

## مروری بر تأثیر کشت مخلوط در باغ‌های چای

شاهین جهانگیرزاده خیای<sup>\*۱</sup>

۱. پژوهشکده چای، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، لاهیجان، ایران.

\* نویسنده مسئول: [shjahangirzadeh@gmail.com](mailto:shjahangirzadeh@gmail.com)

### بیان مسئله

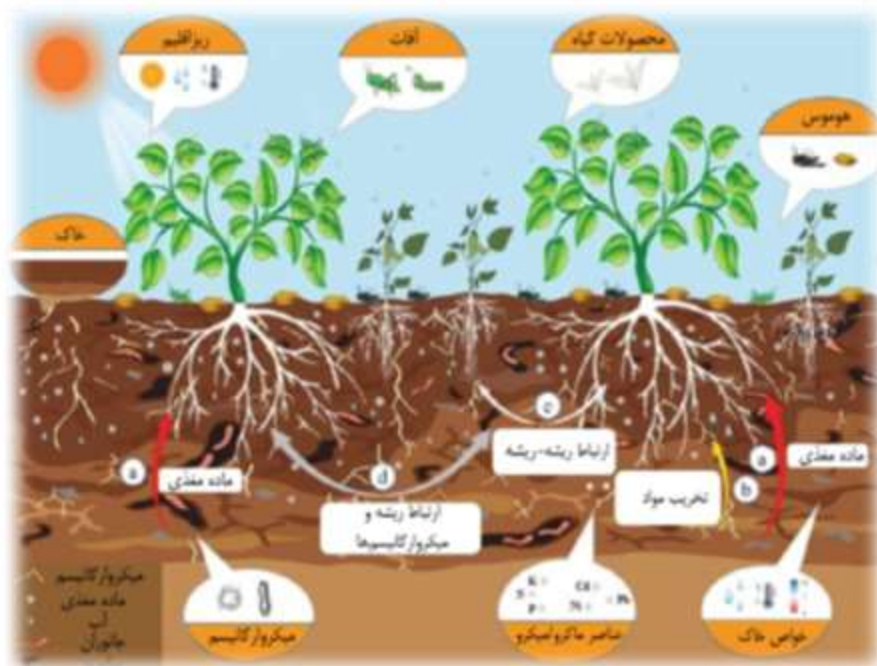
کشت مخلوط در باغ‌های چای، به روش کشاورزی کشت همزمان گیاهان چای با سایر محصولات اشاره دارد که می‌تواند به طور قابل توجهی کیفیت و شرایط تولید چای را بهبود بخشد. این روش، به دلیل پتانسیل بهبود سلامت خاک، افزایش تنوع زیستی و ارائه مزایای اقتصادی، توجه زیادی را به خود جلب کرده است و در نتیجه از پایداری در کشت چای حمایت می‌کند. سیستم‌های مختلف کشت مخلوط، مانند ادغام حبوبات، گونه‌های درختان یا گیاهان معطر با چای، نتایج امیدوارکننده‌ای در بهینه‌سازی شرایط رشد و افزایش پروفایل‌های بیوشیمیایی برگ‌های چای نشان داده‌اند که منجر به بهبود طعم و عطر در محصول نهایی می‌شود (Lei et al., 2022, Shi et al., 2024).

اهمیت کشت مخلوط فراتر از بهبود کیفیت چای است؛ همچنین به مسائل زیست‌محیطی مهمی نیز می‌پردازد. با افزایش حاصلخیزی خاک و حفظ رطوبت، کشت مخلوط به کاهش مشکلاتی مانند تنش خشکی و کاهش مواد مغذی کمک می‌کند که چالش‌های رایج در سیستم‌های تک‌کشت سنتی هستند (Duan et al., 2021, Shi et al., 2024). علاوه بر این، این روش جوامع میکروبی مفید را تقویت می‌کند، مدیریت آفات را بهبود می‌بخشد و وابستگی به کودهای شیمیایی را کاهش می‌دهد و در نتیجه به شیوه‌های

کشاورزی پایدارتر کمک می‌کند (Feng, Shi et al., 2024, Sunderland, 2023).

با وجود مزایای آن، کشت مخلوط در باغ‌های چای با برخی از اختلاف نظرها و چالش‌ها روبرو است. رقابت برای منابع بین گونه‌های کشت شده می‌تواند منجر به کاهش عملکرد شود و پیچیدگی بیشتر مدیریت ممکن است بار اضافی بر کشاورزان تحمیل کند. علاوه بر این، در حالی که کشت مخلوط می‌تواند در ابتدا نیاز به کود را کاهش دهد، مدیریت نادرست ممکن است منجر به کاهش مواد مغذی در طول زمان شود و نیاز به برنامه‌ریزی دقیق برای حفظ سلامت خاک را ضروری می‌کند (Wang et al., Wu et al., 2021). به طور کلی، تعادل این مزایا و چالش‌ها، کشت مخلوط را به یک موضوع پویا و ضروری در گفتمان تولید پایدار چای تبدیل می‌کند.

