بسم الله الرحمن الرحیم

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور

عملکرد چوب صنوبر اورامریکن در کشت تلفیقی با گیاهان علوفه‌ای یونجه و اسپرس در شرایط کرج

نگارندگان:
فاطمه احمدلو، محسن کلاگری، سعیده اسکندری، سارا تیموری و فاطمه عباسپور

۱۴۰۳

عنوان طرح منتج به نشریه فنی	شماره مصوب
ارزیابی اقتصادی کشت تلفیقی صنوبر (*Populus* sp.) با برخی از گیاهان زراعی، علوفه‌ای و دارویی در مجتمع تحقیقاتی البرز کرج	۲-۰۹-۰۹-۱۰۹-۹۶۰۹۶۷

عنوان نشریه: عملکرد چوب صنوبر اورامریکن در کشت تلفیقی با گیاهان علوفه‌ای یونجه و اسپرس در شرایط کرج

نگارش:

فاطمه احمدلو– استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

محسن کلاگری– دانشیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

سعیده اسکندری– دانشیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

سارا تیموری– استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

فاطمه عباسپور– کارشناس زراعت گیاهان دارویی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تهیه شده در: مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، اداره ترویج و انتقال یافته‌های تحقیقاتی، بخش تحقیقات صنوبر و درختان سریع الرشد

مدیر داخلی: فاطمه عباسپور

ویراستار ادبی: مریم نوبخت

صفحه آرا: مریم نوبخت

نوبت چاپ: اول - ۱۴۰۳

شمارگان: الکترونیکی

نشانی: بزرگراه تهران-کرج، خروجی پیکانشهر، شهرک سرو آزاد، خیابان شهید علی گودرزی، بلوار باغ گیاه‌شناسی ملی ایران، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور

صندوق پستی: ۱۱۶-۱۳۱۸۵ **تلفن:** ۵-۴۴۷۸۷۲۸۲-۰۲۱ **وب‌سایت:** www.rifr-ac.ir

این نشریه به شماره ۶۶۳۶۳ در تاریخ ۱۴۰۳/۰۸/۲۹ در مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی به ثبت رسیده است.

ISBN : 978-964-473-564-6

مخاطبان نشریه

- صنوبرکاران، تولیدکنندگان و بهره‌برداران زراعت چوب
- کارشناسان و مروجان دستگاه‌های مرتبط با امور منابع طبیعی و محیط‌زیست
- اعضای هیئت علمی، محققان و دانشجویان علاقه‌مند درزمینهٔ درختان تندرشد چوب

شما در این نشریه با موارد زیر آشنا می‌شوید

- اهمیت بیشه‌زراعی یا جنگل زراعی (کشت‌های تلفیقی)
- چرا گونه صنوبر انتخاب مناسبی برای سیستم‌های بیشه‌زراعی است؟
- عملکرد صنوبر در کشت‌های تلفیقی و خالص
- عملکرد گونه‌های علوفه‌ای یونجه و اسپرس در کشت‌های تلفیقی و خالص
- میزان سودمندی صنوبر در کشت‌های تلفیقی
- تعیین مناسبترین گونه زیرکشت در کشت‌های تلفیقی

فهرست

مقدمه ---------- ۱

مفهوم جنگل‌زراعی ---------- ۳

تعاریف جنگل‌زراعی ---------- ۳

محدودیت‌های جنگل‌زراعی ---------- ۴

طبقه‌بندی سیستم‌های جنگل‌زراعی ---------- ۶

مروری بر اهمیت جنگل‌زراعی در پژوهش‌های داخل و خارج از کشور ---------- ۸

بررسی مزایای کاشت صنوبر، یونجه و اسپرس در کشت‌های تلفیقی ---------- ۱۴

مزایای کاشت یونجه ---------- ۲۰

خاک مناسب برای کاشت یونجه ---------- ۲۰

مزایای کاشت اسپرس ---------- ۲۷

تهیه زمین و کاشت اسپرس ---------- ۲۸

خواص گیاه اسپرس برای انسان، دام و طبیعت ---------- ۳۱

اجرای کشت تلفیقی صنوبر اورامریکن با گونه‌های علوفه‌ای یونجه و اسپرس در مجتمع تحقیقاتی البرز کرج ---------- ۳۳

نتایج ---------- ۳۵

عملکرد محصولات زیرکشت در کشت‌های خالص و تلفیقی با صنوبر ---------- ۴۱

ارزیابی شاخص‌های سودمندی کشت تلفیقی درختان صنوبر در مقایسه با کشت خالص ۴۵

نتیجه‌گیری ---------- ۴۹

منابع ---------- ۵۱

مقدمه

یکی از راهبردهای تولید پایدار محصولات کشاورزی، استفاده از سیستم‌های زراعی تلفیقی مانند سیستم زراعت- درخت یا جنگل‌زراعی/ بیشه‌زراعی (Agroforestry) می‌باشد. که شرایط بهینه‌ای را برای مدیریت آفات، چرخش عناصر غذایی، استفاده بهینه از منابع و افزایش عملکرد فراهم می‌کنند و از نظر تنوع زیستی و پوشش گیاهی که مهمترین جزء یک سیستم با ثبات و پایدار کشاورزی است، غنی هستند.

جنگل‌زراعی یکی از شکل‌های نظام‌های زراعی است که فعالیت‌های پرورش دام و کشاورزی را با کاشت گونه‌های درختی و درختچه‌ای، ترکیب و تلفیق می‌کند. تعادل زیستی ناشی از پیوند بین این فعالیت‌های مختلف، منابع چندگانه‌ای را مانند ایجاد منابع درآمدی متنوع، تولید زیستی کم‌خطر، بهبود کیفیت آب و بهبود زیستگاه‌های انسانی و حیات وحش و غیره را به‌دنبال دارد (علوی، ۱۴۰۱).

از سوی دیگر باتوجه به اینکه شیوه‌های مذکور به‌عنوان روش‌های سنتی بهره‌برداری منابع طبیعی و کشاورزی در بین ساکنان محلی شناخته شده‌اند، می‌توانند به‌عنوان راهکارهای موفق در زمینه مدیریت مشارکتی حوزه‌های آبخیز مناطق برای بهره‌وری بهینه از توان تولیدی اراضی و افزایش اشتغال و رشد اقتصادی مناطق مختلف مدنظر قرار گیرند.

امروزه مشخص شده است که هرگونه افزایش در تولید محصولات کشاورزی، به‌جای افزایش سطح زیر کشت، باید از طریق افزایش عملکرد یک واحد زمین صورت گیرد. با ایجاد سیستم‌های جنگل‌زراعی توان تولید افزایش می‌یابد. به‌طوری‌که توان اکوسیستم‌های ایجادشده

در بهره‌برداری از شرایط محیطی افزایش می‌یابد و به علاوه در این سیستم‌ها تولید محصولات کشاورزی متناسب با نیازهای کشاورز است.

ترکیب مؤلفه‌های درختی و زراعی در اراضی کشاورزی موجب بهبود چشم‌انداز و افزایش بهره‌وری می‌شود (Rivest *et al*., 2009)، همچنین موجب افزایش مقدار رطوبت خاک، گیاه و عناصر تغذیه‌ای خاک (Jiang and Qin, 2007) خواهد شد.

ترکیب گیاهان با ریشه‌های سطحی و عمیق در کشت تلفیقی سبب می‌شود که از آب، رطوبت و عناصر تغذیه‌ای موجود در لایه‌های مختلف خاک بیشترین بهره‌برداری را داشته باشند. درختان در اراضی کشاورزی درصورتی که بافاصله مشخص کشت شوند و هرس به‌موقع انجام شود، باعث حاصلخیزی بیشتر خاک و تولید بیشتر و بهتر محصولات زراعی در اراضی جنگل‌زراعی درمقایسه با اراضی بدون این سیستم هستند (Moreno *et al*., 2007).

کشت تلفیقی سبب ایجاد تعادل اکولوژیک، بهره‌برداری بیشتر از منابع محیطی، افزایش کمی و کیفی عملکرد و کاهش خسارت آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز می‌شود. دراین کشت قابلیت انعطاف عرضه‌کنندگان چوب و محصولات زراعی در برابر تنش‌های تغییرات قیمت محصول در بازار و گریز از معایب تک‌محصولی وجود دارد (احمدلو و همکاران، ۱۴۰۱).

بهره‌وری سیستم‌های کشت تلفیقی به‌مجموع تولید هر دو محصول درختی و زراعی بستگی دارد که استفاده کارآمدتر از منابع و کاهش هزینه تولید و افزایش عملکرد را سبب می‌شود (Chandra, 2011). به‌طور نمونه، گیاه یونجه به‌عنوان محصول زیرکشت سبب افزایش مساحت حفره و قطر آوندها و نفوذپذیری چوب تبریزی می‌شود (Efhami *et al*., 2010; Tagheyari *et al*., 2011). بنابراین، شیوه‌های مدرن مدیریت اراضی که برای نیل به اهداف

خودکفایی اقتصادی به‌ویژه در زیربخش‌های کشاورزی که تأمین منابع غذایی از مهم‌ترین آنهاست، از اهمیت زیادی برخوردار است.

مفهوم جنگل‌زراعی

جنگل‌زراعی نامی جامع برای سیستم‌های استفاده از سرزمین که دربرگیرنده تلفیقی از درختان و محصولات زراعی و دامی است و درنتیجه:

- ✓ سبب تولید چندین فرآورده همراه با حفظ منابع می‌شود.
- ✓ تأکید زیادی بر استفاده از درختان و درختچه‌های بومی چندمنظوره دارد.
- ✓ به‌ویژه برای محیط‌ها و اراضی کم‌بازده و تازه زیر کشت رفته مناسب است.
- ✓ این سیستم بیش از سایر سیستم‌های استفاده از سرزمین، ارزش‌های فرهنگی اجتماعی را مدنظر قرار می‌دهد.
- ✓ از لحاظ ساختاری و عملکردی پیچیدگی بیشتری نسبت‌به تک‌کشتی‌ها دارد.

تعاریف جنگل‌زراعی

جنگل‌زراعی، عبارتست از هر نوع سیستم استفاده پایدار در یک قطعه زمین با استفاده از روش‌های مدیریتی متناسب با ویژگی‌های فرهنگی، اقتصادی یا بوم‌شناختی آن منطقه، برای افزایش محصول از طریق تلفیق گیاهان یکساله با گیاهان چوبی پایا و یا دام (Katariya *et al.*, 2023).

در سیستم کشت‌های تلفیقی اثرات متقابلی بین عوامل بوم‌شناختی و اقتصادی و نیز بین مؤلفه‌های مختلف آن وجود دارد (Bhardwaj *et al.*, 2021). این تعاریف دلالت می‌کنند که:

- ✓ جنگل‌زراعی معمولاً دو گونه یا تعداد بیشتری از گونه‌های گیاهی را در بر می‌گیرد که حداقل یکی از آنها گونه چوبی دائمی است.
- ✓ دوره سیستم‌های جنگل‌زراعی همیشه بیشتر از یک‌سال است.
- ✓ حتی ساده‌ترین سیستم‌های جنگل‌زراعی از لحاظ بوم‌شناختی و اقتصادی پیچیده‌تر از سیستم تک‌کشتی است.

محدودیت‌های جنگل‌زراعی

سیستم تلفیقی و توأم درخت و زراعت علی‌رغم مزایای برشمرده در فوق دارای معایبی به‌قرار زیر است:

معایب از دیدگاه بوم‌شناختی

- ✓ رقابت درختان و گیاهان زراعی از لحاظ فضا، نور، رطوبت و مواد غذایی.
- ✓ خسارت به محصولات زراعی از طریق عملیات قطع درختان.
- ✓ ضرر درختان به‌عنوان میزبان آفات و بیماری‌های مضر برای محصولات کشاورزی.
- ✓ تجدید حیات زیاد درختان با زادآوری فراوان که ممکن است بر گونه‌های زراعی غلبه کرده و مزرعه را به اشغال خود درآورند.

معایب از دیدگاه اجتماعی- اقتصادی

- ✓ نیاز بیشتر به نیروی کار که ممکن است با زمان کار در سایر مزارع همزمان شود.
- ✓ رقابت بین محصولات زراعی و باغی (درختی) که ممکن است کل تولید را نسبت‌به کشت خالص کمتر کند.
- ✓ طولانی بودن دوره رشد درختان
- ✓ مقاومت زارعان برای جایگزین کردن درختان با محصولات زراعی به‌ویژه در جاهایی که زمین کمیاب است.
- ✓ پیچیدگی بالاتر کار و برنامه‌ریزی در سیستم‌های جنگل‌زراعی نسبت‌به سیستم‌های زراعی متداول
- ✓ در این ارتباط مواردی به‌عنوان راهکار پیشنهاد می‌شود:
- ✓ انتخاب درختانی که تاج کوچک و سبک داشته باشند به‌طوری‌که نور کافی به گونه‌های زراعی برسد.
- ✓ انتخاب درختانی با ریشه عمیق تا رطوبت و مواد غذایی را از عمق بیشتر خاک جذب کنند. درحالی‌که گونه‌های زراعی، رطوبت و مواد غذایی خود را از لایه سطحی خاک به‌دست می‌آورند.
- ✓ فاصله درخت‌کاری طوری در نظر گرفته می‌شود که اثرات رقابتی با گونه‌های زراعی را کاهش دهد.

طبقه‌بندی سیستم‌های جنگل‌زراعی

متداول‌ترین طبقه‌بندی جنگل‌زراعی عبارتند از ساختار (ترکیب و ترتیب مؤلفه‌ها)، کارکردها، سطوح اجتماعی - اقتصادی مدیریت و گستره اکولوژیک.

در تمام سیستم‌های جنگل‌زراعی تنها سه دسته مؤلفه اساسی وجود دارد که توسط انسان مدیریت می‌شوند. شامل گیاهان چوبی (درختان و درختچه‌ها)، گیاهان علفی (محصولات زراعی) و دام‌ها، اولین مرحله منطقی و ساده در طبقه‌بندی سیستم‌های جنگل‌زراعی تکیه بر ترکیب مؤلفه‌های مذکور است.

این بخش تعداد زیادی از انواع این سیستم‌ها را به‌همراه اطلاعات مناسبی درباره سیستم‌های دیگر معرفی می‌کند. طبق نظر Nair (۱۹۸۷)، سیستم‌های جنگل‌زراعی می‌تواند طبق مبانی زیر طبقه‌بندی شوند:

مبانی ساختاری

در این روش، ترکیب مؤلفه‌ها در نظر گرفته می‌شوند که شامل ترکیب فضایی مؤلفه‌های چوبی، لایه‌بندی عمودی مجموعه مؤلفه‌ها و ترتیب زمانی مؤلفه‌های مختلف است.

