

بسم الله الرحمن الرحيم

تحقیق در بهینه‌سازی انبوهی جنگلکاری‌های تاغ در استان یزد
(گزارش نتایج پنجساله اول طرح ملی و پیشاهنگ در یزد)^۱

مجری مسؤول: عباس زارع‌زاده^۲

مشاور و هماهنگ‌کننده: اسماعیل رهبر^۳

۱- چکیده

پیرو دستیابی به معادله کلی برای توضیح چگونگی اثرات متقابل بافت خاک، بارندگی و درجه انبوهی بر روی میزان رشد و سرسبزی تاغکاری‌ها [۵]، طرح حاضر به صورت ملی و پیشاهنگ در چند منطقه مبتلا به مسأله پژمرده شدن تاغزارهای دست‌کاشت، از جمله یزد، به اجرا درآمد. هدف از اجرای طرح واسنجی معادله کلی مذکور برای شرایط ویژه منطقه و دستیابی به رقم بهینه انبوهی تاغکاری‌ها و همچنین معرفی عینی دستاوردها به واحد اجرا بوده است. برای این منظور تیمارهای انبوهی در دو سطح کمتر و دو سطح بیشتر از رقم محاسبه شده از روی معادله کلی و همچنین خود رقم محاسبه شده و شاهد (جمعاً ۶ تیمار انبوهی) در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار، از ابتدای فصل رویش سال ۱۳۷۲^۴، بر روی درختانی که تا آن زمان ۱۵ فصل رویشی را پشت سر گذارده بودند، اجرا شد. پس از اجرای عملیات تنک کردن، میزان ارتفاع (H) و قطر تاج (CD) درختان باقیمانده اندازه‌گیری شد و در طول ۵

۱- طرح شماره ۰۶-۱۵۹۰۹-۰۳۱۰۴-۷۰

۲- کارشناس ارشد مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام استان یزد.

۳- استادیار پژوهشی بخش تحقیقات بیابان مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع.

۴- بررسی‌های مقدماتی برای اجرای این طرح از ابتدای پاییز سال ۱۳۷۱ شروع شد.

دورهٔ رویش بعدی، تا پایان فصل رویش سال ۱۳۷۶، هر سال تکرار شد. در پایان دورهٔ رویش پنجسالهٔ اول پس از تنک کردن، رشد ارتفاع و قطر تاج و شاخص رشد اندازهٔ درختان در تیمارهای مختلف، در فاصلهٔ اولین و آخرین اندازه‌گیری مورد تجزیه و تحلیل ترسیمی و آماری قرار گرفت.

تجزیه واریانس درصد رشد ارتفاع، قطر تاج و شاخص اندازهٔ درختان نشان می‌دهد که بیشترین درصد رشد ارتفاع در تیمار شمارهٔ ۴ (با انبوهی ۶۰ اصله در هکتار) و بیشترین درصد رشد تاج در تیمار شمارهٔ ۳ (با انبوهی ۵۵ اصله در هکتار) دیده می‌شود و بیشترین درصد رشد شاخص اندازهٔ درختان [$H \times (CD)^2$] نیز مربوط به تیمار شمارهٔ ۳ است. در کلیهٔ موارد فوق، کمترین میزان رشد همواره مربوط به تیمار شاهد بوده و به رغم اختلافات قابل توجه و جهت‌دار در بین تیمارها، هیچیک از تفاوت‌های موجود معنی‌دار نیست. میزان رشد پنج‌سالهٔ قطر تاج درختان چندین برابر رشد ارتفاعی آن‌ها بوده و شدت این رشد در تیمارها همواره بسیار بیشتر از شاهد است. نتایج مذکور حاکی از صحت و دقت معادله مذکور برای تعیین رقم صحیح انبوهی تاغکاری‌ها در منطقهٔ یزد است.

کلید واژه‌ها: تاغ، یزد، پژمردگی، تُنک کردن، شاخص رشد و سرسبزی، بافت خاک.

۲- سپاسگزاری

آن کس که به من کلامی پیام‌زود به درستی
که مرا بنده خویش گردانیده است.

حضرت علی (ع)

سپاس و ستایش خدای را که جهان و جهانیان را آفریده و کرامت نامحدودش در آراستن انسان به زیور علم و دانش متجلی است. درود بیکران بر پیامبر راستین، محمد (ص)، و خاندان والا گهر و یاران و فاجو و ارجمندش باد که سراسر زندگی و مساعی خویش را جهت تزکیه و تعلیم و ارشاد بشری مصروف داشتند.

در اجرای این تحقیق از همفکری و یاری بسیاری از همکاران و سازمان‌ها به شرح زیر برخوردار شدم:

از آقای مهندس اسماعیل رهبر، مشاور و هماهنگ کننده ملی طرح، که راهنمایی و مشاوره این تحقیق را به عهده داشتند و همچون دوست، برادر و استادی مهربان و دلسوز مشوقم بودند، کمال تشکر و امتنان را دارم و امیدوارم که در آینده نیز از راهنمایی‌های ایشان در زمینه‌های مختلف علمی بهره مند گردم.