تأثیر کشت مخلوط بر روی گیاهان میزبان عمدتاً شامل دو عامل است. شامل عوامل روی زمین: آفات و ریزاقلیم، مانند دما، رطوبت و شدت نور. عوامل زیر زمینی: مواد مغذی خاک، آنزیم‌ها و میکروارگانیسم‌ها. تبادل مواد پیچیده‌ای بین گیاهان میزبان، گیاهان مخلوط و میکروارگانیسم‌های خاک وجود دارد که شکل ۱ نمایی کلی از تأثیرات و تعامل بین کشت مخلوط و گیاهان میزبان را نشان می‌دهد.



شکل ۱. تعامل بین کشت مخلوط و گیاهان میزبان. (a) گیاهان میزبان مواد مغذی را از خاک جذب می‌کنند. (b) میکروارگانیسم‌های خاک هوموس را در خاک تجزیه می‌کنند. (c) ارتباط سیگنالی بین ریشه گیاهان کشت مخلوط و گیاهان میزبان. (d) ارتباط سیگنال بین ریشه گیاهان میزبان و میکروارگانیسم‌های خاک.

### انواع کشت مخلوط

کشت مخلوط در باغ‌های چای می‌تواند اشکال مختلفی داشته باشد که هر کدام برای تقویت رشد و کیفیت گیاهان چای در عین حال بهبود سلامت خاک و پایداری طراحی شده‌اند. انواع اصلی کشت مخلوط عبارتند از: کشت مخلوط چای و درخت، کشت مخلوط چای و انواع گیاهان بارور غیر درختی و کشت مخلوط چای و انواع حبوبات.

### ۱. کشت مخلوط چای و درخت

کشت مخلوط چای و درخت شامل کشت گیاهان چای در کنار درختان یا سایر گونه‌های چوبی است. این روش سایه‌ای فراهم می‌کند که می‌تواند با کاهش نوسانات دما و حفظ سطح رطوبت، میکرواقلیم گیاهان چای را تنظیم کند (Lei et al., 2022). درختان کشت مخلوط همچنین می‌توانند با افزایش مواد آلی و در دسترس بودن مواد مغذی از طریق بستر برگ و تعامل ریشه با میکروارگانیسم‌های خاک، به حاصلخیزی خاک کمک کنند (Duan et al., 2021). شکل ۲ کشت مخلوط درختان ماکادامیا با درختان چای در کمون بان بو را نشان می‌دهد.



شکل ۲. درختان ماکامیا با درختان چای در کمون بان بو (منطقه تام دوونگ، استان لای چاو) کشت می‌شوند و هم بازده بالایی دارند و هم به سایه انداختن درختان چای کمک می‌کنند. عکس: T.L

## ۲. کشت مخلوط چای و انواع گیاهان بارور غیر درختی

کشت مخلوط چای با انواع گیاهان بارور غیر درختی بر کشت گونه‌های مختلف گیاهی همراه با گیاهان چای متمرکز است. شریک‌های رایج کشت مخلوط شامل گیاهانی هستند که به بهبود کیفیت خاک، قدرت جذب و نگهداری آب و همچنین عدم ایجاد مشکل در دریافت نور کمک می‌کنند که از این‌دسته گیاهان می‌تواند به کدو و ذرت اشاره نمود، زیرا آن‌ها مزایای متقابل مانند کاهش علف‌های هرز و بهبود استفاده از نور را ارائه می‌دهند (Shi et al., 2022; Lei et al., 2024).

## ۳. کشت مخلوط با حبوبات

در کشت مخلوط چای و حبوبات هدف اصلی عموماً بر توانایی تثبیت نیتروژن در خاک تمرکز دارد تا از این طریق بتواند به بهبود خاک کمک نماید و در نتیجه سطح مواد مغذی خاک را افزایش دهند (Duan et al., Shi et al., 2024). این روش، نه تنها مواد آلی خاک را افزایش می‌دهد بلکه محتوای نیتروژن را نیز بهبود می‌بخشد و منجر به افزایش کیفیت چای می‌شود. به عنوان مثال، کشت مخلوط

چای و لوبیا مزایای قابل توجهی داشته است، زیرا نیتروژن تأمین شده توسط حبوبات از رشد گیاهان چای حمایت می‌کند و فعالیت میکروبی را در خاک افزایش می‌دهد و چرخه بهتر مواد مغذی را تقویت می‌کند (Duan et al., 2021). حضور حبوبات در مزارع چای می‌تواند جوامع باکتریایی مفیدی مانند گونه‌های باسیلوس را تقویت کند که به دلیل خواص تقویت‌کننده رشد گیاه شناخته شده‌اند. توانایی تثبیت نیتروژن حبوبات همچنین به کاهش نیاز به کودهای شیمیایی کمک می‌کند و از شیوه‌های کشاورزی پایدار در عین افزایش حاصلخیزی خاک حمایت می‌کند (Shi, Lei et al., 2022; et al., 2024).