مبانی کارکردی

این معیار به‌طورکلی بر کارکردها یا نقش‌های مهم سیستم مؤلفه‌های چوبی مبتنی است (این کارکردها می‌تواند تولیدی باشد مثل تولید غذا، علوفه، هیزم و نظایر آن یا اینکه حفاظتی باشند مثل بادشکن، کمربند سبز، حفاظت خاک و نظایر آن)

مبانی اجتماعی – اقتصادی

روش جنگل‌زراعی منافع اقتصادی- اجتماعی متعددی را از جمله افزایش تولید در واحد سطح، افزایش درآمد تولید چوب و سوخت، علوفه دام، مواد غذایی مانند میوه‌جات و غیره را برای ساکنین و کاربران اراضی تأمین می‌نماید که می‌تواند معیشتی، تجاری یا بینابینی باشد.

این سیستم منافع و اثرات زیست محیطی مهمی از قبیل ذخیره‌سازی منابع آب، بهبود وضعیت کیفیت آب و کاهش رسوب، کاهش قابل ملاحظه در ریسک تخریب و فرسایش خاک و بهبود وضعیت چشم‌انداز اراضی کشاورزی را در پی دارد و از سوی دیگر با توجه به اینکه سیستم‌های مذکور به‌عنوان یکی از روش‌های سنتی بهره‌برداری منابع طبیعی و کشاورزی در بین ساکنین محلی شناخته شده می‌باشند می‌تواند به‌عنوان یکی از راه‌کارهای موفق آبخیزداری و مدیریت مشارکتی حوزه‌های آبخیز به‌ویژه در عرصه مناطق تخریب شده جنگل‌های شمال و غرب کشور مدنظر قرار گیرد همچنین تحقیقات بنیادی که مرتبط با شناخت روش‌های سنتی و قابلیت‌های فنی آن صورت گرفته می‌تواند باعث توسعه عرصه‌های مناسبی به‌عنوان ایستگاه‌های تحقیقاتی آموزشی و ترویجی جنگل‌زراعی در اراضی زراعی و تخریب‌شده جنگل‌های شمال و مدیریت مناطق جنگلی را تسهیل نماید.

مبانی اکولوژیک

با در نظر گرفتن شرایط محیطی، انواع خاصی از سیستم‌ها را که از جنبه بوم‌شناختی مناسب‌ترند در نظر می‌گیرند، ممکن است مجموعه‌ای از سیستم‌های جنگل‌زراعی وجود داشته باشند که برای مناطق خشک و نیمه‌خشک مناسب باشند.

مبانی گسترده‌ای که در طبقه‌بندی سیستم‌های جنگل‌زراعی به‌کار می‌روند، به‌هیچ‌وجه مستقل نیستند. آشکار است که این سیستم‌ها متضمن یک نظام و ارتباطاتی بین اجزا می‌باشند. مبانی ساختاری و کارکردی به مؤلفه‌های چوبی سیستم مرتبط هستند.

مروری بر اهمیت جنگل‌زراعی(در پژوهش‌های داخل و خارج از کشور)

آزمایش‌های میدانی کشت تلفیقی محصولات زراعی با درختان، مشکل‌تر از تحقیق‌های انجام‌شده درباره محصولات کشاورزی یک‌ساله است، ضمن آنکه ارزیابی نتایج چنین آزمایش‌هایی نیز پیچیده است. به‌منظور نشان دادن چگونگی تأثیرات متقابل دو گیاه مختلف در یک تحقیق و مقایسه با تک‌کشتی، وجود تیمارهای شاهد از هر دو گونه ضرورت دارد (Stamps and Linit, 1999). بدون تیمار شاهد، امکان بررسی اثر مثبت و منفی دو گونه بر یکدیگر وجود ندارد (Rao and Roger, 1990). درهرحال، صنوبرها با موفقیت، در کشت تلفیقی دالانی با محصولاتی مانند جو، گندم، ذرت، کدو و یونجه در فواصل کاشت مختلف، بررسی شده‌اند. دستیابی به میزان رشد، تولید و درآمد بیشتر با کشت‌های تلفیقی در منابع مختلف علمی به اثبات رسیده است. یخکشی (۱۳۸۵) در اجرای طرحی با عنوان مدیریت تلفیقی برای حفظ جنگل‌های خزری با مشارکت مردم، توانست با اجرای دو سیستم اگروفارستری کشت صنوبر با یونجه برای دامداران و کشت صنوبر با گیاهان دارویی برای کشاورزان که از محل اعتبارات سازمان ملل و استان مازندران در جنوب شهرستان بهشهر به مرحله اجرا درآمد، درآمد دامداران را تا ۷۰۰ درصد و درآمد کشاورزان را تا ۱۷۰۰ درصد افزایش دهد، ضمن اینکه حفاظت خاک در مقابل فرسایش و جذب آب خاک نیز افزایش یافت.

در پژوهش دیگری در کرج، نهال‌های کلن صنوبر *Populus nigra* betulifolia در قالب طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و چهار تیمار با فواصل کاشت درختان شامل ۳×۴، ۳×۶/۶۶، ۳×۸ و ۳×۱۰ متر صنوبر با یونجه به‌همراه دو تیمار شاهد صنوبر خالص (۳×۴ مترمربع) و یونجه خالص کاشته شد.

نتایج نشان داد که بیشترین رویش ارتفاعی درختان متعلق به تیمارهای مخلوط در فاصله‌های کاشت ۳×۴ ، ۳×۸ و ۳×۶/۶۶ متر به‌ترتیب با رویش ۱۵۹، ۱۵۸ و ۱۴۲ سانتی‌متر بود. بیشترین رویش قطری مربوطبه فواصل کاشت ۳×۶، ۳×۸ و ۳×۱۰ مترمربع به‌ترتیب با مقادیر ۱۸/۵، ۱۸/۱ و ۱۷/۱ میلی‌متر بود. رویش حجمی برای تیمارهای ۳×۴ با یونجه، ۳×۸، ۳×۶، ۳×۴ صنوبر خالص و ۳×۱۰ متر به‌ترتیب بیشترین تا کمترین مقدار را داشتند. همچنین، از نظر تولید ماده خشک یونجه در هر هکتار، بیشترین مقادیر در تیمارهای یونجه خالص در فواصل کاشت ۳×۱۰ و ۳×۸ مترمربع به‌ترتیب با ۷۵۰۷، ۴۷۸۸ و ۴۲۶۵ کیلوگرم به‌دست آمد.

به‌عنوان یک نتیجه‌گیری نهایی، مناسب‌ترین تیمار برای اجرای کشت تلفیقی دالانی در شرایط محل اجرای طرح، تیمار آمیخته با فاصله کاشت ۳×۶/۶۶ مترمربع صنوبر و یونجه معرفی شد (اسدی و همکاران، ۱۳۹۱). کشت یونجه هفت‌ساله به‌دلیل ضرورت نداشتن شخم در طول هفت سال و نیز نبود آفات مشترک صنوبر و یونجه در کشت تلفیقی دالانی در فواصل کاشت مختلف در شرایط آب و هوایی کرج، به‌عنوان گونه مناسب برای زیر کشت صنوبر تشخیص داده شد (اسدی و همکاران، ۱۳۹۱). براساس نتایج فاز اول کشت تلفیقی صنوبر با یونجه در ایستگاه رسول‌آباد میاندوآب نیز، بیشترین تولید در کشت همراه صنوبر با یونجه در فاصله کاشت ۳×۴ مترمربع به‌دست آمد (خداکریمی، ۱۳۹۴). در اجرای کشت تلفیقی صنوبر کبوده (*Populus alba*) و یونجه در سال‌های ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۲ توسط اسدی و خداکریمی

(۱۳۹۵)، بهترین عملکرد محصول زراعی و رویش حجمی درختان در سال چهارم مشاهده شد. کشت تلفیقی صنوبر دلتوئیدس و بادام زمینی از طریق افزایش ازت خاک و ذخیره بیشتر کربن خاک، رشد ارتفاعی و قطری درختان ۳ساله را افزایش داد (صادقی و همکاران، ۱۳۹۴). ساداتی و اسدی (۱۴۰۰) با بررسی تولید در کشت تلفیقی صنوبر دلتوئیدس (*P. deltoides* 69/55) و گندم در مازندران نشان دادند که در ۵ سال اول علاوه بر تولید متوسط ۴/۵ تن گندم در هکتار می‌توان درختانی با قطر متوسط ۱۲ سانتی‌متر و ارتفاع متوسط ۱۱ متر نیز تولید کرد.

تحقیق درخصوص سیستم جنگل‌زراعی علاوه بر صنوبر درمورد گونه‌های درختی دیگر نیز انجام شده است. در داخل کشور، آمیقی و همکاران (۱۳۹۲) نشان دادند که تفاوت معنی‌داری بین منطقه دارای سیستم جنگل‌زراعی (کشت نواری گندم در بین درختان زیتون) و منطقه شاهد (زراعت گندم) وجود داشت و منطقه جنگل‌زراعی موجب بهبود ویژگی‌های خاک در مقایسه با منطقه زراعی شده بود.

در بررسی اثر سیستم‌های جنگل‌زراعی و کشت متداول بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم و جو، نظری و همکاران (۱۳۹۶) پژوهشی در منطقه سامان شهرکرد با سیستم‌های کشت بادام- گندم، بادام- جو و تک‌کشتی هر یک از گیاهان گندم و جو انجام دادند. نتایج آنها نشان داد که بیشترین مقدار عملکرد دانه در واحد سطح در سیستم جنگل‌زراعی بادام- جو بود. کاشت جو در سیستم بادام- جو سبب افزایش ۱۴ درصدی ماده خشک تولیدی و افزایش ۲۸ درصدی عملکرد دانه شد و گیاه جو به‌دلیل بهره‌گیری بهتر از منابع، عملکرد و ماده خشک بیشتر در مقایسه با گیاه گندم، گزینه مناسب‌تری برای مخلوط با درختان بادام برای تولید غلات در منطقه مورد پژوهش بود. در خارج از کشور نیز بررسی‌هایی در مورد اهمیت جنگل‌زراعی و بازده اقتصادی آن انجام شده است.

Ranasinghe و Mayhead (۱۹۹۰) در بررسی دو گونه از بقولات در فواصل ۲۵×۲۵ سانتی‌متر مربع با مخلوط کشت قلمه صنوبر در فواصل ۲×۰/۵ و ۳×۰/۵ به این نتیجه رسیدند که پس از ۲ سال حضور بقولات منجربه افزایش ارتفاع، قطر و تولید ماده خشک صنوبر در هکتار شد، ولیکن محصولات بقولات در پایان سال دوم در کنار صنوبر کاهش یافت، ولی در سال اول هیچ گونه کاهشی مشاهده نشد. Chaturvedi (۱۹۹۲) رشد بیشتر درختان صنوبر را در تلفیق با محصولات زراعی گزارش کردند.

افزایش صفات ارتفاع گیاه، تعداد جوانه و برگ، طول و عرض ریزوم و مقدار محصول در *Zingiber officinale* Rosc. (زنجبیل) و طول و عرض برگ و ارتفاع گیاه در *Curcuma longa* L. (زردچوبه) در سیستم تلفیق با توده‌های ۵ ساله *P. deltoides* G-3 Marsh. مشاهده شد (Jaswal و همکاران، ۱۹۹۳). در توده *P. deltoides* در تلفیق با محصولات زراعی گندم و ذرت، Chaudhry و همکاران (۲۰۰۳)

افزایش ۱۳/۴ درصد در قطر برابر سینه، ۱۱ درصد در تراکم تاج‌پوشش و ۲۹/۴ درصد در تولید چوب را نسبت‌به کشت خالص صنوبر به‌دلیل استفاده مؤثر از آب و کود و عناصر تغذیه‌ای نشان دادند که تا سن ۴ سالگی این سیستم اقتصادی‌تر از کشت خالص صنوبر می‌باشد. بیشترین عملکرد علوفه *Cenchrus ciliaris* و *C. setigerus* به‌ترتیب با ۴۳۵۰ و ۳۴۳۰ کیلوگرم در هکتار در زیر درختان *Azadiracta indica* به‌دست آمد (Rajiv *et al*., 2003).

در پژوهش Jiang و Qin (۲۰۰۷) مشخصه‌های سطح برگ درختان، عرض تاج‌پوشش، تعداد شاخه‌ها و میانگین طول شاخه‌ها در تلفیق *Populus tomentosa* با هندوانه و سبزیجات با ۳-۱/۷ برابر، بادام زمینی و گندم با ۲/۴۷-۲/۲۲ برابر و سویا با ۱/۴۱-۱ برابر افزایش بیشتر از کشت این گونه به‌صورت خالص بود و نتیجه گرفته شد که تلفیق با هندوانه و سبزیجات

بیشترین صرفه اقتصادی را دارد. تقریباً ۹۵ درصد صنوبرها در هند به‌صورت تلفیقی با محصولات کشاورزی در ایالت‌های پنجاب، هاریانا، اوتارپرادش غربی و اوتراخاند کشت می‌شوند. پنج درصد بقیه روی اراضی جنگلی در ایالت‌های هیمالیایی هیماچال پرادش، جامو و کشمیر و آروناچال پرادش حضور دارند.

سالانه بالغ بر ۲۰ میلیون نهال کاشته شده و پس از ۵ تا ۱۲ سال بهره‌برداری می‌شوند. این درختان سالانه بیش از ۱۲ میلیون مترمکعب چوب تولید می‌کنند. از سوی دیگر تولیدات زراعی این عرصه‌ها منجربه اشتغال ۱۰۰ میلیون نفر روز می‌شود (Dhiman, 2008). در ایالت‌های پنجاب، هاریانا و اوتارپرادش به‌دلیل کاهش قیمت چوب طی سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۴ گرایش مردم به کاشت صنوبر کاهش یافته بود، اما با اجرای کشت‌های آمیخته صنوبر با نیشکر و گندم به‌صورت دوره‌ای علاوه‌بر افزایش درآمد روستاییان، سطح زیر کشت این درختان در سال‌های اخیر دوباره توسعه یافت (Haque, 2014). همین وضعیت برای سرزمین‌های شمالی هند توسط Bangarwa (۲۰۱۴) نیز وجود داشت. بیشترین ارتفاع، تعداد جوانه و بیشترین عملکرد گونه *Cymbopogon flexuosus* (علف لیمو) در سیستم تلفیق با *P. deltoides* نتیجه گرفته شد (Raj و همکاران، ۲۰۱۰).

در پژوهش Taghiyari و Efhami (۲۰۱۱) گونه یونجه به‌عنوان زیرکشت، سبب افزایش رشد قطری و بهبود ویژگی‌های چوب در توده ۱۰ساله *P. nigra* var. betulifolia شد. افزایش درآمد دو تا سه برابری محصول *P. deltoides* ترکیب با *Curcuma longa* (زردچوبه) و *Vigna radiata* (ماش) نسبت‌به کشت خالص توسط Chauhan و همکاران (۲۰۱۳) گزارش شد. همچنین، پژوهشگران درآمد در هکتار برنج در ترکیب با گندم را ۱۸۹۷ دلار، زردچوبه در

ترکیب با محصولات باغی و صنوبر را ۴۸۱۴ دلار و ماش در ترکیب با سیر/ پیاز، محصولات باغی و صنوبر را ۵۷۲۵ دلار گزارش کردند.

