

بنام خداوند

تکنیکی موفق برای آبادی بیابان ها

زای (ZAI) یک تکنیک بیابان زدایی آفریقایی است. با آبیاری دیم هر بیابان خشک و زمین سفت و سختی را سرسبز می کند. کم هزینه، سودمند، پایدار، خاص مناطق خشک و کویری است.

شرکت مصالح سبز آپادانا در نظر دارد این طرح جدید و موفق را در کشور معرفی و نهادینه نماید. از علاقمندان و کلیه کسانی که مایلند و می توانند در این زمینه ما را یاری رسانند، دعوت می شود با تلگرام +۹۸۹۱۲۲۸۵۹۲۴۰ سایت afforestt.ir تلفکس ۰۲۱۴۴۴۶۵۷۳۰۴ با ما تماس حاصل نمایند.

قرآن سوره انعام آیه ۹۹: "خداوند از آسمان، بوسیله بارانی که نازل می کند، گیاهان گوناگونی با ساقه و شاخه های سبز می رویاند. از آنها دانه های متراکم و از نخل، شکوفه هایی با رشته های باریک بیرون می فرستد. باغ هایی از انگور و زیتون و انار، با میوه هایی گاه شبیه به یکدیگر و گاه بی شباهت! بوجود می آورد. افراد با ایمان در میوه آن درختان و طرز رسیدنشان نشانه هایی از عظمت خدا می بینند."

تکنیک بیابان زدایی "زای" چیست:

آقای "یعقوب سووادوگو" Yacouba Sawadogo کشاورزی مسلمان از کشور آفریقائی بورکینافاسو است. ایشان بدون تحصیلاتی در زمینه کشاورزی با الهاماتی که در اثر نیایش دریافت داشته تکنیک کشاورزی سنتی "زای" ZAI را احیا، بهینه، و به اجرا درآورده است. این تکنیک امروزه در سراسر دنیا برای بازگرداندن خاک های آسیب دیده از بیابان زایی و خشکسالی استفاده می شود و طرفداران پرو پا قرصی در دانشگاههای اروپا و آمریکا دارد. برای کسب اطلاعات بیشتر به اینترنت و فیلم های مستند متعدد ایشان مراجعه کنید.

"زای" ZAI تکنیکی است که در حال حاضر کشاورزان شمال بورکینافاسو برای بیابان زدایی بکار می برند. این روش بسیار کارآمد و کم هزینه است. این تکنیک می تواند مناطق خشک و بیابانی را تبدیل به زمین های حاصلخیز و جنگل نماید. در تکنیک "زای" چاله های کوچکی به اندازه ۲۰-۳۰ سانتی متر عرض با عمق ۱۰-۲۰ سانتی متر و به فواصل ۶۰ تا ۸۰ سانتیمتر توسط انسان حفر می شود (شکل ۱).



(شکل ۱)

یک تا سه کف دست مواد ارگانیک مانند کود گاوی، کمپوست، خاک برگ در چاله ها ریخته می شود سپس سه عدد دانه گیاه مورد نظر (مثل ارزن MILLET یا گیاه جارو SORGHUM) در هر چاله کاشته می شود.

نکات و تجربیات زیر برای آگاهی بیشتر تقدیم می گردد: (Tony Rinaudo, in Amaranth to Zai Holes (ECHO book) :

** ابعاد چاله ها می تواند متغییر باشد. مثلا چاله 20×20 سانتیمتر عمق ۱۰ سانتیمتر. کاشت دانه ارزن در چاله ها می تواند نهالها را از آسیب باد حفظ نماید. (حتی باد ۱۰۰ کیلومتر در ساعت). آقای یعقوب سووادوگو که با مرکز تحقیقات ملی علوم و فن آوری (National Center of Technology and Scientific Research) بورکینا فاسو در کنفرانس کشاورزی سالیانه ۲۰۱۱ چنین عنوان نمود:

** در منطقه ساحلی، به ویژه در شمال بورکینافاسو، تکنولوژی های سنتی مستحکمی برای بهبود مدیریت آب باران و حفاظت از خاک در کشاورزی وجود دارد. تکنیک "زای" احتمالا مشهور ترین نمونه ای از چنین تکنولوژی هایی است که بر اساس دانش بومی بوجود آمده است. در استان Yatenga این تکنیک بصورت سنتی برای حاصلخیز کردن زمین های غیر حاصلخیز با آب هوای خشک بکار گرفته می شود. با افزودن مواد آلی مانند کود و کمپوست در چاله های ۲۰ سانتیمتر با عمق ۱۵ سانتیمتری محیطی مقاوم در برابر خشکسالی ایجاد می نمایند و باعث رشد هرچه بیشتر محصولاتی مانند ارزن و گیاه جارو می شوند.

در کدام سرزمین ها تکنیک "زای" کارائی بهتری دارد؟

تکنیک "زای" ابتدا در ساحل غربی بورکینافاسو در زمین های سفت و غیر حاصلخیز با بارندگی کم و اغلب متغییر جواب خوبی داده است. در چنین جاهای خشک و شکننده ای، کشاورزان کوچک دائم در معرض چالش تولید غذای کافی برای تغذیه خانواده های خود و درآمد ضعیف قرار دارند. هر چه رشد جمعیت بالا رود، افزایش فشار بر زمین برای تولید محصولات کشاورزی بالاتر رفته و این چالش دشوارتر می شود. در نتیجه برای زنده ماندن نوآوری در کشاورزی الزامی می شود. تکنیک "زای" راه حل موفقی است برای حاصلخیز کردن خاک مرده، جلوگیری از فرسایش خاک، و مشکل خشکی و کم آبی. با تکنیک زای، زمین هائی که حتی قابل شخم زدن نیستند و رها شده اند تبدیل به زمین های حاصلخیز می شوند. کود و کمپوستی که مورد مصرف این تکنیک قرار می گیرد در ته چاله می ماند و در سطح زمین پراکنده نمی گردد. این تکنیک مفید باعث می شود کشاورزان کود دهی موثر و مفید داشته و بهترین نتیجه را بگیرند.



Figure 1. Millet growing in zai pits in Burkina Faso. Photo courtesy of Hamado Sawadogo.

