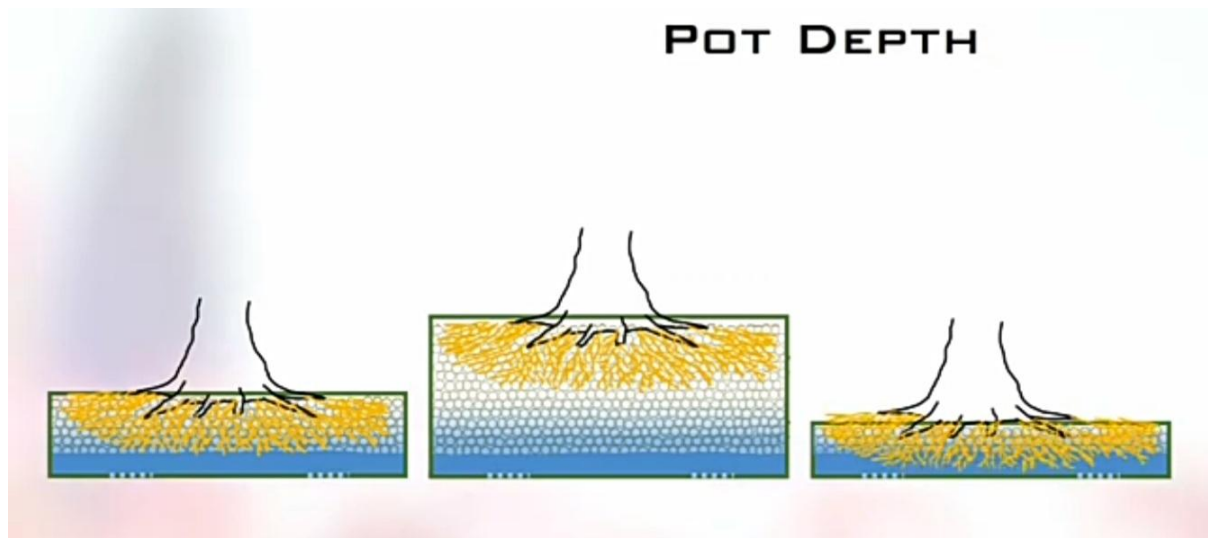


تصویر فوق آب ته نشست در گلدان های مختلف و با بستر یکسان.

در انتخاب گلدان باید آب ته نشست مد نظر گرفته شود. در یک درخت با حجم ریشه های مشخص در سه نوع گلدان تخت با ارتفاع خیلی کم، گلدان مرتفع ، و گلدان با ارتفاع متوسط اگر قرار بر استفاده از یک بستر مشخص باشد در حالی که ریشه ها در گلدان مرتفع هیچ تماسی با آب ندارند در گلدان تخت ریشه ها به خاطر آب ته نشست به طور کامل در آب قرار دارند، به تصاویر زیر توجه به فرمائید:

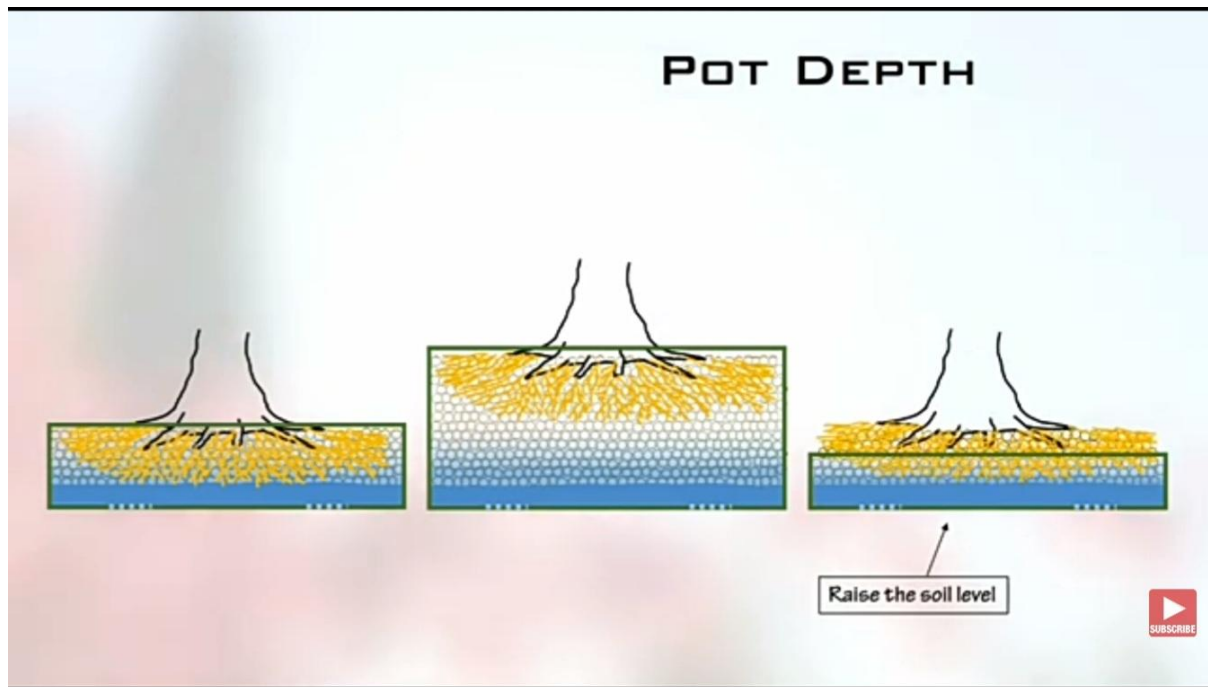


مقایسه آب ته نشست در سه گلدان کم عمق، مرتفع، و با ارتفاع متوسط



در تصویر فوق ریشه ها در گلدان کم عمق به طور کامل در آب قرار دارند ، در گلدان مرتفع هیچ تماسی با آب ندارند.

برای برطرف نمودن نسبی این مشکل در گلدان های بسیار تخت حجم بستر را بیشتر در نظر گرفته و لذا سطح بستر مرتفع تر شده و ریشه درخت کمتر با آب تماس خواهد داشت.

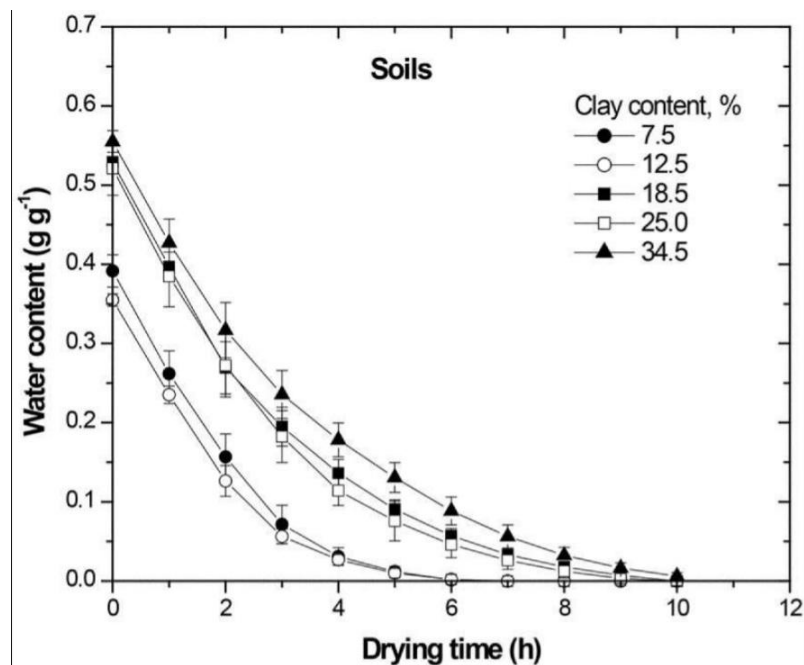


در تصویر فوق با بالا آمدن سطح بستر به طور نسبی تماس ریشه با آب ته نشست کمتر گردیده

ضمیمه ۱ :

سرزمین پهناور ایران دارای اقلیم های بسیار متفاوتی می باشد لذا یک بونسائیست در ایران باید بتواند حدودا برآورد نماید که ترکیب بستری که فراهم نموده است در روزهای گرم تابستان به چه صورتی عمل می نماید. در علم خاکشناسی که یکی از رشته های مهندسی کشاورزی می باشد دقیقا بدین مطلب می پردازند، بدین منظور انواع خاکی که در مزارع وجود دارد تحت پروتکل تعریف شده منحنی هائی جهت مشخص شدن احتباس آب توسط خاک و خشک شدن خاک بدست می آورند، اما در امر پرورش بونسای نیازی به این روش ها نمی باشد برای آنکه مشخص گردد بستر و یا بسترهای مورد نظرتان واکنش شان در گرما چگونه می باشد فقط نیاز به یک ترازوی دیجیتال دقیق دارید. فرض نمائید سه بستر متفاوت تهیه نموده اید و میخواهید آنها را در این مورد خاص با هم مقایسه نمائید، سه گلدان کاملا هم شکل تهیه نموده و به ترتیب آنها را A و B و C می نامید و هر یک را با یکی از بسترهای مورد نظر پر می نمائید (با حجم های مساوی) و همه را در یک نقطه مشابه از نظر میزان تابش نور خورشید قرار میدهید و در حدود سی ثانیه (سی ثانیه حدودا زمان آبیاری یک گلدان می باشد) هر سه گلدان را به طور همسان آبیاری می نمائید، حال برای هر یک از بسترهای مذکور یک صفحه محور مختصات رسم می نمائید، محور X محور زمان که واحد آن ساعت می باشد و محور Y محور وزن بستر با گلدان آن می باشد که واحد آن گرم می باشد، بعد آبیاری و خروج کامل آب از هر سه گلدان آنها را وزن نموده در زمان صفر و بر محور Y مقدار آنرا ثبت می نمائید، سپس یک ساعت به یک ساعت گلدان را وزن نموده و نقطه مربوطه را در صفحه مختصات مشخص می نمائید اگر این آزمایش را از ساعت ۶ صبح تا ۱۲ شب انجام دهید در