Rani و همکاران (۲۰۱۵) در کشت خالص و تلفیقی گندم با درختان ۵ساله *P. deltoides* در سال ۲۰۱۴ به‌ترتیب با ارتفاع ۷۹/۳۳ و ۷۷/۱۷ سانتی‌متر، تعداد دانه در سنبله ۷۴/۶۷ و ۴۷/۳۳ عدد، عملکرد دانه ۲۰۰۰ و ۱۳۰۰ کیلوگرم در ایکر و عملکرد کاه ۳۰۰۳ و ۱۸۵۰ کیلوگرم در ایکر و در کشت تلفیقی با *P. deltoides* میزان درآمد ناخالص گندم ۱۸۲۰۰ و کاه ۸۳۲۵ روپیه هند و در کشت خالص میزان درآمد گندم ۲۸۰۰۰ و کاه ۱۳۵۰۰ روپیه هند نتیجه گرفتند که با افزایش سن درختان، مقدار محصول کاهش می‌یابد.

Chavan و Dhillon (۲۰۱۹) در سال ۲۰۰۸ صنوبر (*P. deltoides* G-3) را در زمین دانشگاه کشاورزی چوداری چاران سین هاریانا، هیسار، هند در سه فاصله کاشت (۴×۵ مترمربع)، (۲×۱۰ مترمربع) و (۲×۱۸ مترمربع) در ردیف‌های دوتایی با تراکم ثابت ۵۰۰ درخت در هکتار کشت کردند. دو چرخه برداشت محصول (سورگوم- شبدر برسیم و لوبیای چشم بلبلی- گندم) به‌عنوان محصول زیرکشت و تلفیقی در هر سه فاصله کاشت با صنوبر و کشت خالص صنوبر در هر یک از فواصل کشت به‌عنوان شاهد در طی ۸ سال بررسی شد.

نتایج نشان داد که عملکرد محصول سالانه به‌طور قابل توجهی در طی سال‌ها به‌دلیل رقابت برای نور، رطوبت و تغذیه کاهش یافت. عملکرد کلی محصولات زراعی سالیانه در فواصل کشت مختلف صنوبر به‌میزان ۵/۶۷ درصد در سال دوم تا ۴۵/۵۹ درصد در سال هشتم کشت کاهش یافت. در فاصله کشت ۲×۱۰ مترمربع صنوبر با محصول سورگوم- شبدر برسیم، بیشترین سوددهی به‌دست آمد.

بررسی مزایای کاشت صنوبر، یونجه و اسپرس (در کشت‌های تلفیقی)

اهمیت درختان صنوبر در کشت‌های تلفیقی

برای تأمین مواد اولیه صنایع چوبی به‌واسطه طرح تنفس جنگل و عدم بهره‌برداری از جنگل‌های طبیعی، مشکلات مربوط به واردات چوب و افزایش نوسانات قیمت در بازار، زراعت چوب با گونه‌های تندرشد بهترین گزینه است (مدیررحمتی و پناهی، ۱۳۹۷). نیاز سالانه صنایع چوب و کاغذ کشور به چوب به‌عنوان ماده اولیه حدود ۱۳ میلیون مترمکعب برآورد شده است (مدیررحمتی و پناهی، ۱۳۹۷) که برای تأمین آن باید تدابیری اساسی اندیشید.

از راهکارهای اصولی برای رفع کمبود ماده اولیه صنایع چوب و کاغذ کشور می‌توان به توسعه زراعت چوب، پرهیز از توسعه نامتناسب و ناموزون صنایع چوب، بازیافت فرآورده‌های کاغذی، راه‌اندازی خطوط صنعتی بازیافت، بهینه‌سازی صنایع مستعمل و برنامه‌ریزی بلندمدت جامع و کاربردی اشاره کرد.

کمبود ماده اولیه چوب و کیفیت کم آن، به‌روزنبودن و فرسودگی ماشین‌های تولیدی، تحریم‌های بین‌المللی، واسطه‌گری در امر انتقال مواد و فروش ماده اولیه، قیمت زیاد فرآورده‌های تولیدی با کیفیت کم در کشور، هزینه زیاد حمل ماده اولیه و هزینه زیاد نگهداری در کارخانه‌ها برخی از مواردی است که توسعه صنایع چوب و کاغذ کشور را با چالش‌های اساسی مواجه کرده و رفع آن نیازمند تدبیر و حمایت سازمان‌های مسئول برای برطرف کردن موانع و مشکلات و تدوین برنامه‌های جامع و اصولی است.

مغانلو، دبیر انجمن صنفی کارفرمایان صنایع چوب ایران، یکی از منابع تولید چوب را زراعت چوب عنوان کردند (رحیمی، ۱۳۹۸)، اما درعمل، مقدار ماده اولیه‌ای که از این طریق

تأمین می‌شود را بسیار ناچیز گزارش کردند. ایشان گزینه دیگر برای تأمین چوب را استفاده از چوب‌های باغی عنوان کردند و بیان داشتند که این چوب‌ها مخلوطی از گونه‌های مختلف است که موجب افزایش ضایعات تولید و کاهش کیفیت تولیدات می‌شود و اوراق تولید شده با این چوب‌ها به‌دلیل ماده اولیه نامناسب به‌هیچ عنوان قابل رقابت با نمونه‌های بین‌المللی نیستند و ظرفیت استفاده از چوب‌های باغی را بسیار محدود و در حدود ۴ میلیون مترمکعب برآورد کردند. ایشان اشاره کردند که تنها راه نجات صنایع اوراق فشرده چوبی و حفظ اشتغال از این صنعت گسترده افزون‌بر زراعت چوب و ترویج آن در بین کشاورزان، واردات گرده‌بینه با پوست است. مسئولان نیز باید تدابیر بهتری در صدور مجوزهای جدید بیاندیشند و در شرایطی که با این حجم از کمبود ماده اولیه مواجه هستیم و در سال ۱۳۹۷ با ظرفیت بسیار کمی در تولید اوراق فشرده چوبی به تولید ادامه دادیم (ظرفیت ۴۶ ٪ در تولید نئوپان، ۷۱ ٪ در تولید MDF و ۲۸ ٪ در تولید کاغذ)، مساعدت بیشتری داشته باشند (رحیمی، ۱۳۹۸).

چگونگی اجرای زراعت چوب و تعیین سازوکار خرید، پشتیبانی و بیمه محصولات تولیدی با هدف اطمینان، ترغیب و تضمین به کشاورزان و مشارکت جدی از سوی صاحبان صنایع و تشکل‌های ذیربط برای توسعه فراگیر زراعت چوب، مسئولیت‌پذیری و ایفای تکالیف قانونی دستگاه‌های متولی و بهره‌مندی از توانایی و ظرفیت‌های موجود باید سنجیده و برنامه‌ریزی شود.

در برنامه پنجساله ششم توسعه، پرداختن به توسعه زراعت چوب و شتاب‌بخشی در روند اجرای آن به‌منظور افزایش بهره‌وری این طرح به‌عنوان یک تکلیف به دستگاه‌های اجرایی ابلاغ شده است. با توجه به ظرفیت‌های کشور و نیز راهبرد توسعه زراعت چوب که در دستور کار دولت قرار گرفته می‌توان امید داشت مردم، جوامع محلی و سرمایه‌گذاران برای توسعه این نوع

کشت تشویق شوند تا هم نیازهای صنعت چوب و صنایع وابسته به آن تأمین و هم زمینه اشتغال‌زایی و رونق تولید فراهم شود.

در دی ماه ۱۳۹۲ در راستای توسعه زراعت چوب و شتاب‌بخشی در روند اجرای آن و همچنین بهینه‌سازی وضعیت مدیریت منابع طبیعی، از سوی دولت مصوبه‌ای تدوین شد که ماده ۴۸ آن بر ضرورت توسعه زراعت چوب تأکید داشت (احمدلو و همکاران، ۱۴۰۱). در این راستا، کلن‌های صنوبر اصلاح شده با راندمان تولید چوب زیاد در واحد سطح می‌توانند مقدار تولید مواد سلولزی را افزایش دهند ولیکن نبود توجیه اقتصادی مناسب به‌ویژه در سال‌های اولیه زراعت چوب، ضرورت توجه به کشت‌های تلفیقی را روشن می‌سازد.

کم‌بازده بودن صنوبرکاری درفاصله کاشت کم و عدم استقبال از فاصله کاشت بیشتر در صنوبرکاری‌های خالص، موجب درآمدزایی اندک این فعالیت شده است. از سوی دیگر، دیربازده بودن صنوبرکاری نسبت‌به محصولات زراعی و علوفه‌ای و نیاز کشاورزان به درآمد سالانه از محصولات زراعی، دلیل دیگری بر عدم توسعه صنوبرکاری توسط کشاورزان است.

بنابراین، اعمال روش‌هایی که بتوانند در سال‌های اولیه درآمد مناسبی برای کشاورزان داشته باشند و همراه با آن به کشت درخت به‌عنوان یک مؤلفه اصلی بپردازد، بسیار ضرورت دارد (اسدی و کلاگری، ۱۳۹۸). کشت تلفیقی گیاهان زراعی با درختان برای توسعه سیستم‌های پایدار تولید غذا، به‌ویژه در سیستم‌های کاشت با نهاده خارجی کم، از نظر اقتصادی بسیار حائز اهمیت است و از مؤثرترین راه‌های بهبود وضعیت معیشتی کشاورزان و احیای اراضی تخریب‌شده کشاورزی محسوب می‌شود (اسدی و همکاران، ۱۳۸۳).

علاوه بر تولیدات چوبی، درآمد مکمل از زمین نیز یکی از عوامل مؤثر در پذیرش کشت تلفیقی صنوبر محسوب می‌شود که ضرورت اجرای پژوهش‌هایی در زمینه تحقق توسعه پایدار

کشاورزی و منابع طبیعی را آشکار می‌سازد. سیاست‌گذاران باید از منافع جنگل‌زراعی برای دستیابی به توسعه اقتصاد روستایی و خدمات محیط‌زیستی آگاه باشند.

درهمین راستا، در سال ۱۹۷۷ مرکز بین‌المللی تحقیقات جنگل‌زراعی (ICRAF) در نایروبی پایتخت کنیا تأسیس شد که وظایف آن جمع‌آوری اطلاعات، هدایت تحقیقات و ترویج دیدگاه‌ها و سیستم‌های نوین بوده که امروزه تحقیقات این مرکز در بسیاری از کشورهای گرمسیری دنبال می‌شود. در آسیا، کشورهای هند، فیلیپین، چین و مالزی از کشورهای پیشرو در زمینه تحقیقات جنگل‌زراعی هستند (Schroth *et al.*, 2004). در ایران نیز یکی از سیاست‌های وزارت جهاد کشاورزی، گسترش جنگل‌زراعی و کاشت درختان تندرشد است.

بنابراین، مروجین و کارشناسان منابع طبیعی باید صنوبرکاران را به‌منظور پذیرش جنگل‌زراعی و دست‌یابی به منافع آن آگاه کنند. اطلاعات به‌دست آمده از سیستم‌های جنگل‌زراعی سنتی توسط مردم، راهکاری عملی و قابل توجیه برای برآوردهای دقیق درخصوص هزینه‌ها و درآمدهای واقعی کشت تلفیقی درختان همراه با محصولات زیرکشت است.

یکی از عمده‌ترین علل به‌وجود آمدن سیستم‌های جنگل‌زراعی در کشور درپاسخ به نیازهای کشاورزان، خرده‌مالکی است که پیچیده‌ترین سیستم‌های جنگل‌زراعی ازجمله بادشکن‌ها، حصارهای زنده و سیستم‌های تانگیا (Taungya) و غیره را در ترکیب با دام به‌وجود آورده است.

همچنین در این سیستم‌ها تولیدات به‌سمت نیازهای واقعی روستائیان پیش می‌رود که از کیفیت بهتری نیز برخوردارند. عوامل اقتصادی، اجتماعی، نیاز بازار، دانش بومی، راهبردهای اکولوژیک مؤثر در بهبود توان تولیدی و حفاظت از محیط‌زیست باید در این سیستم شناسایی شوند. سیستم‌های جنگل‌زراعی به‌عنوان یکی از روش‌های سنتی در بین مردم روستایی سالیان سال است که به روش‌های زیر مورد استفاده قرار می‌گیرد:

- ✓ کاشت درختان همراه با محصولات زراعی به‌صورت ردیفی بر روی دامنه‌های شیب‌دار
- ✓ کاشت درختان درطول کانال‌های آبیاری
- ✓ کاشت درختان در حاشیه مزارع و اراضی کشاورزی
- ✓ استفاده از درختان به‌عنوان بادشکن و کاشت آنها در حاشیه رودخانه‌ها به‌عنوان حفاظ مزارع
- ✓ کاشت درختان به‌عنوان تعیین کننده مرز اراضی

تکنیک کشت ردیفی با اصطلاحاتی مانند Hedgerow Intercropping و Alley Farming از رایج‌ترین تکنیک‌های جنگل‌زراعی است. در این سیستم نوارهایی از درختان به‌صورت منفرد یا چندتایی با یک فاصله مشخص از همدیگر کاشته می‌شوند و در فاصله بین درختان محصولات زراعی- علوفه‌ای کشت می‌شوند. از گونه‌های درختی صنوبرها جایگاه ویژه‌ای در کشت‌های تلفیقی دالانی دارند.

برای اجرای سیستم جنگل‌زراعی در اراضی کشاورزی باید به نوع گونه و کلن مناسب صنوبر، فواصل کاشت پایه‌های صنوبر، جهت جغرافیایی کشت و رعایت اصول علمی و فنی توجه کرد. فاصله ردیف‌ها باید به‌گونه‌ای طراحی شود که امکان تردد ماشین‌های کشاورزی فراهم شده و ضریبی از عرض ماشین‌آلات (تراکتور) باشد.

آزمایش‌های خاک و بررسی نیاز آبی با دوره‌های آبیاری مشخص و تناسب بین نیاز آبی درخت و گونه همراه ضرورت دارد تا براساس آنها بتوان بیشترین عملکرد گونه‌ها و بهره‌وری اقتصادی آنها را انتظار داشت. بنابراین باتوجه به وجود باغ‌های وسیع صنوبر در استان‌های شمالی کشور از یک سو و نیاز مبرم به تأمین علوفه در کشور و بهره‌وری بهینه از زمین‌های

کشاورزی از سوی دیگر، استفاده از زمین‌های زیرکشت باغ‌های صنوبر در قالب نظام جنگل‌زراعی برای تولید گیاهان علوفه‌ای از اهمیت خاصی برخوردار است.