چاله ها همچنین نقش مهمی در برداشت و صرفه جوئی آب دارند. آب باران هدر نرفته به چاله ها رفته سریعاً به ریشه های گیاه می رسند. این تکنیک در مناطقی که بارش سالانه بین ۳۰۰ تا ۸۰۰ میلی متر است، بسیار مناسب است (Roose et al., 1993). بارش بیشتر از این ممکن است باعث تجمع آب در چاله ها و مزاحم رشد گیاهان شود. به طور خلاصه، تکنیک “زای” کشاورزان را قادر می سازد تا هم مشکل حاصلخیزی زمین و هم مشکل بی آبی را حل نمایند. مشکلی که کل زمین های کره زمین را به چالش کشیده است.

تکنیک “زای” تا چه اندازه موفق بوده است؟

Testimonial from Tony Rinaudo in Niger (from ECHO's book, Amaranth to Zai Holes):

هر جا تکنیک “زای” بکار گرفته شده، محصول و نتایج چشمگیری در آنجا داشته است. اگر کود بر روی زمین غیر حاصلخیز پخش شود، بسیاری از این کود شسته، منهدم و به هدر می روند. در حالیکه در تکنیک زای، کود مزبور در داخل چال قرار گرفته و تلفات کود به حداقل رسیده و مواد مغذی در ریشه گیاه متمرکز می شود. گیاهان در تکنیک “زای” گرفتار علف های هرز نیستند که خود امتیاز قابل توجهی است.

ما یک کشاورز را راضی کردیم تا در یک قطعه کوچکی از زمین بایر خود تکنیک “زای” را بکار گیرد. ایشان از آنجا ۱۰۰ کیلوگرم ذرت و ۱۵ کیلوگرم گیاه جارو برداشت کرد. با دیدن این موضوع سایر کشاورزان در ۲۰ روستا، بیش از ۵۰ هزار چاله “زای” حفر نمودند. این بار ما از کشاورزان خواستیم تا تکنیک “زای” را در زمین های شنی خود آزمایش کنند. نتایج بقدری رضایتبخش بود که بسیاری از آنها به میل خود تکنیک “زای” را ادامه دادند. همچنین نویسنده کتاب می نویسد که در یک منطقه که همیشه تولید ارزن کمتر از ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار بود، با این تکنیک به ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار رسید. کشاورزان ۸۷ روستا با دیدن این نتایج تقریباً دو میلیون چاله “زای” برای تولید ارزن در آن منطقه حفر نمودند.

قبل از پدیده احیای تکنیک “زای” برای مدتی سعی شد گیاه کاساوا (cassava) بومی آفریقا که شکلا شبیه ترب است را به عنوان یک محصول اصلی در منطقه ترویج و بازسازی کنیم. اما بخاطر شرایط بد آب و هوایی و خشکسالی های شدید، با شکست های متوالی مواجه شد. همچنین در سال ۱۹۹۳ با خشکسالی بدی روبرو شدیم و میزان بارندگی سال به ربع یا به ثلث میانگین بارندگی (۱۳۰-۲۴۰ میلی متر) رسید. با اینحال ۸۰ درصد ۴۴هکتاری که با تکنیک “زای” زیر کشت گیاه کاساوا رفته بود توانست محصول خوبی تحویل دهد که هرگز چنین رکورد بالایی با روش های دیگر حتی در سالهای خوب تجربه نشده بود.

چکیده تحقیقات در ارتفاعات اتیوپی (Amede et al., 2011):

آیا تکنیک “زای” مناسب ارتفاعات با میانگین بارندگی بالا کارائی دارد؟

Amede و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که اجرای تکنیک “زای” در منطقه بالتیک اتیوپی که بیش از ۱۳۰۰ میلی متر بارندگی سالانه دارد علیرغم تجمع آب باران و آب گرفتگی بالا و محدودیت نفوذ آب به خاک کاملاً موفق بوده است. با توجه به احتمال زیاد فرسایش خاک بر اثر روان آبها، چاله ها را بزرگتر ساختند تا در مقابل جریان شدید باران ها تحمل بیشتری داشته باشد. طی سالهای ۲۰۰۴ تا ۲۰۰۶ سبب زمینی و لوبیا به روش “زای” کاشته شد. با افزودن نیتروژن به چاله های زای، تولید سبب زمینی بین ۵۰٪ تا ۲۰۰٪ و لوبیا ۲۵۰٪ افزایش تولید نسبت به

روشهای معمول داشت. تاثیر چاله های "زای" بیشتر از کود نیتروژن بوده که نقش مهمتر آب و مواد مغذی موجود در کود اولیه بر روی گیاهان را نشان می دهد. قابل توجه است که کشاورزان بیش از ۲۰ برابر هزینه های حفاری چاله ها به درآمدها اضافه شد.

تاریخچه تکنیک "زای" در بورکینافاسو در نشریه ای تحت عنوان "کویر ساحل دوباره سبز می شود" توسط Chris Reij و همکاران در ۲۰۰۹ شرح داده شده که خلاصه و چکیده آن به شرح زیر می باشد:

در طول دهه های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰، علیرغم تلاش ها و کمک های خارجی زیاد برای ساختن سد های خاکی، فرسایش زمین های پر جمعیت منطقه فلات مرکزی با فرسایش سریع خاک مواجه شدند به طوری که کشاورزان به فکر باز پس گیری زمین های خود و یا تصمیم به ترک منطقه کردند.