هر صفحه مختصات سه گلدان A, B, C ۱۸ نقطه خواهید داشت که از اتصال آنها به یک دیگر سه منحنی جداگانه بدست می‌آید که هر یک نشان دهنده عملکرد آن بستر مربوطه بوده و با مقایسه آنها بهترین بستر را می‌توانید انتخاب نمایید، این منحنی نشان‌دهنده میزان تبخیر آب هر گلدان می‌باشد. لازم به ذکر می‌باشد که این آزمایش فقط جهت مقایسه بسترهای مختلف می‌باشد، در عالم واقعیت به جز تبخیر مستقیم بخشی از آب ذخیره شده در بستر توسط ریشه بونسای جذب و توسط برگ تبخیر می‌گردد. در ذیل نمونه ای از یک منحنی مشابه در رابطه با خاک زراعی ملاحظه می‌فرمائید.



ضمیمه ۲:

در متن مقاله به فاکتور **air filled porosity** "هوای موجود در بین گرانول های بستر" اشاره گردید این فاکتور تاثیر شایانی در رشد ریشه و به تبع آن رشد عمومی درخت دارد، ممکن است این سوال مطرح گردد که آیا هر چقدر با بزرگ نمودن گرانول های بستر حفره های هوای بستر را بزرگتر نمایم نتیجه کار در رشد ریشه ها بهتر خواهد بود؟ جواب این سوال منفی می باشد در این صورت پدیده هوا زدگی ریشه ها به وجود خواهد آمد که مطلوب نمی باشد، در خاک معمولی در بهترین حالت این فاکتور در حدود 8-10 می باشد برای بونسای عدد 20-25 عدد مناسبی به نظر می آید، در جدول ذیل مقادیر مختلف این فاکتور برای برخی گیاهان داده شده است.

Air Porosity (% Volume)			
Low 2-5%	Intermediate 5-10%	High 10-20%	Very High >20%
Carnation	Camellia	African violets	Azalea
Conifers	Chrysanthemum	Begonia	Orchid
Geranium	Gladiolus	Foliage Plants	
Ivy	Hydrangea	Gardenia	
Palms	Lily	Gloxinia	
Rose	Poinsettia	Heath	
Stock		Rhododendron	
Turf Grass		Snapdragons	

اندازه گیری فاکتور A.F.P کار دشواری نمی باشد برای انجام این کار به ظرفی شفاف و مدرج با شیر تخلیه ای در انتهای آن نیاز می باشد بستر مورد نظر را داخل آن ریخته در صورتیکه گرانول های بستر سبک بوده و بر روی آب شناور گردند صفحه فلزی مشبکی که به اندازه کافی سنگین باشد تا گرانول ها در سطح آب شناور نگردند بر روی بستر قرار می دهیم حال داخل ظرف را درست تا زیر صفحه مشبک پر آب می نمائیم در صورتیکه بستر مقداری آب در خودش جذب نمود مجدداً به آن آب اضافه می نمائیم تا سطح آب درست در زیر صفحه مشبک فلزی قرار بگیرد حال این حجم را از روی درجات روی ظرف قرائت می نمائیم و آن را $V1$ مینامیم در این مرحله شیر خروجی را باز نموده و آب تخلیه شده را در استوانه مدرج (مزور) تخلیه می نمائیم و حجم این آب تخلیه شده را از روی درجات استوانه مدرج قرائت می نمائیم و آنرا $V2$ می نامیم حال ضریب afp از رابطه زیر بدست می آید.