از مهم‌ترین اهداف اجرای طرح‌های جنگل‌زراعی صنوبر با محصولات زیرکشت می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- ✓ مقایسه برآورد رویش و حجم صنوبر در کشت خالص و تلفیقی با گیاهان زراعی، علوفه‌ای و دارویی
- ✓ مقایسه رشد و عملکرد محصولات زراعی، علوفه‌ای و دارویی در کشت خالص و تلفیقی با صنوبر
- ✓ ارزیابی اقتصادی صنوبر در کشت خالص و کشت تلفیقی با هریک از محصولات زراعی، علوفه‌ای و داروئی
- ✓ افزایش تولید چوب همراه با محصولات زراعی برای دست‌یابی به درآمد بیشتر در واحد زمان (سطح)
- ✓ ترغیب کشاورزان به کشت تلفیقی با کسب نتایج علمی- عملی مبتنی‌بر مزیت اقتصادی

مزایای کاشت یونجه

یونجه از مهمترین گیاهان علوفـه‌ای برای دامداران در ایـران و در سطح جهان است. زراعت یونجه بـرای کشورهایی که دارای دامداری‌های بزرگ و مدرن هستند به‌عنـوان زراعت استراتژیک محسوب می‌گردند. این گیاه اولین گیاه اهلی شده است که از دیر باز در ایران کاشته می‌شده و از آن برای تغذیه حیوانات استفاده می‌شده است و بعدها از ایران به یونان و روم و سراسر جهان پراکنده شده است.

یونجه بـه‌علت بالا بودن ارزش غذایـی آن، داشتن مواد مغذی فراوان، افزایش حاصل‌خیزی خاک، تثبیت زیستی نیتروژن گازی، توانایی کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و امکان کاشت در اقلیم‌های مختلف بـه ملکه‌ی نباتات علوفه‌ای یا طلای سبز مشهور شده است.

یونجه برای اصلاح بافت خاک و کود سبز به‌صورت یک‌ساله و چندساله کاشته می‌شود. از یونجه برای علوفه سبز، علوفه‌ی خشک، سیلوشده، علوفه مخلوط، پودر یونجه، قرص‌های یونجه و در چراگاه‌ها برای خوراک دام استفاده می‌شود. این گیاه در اصلاح خواص فیزیکی خاک نقش چشمگیری دارد. از مـزارع یونجـه بـرای پـرورش زنبورعسل نیـز استفاده می‌شود.

خاک مناسب برای کاشت یونجه

یونجه را می‌توان در طیف وسیعی از خاک‌ها کاشت با این حال که در زمین‌های عمیق و خاکی با بافت سبک (لومی شنی، لومی سیلیسی، لومی رسی) که خاک زیرین قابل نفوذ و با زهکش طبیعی است، بهترین محصول به‌دست می‌آید.

یونجه‌زارها یکبار در هفته آبیاری می‌شوند پس خاک باید توانایی ذخیره آب داشته باشند. زراعت یونجه در خاک‌های رسی بسیار دشوار است و آبیاری در این خاک‌ها حالت غرقابی پیدا می‌کند و یونجه به تنش غرقابی حساس است. در شرایط مطلوب، ریشه‌های یونجه می‌توانند تا عمق ۶ متری خاک نیز نفوذ کنند که این عمق نفوذ بالا به یونجه توان تحمل بالایی در برابر تنش خشکی می‌بخشد. محصول یونجه ۷۵ تا ۹۰ درصد از آب مورد نیاز خود را از عمق ۱ تا ۱/۵ متری خاک جذب می‌کند.

هنگامی که نیاز آبی محصول توسط آبیاری تامین نشود، ریشه بخش‌های عمیق‌تر اقدام به جذب آب از نقاط پایینی خاک می‌کنند. کمینه عمق خاک مورد نیاز برای نفوذ ریشه یونجه یک متر می‌باشد. خاک‌های کم‌عمق به‌علت کاهش نفوذپذیری و زهکشی خاک، عملکرد یونجه را کاهش خواهند داد. واکنش گیاه یونجه در خاک‌های با ویژگی‌های مختلف در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول۱) واکنش گیاه یونجه در خاک‌های با ویژگی‌های مختلف

ویژگی‌ها	واحد	مطلوب	آستانه	نامطلوب
بافت خاک	-	لومی‌شنی- لومی‌رسی	سیلتی‌رسی	شنی یا رسی
عمق خاک	سانتی‌متر	۱۸۰<	۱۸۰-۹۰	۹۰>
pH (اسیدیته)	-	۶/۳-۷/۵	۵/۸-۶/۳ و ۷/۵-۸/۲	۸/۲< و ۵/۸>
EC (هدایت الکتریکی)	میلی‌موس بر سانتی‌متر	۰-۲	۲-۵	۵<

شرایط اقلیمی

تحمل سرما، گرما، خشکی و رطوبت در یونجه باعث توسعه‌ی کشت آن در سراسر جهان شده است.

نیاز آبی

در زمان انتخاب محل کشت باید از وجود منابع آبی کافی و با کیفیت اطمینان حاصل کرد چون در صورت کمبود آب، سایر اقدامات زراعی هم مؤثر نخواهد شد. با اینکه یونجه به‌دلیل داشتن ریشه‌ای بسیار عمیق و قوی به تنش‌های محیطی و خشکی مقاوم است و در دوره‌های طولانی، خشکی را به خوبی تحمل می‌نماید ولی در تنش خشکی طی ۴۵ تا ۶۰ روز خشک خواهد شد. برای برداشت محصولی با کیفیت و کمیت بالا نباید رطوبت خاک به کمتر از ۶۰ درصد برسد. یونجه نسبت به گیاهان زراعی دیگر نیاز آبی به‌نسبت بالایی دارد. آبیاری بیش از حد باعث بروز بیماری‌های قارچی طوقه و ریشه می‌شود.

میزان آب مورد نیاز یونجه بسته به فصل کاشت، رقم مورد کشت، بافت خاک، میزان وزش باد، درجه حرارت هوا و غیره متفاوت است.

در اولین مرحله از آبیاری بعد از کاشت بذر، باید دقت شود که زمین رطوبت لازم تا مرحله جوانه‌زنی را حفظ کند، (یعنی در زمان کوتاهی بعد از آبیاری اول،که هنوز زمین خشک نشده است).

آبیاری در مزارع یونجه ممکن است به‌صورت بارانی، نشتی یا کرتی انجام گیرد. واکنش یونجه به آبیاری کرتی اغلب خوب است، در مناطق گرم و خشک برای حفظ مزرعه از آسیب باید پس از برداشت علوفه اقدام به آبیاری کرد. آبیاری در مراحل رشد بر حسب دمای محیط و

شدت تبخیر و تعرق بسته‌به منطقه هر ۳ هفته یکبار باید انجام گیرد. در اراضی شیب‌دار و سطوح بالای کشت، آبیاری بارانی روشی سودمند و مفید است. حجم آب آبیاری مزارع یونجه در کشور بسته به روش آبیاری، تعداد نوبت‌های آبیاری، شرایط اقلیمی و میزان شوری آب آبیاری از ۴۰۰۰ تا حدود ۴۰۰۰۰ با میانگین وزنی ۱۳۲۸۴ مترمکعب بر هکتار متغیر است.

نیاز دمایی

بهترین دمای خاک برای جوانه‌زنی بذرهای یونجه ۱۸ تا ۲۹ درجه سانتی‌گراد است. دمای بهینه به سرعت جوانه‌زنی بذرها کمک می‌کند اگر شرایط محیطی برقرار باشد بذرها پس از ۲۴ تا ۴۸ ساعت جوانه می‌زنند.

یونجه به دمای نسبتاً بالا مقاوم است و رشد آن تا ۵۵ درجه بالای صفر هرچند کم ادامه دارد. در مناطق دارای زمستان ملایم هم رشد خود را ادامه می‌دهد ولی میزان عملکرد آن کاهش می‌یابد. یونجه نسبت به درجه دمای بالای خاک بسیار حساس است و سبب پژمردگی ریشه‌ها و در برخی موارد باعث مرگ گیاه می‌شود.

بهترین نقاط کشت یونجه مناطقی است که درجه دمای آن از ۲۵-۲۸ بیشتر نشود و سالانه مجموع دما حدود ۳۰۰۰ درجه سانتی‌گراد باشد. بالا بودن دما، باعث به گل‌رفتن زودتر گیاه و کوتاه شدن طول دوره رشد می‌شود. یونجه نسبت به دمای پایین مقاومت خوبی دارد و می‌تواند تا دمای منفی ۲۵ درجه را تحمل کند و یا حتی وقتی زمین دارای برف است تا حدود ۴۰- درجه را تحمل می‌کند.

نیاز نوری

یونجه از نظر واکنش به طول دوره نوردهی بی‌تفاوت یا خنثی است. اما به آفتاب یا نور بسیار شدید نیاز دارد مثلاً در روزهای آفتابی که هوا صاف است این گیاه رشد خوبی دارد.

هوادهی

در مزارعی که کشت به‌صورت خطی یا حتی درهم، ولی به شیوه شیارکشی انجام می‌شود، در فصل خواب یونجه (قبل از بیداری گیاه در اواخر زمستان یا فعال شدن آن در اثر آبیاری مکرر یا چرای دام)، می‌توان فاصله بین ردیف‌ها را کولتیواتور زد. معمولاً زمین یونجه در اثر تردد متعدد ماشین‌آلات برداشت، مقداری فشرده می‌شود و ریشه گیاه به سختی می‌تواند به حیات خود ادامه دهد. توصیه می‌شود برای رفع این مشکل هر ساله قبل از شروع فعالیت خاک را تا عمق ۱۵ سانتی‌متری کولتیواتور زد. استفاده از کولتیواتور باعث نفوذ هوا رسی بهتر به خاک و ریشه گیاه می‌شود.

تاریخ کاشت

امکان کاشت در فصل‌های بهار و اواخر تابستان یا پاییز وجود دارد اما کشت پاییزه از بهاره بهتر است. در مناطقی با زمستان بسیار سرد، کشت بهاره ارجحیت دارد زیرا سبب می‌شود گیاهچه‌های جوان که ریشه قوی ندارند در اثر سرمای زمستان از بین بروند.

کشت پاییزه باید زمانی انجام گیرد که قبل از به اوج رسیدن سرمای هوا، گیاه به‌اندازه کافی رشدیافته و قوی باشد، این شرایط در مناطق معتدل و تمام مناطق گرمسیر و نیمه‌گرمسیر مثل خوزستان مطرح است.

عمق کاشت

عمق کاشت در استقرار سطح سبز یونجه اهمیت زیادی دارد. از آنجایی‌که بذرهای یونجه بسیار ریز هستند نباید زیاد عمیق کاشته شوند زیرا ذخایر لپه‌ها برای رساندن جوانه به سطح خاک کافی نیست و اگر هم خیلی در سطح کاشته شوند رطوبت کافی برای رشد تأمین نمی‌گردد. مطلوب‌ترین عمق برای کاشت بذرهای یونجه تقریباً در عمق ۱ تا ۲ سانتی‌متری سطح خاک است.

روش کاشت

بذرها به‌طور معمول به‌روش بذرپاشی در سطح زمین پخش می‌شوند سپس با لایه نازکی از خاک پوشیده می‌شوند. کاشت به‌طور معمول به روش دستپاش یا با ماشین انجام می‌شود.

- ✓ کاشت دستی در زمین با وسعت کم کاربرد دارد، در کاشت دستی یونجه را به‌صورت کرتی کشت می‌کنند. در این روش به ناچار به دو صورت دستی یا با ماشین انجام می‌شود.

- ✓ کاشت با ماشین بذرکار این روش در زراعت‌های بزرگ انجام می‌شود و بعد از آماده‌سازی زمین با ماشین‌های بزرگ بذرکار اقدام به کاشت می‌نمایند.

تراکم و مقدار بذر مصرفی

میزان مصرف بذر در هکتار نسبت به روش و الگوی کاشت، شرایط محیطی، نوع و بافت خاک، ادوات و آبی یا دیم بودن نوع کشت متفاوت است.

در کشت خطی با بذرکار ۲۵ تا ۳۰ کیلوگرم بذر و در کشت کرتی و دستپاش ۳۰ تا ۴۰ کیلوگرم بذر مصرف می‌شود. در برخی مناطق اجرای روش اخیر، حدود ۶۰ کیلوگرم در هکتار بذر مصرف می‌شود که علاوه‌بر هزینه بالای تهیه بذر، به‌دلیل تراکم زیاد، پنجه‌زنی گیاه نیز کاهش پیدا می‌کند. در کاشت خطی برای تولید علوفه، فاصله خطوط ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متر و در کل جوانه‌زدن ۳۰۰ تا ۴۰۰ بذر مطلوب است.

برداشت

زمانی که یونجه به ارتفاع مناسب رسید و از لحاظ کیفی آماده برداشت شد، یک هفته تا ده روز بعد اقدام به قطع آبیاری شود. عمل برداشت هم به‌صورت دستی و هم ماشینی امکان‌پذیر است. بوته‌ها درو می‌شوند و پس از خشک شدن در خرمن، اقدام به خرمن‌کوبی و سپس بوجاری شود. برای سهولت برداشت با کمباین، از سموم خاصی که سبب خشک شدن و ریزش برگ‌ها می‌شود، استفاده شود.

در موقع برداشت باید به کمیت و کیفیت محصول توجه کرد زیرا وقتی یونجه وارد مرحله زایشی می‌شود، درصد پروتئین یونجه کاهش یافته و درصد الیاف آن افزایش می‌یابد.

مقدار محصول یونجه در سال، بسته به‌تعداد چین و آب و هوای منطقه و ارقام مختلف متفاوت است. زمان برداشت اغلب ارقام یونجه زمانی است که ۱۰ تا ۲۰ درصد مزرعه به‌گل رفته باشد و ارتفاع بوته به حدود ۷۰ سانتی‌متر رسیده باشد (نکوئیان‌فر و همکاران، ۱۳۹۶).

در برخی استان‌ها ممکن است این مطالب و ارقام متفاوت باشد. کاشت یونجه امروزه علاوه بر ارزش برای علوفه و خوراک دام دارای ارزش خوراکی برای افراد هم هست و برای کاهش قند خون و دیابت مفید است که از آن به‌صورت عرق‌های گیاهی استفاده می‌شود.

مزایای کاشت اسپرس

اسپرس گیاهی است از تیره Leguminosae زیرتیره باقلائیان و قبیله Hedysareae و جنس *Onobrychis* که دارای مقاومت چندین صد ساله در کشور می‌باشد. اسپرس در نقاطی که کشت یونجه و شبدر موفقیت چندانی ندارد عملکرد مطلوبی را تولید می‌کند و گیاهی است چندساله بدون خار که دارای ریشه عمیق با انشعابات جانبی زیاد می‌باشد.