علاوه بر روش‌های اصلی کشت مخلوط چای و حبوبات گاهی در کنار این دو نوع گیاه گیاهان سومی از دسته گیاهان دارویی کشت می‌شوند که می‌تواند سیستم‌های کشت مخلوط را بیشتر بهینه کند. این گیاهان می‌توانند بین ردیف‌های گیاهان چای کاشته شوند یا به عنوان پوشش گیاهی برای بهبود ساختار خاک، جلوگیری از رشد علف‌های هرز و افزایش حفظ مواد مغذی استفاده شوند (Wang et al., 2023). این روش نه تنها به حاصلخیزی کلی باغ چای کمک می‌کند بلکه به ایجاد یک اکوسیستم مقاوم‌تر که قادر به تحمل

استرس‌های محیطی است، کمک می‌کند. شکل ۳ کشت مخلوط چای و گیاهان دارویی را نشان می‌دهد.



شکل ۳. کشت مخلوط گیاه چای با گل استکانی (*Campanula rotundifolia*).

این خدمات را می‌توان به خدمات تأمین، خدمات پشتیبانی و خدمات تنظیم‌گری طبقه‌بندی کرد، به عنوان مثال، کشت مخلوط ظرفیت نگهداری آب خاک را افزایش می‌دهد که به کاهش رواناب سطحی و فرسایش کمک می‌کند و در نتیجه حفظ رطوبت بهتر برای گیاهان چای و گونه‌های کشت مخلوط را ترویج می‌کند. این امر منجر به محیا شدن شرایط رشد سالم‌تر برای رشد گیاه می‌گردد و در نهایت به افزایش عملکرد کمک می‌کند. در دسترس بودن آب یک عامل حیاتی است که بر سلامت گیاهان چای تأثیر می‌گذارد، زیرا تنش خشکی می‌تواند منجر به کاهش قابل توجه عملکرد و افزایش نرخ مرگ و میر گیاه چای و میکروارگانیسم‌های خاکزی شود (Shi et al., 2024). در کشور ایران با اینکه باغ‌های چای معمولاً بارندگی سالانه کافی دریافت می‌کنند، اما توزیع نامناسب و نامنظم بارندگی و دوره‌های خشک رخ داده به خصوص در فصول رشد گیاه چای نیاز به آبیاری برای کاهش تنش خشکی را باعث می‌گردد (Shi et al., 2024). روش‌های کشت مخلوط با ایجاد سایه، کاهش تبخیر، بهبود ساختار خاک و افزایش نفوذپذیری آن و ایجاد عوامل مفید دیگر می‌توانند ظرفیت نگهداری رطوبت خاک را بهبود بخشند و در نتیجه در دسترس بودن آب برای گیاهان چای

## مزایای کشت مخلوط در باغ‌های چای

کشت مخلوط در باغ‌های چای مزایای اکولوژیکی و اقتصادی متعددی را ارائه می‌دهد که هم حاصلخیزی خاک و هم کیفیت چای را افزایش می‌دهد. در ادامه به آن‌ها پرداخته می‌شود.

### ۱. بهبود حاصلخیزی خاک

یکی از مزایای اصلی کشت مخلوط، افزایش حاصلخیزی خاک است. باغ‌های چای کشت مخلوط معمولاً سطح بالاتری از مواد آلی و نیتروژن را نشان می‌دهند که اجزای ضروری برای رشد قوی گیاهان چای هستند. گنجاندن حیوانات مانند سویا و ماش نه تنها خاک را از طریق تثبیت نیتروژن غنی می‌کند بلکه به یک اکوسیستم خاک سالم‌تر کمک می‌کند و در نتیجه کیفیت چای را با محتوای آمینو اسید بالاتر و سطوح پایین‌تر ترکیبات نامطلوب مانند پلی‌فنول‌ها و کافئین بهبود می‌بخشد.

### ۲. حفظ شرایط اکولوژیکی خاک

کشت مخلوط نقش مهمی در حفظ شرایط اکولوژیکی مختلف خاک دارد که برای پایداری مزارع چای حیاتی است.