در اوایل دهه ۱۹۸۰، چندین کشاورز در استان یاتنگا به صورت آزمایشی از تکنیک "زای" در زمین های بسیار سخت استفاده کردند. آنها این تکنیک را با افزایش عمق و عرض چاله ها و افزودن مواد مختلف آلی، آنها را بهبود بخشید. در زمین هایی که بذرها تقریباً هیچ ثمری نمی دادند، کشاورزان ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار (در سال های با بارندگی کم) و ۱۲۰۰ کیلوگرم در هکتار (در سال های بارانی خوب) محصول بدست آوردند. (Kaboré and C. Reij, 2004)

خبر موفقیت تکنیک "زای" به سرعت پخش شد. مبتکران این تکنیک از جمله Ourseni, Yacouba Sawadogo, Ali Ouedraogo و Zoromé با آموزش و ترغیب کشاورزان زحمات زیادی کشیدند. تکنیک "زای" که از اوایل دهه ۱۹۸۰ مورد توجه قرار گرفته بود در سال ۲۰۰۱، Ourseni Zoromé شبکه ای از ۲۰ مدرسه "زای" با ۱۰۰۰ عضو ایجاد نمود. از طریق این شبکه آموزشی و دادن مسئولیت اجرائی به گروههای مختلف اعضا و تبادل دانش؛ نیاز های کشاورزان کثیری مرتفع شده است. به عنوان مثال، بجای غلات تنها در چاله ها، چاله ها برای بذور غلات و درختان تواما مورد استفاده قرار گرفتند. بدین منظور کشاورزان سائز چاله ها و همچنین مقدار کود مصرفی را تغییر دادند. این تغییرات به موفقیت این تکنیک کمک خوبی کرد.

مشخصات کلی و فنی چاله های "زای"

چه گیاهانی در چاله های "زای" بهترین جواب را می دهند؟

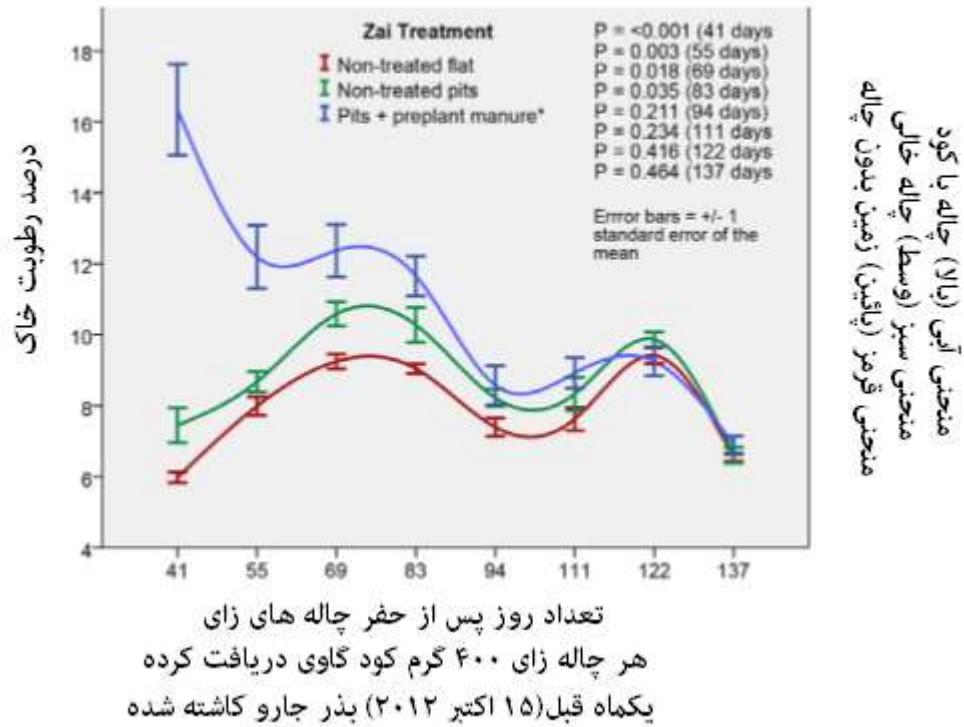
بهترین جایی که می توان از چاله های "زای" استفاده نمود مناطق خشک و کویری است. در فصل رویش، خاک این مناطق احتمالاً بسیار خشک خواهد بود. با اینحال، در زمان بارندگی، آبی که در این چاله ها جمع می شود رطوبت لازم را در خاک ایجاد می کند. لذا، گیاهانی برای این تکنیک مناسب هستند که بتوانند هم شرایط خشک و هم مرطوب را تحمل کنند. آقایان Renner and Frasier (1995) اشاره می کنند که ارزن MILLET و گیاه جارو SORGHUM انتخاب خوبی هستند؛ سورگوم می تواند هر دو خشکسالی و غرق شدن در آب را تحمل کند در حالی که ارزن مقاوم به خشکسالی است، ولی ماندن در آب را تحمل نمی کند.

آیا تکنیک "زای" به خاک خاصی نیاز دارد؟

بنا بر نظر (Renner and Frasier, 1995) هم عمق خاک و هم بافت خاک باید مورد توجه قرار گیرد. مثلاً بافت خاک، در ظرفیت نگهداری و نفوذپذیری و روان روی آب تاثیر می گذارد. به عنوان مثال، در زمین های شن و ماسه

ای، نفوذ آب می تواند به قدری زیاد باشد که آب کمی به چاله برسد. در مقابل، خاک های رسی ممکن است با نفوذ پذیری کم باعث تبخیر بیشتر آب زیر آفتاب شود. بهترین خاک، خاکی است که هم قابل نفوذ باشد و هم ظرفیت نگهداری آب. با این حال، توجه داشته باشید که کود آلی نقش بسیار مهمی را ایفا می کند. مثلا افزودن کود گاوی به خاک شنی ۹۰ درصد، باعث افزایش رطوبت خاک در چاله های "زای" می شود (شکل ۲).

شکل شماره ۲. رطوبت خاک در روزهای مختلف، از روز ۴۱ تا روز ۱۳۷ بعد از حفر چاله "زای" در سپتامبر ۲۰۱۲. اعداد معدل ۴ مشاهده و رکود توسط ECHO آفریقای جنوبی



آیا برای چاله های "زای" شیب ایده آلی وجود دارد؟

Renner and Frasier (1995) شیب ایده آل را از ۳٪ تا ۵٪ پیشنهاد می دهند. زمین های پر شیب، حرکت سریع آب باعث فرسایش خاک می شود. با این حال، در زمینهای بسیار صاف، حرکت روان آب بسیار کم است و آب زیادی به چاله نخواهد رسید. چاله های "زای" وسیله ای موثر برای نگهداری آب و کود در کنار گیاه محسوب می شوند، حتی اگر شرایط خاک و شیب مناسب نباشند.