ساقه‌های این گیاه افراشته، توخالی و تا ارتفاع حدود یک متر می‌رسد. توسعه کشت گیاه علوفه‌ای اسپرس برای تأمین علوفه مورد نیاز دام‌های کشور، با توجه به مزایا و قابلیت‌های ویژه این علوفه در مقایسه با سایر گونه‌های علوفه‌ای، جزء برنامه‌های دفتر تولید محصولات علوفه‌ای معاونت تولیدات گیاهی وزارت جهاد کشاورزی است.

تهیه زمین و کاشت اسپرس

نوع خاک

اسپرس در اراضی آهکی و خشک و نسبتاً سبک به خوبی رشد می‌کند و برعکس در زمین‌های زهدار که دارای سفره آب زیرزمینی بالا و اراضی شور و اسیدی هستند، محصول چندان خوبی تولید نمی‌کند. به‌طور کلی نباید اسپرس و یونجه را از نظر تناسب استفاده در یک منطقه با یکدیگر مقایسه نمود و معمولاً در مناطق مناسب برای یونجه، کمتر به کشت اسپرس مبادرت می‌شود.

زمان کاشت

در مناطق اردبیل، کردستان، شهرکرد، آذربایجان شرقی و غربی، اصفهان، دماوند و فیروزکوه، قزوین، زنجان، طالقان و برخی دیگر از مناطق سردسیری کشور مناسب کشت می‌باشد و در تمامی مناطق فوق به‌علت مقاومت گیاهچه به سرما می‌توان این گیاه را به‌صورت پاییزه و بهاره کشت نمود، البته در این ارتباط بهتر است در پاییز قبل از فرا رسیدن سرمای زمستانه و یخبندان گیاه به‌مرحله ۲ تا ۳ برگی رسیده باشد و در بهار احتمال یخبندان زمین وجود نداشته باشد.

دمای اولیه برای جوانه‌زنی حدود ۷ تا ۱۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد، پس از آنکه ۶ ماه از دوران رشد اسپرس گذشت در مقابل سرما تحمل نشان می‌دهد و پس از توسعه ریشه در برابر خشکی نیز تحمل خواهد داشت.

میزان بذر مصرفی

میزان بذر مصرفی به‌عواملی از جمله نوع بذر، قدرت جوانه‌زنی بذر، بوجاری بذر مصرفی، کیفیت آماده‌سازی بستر کاشت، تاریخ کاشت، نوع دستگاه کارنده و شرایط اقلیمی منطقه بستگی دارد. به‌طور کلی در صورت رعایت نحوه و تاریخ کاشت میزان بذر مورد نیاز برای کاشت در دامنه ۳۰ تا ۵۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد که مقدار دقیق توصیه شده به کیفیت بذر و شرایط میکرو و ماکروکلیمایی بر می‌گردد.

کوددهی

در رابطه با نیاز کودی اسپرس ذکر این مسئله ضروری است که این گیاه به‌دلیل داشتن غدد تثبیت در ریشه‌های فرعی خود توانایی استفاده از ازت آزاد هوا را دارد و به‌همین دلیل بعد از رشد و توسعه کامل ریشه و شرایط مناسب برای فعالیت غده‌های ریزوبیوم نیاز به تأمین ازت از طریق کود ازته متصور نیست ولی در سال اول کاشت به‌دلیل عدم تکامل ریشه‌ها و غدد مذکور نیاز به حدود ۱۵۰ تا ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره همزمان با کاشت و ۲۰۰ تا ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم قبل از کاشت می‌باشد.

کنترل علف هرز

برای کنترل علف هرز پهن‌برگ و نازک‌برگ یک‌ساله مزرعه اسپرس، بهتر است در سال اول، چین اول زودتر از موعد تعیین شده برای برداشت اسپرس انجام شود. ترجیحاً بایستی این برداشت زمانی انجام شود که علف‌های هرز تولید بذر ننموده باشند و برای کنترل علف‌های هرز چندساله به طریق مکانیکی عمل می‌شود و در این‌مورد استفاده از کولتیواتور در فاصله بین

ردیف‌ها مؤثر می‌باشد. از آنجا که اسپرس در دام ایجاد نفخ نمی‌کند امکان استفاده گیاه در چراگاه‌ها و مراتع می‌باشد و برای اینکه به دوام و قدرت رشد بعدی گیاه لطمه وارد نشود دام را در مرحله تولید جوانه گل و ارتفاع ۲۰ سانتی‌متری در مزرعه رها نمائیم (رحمانی و همکاران، ۱۳۹۳).

داشت

آبیاری اسپرس همانند یونجه است ولی چون اسپرس به‌عنوان گیاه مقاوم در برابر خشکی معروف بوده و نیاز آبی اسپرس کمتر از یونجه است، از این رو می‌توان آن را در مناطقی که بارندگی سالانه آن بیش از ۳۰۰ میلی‌متر می‌باشد به‌صورت دیم کاشت. باید توجه داشت که اسپرس به آبیاری فراوان حساس است و آبیاری عامل اصلی ایجاد بیماری پوسیدگی طوقه و ریشه می‌باشد.

برداشت

تاریخ برداشت عامل مهمی برای به‌دست آوردن علوفه بیشتر است و تعیین آن باید براساس زمان معینی از رشد این گیاه باشد. هر چه درصد گل‌دهی بیشتر شود عملکرد علوفه نیز بیشتر می‌شود ولی در عوض ارزش غذایی کمتری دارد. بهترین تاریخ برداشت اسپرس برای به‌دست آوردن بیشترین عملکرد علوفه توأم با ایجاد شرایطی برای تأمین بیشترین مواد غذایی در سال‌های بعد، موقعی است که ۱۰ تا ۵۰ درصد بوته‌های مزرعه به گل نشسته باشد. اسپرس در زمان گل کردن یا از گل افتادن و به بذر نشستن، الیاف زیادتر و مواد قابل هضم کمتری دارد و همچنین به‌دلیل خوابیدگی بوته‌ها و کاهش میزان برگ، علوفه‌ای به‌دست می‌آید که میزان مواد

غذایی و همچنین ارزش غذایی آن به‌نسبت پایین است. محصول سالیانه اسپرس ۲۰ تا ۴۰ تن علوفه تَر در هکتار (۴ تا ۷ تن علوفه خشک) است و همچنین در زمان بذرگیری می‌توان ۴۰۰ تا ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار بذر برداشت کرد.

خواص گیاه اسپرس برای انسان، دام و طبیعت

گیاه اسپرس مزیت‌های فراوانی دارد. برخی این گیاه را نوعی یونجه می‌دانند چراکه بسیاری از خواص و ویژگی‌های اسپرس با گیاه یونجه مشابه است. با این حال خواصی هم برای اسپرس بیان می‌شود که در یونجه وجود ندارد.

عدم ایجاد نفخ در دام

مصرف این گیاه برای دام‌ها بسیار مفید است زیرا از ایجاد نفخ در آن‌ها جلوگیری می‌کند. به‌همین علت این گیاه برای ایجاد چراگاه مفید است. از گیاه اسپرس برای فراهم‌آوری چراگاه در اروپا استفاده می‌شود و سبب بهره‌وری بیشتر دامداری می‌شود.

مقاومت در مقابل آفات

در مقابل آفت‌هایی مانند سرخرطومی ساقه، برگ و ریشه یونجه مقاوم است. درواقع مقاومت بالای اسپرس سبب شده حتی تولید عسل اسپری از عسل یونجه محتمل‌تر باشد.

مقاومت در برابر سرما

به‌دلیل آنکه این گیاه در برابر سرمازدگی مقاوم است، در فصل پاییز به‌مدت طولانی‌تری می‌تواند به رشد خود ادامه دهد. همچنین رویش آن در فصل بهار زودتر اتفاق می‌افتد. این یعنی جریان شهد برای زنبورهای عسل فوق العاده عالی است و کلنی‌ها دیرتر از جریان شهد اسپرس محروم می‌شوند و در بهار نیز زودتر به شهد می‌رسند. شاید به‌همین علت است که عسل اسپرس تا این حد محبوب زنبورداران حرفه‌ای است.

تقویت کننده خاک

وجود ریشه‌های عمیق در این گیاه سبب شده لایه‌های نفوذناپذیر از بین رفته و به بهبود کیفیت فیزیکی و شیمیایی خاک کمک نماید. همچنین به‌دلیل داشتن غدد تثبیت ازت، خاک را بارور می‌کند. همچنین گیاه اسپرس به‌علت داشتن ریشه‌های عمیق و قدرت استقرار بالا، از فرسایش آبی و بادی خاک در شیب‌های تند جلوگیری می‌کند.

افزایش تولید عسل

گل‌های این گیاه برای زنبورها جذابیت داشته و آنها را به سمت خود می‌کشاند، که این امر باعث افزایش تولید عسل برای زنبورداران هر منطقه می‌شود. به‌طور کلی گیاه اسپرس به‌دلیل ویژگی‌هایی که گفته شد، برای تولید عسل تک گل فوق‌العاده عالی است. درنتیجه اکثر زنبورداران علاقه‌مند هستند تا برای تولید عسل به محل نزدیک کشت‌زار اسپرس بروند و این نوع عسل را تولید کنند.

اجرای کشت تلفیقی صنوبر اورامریکن با گونه‌های علوفه‌ای یونجه و اسپرس (مجتمع تحقیقاتی البرز کرج)

روش اجرای تحقیق

مجتمع تحقیقاتی البرز واقع در ۵ کیلومتری جنوب شهرستان کرج از ایستگاه‌های مهم تحقیقاتی درزمینه منابع طبیعی است. در این تحقیق، ابتدا نهال‌های صنوبر اورامریکن (*Populus euramericana* 92/40) در اسفندماه ۱۳۹۵ به فاصله ۴×۳ متر (فاصله بین ردیف‌ها ۴ متر و داخل ردیف‌ها ۳متر) کاشته شدند. سپس محصولات یونجه (*Medicago sativa*) و اسپرس (*Onobrychis viciifolia*) مابین ردیف‌های صنوبر، در اواخر پاییز ۱۳۹۶ مورد کاشت قرار گرفت. همچنین، صنوبر و هر یک از دو گونه علوفه‌ای به‌صورت خالص نیز کاشته شدند.

در طی هر فصل رویش، نهال‌های صنوبر و گیاهان علوفه‌ای هر هفته یکبار تا اواخر آبان‌ماه آبیاری شدند و یونجه و اسپرس در چند چین در شش پلات یک مترمربعی (نمونه‌برداری) در هر تیمار برداشت و اندازه‌گیری شدند. عملیات داشت مانند وجین علف‌های هرز به‌دفعات مورد نیاز و به‌صورت دستی و مکانیزه در ردیف‌های درختان انجام گرفت. ارزیابی اقتصادی از هر یک از کشت‌های خالص و جنگل‌زراعی نیز براساس شاخص‌های زیر انجام شد.

شاخص نسبت برابری زمین (LER)

این شاخص براساس سطح زمین زیر کشت محاسبه می‌شود و بیانگر این است که برای به‌دست آوردن مقدار محصولی که از یک هکتار کشت مخلوط عاید می‌شود چه مقدار از زمین

به‌صورت زراعت تک‌کشتی مورد نیاز است تا همان مقدار محصول برداشت شود و نشان‌دهنده درجه رقابت یا همیاری در کشت جنگل‌زراعی است.

به‌منظور ارزیابی کشت جنگل‌زراعی نسبت به کشت خالص، از شاخص نسبت برابری زمین (LER) طبق معادله ۱ استفاده شد.

$$LER = \frac{PX}{KX} + \frac{PY}{KY}$$ معادله (۱)

در این معادله، PX: عملکرد گونه صنوبر در جنگل‌زراعی، KX: عملکرد گونه صنوبر در کشت خالص (عملکرد نسبی جزء صنوبر)، PY: عملکرد گونه علوفه‌ای در کشت جنگل‌زراعی و KY: عملکرد گونه علوفه‌ای در کشت خالص (عملکرد نسبی جزء محصول علوفه‌ای) می‌باشد. برای تعیین این شاخص، عملکرد نسبی هر جزء محاسبه می‌شود و مجموع آنها میزان LER را مشخص می‌کند.

کاهش یا افزایش عملکرد واقعی (AYL): این شاخص طبق معادله ۲ محاسبه شد.

معادله (۲)

$$AYL = AYL_a + AYL_b$$

$$AYL_a = \left[LER \times (\frac{100}{Z_{ab}}) - 1 \right]$$

$$AYL_b = \left[LER \times (\frac{100}{Z_{ba}}) - 1 \right]$$

در این معادله، AYLa: کاهش یا افزایش عملکرد واقعی گونه صنوبر، Zab: درصد گونه صنوبر در کشت جنگل‌زراعی، AYLb: کاهش یا افزایش عملکرد واقعی گونه علوفه‌ای، Zba: درصد گونه علوفه‌ای در جنگل‌زراعی و LER: شاخص نسبت برابری زمین می‌باشد.

شاخص سودمندی کشت جنگل‌زراعی (IA)

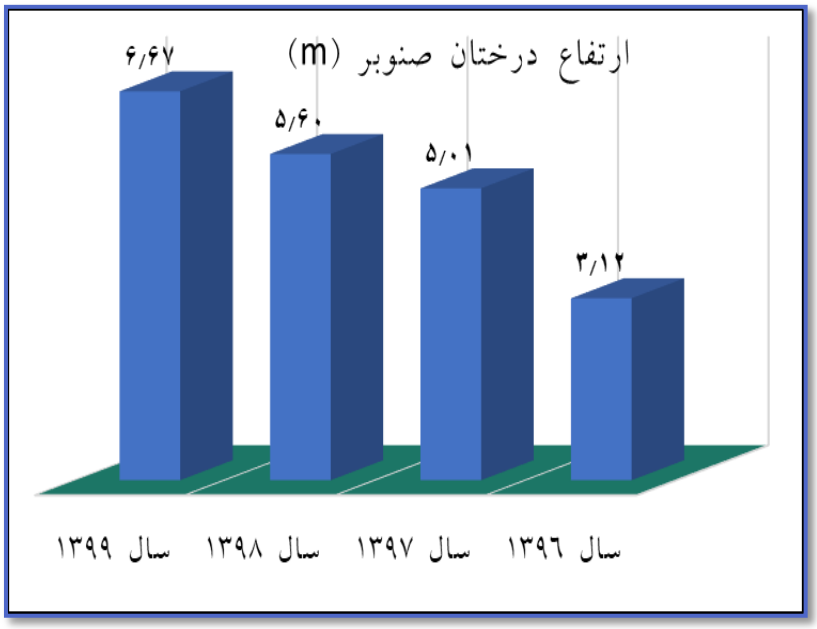
شاخص سودمندی اقتصادی کشت جنگل‌زراعی طبق معادله ۳ محاسبه شد.

$$IA = \left[\left(\frac{a}{a+b} \right) \times AYL_b \right] + \left[\left(\frac{b}{a+b} \right) \times AYL_a \right]$$ معادله (۳)

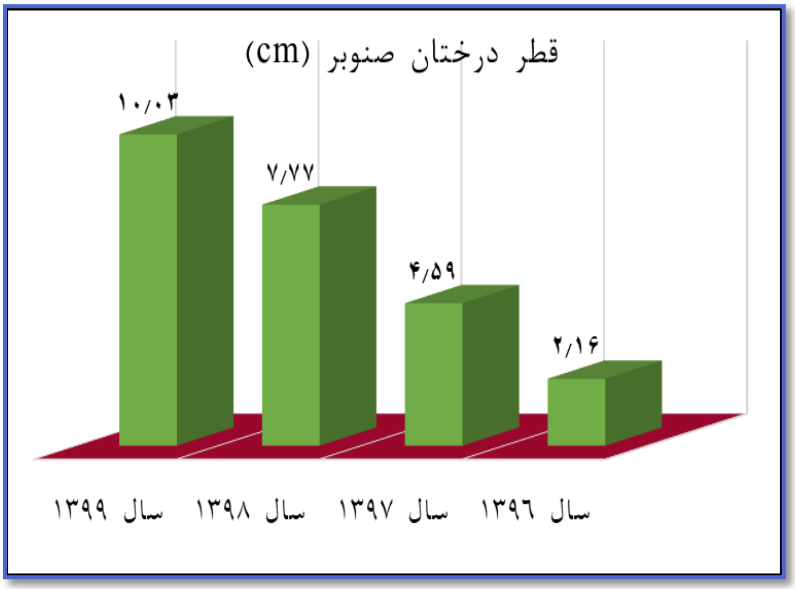
در این معادله، a: قیمت محصول صنوبر، b: قیمت محصول علوفه‌ای، AYLb: کاهش یا افزایش عملکرد واقعی گونه علوفه‌ای و AYLa: کاهش یا افزایش عملکرد واقعی گونه صنوبر می‌باشد.