Wang et al., Wu et al., 2021, Sunderland, 2023, Pokharel et al., 2023, Wang et al., 2023, 2023, Huss et al., 2022). استفاده از تکنیک‌های کشت مخلوط نه تنها سلامت گیاه را ارتقا می‌دهد بلکه خواص شیمیایی خاک را نیز بهبود می‌بخشد. تحقیقات نشان می‌دهد که کشت مخلوط می‌تواند pH خاک را بهبود بخشد و در نتیجه بر ترکیب و ساختار جوامع باکتریایی خاک تأثیر بگذارد. (Duan et al., 2021). در یک تحلیل مقایسه‌ای، مشخص شد که کشت مخلوط تنوع میکروبی را در لایه‌های عمیق‌تر خاک (۲۰-۴۰ سانتی‌متر) افزایش می‌دهد، با تغییر قابل توجه جنس‌ها و افزایش کلی غنای باکتریایی که در هنگام گنجاندن حبوبات در سیستم کشت مشاهده شد (Huss et al., 2022).

### ۳. ارزش اقتصادی

پیامدهای اقتصادی کشت مخلوط در باغ‌های چای نیز قابل توجه است. بهبود کیفیت چای از طریق شیوه‌های پایدار می‌تواند رقابت بازار را برای تولیدکنندگان چای افزایش دهد و محصولات آن‌ها را برای مصرف‌کنندگان جذاب‌تر کند. با بهینه‌سازی تکنیک‌های کشت مخلوط، کشاورزان می‌توانند به پایداری و بهره‌وری بهتر دست یابند و منجر به حاشیه سود بالاتر نسبت به سیستم‌های تک‌کشت سنتی شوند.

### ۴. کاهش استفاده از کود شیمیایی

کشت مخلوط یک راه حل عملی برای کاهش وابستگی به کودهای شیمیایی است که می‌تواند اثرات زیان‌باری بر محیط زیست و کیفیت چای داشته باشد. با افزایش سلامت و حاصلخیزی خاک از طریق روش‌های طبیعی، کشاورزان تولیدکننده چای می‌توانند یکپارچگی اکوسیستم‌های خود را حفظ کنند و در عین حال توانایی اقتصادی مزارع خود را بهبود بخشند.

را افزایش دهند و اثرات منفی شرایط خشکسالی را کاهش دهند (Lei et al., 2022).

علاوه بر این، سیستم‌های ریشه متنوع گیاهان کشت مخلوط به اتصال خاک، بهبود ساختار و سلامت آن کمک می‌کنند. کشت مخلوط تنوع زیستی را در باغ‌های چای ارتقا می‌دهد و زیستگاه‌هایی را برای حشرات مفید و میکروارگانیسم‌هایی فراهم می‌کند که سلامت خاک را بیشتر بهبود می‌بخشند. جامعه میکروبی متنوع ناشی از کشت مخلوط نشان داده است که فعالیت آنزیمی خاک را افزایش می‌دهد و چرخه مواد مغذی را تسریع می‌کند و تجزیه بستر را افزایش می‌دهند و به تثبیت عملکردهای خاک کمک می‌کنند که برای رشد گیاهان چای و حفظ بهره‌وری مزارع چای بسیار مهم است (Wang et al., Lei et al., 2022, 2023). معرفی گیاهان کشت مخلوط، ترکیب و تنوع جوامع میکروبی خاک را تغییر می‌دهد که نقش مهمی در چرخه مواد مغذی و حاصلخیزی خاک دارند. تحقیقات نشان می‌دهد که کشت مخلوط تنوع آلفا و بتا باکتری‌ها<sup>۱</sup> و قارچ‌های خاک را افزایش می‌دهد و از یک اکوسیستم میکروبی قوی‌تر حمایت می‌کند (Lei et al., 2022). به طور خاص، نشان داده شده است که کشت مخلوط با گیاهان خانواده حبوبات فراوانی و تنوع میکروارگانیسم‌های مفید در خاک را افزایش می‌دهد و در نتیجه در دسترس بودن مواد مغذی برای گیاهان چای را بهبود می‌بخشد (Wang et al., 2023). کشت مخلوط یک روش سنتی در باغ‌های چای بوده است و مطالعات مختلف تأثیر آن را بر خواص خاک و رشد گیاهان برجسته کرده‌اند. به عنوان مثال، مطالعه‌ای که مقایسه‌ای بین تک‌کشت گیاهان چای با سیستم‌های مختلف کشت مخلوط انجام داد، تفاوت‌های قابل توجهی در ترکیب جامعه باکتریایی و متابولیت‌های خاک نشان داد. به طور خاص، سیستم‌های کشت مخلوط گیاهان چای با لوبیا مونگ و لوبیا قرمز (T1 و T2) منجر به فراوانی نسبی بالاتر جنس‌های مفید مانند *Geobacter* و *Mesorhizobium* در لایه خاک ۲۰-۴۰ سانتی‌متری در مقایسه با روش‌های تک‌کشت شد. (Duan et al., 2021, Feng &