چگونگی ساخت و عملکرد چاله های زای:

چگونگی ساخت چاله های "زای":

چاله های "زای" را در فصل خشک، زمانی که کشاورزان بیکار یا کم کارند می سازند. (شکل ۳). هر چاله ۲۰-۳۰ سانتی متر عرض و ۱۰-۲۰ سانتی متر عمق دارد و از خاک بیرون ریخته؛ سدی برای آبیگری تشکیل می دهند. فاصله

بین چاله ها در یک ردیف و همچنین فاصله بین ردیف چاله ها بین ۶۰ تا ۱۰۰ سانتی متر است. طبق نظر (Roose et al. 1993) در ابتدای فصل باران، ۲۰۰ تا ۶۰۰ گرم کود آلی یا کمپوست (دو کف دست کود آلی تقریباً ۳۰۰ گرم) به چاله ها اضافه می شود. کود گاوی را می توان از گاوداریها تهیه نمود. افزودنی های دیگر به چاله می تواند شامل بقایای کاه از محصولاتی مانند ارزن، سورگوم یا ذرت باشد. طبق نظر (Sawadogo) مواد آلی باید با ۵ سانتی متر خاک کف چاله مخلوط شوند. سپس ۸ تا ۱۲ دانه ارزن یا ۴ تا ۸ دانه گیاه جارو در هر چاله کاشته می شود.



شکل شماره ۳ تصویر سمت راست، خط کشی ردیف چاله های زای، تصویر وسط کندن چاله زای، و تصویر سمت چپ ریختن کود داخل چاله

Reij and Kaboré (2004) به این سوال که آیا می توان از چاله های قدیمی پارسال باز هم استفاده کرد پاسخ دادند. آنها می گویند کشاورزان در سال اول چاله هائی حفاری می کنند، دو تا پنج سال بعد، بسیاری از آنها چاله های جدیدی بین حفره های موجود حفاری می کنند. چاله های جدید مقدار زمین را افزایش می دهد که می توان با بیل زدن و شخم آنرا مدیریت کرد. در زمین های گود یا شنی که هنوز متراکم و سخت نشده اند، اغلب چاله ها به طور دائم ساخته می شوند. برای کاشت هر فصل هنگامی که از چاله های قدیمی استفاده مجدد می کنید باید خاک و خاشاکی که در طول زمان در آن پر شده پاکسازی نمائید.

عملکرد چاله های زای

برداشت آب باران

چاله های “زای” آب باران و رسوبات را در خود جمع می کنند. خاک ته چاله، عملکرد ذخیره آب را برعهده دارد. مواد آلی ته چاله نقش نفوذ و حفظ آب در خاک را بازی می کند. این، کمک می کند تا گیاه در برابر خشکسالی هایی که در مناطق نیمه خشک وجود دارند دوام بیاورد. (Zougmore et al. 2004؛ Fatondji et al. 2006).

تمرکز و تقویت باروری

چاله های “زای” علاوه بر برداشت آب، افزایش باروری را در نزدیکی ریشه تقویت و متمرکز می کنند. از طریق وزش باد خس و خاشاک در این چاله ها جمع می شوند و به باروری گیاه کمک می کنند. در نتیجه باروری و کیفیت زیستی خاک بهبود می یابد. Sawadogo و همکاران (۲۰۰۸) همچنین افزایش کربن، نیتروژن، فسفر و pH را در مواد آلی چاله ها مشاهده نمودند. Zombre (2006) نیز شاهد افزایش فعالیت بیولوژیکی در خاک این چاله ها بود.

همچنین، در تحقیقات ECHO در آفریقای جنوبی، تقریباً همه سطوح مواد غذایی در چاله های "زای" به طور معنی داری بیشتر از موارد غیر "زای" بود (جدول ۱). ظرف ۹ هفته پس از کاشت گیاه جارو در فصل دوم، فعالیت میکروبی در چرخه نیتروژن به عنوان یک نشانگر، نیتروژن بالقوه معدنی از $0.8 \mu\text{g N/g}$ در خاک خشک در هفته بدون کود به $3.9 \mu\text{g N/g}$ در خاک چاله "زای" افزایش یافت. افزایش میزان نیتروژن توسط میکروب های خاک زمان جذب و هضم گیاه را کاهش می دهد.

جدول شماره یک: تاثیر کود گاوی در پ هاش و مواد مغذی در چاله های "زای".

مقایسه خاک در زمان صفر و هفته نهم بعد از کاشت گیاه جارو در تاریخ ۱۵ اکتبر ۲۰۱۲. آفریقای جنوبی ECHO

مواد مغذی خاک (mg/kg)										کود گاوی*
pH	NO ₃ ⁻	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	
هفته صفر بعد از کاشت										
5.83 c	5 b	32 c	63 c	230 c	42 c	3 c	4 c	3 c	4 c	هیچکدام
7.17 a	21 a	181 a	423 a	549 a	205 a	25 a	29 a	15 a	17 a	قبل از کاشت
6.85 b	14 ab	103 b	235 b	337 b	112 b	10 b	17 b	10 b	10 b	دو مرحله ای
P value**	<0.001	0.017	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	<0.001	0.001	
هفته نهم بعد از کاشت										
5.86 c	7	24 c	29 c	221 b	41 c	2	5 c	3 c	4 c	هیچکدام
7.07 a	11	167 a	131 b	591 a	199 a	10	36 a	17 a	21 a	قبل از کاشت
6.93 b	12	130 b	257 a	486 a	139 b	17	31 b	14 b	15 b	دو مرحله ای
P value**	<0.001	0.086	<0.001	<0.001	0.001	<0.001	0.079	<0.001	<0.001	

* هر چاله زای ۳۰ سانت عرض و ۱۵ سانت عمق داشته و ۴۰۰ گرم کود گاوی دریافت کرده است. کود ها به دو صورت یک مرحله ای و دو مرحله ای در چاله ها ریخته شدند. یک مرحله ای: یک ماه قبل از کاشت دانه ۴۰۰ گرم کود یکجا به چاله واریز شد. دو مرحله ای: یکماه قبل از کاشت دانه و دو ماه بعد از کاشت دانه به چاله اضافه شد.