نتایج

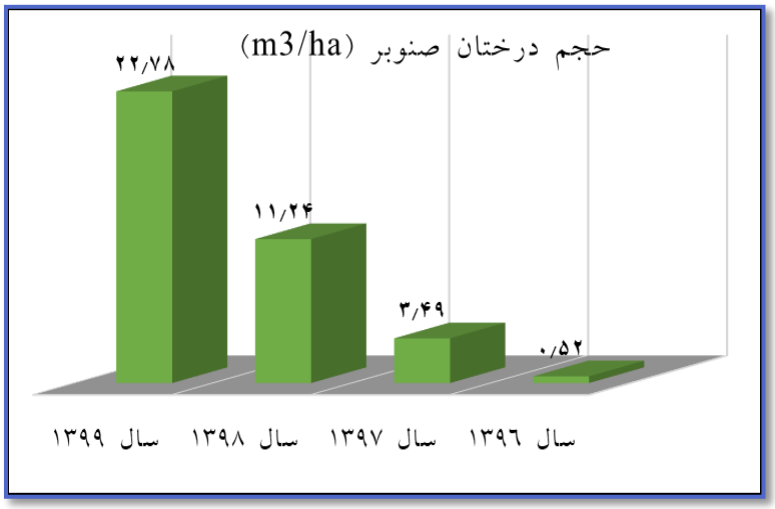
درختان در سال چهارم در کشت خالص به ارتفاع ۶/۶۷ متر (شکل ۱)، قطر برابر سینه ۱۰/۰۳ سانتی‌متر (شکل ۲) و حجم ۲۲/۷۸ مترمکعب در هکتار (شکل ۳) رسیدند. هرچه زمان برداشت طولانی‌تر شود، ارتفاع و قطر درختان افزایش قابل توجهی خواهد داشت که موجب تولید بیشتر چوب و درآمد زیاد حاصل از فروش آن می‌شود.



شکل۱) ارتفاع درختان صنوبر در کشت خالص در سال‌های اجرای تحقیق

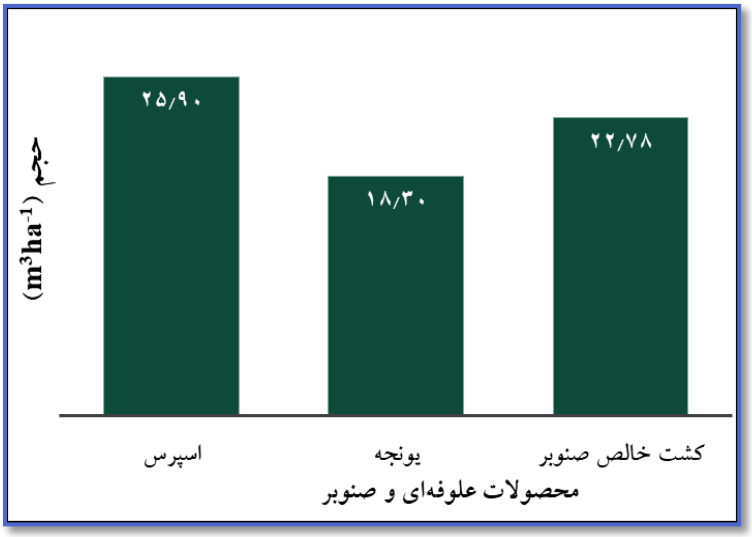


شکل۲) قطر برابر سینه درختان صنوبر در کشت خالص در سال‌های اجرای تحقیق



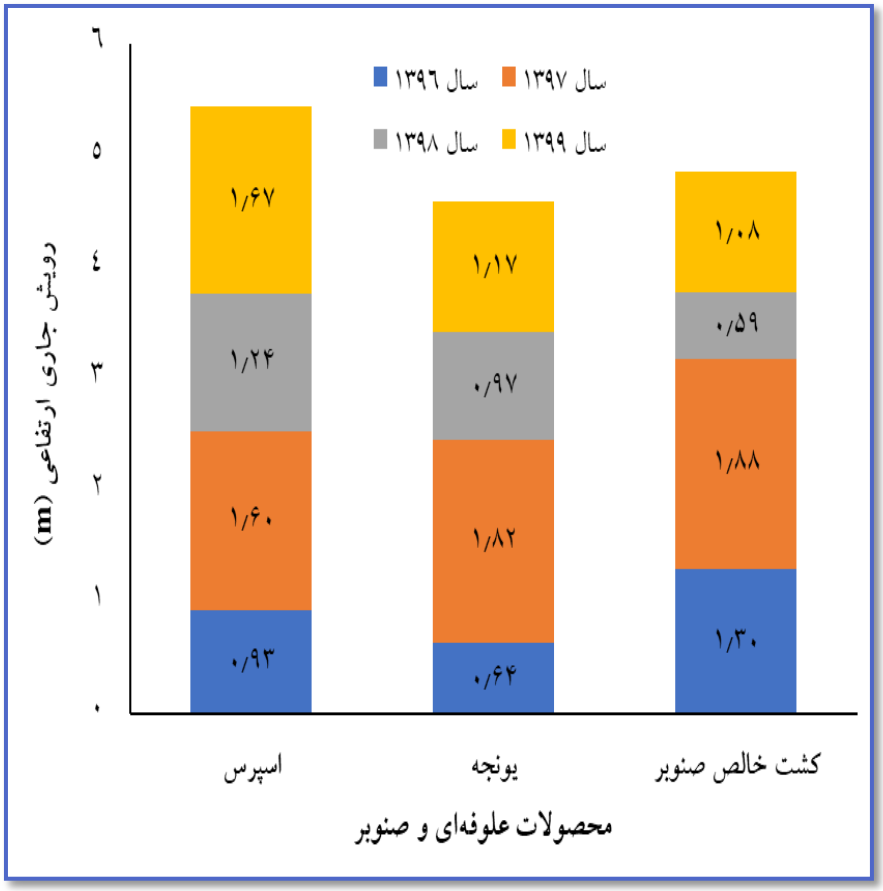
شکل۳) حجم درختان صنوبر در کشت خالص در سال‌های اجرای تحقیق

حجم درختان در کشت تلفیقی با محصول زیرکشت اسپرس نسبت به کشت خالص صنوبر بیشتر شده بود (شکل ۴).



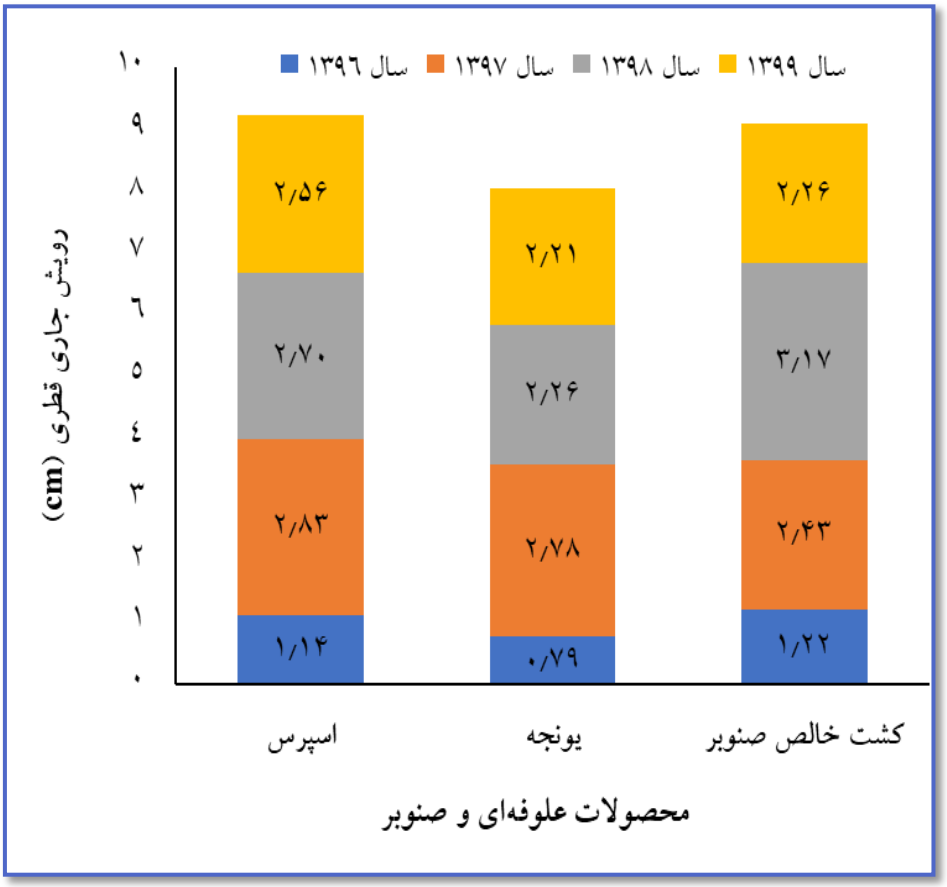
**شکل۴) حجم درختان صنوبر در سال چهارم
در کشت تلفیقی با محصولات علوفه‌ای یونجه و اسپرس**

رویش جاری ارتفاعی درختان صنوبر در کشت خالص در سال اول که هنوز محصولات کشت نشده بودند و همچنین در سال دوم، از بیشترین مقدار برخوردار بود، اما رویش کمتری را در سال‌های سوم و چهارم در مقایسه با کشت تلفیقی با محصولات زیرکشت داشت. مجموع رویش ارتفاعی درختان صنوبر در کشت تلفیقی با اسپرس بیشتر از کشت خالص آنها بود (شکل ۵).



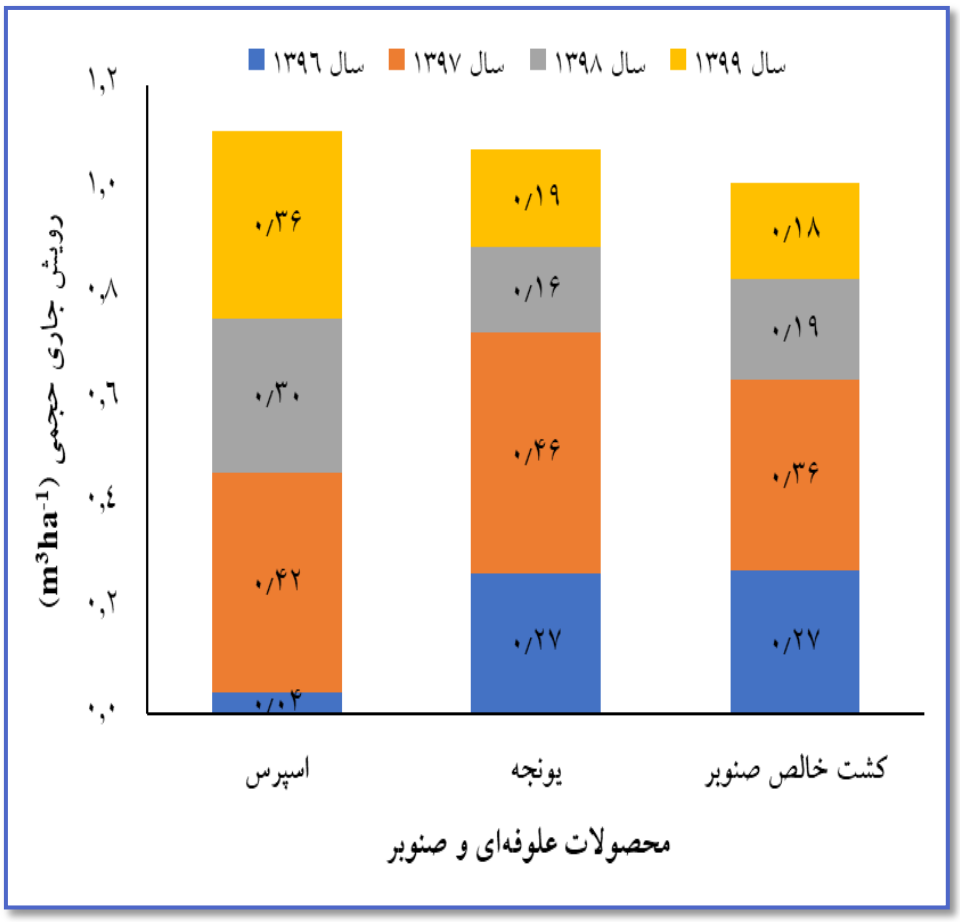
شکل۵) رویش جاری ارتفاعی درختان صنوبر در کشت تلفیقی با محصولات علوفه‌ای در طی ۴ سال دوره رویش

رویش جاری قطری درختان صنوبر در کشت خالص در سال اول که هنوز محصولات کشت نشده بودند و همچنین در سال سوم، از بیشترین مقدار برخوردار بود، ولیکن مقدار رویش کمتری را در سال دوم در مقایسه با مقدار آن در کشت تلفیقی با تمامی محصولات زیرکشت و در سال چهارم با محصول اسپرس داشت. مجموع رویش قطری درختان صنوبر در کشت تلفیقی با اسپرس بیشتر از کشت خالص آنها بود (شکل ۶).