$$AFP = V2/V1 * 100$$

برای مثال $V1=1500$ و $V2=300$ خواهیم داشت

$$AFP=300/1500*100=20$$

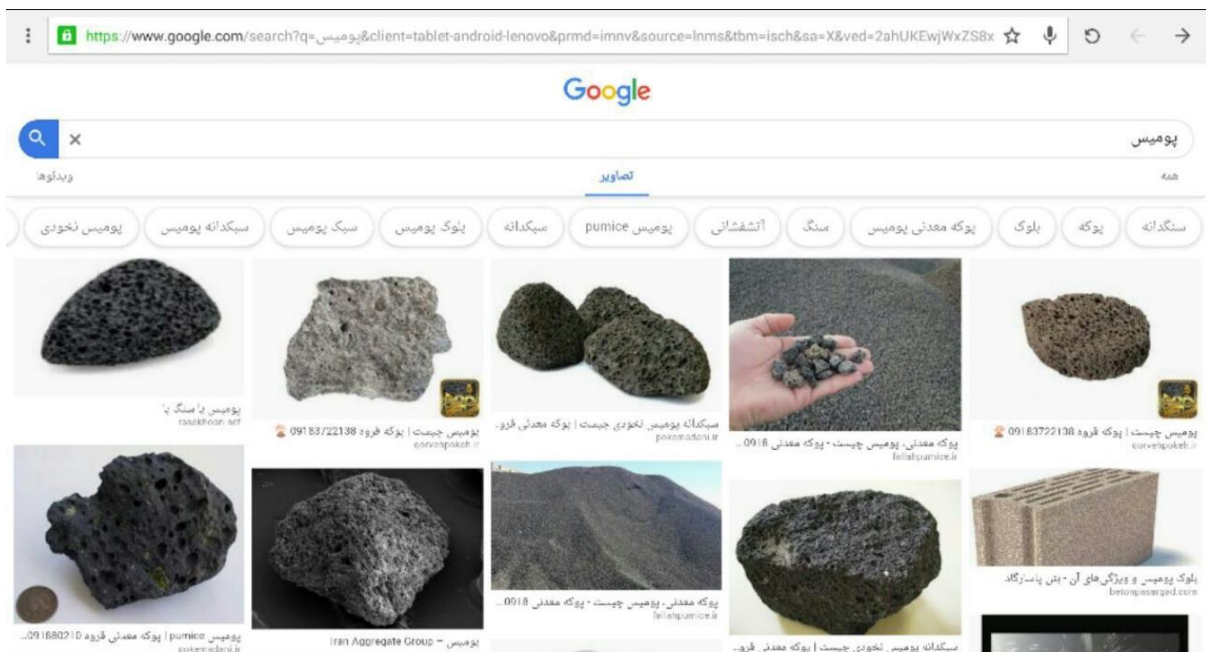
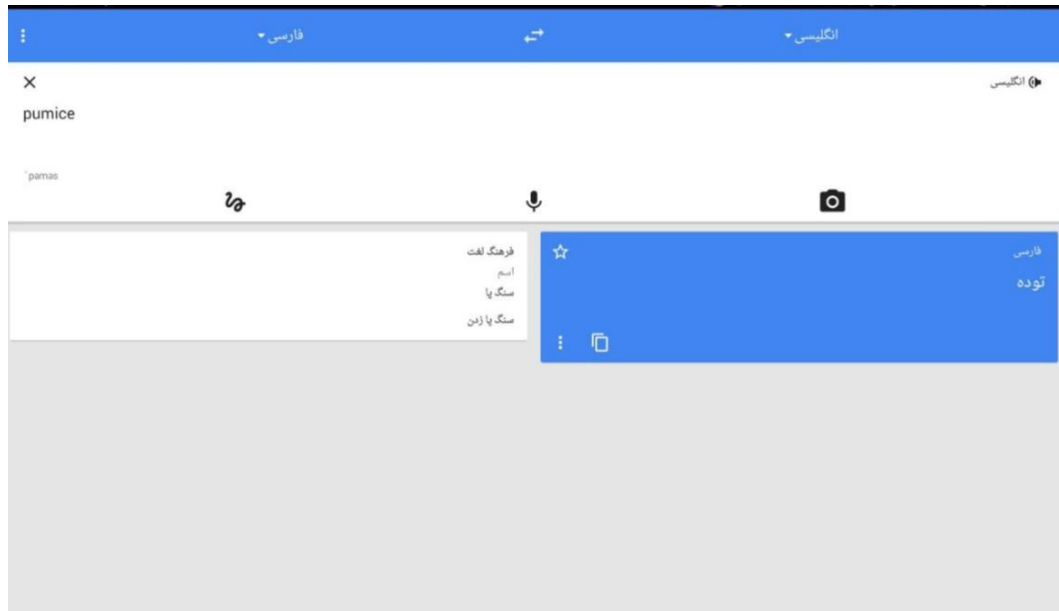
یعنی 20 درصد حجم بستر مورد نظر هوا می باشد

ضمیمه ۳:

به چه علت برخی به اشتباه فکر می نمایند که پامیس همان سنگ پای خودمان می باشد (به رنگ سیاه)، در صورتیکه سنگ پائی که در ایران استفاده میشود اسکوریا (پوکه قره) بوده و رنگ این سنگ آذرین سیاه می باشد، و پامیس معمولاً به رنگ سفید یافت میگردد، منشأ این اشتباه در کجا می باشد؟

در دیکشنری حیم **pumice** را سنگ پا معنی نموده است، در گوگل ترنسلت نیز به همینین این واژه را سنگ پا معنی نموده است، واقعیت این است که در کشورهای خارجی سنگ پا معمولاً به رنگ

سفید بوده و از سنگ آذرینی به همین اسم (پامیس) و به رنگ سفید تا طوسی با حفره های خیلی ریز در سطح آن ساخته میشود و اگر در اینترنت نیز سرچ کنید **pumice**، تصاویری از این سنگ آذرین و همچنین سنگ پا با رنگ سفید به نمایش خواهد گذاشت، حال اگر در اینترنت به فارسی سرچ کنید پامیس تصویر سنگ پای سیاه که در ایران استفاده میگردد به نمایش خواهد گذاشت (چون در لغت نامه ها پامیس را سنگ پا معنی نموده اند) در صورتیکه این نوع سنگ پا که در ایران استفاده میگردد در واقع اسکوریا می باشد نه پامیس.