تنوع بتا، تفاوت در ترکیب گونه‌ای بین دو یا چند منطقه یا اکوسیستم را نشان می‌دهد. به عبارت دیگر، تنوع بتا نشان می‌دهد که جوامع میکروبی در محیط‌های مختلف چقدر با هم تفاوت دارند.

<sup>۱</sup> تنوع آلفا و بتا، دو مقیاس برای توصیف تنوع زیستی باکتری‌ها هستند. تنوع آلفا به تنوع گونه‌ای در یک منطقه یا اکوسیستم خاص اشاره دارد و معمولاً با تعداد گونه‌ها (گونه‌های مختلف) در آن منطقه بیان می‌شود.

## ۵. تأثیر بر کیفیت برگ سبز چای استحصالی و چای خشک شده

تعامل کشت مخلوط با سایه‌دهی از گیاهان چوبی می‌تواند با تأثیر بر بیوسنتز متابولیت‌های ثانویه ضروری برای طعم و مزایای سلامتی چای، بر کیفیت چای تأثیر بگذارد (Lei et al., 2022). در حالی که نرخ‌های سایه‌دهی بالا می‌تواند سطح آمینو اسیدها، فلاونوئیدها و کافئین را افزایش دهد، اما ممکن است فراوانی کاتچین‌ها و پلی‌فنول‌ها را که برای کیفیت چای مهم هستند، کاهش دهد (Lei et al., 2022). بنابراین، مدیریت سایه‌دهی از طریق کشت مخلوط برای بهینه‌سازی پاسخ‌های متابولیکی گیاهان چای و اطمینان از تولید چای با کیفیت بالا ضروری است.

کشت مخلوط، به ویژه ترکیب گیاهان چای با گونه‌های چوبی مانند شاه بلوط چینی، نشان داده است که می‌تواند کیفیت تولید چای را به طور قابل توجهی بهبود بخشد. تحقیقات نشان می‌دهد که این روش کشاورزی خصوصیات شیمیایی برگ‌های چای را تغییر می‌دهد و منجر به غلظت بالاتر اسیدهای آمینه تقویت‌کننده طعم و زیست فعال در مقایسه با سیستم‌های تک‌کشت سنتی می‌شود. به عنوان مثال، چندین اسید آمینه شناخته شده برای بهبود طعم چای سبز، مانند L-متیونین، پرولین و گلوتامین، در سیستم کشت مخلوط افزایش یافته‌اند، در حالی که اسیدهای آمینه بدون طعم کمتر فراوان بوده‌اند (Pokharel et al., 2022; Lei et al., 2023). بالاترین افزایش در L-آسپاراژین مشاهده شد که در گیاهان چای کشت مخلوط ۳۰٪ برابر افزایش یافت. وجود اسیدهای آمینه افزایش یافته به ویژگی‌های حسی چای کمک می‌کند، با ترکیبات خاص که طعم شیرین، اومامی<sup>۱</sup> و عطر گل را افزایش می‌دهند (Pokharel et al., 2023). قابل توجه است که اسیدهای آلی، یکی دیگر از اجزای حیاتی که بر کیفیت چای تأثیر می‌گذارد، نیز در شرایط کشت مخلوط بهبود نشان دادند. این اسیدهای آلی، در کنار اسیدهای آمینه، برای پروفایل کلی طعم و مزایای سلامتی

مرتبط با مصرف چای، از جمله اثرات ضد التهابی و عصبی مثبت، بسیار مهم هستند (Pokharel et al., 2023).

تجزیه و تحلیل متابولیت ثانویه بیشتر از این ایده حمایت می‌کند که کشت مخلوط منجر به ترکیب بیوشیمیایی غنی‌تر در برگ‌های چای می‌شود. بررسی خصوصیات شیمیایی نشان می‌دهند که کشت مخلوط به طور قابل توجهی فراوانی ترکیبات مفید را افزایش می‌دهد و حضور برخی از متابولیت‌های کمتر مطلوب را کاهش می‌دهد (Pokharel et al., 2023). اعتقاد بر این است که این فعالیت متابولیکی افزایش‌یافته توسط م اقلیم بهبودیافته، مواد مغذی خاک و تعاملات میکروبی ناشی از عمل کشت مخلوط تسهیل می‌شود (Lei et al., 2022).