شکل۶) رویش جاری قطری درختان صنوبر در کشت تلفیقی با محصولات علوفه‌ای در طی ۴ سال دوره رویش

مجموع رویش جاری حجمی درختان صنوبر در کشت تلفیقی با اسپرس و یونجه بیشتر از کشت خالص آنها بود (شکل ۷). نمایی از رویش درختان صنوبر اورامریکن ۴ ساله در تلفیق با محصولات علوفه‌ای در شکل ۸ نشان داده شده است.



شکل۷) رویش جاری حجمی درختان صنوبر در کشت تلفیقی با محصولات علوفه‌ای در طی ۴ سال دوره رویش

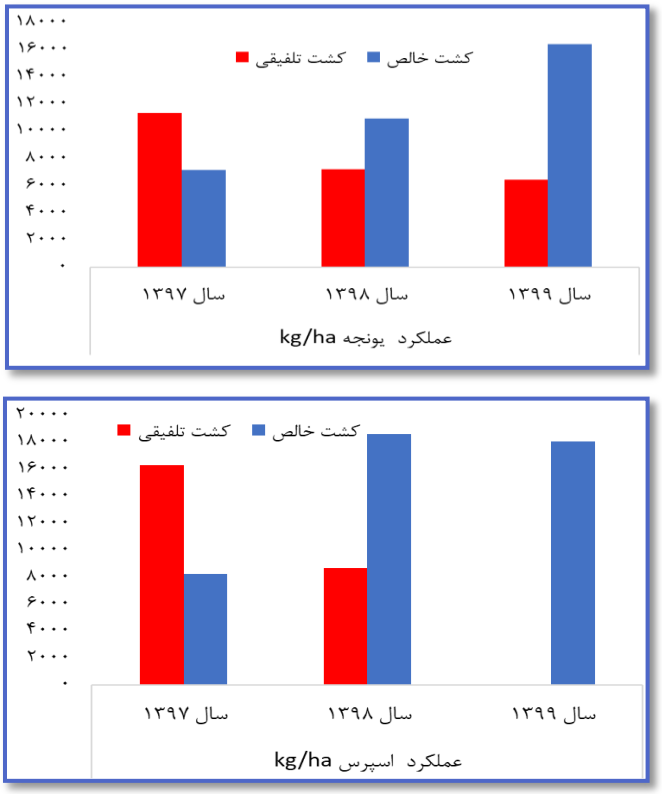
شکل۸) نمایی از رویش درختان صنوبر اورامریکن ۴ ساله در تلفیق با محصولات زیرکشت علوفه‌ای

عملکرد محصولات زیرکشت (در کشت‌های خالص و تلفیقی با صنوبر)

در سال اول عملکرد تمامی محصولات زیرکشت در کشت تلفیقی بیشتر از کشت خالص و در سال دوم عملکرد اسپرس و یونجه در کشت تلفیقی کمتر از کشت خالص بود و در سال سوم تمام محصولات در کشت خالص عملکرد بیشتری را نسبت به کشت تلفیقی داشتند (شکل ۹).

کشت تلفیقی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین سیستم‌های کشاورزی پایدار است که ضمن کنترل علف‌های هرز سبب افزایش عملکرد و درآمد حاصل از فروش محصولات و افزایش بهره‌وری در واحد سطح و زمان و بهبود راندمان استفاده از منابع می‌شود. در سال سوم اسپرس هیچ‌گونه عملکردی نداشت که نشان می‌دهد نسبت به گیاهان زیرکشت یونجه، نیاز نوری بیشتری دارد.

افزایش تاج‌پوشش درختان صنوبر اورامریکن و کاهش میزان نور ورودی به سطح زمین، بر ظرفیت فتوسنتز و رشد اسپرس تأثیر منفی می‌گذارد، به‌طوری‌که میزان رشد به قدری کم شده بود که قابلیت برداشت محصول را نداشت. محصولات زیرکشت با افزایش تاج‌پوشش درختان، نور کمتری دریافت می‌کنند که سبب کاهش فتوسنتز و نیز عدم قابلیت انتقال دوباره کربوهیدرات‌های ذخیره‌ای و حفظ آنها در میانگره‌های ساقه شده که روی عملکرد محصول تأثیر منفی می‌گذارد. البته بسته به نوع گونه صنوبر مورد استفاده و نوع تاج‌پوشش باز یا بسته آنها، میزان عملکرد محصولات می‌تواند متفاوت باشد.



شکل ۹) مقایسه عملکرد محصولات زیرکشت علوفه‌ای در دو کشت خالص و تلفیقی در طی ۳ سال دوره برداشت

در نتایج نکات کلیدی زیر به‌دست آمد

- ✓ یونجه به‌مدت سه سال و اسپرس به‌مدت یک‌سال در کشت تلفیقی با صنوبر اورامریکن تاج باز نگهداری شوند.
- ✓ اسپرس نسبت به یونجه به علف‌های هرز بسیار حساس است به‌طوری‌که در سال دوم در قطعه کاشت تلفیقی صنوبر و اسپرس، علف هرز چندساله رشد کرده بود و اجازه رشد به اسپرس را نداده بود ولی در یونجه هیچ علف هرزی مشاهده نشد.

تصاویری از عملکرد محصولات زیرکشت یونجه و اسپرس در کشت‌های تلفیقی و خالص به‌ترتیب در شکل‌های ۱۰ و ۱۱ و ۱۲ نشان داده شده است.

شکل۱۰) عملکرد یونجه در کشت تلفیقی
با درختان صنوبر (تصویر راست) و کشت خالص (تصویر چپ)

شکل۱۱) عملکرد اسپرس در کشت تلفیقی
کشت خالص (تصویر راست) و با درختان صنوبر (تصویر چپ)

شکل۱۲) نمایی از برداشت و توزین یونجه و اسپرس
در کشت خالص و تلفیقی در تابستان ۱۳۹۸

ارزیابی شاخص‌های سودمندی کشت تلفیقی درختان صنوبر در مقایسه با کشت خالص

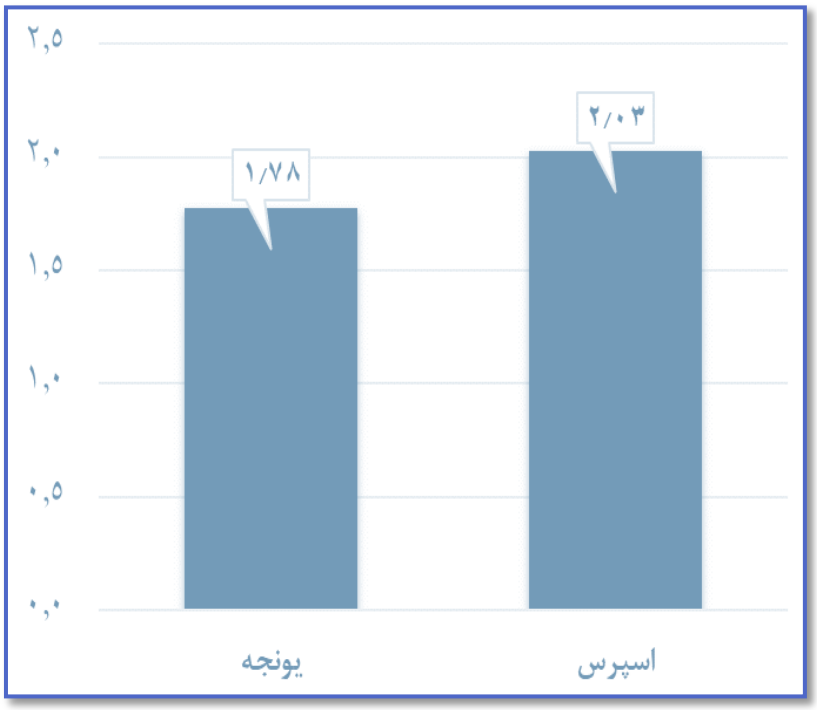
به‌منظور توصیف برتری رقابتی و اقتصادی در کشت‌های تلفیقی از شاخص‌هایی مانند نسبت برابری زمین، میزان کاهش یا افزایش عملکرد واقعی و سودمندی کشت تلفیقی استفاده می‌شود

نسبت عملکرد ماده خشک یک گونه در کشت تلفیقی به عملکرد ماده خشک همان گونه در کشت خالص با نسبت برابری زمین (LER) سنجیده می‌شود. نسبت برابری زمین براساس سطح زیرکشت محاسبه می‌شود و مشخص می‌کند که برای به‌دست آوردن محصول حاصل از یک هکتار کشت مخلوط، چه مقدار زمین به‌صورت تک کشتی نیاز است تا همان مقدار محصول به‌دست آید.

در صورتی‌که نسبت برابری زمین بزرگ‌تر از یک باشد، کشت تلفیقی سبب افزایش رشد و عملکرد محصولات زیرکشت شده است اما اگر این نسبت کمتر از یک باشد نشان‌دهنده اثرات منفی کشت تلفیقی روی رشد و عملکرد محصولات زیرکشت است. براساس شکل ۱۲، نسبت برابری زمین در تمامی محصولات بیشتر از یک است که نشان‌دهنده برتری کشت تلفیقی نسبت به کشت خالص آنها است و بیشترین میزان این نسبت در محصول اسپرس به‌دست آمده است. براساس این نسبت، کشت تلفیقی در یونجه ۷۸ درصد و اسپرس ۱۰۳ درصد کارایی بیشتری نسبت به کشت خالص در استفاده از زمین دارند.

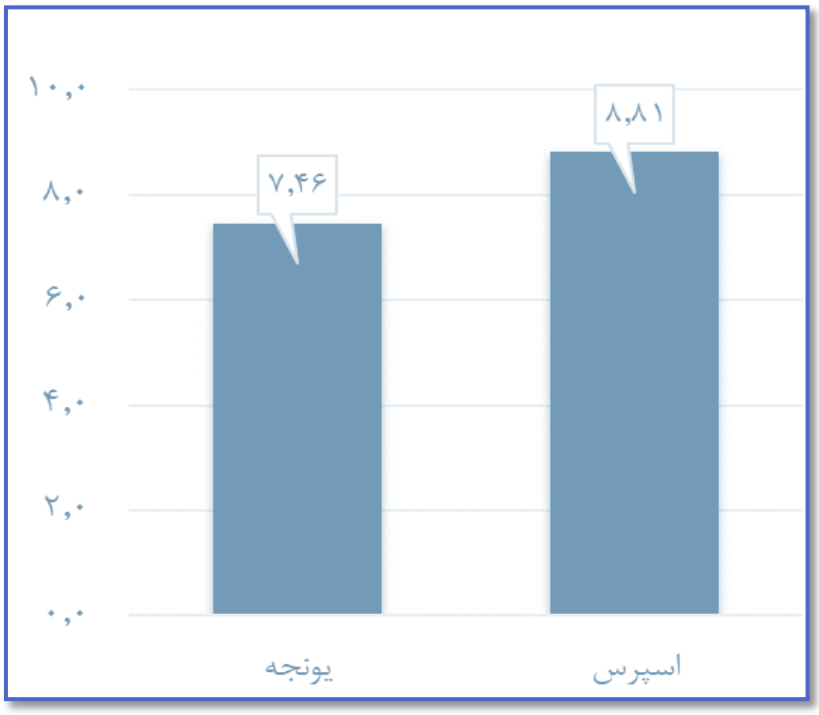
به‌عبارت دیگر، کشت خالص هر یک از گونه‌های یونجه و اسپرس به‌ترتیب نیاز به ۷۸ و ۱۰۳ درصد سطح زیرکشت اضافی دارند تا عملکردی معادل یک هکتار کشت تلفیقی تولید کنند. علت برتری کشت تلفیقی می‌تواند به استفاده بهتر از منابع آب و خاک موجود توسط هر

دو گیاه و اختلافات ریخت‌شناسی و فیزیولوژیکی بین آنها و درنتیجه ایجاد اشکوب‌های اکولوژیکی مختلف مطابق با اصل تولید رقابتی می‌باشد. افزایش راندمان مصرف آب در کشت تلفیقی به‌طور عمده درنتیجه اختلاف در سیستم ریشه‌ای هر یک از اجزا، تحریک توسعه ریشه‌ای و انعطاف‌پذیری فیزیولوژیکی ریشه، پوشش سریع‌تر و مطلوب‌تر سطح خاک و تعدیل تبخیر و تعرق، زیاد بودن رطوبت نسبی محیط و همچنین اثرات برهم کنشی مثبت و مکملی اجزای کشت درجذب منابع محیطی می‌باشد.



شکل۱۲) مقایسه نسبت برابری زمین (LER)
در کشت‌های تلفیقی محصولات علوفه‌ای با صنوبر نسبت به کشت خالص آنها

براساس شکل ۱۳، مقادیر عملکرد واقعی در تمامی محصولات بیانگر تأثیر مفید این گیاهان روی همدیگر و سودمندی کشت تلفیقی می‌باشد و محصول این گیاهان در کشت تلفیقی بیشتر از محصول کشت خالص آنها است. این شاخص به‌نوعی افزایش و یا کاهش محصول هر یک از گیاهان را در کشت‌های تلفیقی نسبت به خالص آنها نشان می‌دهد. کشت تلفیقی به‌دلیل اثرات تسهیل تولید و مکملی گیاهان برای هر دو گیاه سودمند بوده است.

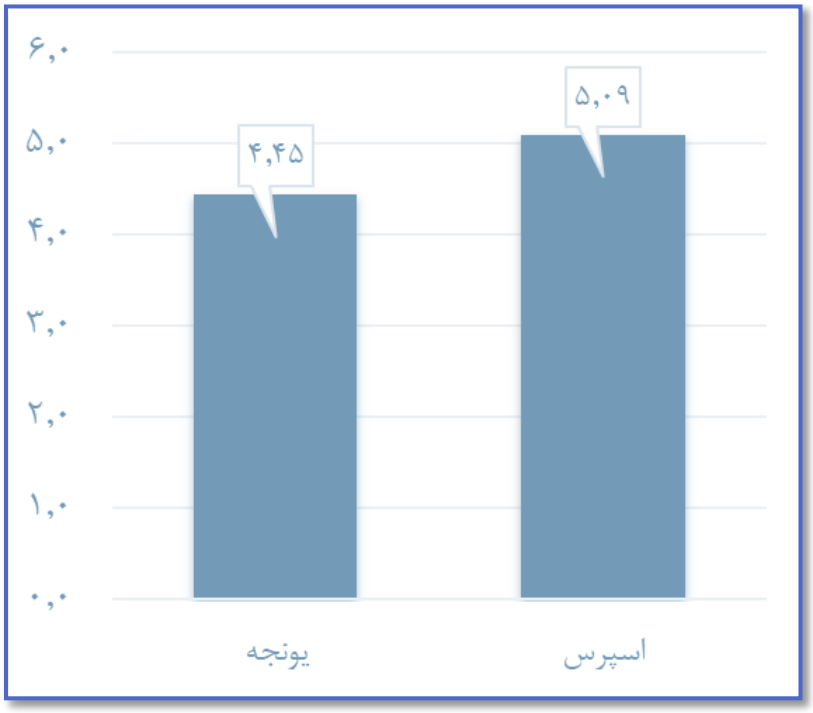


شکل۱۳) مقایسه عملکرد واقعی
در کشت‌های تلفیقی محصولات علوفه‌ای‌با صنوبر نسبت به کشت خالص

براساس شکل ۱۴، شاخص سودمندی اقتصادی در همه محصولات مثبت بود که گویای سودمندی و مزیت اقتصادی کشت تلفیقی و استفاده بهتر از منابع در دسترس توسط هر دو

گیاه نسبت به کشت خالص هر یک از آنها است. بیشترین سودمندی اقتصادی در اسپرس و کمترین آن در یونجه مشاهده شد. یونجه و اسپرس از گیاهان علوفه‌ای چندساله هستند که تا آخر شهریور نیاز به آبیاری دارند.