تصویر فوق سنگ پائی که در خارج استفاده میگردد

در مورد تفاوت پامیس و اسکوریا کافیت جمله What is the difference between pumice and scoria را سرچ نمائید تا به مطالب فراوانی دست پیدا کنید، در ذیل یک نمونه تقدیم میگردد.

Not to be Confused with Pumice

A vesicular igneous rock that is very similar to scoria is pumice. There are a few differences that can be used to distinguish them. First is their color. Scoria is almost always black or dark gray to reddish brown, while pumice is almost always white to light gray to light tan. This color difference is a result of their composition. Scoria forms from basaltic magmas, while pumice forms from rhyolitic magmas - which usually contain more gas.

Pumice has a much higher concentration of trapped bubbles - so many that the walls between them are very thin. The vesicles in pumice contain enough air that the rock will float on water. The thick walls of scoria make it heavy enough to sink.

Finally, when observed closely with a hand lens, you can often see tiny mineral crystals in scoria. However, close observation of pumice reveals

a "glassy" texture similar to obsidian. Pumice consists mainly of glass materials rather than mineral crystals. A "glass" is a noncrystalline substance. In the case of pumice, it cooled so quickly that the atoms .were unable to arrange themselves into ordered crystal structures

در متن فوق اشاره نموده که اسکوریا معمولا به رنگ سیاه تا خاکستری تیره و قهوه ای مایل به قرمز می باشد، در صورتیکه پامیس به رنگ سفید تا خاکستری روشن تا برنز می باشد، در ادامه می گوید که اسکوریا از نوع ماگمای بازالتی و پامیس از نوع ماگمای ریولیتی می باشد

متمم مقاله بسترهای بدون خاک

۱- آبیاری

۲- کودیاری

آبیاری:

همانطور که در مقدمه این مقاله مطرح گردید، مسئله آبیاری و کودیاری جدای از مقوله خاک و بستر نمی باشد. درختان در طبیعت اگر مشکل کمبود آب داشته باشند در پی جستجوی آب ریشه های خود را به اعماق زمین گسترش می دهند و یا اگر آب های تحت العرضی نزدیک به سطح زمین باشد ریشه ها بصورت سطحی رشد نموده و دچار پوسیدگی نمیگردند، در فضای محدود گلدان بونسای این امکان برای درخت وجود ندارد که خود را با شرایط محیط وفق دهد اگر این درخت به اندازه لازم آبیاری نگرد ابتدا برگ ها و سپس سرشاخه ها و بعد آن شاخه و در نهایت مرگ درخت به علت کمبود آب حتمی می باشد، در آبیاری بیش از حد به طور مشخص در خاک های کلاسیک و ارگانیک پوسیدگی ریشه حادث میگردد متأسفانه آثار این ضایعه در بخش هوای درخت به مانند کم آبی سریع نمود نمی نماید و صاحب درخت هنگامی متوجه می شود که خیلی دیر بوده و درخت به احتمال زیاد از بین خواهد رفت. در سیستم های غیر ارگانیک و به صورت دانه بندی این پدیده به علت بالا بودن زهکشی تقریباً رخ نمیدهد، البته در دانه بندی های خیلی ریز به خاطر خاصیت موئینگی و کشش سطحی امکان انباشت بیش از حد آب در فضای بین دانه بندی بستر وجود خواهد داشت که این امر می تواند پوسیدگی ریشه را به وجود بیاورد لذا در این مورد خاص باید در میزان آبیاری دقت نمود. اغلب پرسیده میشود که چه زمانی و چند بار گلدان های بونسای تحت تعلیم خود را آبیاری نمائیم. در پاسخ زمان مناسب آبیاری صبح می باشد زیرا با وجود نور پدیده فتوسنتز و جذب آب از طریق ریشه فعال می باشد، اما دفعات آبیاری بستگی به اقلیم و درجه حرارت، میزان رطوبت و اینکه منطقه بادخیز می باشد و یا نه بستگی دارد و لذا منطقه به منطقه دفعات آبیاری می تواند متفاوت باشد اگر این امکان وجود داشته باشد که گلدان ها بر روی پامیس و یا اسکوریا قرار گیرند آب خروجی از گلدان ها جذب آنها شده و طی روز می تواند به رطوبت محیط کمک نماید. برای آبیاری در حد امکان سعی نمائید از آبیاری با سوراخ های ریزتر استفاده نمائید تا قطعات بستر بونسای جا به جا نشوند مخصوصاً در گلدان های کوچک با دانه بندی ریزتر. به هنگام آبیاری به یکباره آبیاری را انجام ندهید بلکه دو و یا سه مرحله آبیاری نمائید بدین صورت که اگر بیست گلدان در مجموعه خود دارید از گلدان یک تا بیست را آبیاری نمائید و مجدداً از گلدان یک تا بیست را آبیاری نمائید به این ترتیب بستر درختان شما بهتر و یکنواخت تر آبیاری میگردد ژاپنی ها برای بونسای یک مثل دارند « باران برای بونسای دوبار می بارد » عدم آبیاری یکنواخت بستر باعث میشود که در مناطق خشک بستر ریشه صدمه ببیند و همچنین عدم یکنواخت بودن رطوبت بستر باعث رشد ناموزون ریشه میشود. در برخی متون صحبت از آبیاری غوطه ور می شود این روش آبیاری کاملاً مردود