نقش موریانه ها

در مناطق گرمسیری نیمه خشک، موریانه ها فراوان هستند. این موجودات به طور قابل توجهی کودهای چاله را تجزیه و به چرخه مواد مغذی در خاک کمک می کنند. (Lobry De Bruyn and Conacher; 1978, Bachelier). (Mando and Brussaard; 1990, 1999). لازم به ذکر است که همه انواع موریانه رفتار مشابهی ندارند. بعضی از گونه های موریانه برای حفره های "زای" سودمندند. این موریانه ها قادرند مواد آلی را تبدیل به خاک مناسب برای نهال ها نمایند. در هر صورت، جمع آوری آب باران و سایر مزایای این تکنیک حتی در صورت عدم وجود چنین موریانه هائی می تواند مفید باشد.

تأثیر بر بازدهی محصول

راندمان این تکنیک افزایش چشم گیری داشته است. Kaboré and Reij, 2004 افزایش ۳۰۰-۴۰۰ کیلوگرم در هکتار در سالهای با بارندگی های کم و ۱۵۰۰ کیلو گرم در سالهای با بارندگی زیاد مشاهده شده است. با بارندگی های بین ۳۵۹-۴۴۹ میلیمتر در سال، در سه فصل بارانی، تولید گیاه جارو بدون تکنیک "زای" ۳۱۹ تا ۶۴۲ کیلو در هکتار و با تکنیک "زای" ۹۷۵ تا ۱۶۰۰ کیلوگرم در هکتار بدست آمده است. (Sawadogo 2011).

چند نکته مهم:

ایجاد ۲۰,۰۰۰-۲۵,۰۰۰ حفره در هکتار (بسته به اندازه و فاصله سوراخ ها) نیاز به کار قابل توجهی دارد. یک منبع اظهار داشته که ۳۰۰ ساعت در هکتار نیروی کار برای حفاری چاله های "زای" نیاز است. (Barro et al 2005). بعضی دیگر گفته اند که حفاری چاله ها به ۴۵۰ ساعت در هکتار نیروی کار نیاز است، همچنین ۲۵۰ ساعت دیگر در هکتار برای کود دهی و باروری آنها. (Kaboré et al., 1994; Maatman et al. 1997). به همین دلیل تکنیک "زای" بهتر است توسط گروهی از کشاورزان تا بصورت انفرادی صورت گیرد. چنین کار سختی معمولا باید توسط مردان بالغ با روزی چند ساعت کار انجام گیرد.

اگر کود های آلی حاوی علف های هرز باشند، علف های هرز می توانند مسئله ایجاد کنند. در تکنیک "زای" خوشبختانه مزیتی نسبت به زراعت معمول دارد؛ وجین کردن در این تکنیک ساده تر است زیرا کود و مواد آلی بین چاله ها نیستند و در ته چاله ها هستند. هنگام وجین، مراقب باشید که تپه خاک اطراف چاله نابود نشوند. زیرا این باعث می شود که آبیگری در چاله ها کاهش یابد. بهتر است کود کمپوست شده استفاده شود، زیرا در پروسه کود کمپوست گرمای کافی بذر های علف هرز را از بین می برند.

کود های آلی باید یا آماده یا جمع آوری شوند. حداقل ۴ تن تا ۱۸ تن در هکتار مصرف می شود. (بسته به سایز چاله و نوع بذر) (INADES, 1993; Kaboré et al., 1994; Sawadogo, 1996). اگر خود خیال کمپوست کردن کودها را دارید باید از چند ماه قبل شروع به آماده سازی کنید. (شکل ۴)



شکل شماره ۴
تپه کمپوست کردن کود

چگونه می توان تکنیک "زای" را بهینه کرد؟

ابعاد و مواد آلی چاله های "زای" را می توان برای محصولات خاص بهینه کرد. همانطور که قبلا ذکر شد، چاله های "زای" از قبل وجود داشته است. نوآوری در تکنیک "زای" با عمیق تر کردن چاله و افزودن مواد آلی انجام پذیرفت. (Reiz et al., 2009). کشاورزان ابعاد چاله را به تناسب محصولات مختلف تغییر دادند. در حال حاضر تکنیک "زای" نه تنها برای غلات بلکه برای درختان و سبزیجات بکار گرفته می شود. ابعاد چاله ها را می توان به تناسب رشد گیاهان مختلف و همچنین شرایط غالب تنظیم کرد. به عنوان مثال، چاله ها را می توان برای درختان، یا جلوگیری از هدر روی آب در زمین های شیب دار و یا افزایش ظرفیت برداشت آب بزرگتر و عمیق تر حفر نمود. به عملکرد دیگران توجه کنید و سعی کنید از تغییراتی که بر چاله ها می دهند و نتایجی که می گیرند تجربه حاصل نمائید. به صورت خلاقانه در جستجوی راه های بهبود تکنیک برای محصولات خاص باشید.

بهینه سازی کود چاله ها

مقدار کمی مواد معدنی می توان به کود آلی اضافه کرد و نتیجه را بررسی کرد. دانشمندان مؤسسه تحقیقات بین المللی برای مناطق گرمسیری نیمه خشک (ICRISAT)، از اوایل ۱۹۹۰، مفهوم micro-dosing را با استفاده از یک بطری capful (۶ گرم) کود نیترات آمونیوم در هر چاله در زمان کاشت قرار دادند. (ICRISAT 2009) این روش تنها یک پنجم کود توصیه شده معمول بوده است. (ICRISAT 2013). در نتیجه حدود ۲۵۰۰۰ کشاورز کوچک در غرب آفریقا ۴۴٪ تا ۱۲۰٪ افزایش تولید گیاه جارو و ۵۰٪ تا ۱۳۰٪ افزایش درآمد خانواده داشتند. (ICRISAT 2009). micro-dosing های مواد معدنی را می توان با کود و مواد آلی در چاله های "زای" مخلوط نمود، با اینکار مواد ضروری و مغذی گیاهی از طریق مخلوطی از کود و مواد آلی و خاک، در دسترس گیاه قرار می گیرد.

همه کشاورزان می توانند از مواد معدنی استفاده کنند. یک رویکرد دیگر، افزایش باروری کود های کاربردی است. در مناطقی که گاوها تجمع دارند (به عنوان مثال در گاوداری ها در یک شب) و یا در نقاط آبخوری گاو ها، احتمال وجود کود و ادرار بیشتر است و در نتیجه کودی با نیتروژن بیشتر. (Tarawali, 1998).