از مسئول بخش تحقیقات منابع طبیعی آقای مهندس ناصر باغستانی، معاونت پژوهشی مرکز تحقیقات، آقای مهندس محمد هادی راد، معاونت فنی اداره کل منابع طبیعی استان یزد، آقای مهندس صالحی و تکنسین‌های طرح، آقایان محمد ابوالقاسمی و محمد رضا عرب زاده، که در اجرای طرح در تمام زمینه‌های آن همکاری داشته‌اند، صمیمانه تشکر می‌کنم.

در پایان از مسئول مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام استان یزد، آقای مهندس دانشور و کلیه پرسنل مرکز، خصوصاً آقایان مهندس دشتکیان، مهندس میرحسینی، عابدیه، رمضانخانی، حفیظی، زکی زاده، چیت فروش و خانم کاظمی، که طی این مدت متحمل زحمات زیادی شده‌اند، و همچنین از خانم عباسپور و آقای شاه‌رخ کریمی در مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع سپاسگزارم.

۳- مقدمه

استان یزد با مساحتی بالغ بر ۷۲۰۰۰ کیلومتر مربع، در منطقه‌ای خشک و بیابانی، در فلات مرکزی ایران واقع شده است. این استان شامل دشت‌های متعددی است که مهمترین آن دشت یزد - اردکان در مرکز استان می‌باشد. مرتفع‌ترین منطقه استان در قسمت غربی شیرکوه به ارتفاع ۴۰۷۵ متر است؛ پست‌ترین منطقه استان در شمال شرقی به ارتفاع حدود ۹۰۰ متر است [۷].

متوسط سالانه بارندگی در ایستگاه یزد ۶۵ میلیمتر و متوسط سالانه تبخیر ۳۳۴۰ میلیمتر است؛ حداکثر مطلق دما ۴۵/۵ و حداقل مطلق آن تا ۱۵ درجه سانتیگراد زیر صفر می‌رسد. میانگین سالانه رطوبت نسبی هوا در یزد ۳۰ درصد و حداکثر رطوبت نسبی در صبحگاه دی ماه ۶۶ درصد و حداقل آن در نیمروز مردادماه ۱۰ درصد و دامنه سالانه تغییرات رطوبت نسبی هوا ۷۵ درصد است. حداکثر سرعت باد در یزد تا ۱۱۵ کیلومتر در ساعت ثبت شده است [۲].

مساحت شن‌زارهای استان یزد حدود چهارصد هزار هکتار است که از سال ۱۳۴۹ تا کنون، یکصد هزار هکتار آن زیر پوشش طرح‌های تثبیت شن قرار گرفته و از این مقدار شصت هزار هکتار آن به وسیله کاشت درختان و درختچه‌های جنس تاغ تثبیت شده است. بر پایه آمار اخذ شده از دفتر تثبیت شن و بیابان‌زدایی، از زمان شروع عملیات تثبیت شن در سال ۱۳۴۳ تا پایان سال ۱۳۷۵، سه میلیون هکتار تاغکاری در ایران انجام شده است.

گونه‌های مختلف جنس تاغ (*Haloxylon*) از خانواده *Chenopodiaceae*، شامل درختان کوچک و درختچه‌هایی با شاخه‌های بند بند می‌باشد که به زبان انگلیسی، فرانسه، آلمانی و روسی saxaul نامیده می‌شود. برگ‌ها فلسی متقابل و خیلی کوچک می‌باشند. گلها کامل، ۵ تایی با یک جفت برگ نیمه غشایی بطور منفرد در محور یک برگ فلسی قرار گرفته است.

ساقه بند بند و شکننده و گلها بر روی شاخه سر سبز، که مستقیماً از شاخه‌های سال گذشته بوجود آمده‌اند، ظاهر می‌گردند (تصویر شماره ۱ پیوست).
در استان یزد برای تثبیت شن‌های روان دو گونه تاغ به نام‌های سیاه تاغ (*H. aphyllum* یا *H. ammodendron*) و زرد تاغ یا سفید تاغ (*H. persicum*) کشت شده‌است [۱].