می باشد هیچ یک از اساتید بونسای این روش را تأیید نمی نمایند آبیاری از سطح بالای گلدان توسط آبپاش و یا سیستم شبکه آبیاری اتوماتیک انجام گیرد آبیاری به صورت غوطه ور فقط و فقط در صورتی که درخت دچار تنش بی آبی شده است مجاز می باشد گلدان را به مدت ۱-۱/۵ ساعت در ظرفی قرار دهید که آب تا لبه گلدان باشد، آبیاری باید به صورتی انجام گیرد که از گلدان آب خارج گردد، سوراخ زهکشی باید هر چند یکبار چک شود بودن یک یا چند حلزون در مجرای زهکشی میتواند زهکشی را مختل نماید. در ارتباط با کیفیت آب، آب باران بهترین آب برای پرورش بونسای می باشد زیرا pH آن مختصری اسیدی می باشد، در مناطق با بارندگی زیاد از طریق ناودان ها آب باران را ذخیره نموده و به مصرف بونسای های خود می‌رسانند خصوصا برای گیاهان آهک گریز مثل آزالیا، اما در شرایط ایران به خاطر پائین بودن میزان بارندگی چنین امری خیلی بدور از ذهن می باشد. املاح موجود در آب به تدریج در خاک و یا بستر تجمع نموده (این پدیده هم در خاک های ارگانیک و هم در بستر های غیر ارگانیک پیش می آید) و لذا به مرور خاک و یا بستر خاصیت قلیائی پیدا نموده و نشانه های کمبود آهن (در واقع عدم جذب آهن) و کمبود نیتروژن که به صورت رنگ پریدگی در برگ ها خود را نشان میدهد مشاهده میگردد لذا برای رفع این مشکل می توان به فاصله هر یک ماه از آبی که مختصری اسیدی است استفاده نمائید جهت این منظور یک قاشق چای خوری سرکه را در ۷ لیتر آب مخلوط نموده و درختان را آبیاری نمائید البته این میزان نسبی می باشد و به میزان املاح موجود در آب بستگی دارد ممکن است به خاطر افزونی املاح در آب منطقه هر ۱۵ روز این کار را انجام داد، اما باید توجه نمود که در مصرف سرکه افراط نگردد (شخصا از یک قاشق مرباخوری در ۶ لیتر آب استفاده نموده ام) به همچنین املاح آب به مرور زمان بر روی تنه درخت و نیاری بونسای رسوب نموده و منظره ای نا زیبا را به وجود می آورد برای برطرف نمودن این مشکل محلولی از یک قسمت سرکه و بیست قسمت آب (۱ CC سرکه + ۲۰ CC آب) استفاده نمائید، سطح گلدان را با نایلون پوشانده و با مسواک آغشته به این محلول تنه و نیاری درخت را تمیز نمائید بعد از تمیز شدن نایلون را برداشته و با آب فراوان تنه و نیاری را بشوئید تا اگر سرکه ای به بستر نفوذ نموده کاملا برطرف گردد. آبیاری با آبی که املاح زیاد دارد همچنین باعث میگردد که آب بر روی برگ ها لکه های از رسوب آب به وجود آورد اگر خواسته باشید این مشکل را تا حدی برطرف نمائید از محلول یک قسمت سرکه و ۵۰ قسمت آب (۱ CC سرکه + ۵۰ CC آب) استفاده نمائید و آنرا در حالی که سطح روی بستر را با نایلون محافظت نموده اید با سمپاش بر روی شاخ و برگ به پاشید و حدود ۱۵-۲۰ دقیقه قبل آنکه محلول خشک شود با آب فراوان درخت را کاملا بشوئید با این کار تا حدودی برگ ها تمیزتر میگردند. وسخن آخر آنکه در بسترهای غیر ارگانیک و به صورت دانه بندی با بودن گلدان در زیر باران به مدت چند روز در صورت باز بودن مجرای زهکشی هیچ مشکلی برای درخت پیش نخواهد آمد، میزان آبی که به فرض پامیس و یا زئولیت میتوانند جذب و ذخیره نمایند ذخیره نموده و مازاد آب باران از گلدان دفع میگردد.