همچنین، تحقیقات ECHO نشان داده است که علف های هرز دارای بعضی از عناصر مفید هستند. به عنوان مثال، مواد آلی بوته (*Tagetes minuta*) khaki bush حاوی ۲ درصد پتاسیم بود که تقریباً دو برابر پتاسیم موجود در پوشالهای حبوبات (چشم بلبلی، نخود فرنگی، و لوبیا سفید) است. افزودن ماده تازه سبز نه تنها مواد مغذی کود را بالا می برد، بلکه دمای کمپوست نیز افزایش می دهد. به عنوان مثال، مقدار فسفر در کود گاو کمپوست شده (از زمین های مرتعی) بدون مواد تازه سبز ۰٫۱۵٪ تا ۰٫۲۰٪ و با گلبرگ (*Commelina benghalensis*) تا ۰٫۲۶٪ افزایش می یابد. با برگ بوته کوکی و ترمینالیا (*Terminalia sericea*) درجه حرارت کمپوست از ۳۶ درجه سانتیگراد به بالای ۴۹-۵۰ درجه سانتیگراد افزایش یافته که کافی است تمام علف های هرز موجود در کود را از بین ببرد. (Wiese et al. 1998) توجه داشته باشید که میکروب های مفید نیز در دمای بالای ۷۰ درجه سانتی گراد کشته می شوند. وقتی دما به این درجه نزدیک می شود باید کود را زیر و رو کرد تا خنک شود. و یا میزان مواد سبز را در کود ها و کمپوست کاهش دهید.

ارزش کود گاوی جمع آوری شده از مراتع آزاد را دست کم نگیرید.

یک مطالعه اولیه ECHO نشان داده است که کود های کمپوست شده مراتع حاوی حداقل دو برابر باکتری ها و قارچ های کود های گاوداریها هستند. در این مطالعه، تکه های کود گاوی خرد شده، مرطوب شده و رویهم قرار داده می شوند و در صورت نیاز زیر و رو می شوند تا از دماهای بالاتر از ۷۰ درجه سانتی گراد جلوگیری شود. حتی اگر کشاورزی تنها ۱ تن یا کمتر کود در هکتار داشته باشد، این مقدار کود در کاشت متمرکز می تواند یک وسیله مهم برای جذب میکروارگانیسم های خاک شود که نقش مهمی در حفظ و جذب مواد مغذی خاک در محصول می شود. برای کسب اطلاعات بیشتر در مورد کمپوست و ارزش کمپوست به عنوان یک ماده مفید بیخطر، به EDN 96 مراجعه کنید.

تکنیک “زای” را با شیوه های دیگر بکار گیرید.

سد های سنگی (شکل ۵) در ۶۰ تا ۸۰ درصد از زمین های کشت شده در بورکینافاسو (Sawadogo 2011)، اغلب همراه با تکنیک “زای” بکار گرفته می شوند. در امتداد خطوط زمین ها، سد های سنگی باعث کاهش سرعت هدر رفت آب می شوند و ظرفیت جذب آب چاله های “زای” را افزایش می دهند. سد های سنگی همراه با مواد دیگر در دسترس اغلب کشاورزان خرده مالک می باشد. این شامل سایر ابزار همچون وسایل علامت گذاری خطوط و یا چرخ دستی برای حرکت سنگها نیز می شود.



شکل شماره ۵ چاله های زای توام با سد سنگی

چند مرحله ای کردن کود دهی می تواند مواد مغذی موجود در محصول را بهبود بخشد.

چند مرحله ای کردن کود دهی شامل مرحله اولیه کود، قبل از کاشت، و پس از آن یک یا چند مرحله بعدی در طول فصل. Fatondji و همکاران. (۲۰۰۶) گزارش داده اند که تکنیک “زای” همیشه تولید محصولات ارزن را بیشتر از کشاورزی غیر تکنیک “زای” نمی کند. حداقل در مواردی، بخشی از مواد مغذی در مراحل مختلف و به دلیل تاخیر در زمانبندی از دست می روند. آنها مشاهده کردند که مواد مغذی که به گیاهان داده می شوند، به طور عمده، همراه مواد آلی شروع به تجزیه شدن می کنند. با افزایش میزان آب در چاله های زای، بسیاری از مواد آلی تجزیه شده و مواد مغذی پخش شده و از دست می روند. در حالی که گیاهان هنوز جوان هستند و قادر به استفاده کامل از مواد مغذی اضافه شده مثل نیتروژن نمی شوند. در یک مورد، کود آلی با سرعتی دو برابر سرعت ساقه های ارزن تجزیه شد. بر اساس یافته ها، آنها پیشنهاد کردند که کشاورزان چند مرحله ای کردن کود آلی را در نظر بگیرند.

تحقیقات می توانند در تعیین بهترین زمان بندی چند مرحله کود دادن نقش مهمی ایفا کنند. در مطالعه ای که توسط ECHO در آفریقای جنوبی انجام شد، تقسیم کود به دو (۱ ماه قبل و ۲ ماه پس از کاشت) موجب افزایش بعضی مواد مغذی و به ویژه پتاسیم شد (۹ هفته پس از کاشت در جدول ۱)

کشت مخلوط حبوبات با غلات ممکن است سودمند باشد، در صورتی که رطوبت کافی برای هر دو محصول وجود داشته باشد و حبوبات بر غلات سایه نیاندازد. در یک آزمایش ECHO در آفریقای جنوبی، کاشت ترکیبی از گیاه

جارو و نخود فرنگی سه برابر از گیاه جارو به تنهایی بیشتر محصول داده است. در این آزمایش، گیاهان در ردیف های متناوب کشت شدند (شکل ۶). در این کشت بخصوص، سیستم چرخشی رعایت شد. ردیفی که در آن، به عنوان مثال، در فصل یک گیاه جارو کاشته شده بود در فصل دو نخود فرنگی کاشت شد. بنابراین اصولی در تکنیک “زای” بوجود آمد تا بتوان در تمام فصول غلات کشت شود. این موضوع مهمی برای رشد جمعیت و نیاز غذایی آنها است. در مقایسه با کاشت حبوبات و غلات توامان در یک چاله زای، سیستم چرخشی ردیفی فضای بین گیاهان حبوبات و غلات را افزایش می دهد و موجب کاهش رقابت برای منابع مورد نیاز (به عنوان مثال رطوبت نور و خاک)