علاوه بر این، ارزیابی حسی نمونه‌های چای نشان داد که چای کشت شده در سیستم‌های کشت مخلوط به طور مداوم امتیاز طعم بالاتری نسبت به چای کشت شده در تک‌کشت دریافت کرده است (Lei et al., 2022).

## ۶. تأثیر بر سلامت گیاهان چای

گیاهان چای تحت تأثیر قابل توجهی از شرایط رشد خود، به ویژه در زمینه سیستم‌های کشت مخلوط هستند. ادغام گونه‌های مختلف گیاهی در باغ‌های چای می‌تواند سلامت خاک را بهبود بخشد و شرایط کلی رشد گیاهان چای را بهبود بخشد.

مدیریت آفات و دشمنان طبیعی: کشت مخلوط همچنین نقش حیاتی در مدیریت آفات در مزارع چای ایفا می‌کند. مشخص است که برخی از گیاهان معطر در کشت مخلوط، حشراتی مانند شته سبز برگ (*Empoasca onukii*) (Matsuda et al., 2022)، را از طریق آزاد کردن ترکیبات فرار دور می‌کنند (Lei et al., 2022). علاوه بر این، کشت مخلوط می‌تواند فراوانی دشمنان طبیعی مانند عنکبوت‌ها و کفشدوزک‌ها را افزایش دهد که به کنترل جمعیت آفات کمک می‌کنند و در نتیجه وابستگی به آفت‌کش‌های شیمیایی را کاهش می‌دهند (Shi et al., 2024; Lei et al., 2022).

می‌شود. مزه اومامی، نزدیک به طعم گوشت پخته و عصاره یا سوپ گوشت یا گوشت‌آبه توصیف می‌شود.

<sup>۱</sup> اومامی (به انگلیسی: Umami) یا خوش‌طعمی، یا طعم مطبوع، در برخی دسته‌بندی‌ها و فرهنگ‌ها، در کنار مزه‌های اصلی شیرین، ترش، شور و تلخ، به‌عنوان یک مزه اصلی دیگر، تعریف شده و در نظر گرفته

کنند و نیاز به اقدامات کنترل متمایز داشته باشند و در نتیجه فرآیند کشاورزی را پیچیده‌تر کنند (Wu et al., 2021).

### ۳. پیامدهای مالی

در حالی که کشت مخلوط می‌تواند از طریق عملکرد متنوع درآمد را افزایش دهد، همچنین هزینه‌های اولیه بیشتری را در رابطه با نیاز به کود، آب و اقدامات کنترل آفات اضافی متحمل می‌شود. پیچیدگی‌های موجود در مدیریت سیستم‌های کشت مخلوط ممکن است نیاز به دانش و منابع پیچیده‌تر داشته باشد که می‌تواند مانعی برای کشاورزان خرده‌پا باشد (Wang et al., 2023, Wu et al., 2021).

### ۴. آسیب‌پذیری محیطی

سیستم‌های کشت مخلوط ممکن است در معرض شرایط محیطی نامطلوب باشند. به عنوان مثال، اگر یک محصول اصلی تحت تأثیر شرایط آب و هوایی شدید مانند خشکسالی یا سیل قرار گیرد، این می‌تواند بر محصول ثانویه نیز تأثیر منفی بگذارد و منجر به کاهش کلی بهره‌وری شود (Wang et al., 2023). علاوه بر این، وابستگی متقابل محصولات به این معنی است که شکست در یکی می‌تواند به دیگری سرایت کند و بر آن تأثیر منفی بگذارد و مزایای مورد انتظار تنوع را کاهش دهد (Wu et al., 2021).

### ۵. ملاحظات سلامت خاک

اگرچه کشت مخلوط می‌تواند با جلوگیری از فرسایش و ترویج تنوع زیستی، سلامت خاک را بهبود بخشد، اما اگر به درستی مدیریت نشود، می‌تواند منجر به کاهش مواد مغذی خاک شود. با گذشت زمان، تقاضای چندین محصول می‌تواند از تجدید طبیعی مواد مغذی خاک پیشی بگیرد و نیاز به افزایش وابستگی به کودهای شیمیایی را افزایش دهد که می‌تواند تلاش‌های پایداری در تولید چای را بیشتر پیچیده کند (Wang et al., 2023, Wu et al., 2021).