تفاوت در سودمندی اقتصادی به‌دلیل اختلاف قیمت اجزای هر یک از محصولات تولیدی براساس آمار وزرات جهاد کشاورزی در سال مربوطه، میزان عملکرد و درصد هر یک از گونه‌ها در کشت تلفیقی می‌باشد. با توجه به بیشتر بودن شاخص سودمندی گیاه اسپرس می‌توان این محصول را به‌عنوان محصول زیرکشت برتر در تلفیق با صنوبر اورامریکن در شرایط آب و هوایی ایستگاه تحقیقات البرز کرج از نظر شاخص‌های زراعی و اقتصادی درنظر گرفت.



شکل۱۴) مقایسه شاخص سودمندی
در کشت‌های تلفیقی گیاهان علوفه‌ای‌با صنوبر نسبت به کشت خالص

نتیجه‌گیری

محاسبه شاخص‌های سودمندی اقتصادی (نسبت برابری زمین، عملکرد واقعی و سودمندی کشت تلفیقی)، مزیت اقتصادی سیستم کشت تلفیقی نسبت به تک‌کشتی را نشان می‌دهد که البته بستگی به نوع محصول تولیدی نیز دارد.

انتخاب گونه‌های کشت تلفیقی بسته به شرایط اقلیمی، خاک و عوامل و ویژگی‌های منطقه‌ای متفاوت است و هنگامی بیشترین عملکرد به‌دست می‌آید که گیاهان تشکیل‌دهنده از نظر نحوه و میزان استفاده از منابع با یکدیگر به‌طور کامل متفاوت باشند.

با توجه به مناسب بودن درختان تندرشد صنوبر برای زراعت چوب می‌توان با تحقیق درمورد کشت تلفیقی صنوبر با گیاهان زراعی، از کمبود هریک از محصولات جلوگیری و میزان درآمد را افزایش داد.

در این راستا، اولویت با کشت گیاهانی است که بتوان در طی چندین سال آنها را برداشت کرد. از آنجایی که رسالت حفظ آب و خاک کشور و تأمین چوب برای مصارف گوناگون و حفظ و احیاء مراتع برای تأمین علوفه دام کشور به‌منظور تولید گوشت بر عهده سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری کشور می‌باشد،

بر این اساس با توجه به پتانسیل تولیدی عرصه‌هایی که شرایط مناسب اقلیمی، توپوگرافی و ادافیکی و قدرت تولیدی بالا در واحد سطح را دارا می‌باشند، می‌توان اجرای طرح‌های تلفیقی درختان تندرشد و زودبازده با زیراشکوب تولید علوفه را به‌صورت اصولی برنامه‌ریزی کرد تا بدین‌وسیله گام‌هایی به‌منظور حفظ آب و خاک و تأمین گوشت، چوب و تولید علوفه را تأمین کرد.

با استفاده از تجارب مفید به‌دست آمده از سیستم‌های سنتی جنگل‌زراعی، می‌توان بهره‌وری اقتصادی و تولید را افزایش داد. همچنین در راستای شفافیت‌سازی هزینه‌ها و میزان تولیدات و فروش محصولات آگروفارستری، می‌توان سامانه اطلاعات بازاریابی و بانک داده‌ها را ایجاد کرد و در آن خدمات معرفی بازارهای هدف، قیمت‌های محصولات، مسیریابی بازارها و زمان مناسب عرضه محصولات را به‌شکل مناسبی ارایه کرد.

همچنین پیشنهاد می‌شود به‌منظور کاهش کمبود زمین‌های قابل کشت و ترویج توسعه پایدار از منابع طبیعی، استفاده از شیوه‌های چندکشتی و بهره‌برداری از زمین در واحد زمان به‌کار گرفته شود.

برای الگوهای کشت تلفیقی و سن درختان مختلف، شدت رقابت برای منابع در سیستم کشت تلفیقی متفاوت خواهد بود. بنابراین، برای به دست آوردن نتایج و جزئیات بیشتر در مورد مکانیسم رقابت بین گونه‌ای در سیستم‌های کشت تلفیقی، باید تحقیقات طولانی‌مدت در منطقه انجام شود.

منابع

احمدلو، ف.، کلاگری، م.، صالحی، آ.، اسکندری، س. ۱۴۰۱. ارزیابی سودمندی عملکرد و بهره‌وری اقتصادی صنوبر در تلفیق با محصولات زراعی، علوفه‌ای و دارویی. ۷(۲): ۴۸-۳۵.

اسدی، ف.، خداکریمی، ع. ۱۳۹۵. کشت تلفیقی صنوبر گونه *Populus alba* و یونجه در آذربایجان غربی. مجله جنگل ایران، ۸(۱): ۶۵-۵۱.

اسدی، ف.، کلاگری، م. ۱۳۹۸. مزایای کشت تلفیقی صنوبر با محصولات زراعی و علوفه‌ای. مجله ترویجی حفاظت و بهره‌برداری جنگل‌های هیرکانی، ۱(۱): ۱۶-۵.

اسدی، ف.، کلاگری، م.، قاسمی، ر.، باقری، ر. ۱۳۹۱. نتایج نهایی کشت تلفیقی صنوبر و یونجه در کرج. مجله جنگل ایران، ۴(۱): ۴۴-۳۳.

اسدی، ف.، کلاگری، م.، قاسمی، ر.، باقری، ر. ۱۳۸۳. بررسی تأثیر فاصله کاشت بر عملکرد صنوبر و یونجه در کشت تلفیقی. نشریه علمی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۲(۴): ۴۸۰-۴۵۵.

آمیقی، س.ج.، عسکری، ح.ر.، واحد، ب.ش. ۱۳۹۲. اثر سامانه جنگل‌زراعی بر خصوصیات لایه سطحی خاک (پژوهش موردی منطقه بیارجمند- استان سمنان). بوم شناسی گیاهان زراعی، ۹(۳): ۸-۱.

خداکریمی، ع. ۱۳۹۴. کشت تلفیقی صنوبر گونه *Populus alba* با یونجه (آگروفارستری) در استان آذربایجان غربی. گزارش نهایی پروژه خاتمه یافته مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور. ۲۳ صفحه.

رحمانی، م.، رضوانی خورشیدی، ع.، سلطانی، ر. ۱۳۹۳: کنترل و گواهی بذر لگوم‌های علوفه‌ای (یونجه، شبدر قرمز، شبدر لاکی، شبدر برسیم و اسپرس). نشریهٔ فنی، وزارت جهاد کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسهٔ تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، ۱۹ صفحه.

رحیمی، ف. ۱۳۹۸. پارادکس تلخ این روزهای صنعت اوراق فشرده چوبی؛ کمبود ماده اولیه و صدور مجوزهای جدید تولید. ماهنامه صنایع چوب، مبلمان و کاغذ ایران، ۱۹(۱۳۸): ۲۶-۲۲.

ساداتی، س.ا.، اسدی، ف. ۱۴۰۰. معرفی کشت تلفیقی صنوبر با گندم در شرایط جلگه‌ای مازندران. مجله ترویجی حفاظت و بهره‌برداری جنگل‌های هیرکانی، ۳(۱): ۳۸-۲۷.

صادقی، آ.، صالحی، ع.، موسوی کوپر، س.ع. ۱۳۹۴. تأثیر کشت خالص و آمیخته‌ی صنوبر و بادام زمینی بر خصوصیات شیمیایی خاک (پژوهش موردی: ایستگاه تحقیقات زراعی فخرآباد لشت نشاء). مجله بوم شناسی جنگل‌های ایران، ۳(۶): ۳۵-۲۸.

علوی, س.م. ۱۴۰۱. اقتصاد زیستی: پارادایم نوین اقتصادی در عصر چالش‌ها و پیچیدگی‌های جهانی. مجله زیست‌شناسی ایران, ۶(۱۱), ۲۵-۱.

مدیررحمتی، ع.ر.، پناهی، پ. ۱۳۹۷. زراعت چوب، راهی مطمئن و پایدار برای تأمین چوب مورد نیاز کشور. نشریه طبیعت ایران، ۳(۲، پیاپی ۹): ۷۶-۶۲.

نظری، م.، عباسی سورکی، ع.، فلاح، س. ۱۳۹۶. بررسی اثر سیستم‌های جنگل‌زراعی و کشت متداول بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم (*Triticum aestivam* L.) و جو (*Hordeum vulgare* L.). نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، ۹(۱): ۲۱۶-۱۹۸.

نکوئیان‌فر، ز.، لک، ش.، عبادوز, غ.ر. ۱۳۹۶. تأثیر زمان برداشت و شوری خاک بر عملکرد کمی و کیفی علوفه پنج رقم یونجه (*Medicago sativa* L.) در اهواز. تولیدات گیاهی، ۴۰(۳): ۱۲۷-۱۱۳.

یخکشی، ع. ۱۳۸۵. مدیریت تلفیقی در جنگل‌های خزری شمال با مشارکت مردم محلی. انتشارات میرماه، ۱۰۳ صفحه.

Bangarwa, K. 2014. Potential role of exotic poplar in increasing tree cover as an alternative for forest restoration in India. Word Congress on Agroforestry, 10-14 Feb. Delhi.

Bhardwaj, A., Kaur, N., Dhat, A.S., Gill, R.I.S. 2021. Optimization of onion planting time and variety under *Populus deltoides*-based agroforestry system in North-Western India. Agroforestry Systems, 95(3): 533–546.

Chandra, J.P. 2011. Development of poplar-based agroforestry system. Indian Journal of Ecology, 38: 11-14.

Chaturvedi, A.N. 1992. Optimum rotation of harvest for poplars in farmlands under agroforestry. Indian Forester, 118(2): 81-88.

Chaudhry, A.K., Khan, G.S., Siddiqui, M.T., Akhtar, M., Aslam, Z. 2003. Effect of arable crops on the growth of poplar (*Populus deltoides*) tree in agroforestry system. Pakistan Journal of Agricultural Sciences, 40(1-2): 82-85.

Chauhan, S.K., Dhillon, W.S., Singh, N., Sharma, R. 2013. Physiological behavior and yield evaluation of agronomic crops under agri-horti-silviculture system. International Journal of Plant Research, 3(1): 1-8.

Chavan, S.B., Dhillon, R.S. 2019. Doubling farmers' income through *Populus deltoides*-based agroforestry systems in northwestern India: an economic analysis. Current Science, 117(2): 219-226.

Dhiman, R.C. 2008. Evolution of poplar- based agroforestry in India. 23rd session of International Poplar Commission. 27-30 October 2008, Beijing, China. 52p.

Efhami, D., karimi, A., Pourtahmasi, K., Tagheyari, H.R., Asadi, F. 2010. The Effects of agroforestry practices on vessel properties in *Populus nigra* Var. *betulifolia*. The IAWA Journal, 31(4): 481-487.

Haque, M. 2014. Highest wood production by poplar *(Populus deltoides*) clones under agroforestry systems in Punjab state of India- a case study. Word Congress on Agroforestry. 10- 14 Feb, Delhi.

Jaswal, S.C., Mishra, V.K., Verma, K.S. 1993. Intercropping ginger and turmeric with poplar (*Populus deltoides* G-3 Marsh.). Agroforestry Systems, 22: 111-117.

Jiang, Y., Qin, G. 2007. Effect of tree-crop intercropping on a young *Populus tomentosa* plantation. Frontiers of Forestry in China, 2(2): 174–178.

Katariya, I., Pradhan, L., Tripathi, N. 2023. The shading effect of poplar (*Populus deltoides*) on wheat crop. Journal of Advanced Zoology, 44(S6):476-482.

Moreno, G., Obrader, J.J., Garcia, A. 2007. Impact of evergreen oaks on soil fertility and crop production in intercropped dehesas. Agriculture, Ecosystems & Environment, 119(3-4): 270-280.

Nair, P.K.R. 1987. An introduction to agroforestry. University of Florida Press, Florida, 461pp.

Raj, A.J., Lal, S.B., Sameer, D., Vitala, G. 2010. Intercropping of lemon grass with poplar (*Populus deltoides* Bartr. Ex Marsh) in Eastern Uttar Pradesh. Indian Journal of Agroforestry, 12(1): 13-17.

Rajiv, K., Sinha, K.R., Bhatia, S., Vishnoi, R. 2003. Desertification control and rangeland management in the Thar desert of India. The Environmentalist, 23(3): 219- 227.

Ranasinghe, O.M.S.H.K., Mayhead, G.J. 1990. The effect of Intercropping *Populus* ' RAP' With Beans. Forestry, 63(3): 271-277.

Rani, S., Rajasekaran, A., Benbi, D.K., Chauhan, S.K. 2015. Cost benefit analysis and yield performance of agricultural crops under poplar and fruit crop in north western zone of Punjab, India. International Journal of Scientific Research, 4(6): 791-793.

Rivest, D., Coglisatro, A., Olivier, A. 2009. Tree based intercropping systems increase growth and nutrient status of hybrid poplar: A case study from two Northeastern American experiments. Journal of Environmental management, 91: 432-440.

Schroth, G., Fonseca, G.A.B. Harvey, C.A., Gascon, C., Vasconcelos, H.L., Izac, A.M.N. 2004. Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes. Island Press, Washington, D.C. 523p.

Stamps, W.T., Linit, M.J. 1999. The problem of experimental design in temperate agroforestry. Agroforestry Systems, 44: 187-196.

Tagheyari, H. R., Efhami, D., karimi, A., Pourtahmasi, K. 2011. Study on the effect of initial spacing on gas permeability of *Populus nigra betulifolia*. Journal of Tropical Forest Science, 23(3): 305-310.

Taghiyari, H.R., Efhami, D. 2011. Diameter increment response of *Populus nigra* var. betulifolia induced by alfalfa. Austrian Journal of Forest *Science*, 128(2): 113–127.