کودپاری:

در طبیعت درختان به دو علت ریشه های خود را گسترش می دهند، علت اول پایداری و ایستای درخت در مقابل طوفان و سنگینی برف و... بوده و علت دوم جذب آب و مواد مورد نیاز درخت می باشد. با وجود آب و هوا و کربن دی اکسید و نور خورشید درخت غذای خود را که هیدروکربور ها و نشاسته می باشد می سازد، برای ساخت پروتئین ها آنزیم ها، هورمون ها و موارد این چنینی درخت نیاز به عناصر اصلی نیتروژن، پتاس، فسفر و همچنین ریزمغذی های آهن، گوگرد، منیزیم و..... که این مواد در واقع همانند مکمل های غذای برای انسان مثل ویتامین ب کمپلکس و یا کلسیم برای جلوگیری از پوکی استخوان برای درختان می باشند، اگر قرار بر این بود که ریشه های درخت در زمین رشد نه نمایند و در محدوده مشخصی ساکن می بودند به زودی این مواد در آن ناحیه از خاک به خاطر جذب به پایان می رسیدند، لذا درخت با گسترش مداوم ریشه های خود در زمین به منابع جدیدی از مواد مورد نیاز خود دست پیدا می نماید، اما بونسای در فضای کوچک گلدان تخت بونسای این امکان را ندارد و در خاک ارگانیک پس از مدتی مواد مورد نیاز آن در گلدان به اتمام خواهد رسید و نیاز به کودپاری می باشد. در بسترهای غیر آلی و به صورت دانه بندی که بحث ما می باشد در صورتیکه **cec** بستر ضعیف باشد مقدار کمی از کود جذب درخت شده و با آبیاری بقیه مواد مغذی از گلدان دفع می گردد و لذا باید سعی نمود که تا حد امکان بستر مورد استفاده دارای **cec** مناسب باشد در این صورت مواد مورد نیاز درخت که به صورت یون می باشند به صورت پیوند یونی به دانه های بستر متصل شده و در روندی پیچیده (تبادل یون بین ریشه و بستر) به مرور جذب درخت می گردند اما به هر حال نیاز به کودپاری در بازه های زمانی مشخص امری اجتناب ناپذیر می باشد، بونسائیسیت ها در خارج از کودهای آهسته رهش (پیوسته رهش) برای کودپاری مداوم درخت بهره می گیرند این نوع کودها بر دو نوع می باشند دسته اول از مواد شیمیائی ساخته شده و به صورت قرص و یا گرانول در بازار یافت می گردد و دسته دوم کودهای ارگانیک می باشد که از ترکیب موادی همچون پودر خون، پودر استخوان، پودر ماهی، کنجاله پنبه و..... تهیه شده و به صورت گوی یا تخم مرغی شکل بر روی بستر قرار می گیرند (سعی خواهد شد مطلبی در این مورد در آینده تهیه گردد) در آبیاری روزانه مقداری از کود حل شده و جذب ریشه درخت می گردد، بونسائیسیت ها در کنار کودهای آهسته رهش از کودهای کامل **NPK** و همچنین کودهای تامین کننده ریز مغذی های همچون آهن، منگنز، گوگرد و..... استفاده می نمایند. کودهای کامل **NPK** یا به صورت مایع محلول در آب و یا به صورت پودر محلول در آب می باشند به هنگام استفاده از کود حتما روی بسته بندی آنرا کامل مطالعه فرمائید، بونسائیسیت با در نظر گرفتن مرحله پرورش درخت خود نوع ترکیب کود را انتخاب می نماید برای رشد رویشی از کود ازت بالا و برای گسترش ریشه از کود فسفر بالا استفاده می نمایند، توجه داشته باشید که در دمای پائین تر از ۱۲ درجه سانتیگراد کود جذب نمی گردد، بهترین زمان کودپاری از راه برگ و همچنین از راه ریشه صبح می باشد، برگ به علت باز بودن کامل روزنه های برگ و از طریق خاک به علت شروع پدیده فتوسنتز و جذب آب، توجه داشته باشید که بیش از حد مجاز مشخص شده بر روی بسته بندی کودپاری نه نمایند چون پدیده اسموز معکوس پیش می آید یعنی مایع داخل درخت از مایع داخل بستر غلظتش کمتر بوده و لذا برای

بالانس از ریشه درخت آب دفع شده تا بالانس انجام گیرد (این بحثی در فیزیک جداره های نیمه تراوا می باشد) که باعث ریشه سوزی و خسارت و یا مرگ درخت میگردد، برای درخت های آهک گریز همچون آزالیای از کودهای با pH اسیدی استفاده نمائید. در رکود تابستانه از دادن کود به درخت خودداری نمائید و بعد از رکود تابستانه و شروع رشد جدید درخت کودیاری را انجام دهید از کودیاری درختی که ریشه بیمار دارد جدا خودداری نمائید، درخت های که هرس ریشه شده اند از کود فسفر و پتاس بالا و نیتروژن بسیار کم استفاده نمائید، با نزدیک شدن به زمان خزان از کود های با ازت صفر درصد استفاده نمائید مثلاً $NPK = 0'15, 15$ استفاده از فسفر و پتاس تا زمان خزان نمودن درخت بلامانع می باشد این دو عنصر در بهار سال آینده به زایش گل و جوانه در درخت کمک می نمایند همچنین تا زمان خزان از کودهای ریز مغزی استفاده شود. در درختی که دوره آموزشی خود را گذرانده و به مرحله بونسای کامل شدن رسیده از کود با نیتروژن کم استفاده کنید، به همچنین برای قطور شدن تنه در این مرحله میتوانید از کودهای دارای سیلیس استفاده نمائید این نوع کود چون جداره سلول های گیاهی را دخیم می نماید باعث قطور شدن تنه درخت میگردد، کود سیلیس هم به صورت خالص و هم همراه با پتاس قابل تهیه می باشد، توجه داشته باشید از این نوع کود در مرحله آموزشی استفاده نه نمائید چون برای سیم بندی و فرم دادن شاخه ها دچار مشکل میشوید.