### استراتژی‌های زراعی برای کشت مخلوط موفق

کشت مخلوط موفق در باغ‌های چای به شدت به استراتژی‌های موثر مدیریت آب وابسته است. تکنیک‌هایی

مقاومت و سازگاری با تغییرات آب و هوا؛ از آنجایی که تغییرات آب و هوایی خطرات فزاینده‌ای را برای بهره‌وری کشاورزی ایجاد می‌کند، کشت مخلوط به عنوان یک استراتژی مهم برای افزایش تاب‌آوری در باغ‌های چای عمل می‌کند. با تنوع‌بخشی به گونه‌های گیاهی، کشاورزان می‌توانند بهره‌وری استفاده از منابع را بهبود بخشند و با الگوهای آب و هوایی متغیر سازگار شوند که در نهایت منجر به اکوسیستم‌های کشاورزی پایدارتر و مقاوم‌تر می‌شود (Feng & Sunderland, 2023). توانایی کشت مخلوط در حفظ رطوبت خاک و تنظیم نوسانات دما برای حفظ تولید چای در آب و هوای متغیر بسیار مهم است (Lei et al., 2022, Feng & Sunderland, 2023).

### چالش‌ها و محدودیت‌ها

کشت مخلوط در باغ‌های چای، اگرچه از بسیاری جهات مفید است، اما چندین چالش و محدودیت نیز دارد که می‌تواند بر کیفیت کلی و شرایط تولید چای تأثیر بگذارد.

#### ۱. رقابت عملکرد

یکی از چالش‌های اصلی کشت مخلوط، پتانسیل رقابت عملکردی بین گیاهان چای و محصولات ثانویه است. هنگامی که این گیاهان به صورت کشت مخلوط کاشته می‌شوند، ممکن است برای منابع ضروری مانند آب و مواد مغذی رقابت کنند که می‌تواند منجر به کاهش عملکرد هر دو محصول شود. درجه سازگاری بین محصولات اولیه و ثانویه نقش مهمی در تعیین موفقیت کشت مخلوط ایفا می‌کند؛ گونه‌های ناسازگار ممکن است رقابت را تشدید کنند و منجر به نتایج تولید نامطلوب شوند (Wu et al., 2021).

#### ۲. پیچیدگی بیشتر در مدیریت

کشت مخلوط یک لایه پیچیدگی به شیوه‌های مدیریت کشاورزی اضافه می‌کند. نیاز به برنامه‌ریزی دقیق و هماهنگی زمان‌بندی کاشت، آبیاری و برداشت هزینه‌های عملیاتی و نیازهای نیروی کار را افزایش می‌دهد. علاوه بر این، تنوع محصولات می‌تواند استراتژی‌های مدیریت آفات را پیچیده کند، زیرا گیاهان مختلف ممکن است آفات متفاوتی را جذب

مانند کاشت ارقام مقاوم به خشکی، اجرای آبیاری به موقع و استفاده از مالچ‌دهی زمین می‌توانند به طور قابل توجهی از دست دادن رطوبت خاک در دوره‌های بارندگی کم را کاهش دهند (Lei et al., 2022). علاوه بر این، استفاده از پوشش‌های زمینی و سایه‌بان‌ها می‌تواند دمای خاک را کاهش داده و حفظ رطوبت را افزایش دهد. برای مثال، کشت مخلوط با حبوبات مانند بادام زمینی یا درختان کائوچو یا لاستیک می‌تواند به حفظ رطوبت بیش‌تر خاک کمک کند و با کاهش دمای محیط، یک میکرواقلیم مطلوب ایجاد کند (Shi et al., 2024, Lei et al., 2022).

### جمع‌بندی کلی

کشت مخلوط در باغ‌های چای به‌عنوان یک روش کشاورزی پایدار، با هدف بهبود کیفیت چای، افزایش بهره‌وری و کاهش اثرات زیست‌محیطی منفی مورد توجه قرار گرفته است. این روش شامل انواع مختلفی از جمله کشت مخلوط چای و درخت، چای و گیاهان بارو غیر درختی و چای و حبوبات است. در کشت چای و درخت، درختانی مانند ماکادامیا سایه‌ای فراهم می‌کنند که میکرواقلیم را بهبود داده و به حفظ رطوبت و حاصلخیزی خاک کمک می‌کند. کشت چای/گیاهان غیر درختی مانند کدو و ذرت، با کاهش علف‌های هرز و بهبود استفاده از نور، به بهره‌وری بیشتر منجر می‌شود. کشت چای/حبوبات نیز با تثبیت نیتروژن، محتوای مواد مغذی خاک را افزایش داده و کیفیت چای را بهبود می‌بخشد.