شکل شماره ۶ آفریقای جنوبی: کاشت حبوبات و گیاه جارو در ردیف های یک در میان

حبوبات خوراکی مانند لوبیا چشم بلبلی و نخود فرنگی (cowpea و lablab) همراه غلات گزینه های بیشتری برای کشاورزان بوجود می آورد. در بسیاری از موارد نخود فرنگی قبل از کاشت گیاه جارو می تواند منبع غذایی خوبی برای کشاورزان باشد. لوبیا سبز و پوشال و ریشه های مربوط به آن نیز می تواند به افزایش کود حیوانی برای ساخت خاک بهتر کمک نمایند. در مطالعه نشان داده شده در شکل ۶، قسمت بالای زمین حبوبات بمقدار ۳ تن در هکتار از پوشال و باقی مانده نخود فرنگی و تا ۱۰ تن در هکتار از باقی مانده لوبیای چشم بلبلی اضافه شد. لوبیا چشم بلبلی بعد از نخود فرنگی و گیاه جارو رشد خوبی نشان دادند. با شروع فصل خشک و برداشت لوبیای دیر هنگام یک فضای متراکم گیاهی سرسبز بوجود آمد. پسماند های لوبیای سبز نیز ممکن است منبع خوراکی خوبی برای حیوانات باشند، با اینحال حذف کامل آنها از میدان، موجب کاهش پتانسیل بهبود خاک می شود.

به دنبال راه هایی برای به حداقل رساندن نیروی کار

در زمین های سخت و سفت شده، گرچه حفاری چاله های “زای” ممکن است ساده تر از آبیاری کامل یک مزرعه به نظر برسد؛ با این حال، با توجه به کار پر زحمت حفاری چاله ها، کشاورزان خرده مالک باید از هر نوع عمل یا تکنیکی که حفر چاله ها را آسان تر و سریع تر کند بهره گیرند.

دکتر Sawadogo، در کنفرانس سالیانه کشاورزی ECHO 2011، یک رویکرد جدید در استفاده از قدرت حیوانات برای حفاری خطوط و شخم عمودی ارائه داد (شکل ۷).



شکل شماره ۷ استفاده از حیوانات برای مکانیزه کردن چاله های "زای".
محل تلاقی شیارها محل چاله های "زای" خواهد شد

ECHO از هر نوع پیشنهاد دیگر در مورد چگونگی به حداقل رساندن نیروی کار تکنیک "زای" استقبال می کند.



شکل شماره ۸ کاشت ارزن Millet در چاله های "زای" هلالی

انواع آبیگرها

آبیگر لوزی شکل (Negarim) بسیار بزرگتر از چاله های "زای" است. این نوع آبیگر مناسب کاشت درختان در مناطق خشک با ۱۵۰ میلیمتر بارندگی سالانه است. این نوع آبیگر به شکل لوزی است با دیواره های خاکی در اطراف. مجرائی برای نفوذ آب در پایین ترین گوشه هر آبیگر تعبیه می شود (از www.fao.org/docrep/u3160e07.htm). آبیگرهای هلالی و هفت مانند نیز همانند آبیگرهای لوزی هستند ولی با شکلی دیگر. این آبیگر

ها اغلب در غرب آفریقا استفاده می شوند و هم برای درختان و هم برای غلات و درختان توامان مورد استفاده قرار می گیرند. (شکل ۸).

آبگیر های هلالی را با کندن نیم دایره ای به قطر حدود ۴ متر و فضائی برای ۶,۳ متر مربع ساخته می سازند. (Zougmore et al., 2003) فاصله بین دو آبگیر هلالی در یک ردیف ۲ متر است. آبگیر های هلالی در بیش از ۳۰,۰۰۰ هکتار در شمال غربی بوركینافاسو مورد استفاده قرار گرفته اند. (Sawadogo 2011)

فوندانسیون برای زراعت (FFF) تکنیک دیگری است مشابه تکنیک “زای”. در این تکنیک چاله ها ۱۵ سانت طول و ۵-۶ سانتی متر (عمق) دارند. آبگیر های تکنیک (FFF) کوچکتر از چاله های “زای” هستند. همانند تکنیک زای، مواد آلی و دانه ها در داخل آبگیر قرار می گیرند.



گیاه جارو sorghum



ارزن millet

منابع اطلاعاتی در مورد آبخیز داری و تکنیک های کاشت و برداشت محصولات ذیلا ذکر شده است:

- Soil Ecology and Restoration Group: www.sci.sdsu.edu/SERG/techniques/microcatch.pdf This link contains information and photos on several types of water catchment systems.
- Water Harvesting: A Manual for the Design and Construction of Water Harvesting Schemes for Plant Production by W. Critchley and K Siegert: www.samsamwater.com/library/Water_harvesting_-_Critchley.pdf This publication gives extensive background and information on water harvesting.
- Runoff Farming by D. Prinz and A. Malik: www.plantstress.com/Articles/drought_m/runoff_farming.pdf This pdf contains a wealth of information and diagrams illustrating both macro- and micro water harvesting techniques.
- Water Harvesting: www.fao.org/docrep/u3160e/u3160e03.htm#TopOfPage This FAO publication presents design and layout information for a number of water catchment techniques.
- Foundations for Farming: <http://www.foundationsforfarming.org/> and <http://www.farming-gods-way.org/>

REFERENCES: Amede, T., S. Tarawali, and D. Peden. 2011. Zai improves nutrient and water productivity in the Ethiopian highlands. (Special Issue: Improving water productivity of crop-livestock systems in drought-prone regions.) *Experimental Agriculture*; 2011 47 (Suppl. 1): 7-20

Bachelier G. 1978. La faune du sol, son action. ORSTOM, Paris, p 391

Barro A, Zougmore' R, Taonda SJB (2005) Me'canisation de la technique du zai" manuel en zone semi-arid. *Cah Agric* 14:549-559

Barry, B, A.O. Olaleye, R. Zougmore' and D. Fatondji. 2008. Rainwater harvesting technologies in the Sahelian zone of West Africa and the potential for outscaling. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute. 40p. (IWMI Working Paper 126)

Fatondji D, C. Martius, C. Biielders, P. Vlek, A. Bationo, B. Ge' rard. 2006. Effect of planting technique and amendment type on pearl millet yield, nutrient uptake, and water use on degraded land in Niger. *Nutr Cycl Agroecosyst* 76:203–217

Fatondji, D., C. Martius, R. Zougmore, P. L. G. Vlek, C. L. Biielders and S. Koala. 2009. Decomposition of organic amendment and nutrient release under the zai technique in the Sahel. *Nutr Cycl Agroecosyst* 85:225–239.