همانطور که پیشتر بیان گردید بسترهای غیر آلی که بحث این مقاله می باشد فاقد هرگونه عنصر N,P,K و ریز مغزی ها می باشد. در موارد زیادی ذکر میگردد که مثلاً زئولیت کود است، در صورتیکه اینگونه نمی باشد درست است که در آنالیز آنها عناصر زیادی مثل فسفر، پتاس، ... وجود دارد اما لازمه جذب عناصر مذکور این است که به صورت یون محلول در آب باشند در صورتیکه اینگونه نبوده و در ساختار کریستالی پایدار خود قرار دارند و لذا جذب درخت نمی گردند، اما با cec بالایی که زئولیت دارد می تواند عناصر موجود در کود را جذب و به تدریج به درخت منتقل نماید، در صورت عدم کودیاری بسترهای غیر آلی درخت شما دچار فقر عناصر خواهند شد، تاکید میگردد که از اختلاط کود دامی، خاک برگ، ورمی کمپوست، پیت ماس و..... با این گونه از بستر ها جدا خودداری نمائید زیرا موارد گفته شده حفره های بین دانه بندی بستر را پر نمودن باعث عدم زهکشی مناسب و عدم تنفس صحیح ریشه میشود، در صورت تمایل و اصرار در استفاده از آنها میتوانید در کیسه های دمنوش و نظایر آن ریخته و بر روی بستر قرار دهید تا با آبیاری مواد مغزی آنها به ریشه برسد
دی ماه ۹۹ بخرد



تصویر فوق کیسه دمنوش حاوی کود آهسته رهش



تصویر فوق ظروف مخصوص کود آهسته رهش به صورت گرانول



تصویر فوق کیک کود بر روی بستر بونسای



آقای هری هرینگتون در حال کودداری با کود آهسته رهش

در ذیل pH برخی گیاهان داده شده است:

Acacia 6.5-7.5	Ivy 7.0-8.0
Apple 5.0-6.5	Juniper 5.5-7.5
Arborvitae 6.0-8.0	Lantana 5.5-7.0
Ash 6.0-8.0	Larch 5.5-6.5
Azalea 5.0-6.0	Lemon 5.5-7.0
Barberry 6.0-8.0	Lilac 6.0-8.0
Beech 6.0-7.0	Mimosa 5.0-7.0
Birch 5.0-6.0	Magnolia 5.0-6.0
Bougainvillea 4.5-5.5	Maple (Acer) 6.0-8.0
Boxwood 6.5-7.5	Mountain Laurel
Camellia 4.0-5.5	(Kalmia)
Cedar 6.0-7.0	5.0-8.0 Myrtle 6.5-7.5
Cherry 6.0-8.0	Oak (Quercus) 5.0-7.0
Cotoneaster 6.0-8.0	Oleander 6.0-7.5
Crabapple 6.0-7.5	Orange 5.0-7.0
Cypress, bald 5.0-6.0	Oxalis 6.0-8.0
Deutzia 6.0-7.5	Pine (Pinus) 5.0-6.0
Dogwood 6.0-7.0	Podocarpus 5.0-6.5
Douglas Fir 6.0-7.0	Pomegranate 5.5-6.5
Eleagnus 6.0-8.0	Poplar 6.0-8.0
Elder 6.0-8.0	Privet (Ligustrum) 6.0-8.0
Elm (Ulmus) 6.0-8.0	Prunus 6.0-8.0
Eucalyptus 6.0-8.0	Quince 6.0-7.5
Euonymus 6.0-8.0	Redbud 6.0-8.0
Euphorbia 5.5-6.5	Rhododendron 5.0-6.0
Ficus 5.0-6.0	Rose 6.0-8.0
Ficus 5.0-6.0	Rosemary 5.0-6.0
Fir 5.0-6.0	Sage 6.0-8.0
Firethorn 6.0-8.0	Spirea 6.0-8.0
Forsythia 6.0-8.0	Spruce (Picea) 5.0-6.0
Fuschia 6.0-8.0	Sumac 6.0-8.0
Gardenia 5.5-6.5	Sweet Gum 6.0-7.0
Geranium 7.0-8.0	Tamarix 6.0-8.0
Ginkgo 6.0-8.0	Tuliptree 6.0-7.0
Grape (Vitis) 6.0-8.0	Viburnum 6.0-8.0
Hawthorn 6.0-7.5	Willow (Salix) 6.0-8.0
Hazelnut 6.0-7.0	Wisteria 6.0-8.0
Hickory 6.5-7.5	Witch Hazel 6.0-7.0
Holly (Ilex) 5.0-6.0	Yew (Taxus) 5.5-7.0

با مشخص بودن pH درخت میتوان تصمیم صحیح تری در مورد فرمول بستر گرفت