مزایای کشت مخلوط شامل بهبود حاصلخیزی خاک از طریق افزایش مواد آلی و نیتروژن، به‌ویژه با استفاده از حبوبات، و تقویت خدمات اکولوژیکی خاک مانند حفظ آب و کاهش فرسایش است. این روش همچنین با افزایش تنوع زیستی و تقویت جوامع میکروبی مفید، چرخه مواد مغذی را بهبود می‌بخشد. از نظر اقتصادی، کشت مخلوط رقابت‌پذیری بازار را افزایش داده و با کاهش وابستگی به کودهای شیمیایی، هزینه‌ها را کاهش می‌دهد. همچنین، این روش کیفیت برگ سبز و چای خشک را با افزایش اسیدهای آمینه و متابولیت‌های مفید بهبود می‌بخشد و طعم و عطر چای را ارتقا می‌دهد. علاوه بر این، کشت مخلوط با مدیریت آفات از طریق جذب دشمنان طبیعی و بهبود مقاومت گیاهان در برابر تنش‌های محیطی مانند خشکی، به سلامت گیاهان چای کمک می‌کند.

با وجود این مزایا، چالش‌هایی مانند رقابت عملکردی بین گونه‌ها، پیچیدگی مدیریت به دلیل نیاز به برنامه‌ریزی دقیق، و پیامدهای مالی ناشی از هزینه‌های اولیه بالاتر وجود دارد. همچنین، آسیب‌پذیری محیطی و خطر کاهش مواد مغذی خاک در صورت مدیریت نادرست، محدودیت‌هایی را ایجاد می‌کند. برای موفقیت، استفاده از استراتژی‌هایی مانند مدیریت بهینه آب، انتخاب گونه‌های مکمل و نظارت دقیق بر سلامت خاک ضروری است. در مجموع، کشت مخلوط با مدیریت صحیح، رویکردی کارآمد برای تولید پایدار چای است که کیفیت محصول و سلامت اکوسیستم را بهبود می‌بخشد.

## پیام ترویجی

کشت مخلوط در باغ‌های چای، گامی هوشمندانه به سوی کشاورزی پایدار است. این روش، با بهبود سلامت خاک، افزایش تنوع زیستی و کاهش وابستگی به نهاده‌های شیمیایی، نه تنها کیفیت و عطر چای را ارتقا می‌دهد، بلکه بهره‌وری اقتصادی باغ‌ها را نیز افزایش می‌دهد. کشت همزمان چای با گیاهان مناسب، راهکاری مؤثر برای مقابله با تنش‌های محیطی و حفظ منابع طبیعی برای نسل‌های آینده است.



## منابع منتخب:

- Duan, Y., Shang, X., Liu, G., Zou, Z., Zhu, X., Ma, Y., ... & Fang, W. (2021). The effects of tea plants-soybean intercropping on the secondary metabolites of tea plants by metabolomics analysis. *BMC Plant Biology*, 21, 1-14.
- Feng, Y., & Sunderland, T. (2023). Feasibility of tea/tree intercropping plantations on soil ecological service function in China. *Agronomy*, 13(6), 1548.
- Huss, C. P., Holmes, K. D., & Blubaugh, C. K. (2022). Benefits and risks of intercropping for crop resilience and pest management. *Journal of economic entomology*, 115(5), 1350-1362.
- Lei, X., Wang, T., Yang, B., Duan, Y., Zhou, L., Zou, Z., ... & Fang, W. (2022). Progress and perspective on intercropping patterns in tea plantations. *Beverage Plant Research*, 2(1), 1-10.
- Pokharel, S. S., Yu, H., Fang, W., Parajulee, M. N., & Chen, F. (2023). Intercropping cover crops for a vital ecosystem service: A review of the biocontrol of insect pests in tea agroecosystems. *Plants*, 12(12), 2361.
- Shi, L., Liu, H., Ouyang, X., Li, D., Li, Q., Zhang, J., ... & Cai, P. (2024). Exploring the Effects of Intercropping Ornamental Plants on Soil Fertility and Microbial Community in Tea Gardens: Implications for Sustainable Growth and Ecosystem Functioning. *HortScience*, 59(9), 1310-1319.
- Wang, S., Zhang, X., Li, X., Shen, J., Sun, L., Zaman, S., ... & Ding, Z. (2023). Different changes of bacterial diversity and soil metabolites in tea plants-legume intercropping systems. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1110623.
- Wang, T., Duan, Y., Lei, X., Cao, Y., Liu, L., Shang, X., ... & Zhu, X. (2023). Tea plantation intercropping legume improves soil ecosystem multifunctionality and tea quality by regulating rare bacterial taxa. *Agronomy*, 13(4), 1110.
- Wu, T., Zou, R., Pu, D., Lan, Z., & Zhao, B. (2021). Non-targeted and targeted metabolomics profiling of tea plants (*Camellia sinensis*) in response to its intercropping with Chinese chestnut. *BMC plant biology*, 21, 1-17.