ICRISAT. 2009. Fertilizer Microdosing: Boosing Production in Unproductive Lands. URL: <http://www.icrisat.org/impacts/impact-stories/icrisat-is-fertilizer-microdosing.pdf>

ICRISAT. 2013. Conservation Agriculure and Micro-dosing in Zimbabwe. Produced by WREN media. URL: http://eiard.org/media/uploads/File/Case%20studies/2013_SDC%20funded/ICRISAT%20-%20Conservation%20agriculture%20and%20micro-dosing%20in%20Zimbabwe.pdf

INADES, 1993. Géner la fertilité des sols. *Agripromo* 83. INADES, Abidjan, Côte d'Ivoire, 26 pp.

Kaboré, P.D., F. Kambou, J. Dickey & J. Lowenberg-DeBoer. 1994. Economics of rock bunds, mulching, zaï in the northern central plateau of Burkina Faso: a preliminary perspective [Report]. In: J. Lowenberg-DeBoer, J.M. Boffa, J. Dickey & E. Robins (Eds.), *Integrated research in agricultural production and natural resource management: Agricultural Research and Training Support (ARTS) project, Burkina Faso, 1990-94*. Purdue University and Winrock International, 16 pp.

Kaboré, P. D., and C. Reij. 2004. The emergence and spreading of an improved traditional soil and water conservation practice in Burkina Faso. *Environment and Production Technology Division Discussion Paper No. 114*.

Lobry De Bruyn, L.A. and A.J. Conacher AJ (1990) The role of termites and ants in soil modification: a review. *Aust J Soil Res* 28:55–93

Mando, A. and L. Brussaard. 1999. Contribution of termites to the breakdown of straw under Sahelian conditions. *Biol Fertil Soils* 29:332-334

Reij, C., G. Tappan, and M. Smale. 2009. Re-Greening the Sahel (Chapter 7). In: *Agroenvironmental transformation in the Sahel: Another kind of "Green Revolution."* IFPRI Discussion Paper. Washington, D.C.: International Food Policy Research Institute.

Renner, H.F. and G. Frasier. 1995. *Microcatchment Water Harvesting for Agricultural*

Production: Part I: Physical and Technical Considerations. *Rangelands* 17 (3): 72-78
Roose, E. and B. Barthès. 2001. Organic matter management for soil conservation and productivity restoration in Africa: a contribution from Francophone research. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 61: 159-170.
Roose, E., V. Kaboré, and C. Guenat. 1993. Le zaï: Fonctionnement, limites et amélioration d'une pratique traditionnelle de réhabilitation de la végétation et de la productivité des terres dégradées en région soudano-sahélienne (Burkina Faso). *Cahiers ORSTOM, Série Pédologie* 28 (2): 159-173.
Sawadogo, H., 1996. Analyse des stratégies paysannes de conservation des eaux et des sols dans la zone Nord-Ouest du Burkina Faso: cas des villages de Baszaïdo, Kalamtogo et Lankoé. *Projet ASP/SADAOC. INERA/RSP/ Zone Nord-Ouest, Burkina Faso*, 29 pp.
Sawadogo, H. 2008. Impact des aménagements de conservation des eaux et des sols sur les systèmes de production, les rendements et la fertilité au Nord du Plateau central du Burkina Faso. Ouagadougou, Burkina Faso: Comité Permanent Inter-Etats pour la Lutte contre la Sécheresse au Sahel.
Sawadogo, H. 2011. Using soil and water conservation techniques to rehabilitate degraded lands in northwestern Burkina Faso. *International Journal of Agricultural Sustainability* 9:1, 120-128.

Tarawali, G. 1998. A synthesis of the crop-livestock production systems of the dry savannas of West and Central Africa. *IITA Nov.* 1998
Zombre, N.P. 2006. Variation de l'activité biologique dans les zipella (sols nus) en zone subsahélienne du Burkina Faso et impact de la technique du zaï (techniques des poquets). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 10:139-148
Zougmore, R., Z. Zida, N.F. Kambou. 2003. Role of nutrient amendments in the success of half-moon soil and water conservation practice in semiarid Burkina Faso. *Soil & Tillage Research* 71: 143-149
Zougmore, R, K. Ouattara, A. Mando, B. Ouattara. 2004. Rôle des nutriments dans le succès des techniques de conservation des eaux et des sols (cordons pierreux, bandes enherbées, zaï et demi-lunes) au Burkina Faso. *Sécheresse* 15:41-48
Wiese, A.F., J.M. Sweeten, B.W. Bean, C.D. Salisbury, and E.W. Chenault. 1998. High Temperature Composting of Cattle Feedlot Manure Kills Weed Seed. *Applied Engineering in Agriculture* 14:377-380.

پایان مقاله تکنیک بیابان زدائی زای مهر ۱۳۹۶

مصالح سبز آپادانا با مسئولیت محدود

تهران شهرک آپادانا بلوک ۳۴ ورودی ۱ طبقه دوم غربی کد پستی ۱۳۹۱۸-۷۴۴۱۷

تلفن و فکس ۰۲۱۴۴۶۵۷۳۰۴ تلفن و پیغام گیر ۰۲۱۴۴۶۵۵۹۲۴ تلفن همراه: ۰۹۳۵۳۷۸۶۷۸۶

ssnavaco@yahoo.com, 786yahoo@gmail.com