اولین بار در سال ۱۳۵۱ مواردی از پژمردگی در جنگل‌های دست کاشت تاغ در استان خراسان مشاهده گردید و به تدریج کلیه تاغکاری‌ها را دربر گرفت (تصاویر شماره ۲ و ۳ پیوست). گزارش موجود از واحد تثبیت شن سبزوار حاکی از آن است که معمولاً قسمتی از شاخه‌های انتهایی درختان تاغ در تابستان خشک شده و می‌افتد [۵]. محمدی و همکاران در سال ۱۳۵۶ بررسی نقش احتمالی آفات و امراض، خشکسالی و رطوبت اندک خاک، انبوهی تاغزارها و فراوانی املاح در قشر زیرین پاره‌ای از مناطق و کیفیت فیزیکی خاک را به عنوان عوامل مؤثر در پژمردگی و مرگ و میر درختان دست کاشت تاغ پیشنهاد کرده‌اند [۸]. همزمان، در یک بررسی مقدماتی، نقش بافت و شوری خاک و درجه انبوهی جنگل به عنوان عوامل مؤثر در پژمردگی درختان تاغ نشان داده شد [۳].

پیرو اشاعه مشکل پژمردگی و مرگ و میر درختان در تاغکاری‌ها، پژوهش‌هایی در خصوص بررسی اثرات درجه انبوهی و میزان بارندگی بر روی رشد و سر سبزی تاغزارها صورت گرفته که عمدتاً ناظر بر اثرات ساده عوامل مذکور در قالب معادلات یک یا چند متغیره بوده‌است [۳ و ۴].

متعاقباً با افزایش تعداد مشاهدات، دخالت دادن عوامل خاکی و بررسی اثرات متقابل مذکور، نشان داده شد که عدم تناسب بین انبوهی، درجه سنگینی بافت خاک و میزان بارندگی سالانه از عوامل اصلی پژمردگی و کمی رشد درختان این جنگل‌هاست؛ چه، هریک از این عوامل به تنهایی بر میزان آب قابل دسترس درختان تأثیر گذاشته و

اثر متقابل آنها سبب تشدید و یا تخفیف آن می‌گردند. از این رو، و از آنجا که انبوهی تاغزارها تنها عامل قابل تغییر می‌باشد، احیاء مجدد سرسبزی و افزایش رشد تاغزارها موکول به تنک کردن و کاهش انبوهی، به میزانی متناسب با سنگینی خاک و بارندگی سالانه در منطقه تاغکاری است [۵].

به دنبال دستیابی به علل پژمردگی تاغزارهای دست‌کاشت، طرحی ملی برای آزمایش پیشاهنگ این تحقیق و واسنجی معادله رابطه بافت خاک، بارندگی و درجه انبوهی با میزان رشد و سرسبزی تاغکاری‌ها، در مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع تدوین شد. شاخه‌ای از طرح ملی مذکور، با اهداف مشروحه زیر، برای اجرا در استان یزد منظور شد:

الف - اهداف اصلی:

- ۱- واسنجی مدل رابطه بافت خاک، بارندگی و درجه انبوهی تاغکاری‌ها برای منطقه یزد.
- ۲- تعیین انبوهی بهینه جنگل در مناطق عمده تاغکاری در منطقه یزد.

ب - اهداف فرعی:

- ۱- برآورد موجودی سرپا و تولید سالانه جنگلکاری‌های تاغ در منطقه یزد.
- ۲- تعیین دامنه تغییرات شاخص رشد و سرسبزی جنگلکاری‌های تاغ منطقه یزد در درجات مختلف انبوهی.
- ۳- تعیین شکل رویشی درختان تاغ منطقه یزد در درجات مختلف انبوهی.

ناگفته نماند که مدت اجرای طرح ملی مذکور ۱۰ سال است و گزارش حاضر نتایج اجرای مرحله اول (پنجساله اول) آن است.

۴- مواد و روش‌ها

تفصیل روش اجرای این طرح بر پایه دستورالعملی است که بعداً از سوی مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع چاپ و منتشر شده است [۶]. اهم اقدامات انجام شده برای اجرای طرح به شرح زیر است.

۴-۱- گزینش محل اجرای طرح

در پاییز ۱۳۷۱، برای انتخاب محل مناسب اجرای طرح از کلیه تاغکاری‌های استان، که در آن زمان حدود ۳۸۵۰۰ هکتار بود و بیشتر آنها در منطقه دشت یزد-اردکان قرار داشت، بازدید شد. در این خصوص و بر اساس شرایط ذکر شده در طرح از نظر بافت خاک، پژمرده بودن درختان، فاصله کاشت نسبتاً یکنواخت و درجه انبوهی کمتر از ۵۰۰ اصله در هکتار و...، چندین محل در نظر گرفته شد و سرانجام پس از بررسیهای مقدماتی، محل فعلی واقع در منطقه زارچ که از هر جهت مناسب بود، انتخاب گردید. انبوهی تاغکاری‌های منطقه حدود ۱۳۸ اصله در هکتار و سن آنها در آن زمان ۱۵ سال بوده است.

۴-۲- برآورد شاخص رشد و سرسبزی قابل انتظار

برای برآورد شاخص رشد و سرسبزی قابل انتظار در منطقه اجرای طرح، در پاییز ۱۳۷۱ تعداد ۵۰ اصله درخت شاداب و سرسبز ۱۵ ساله تاغ، هم سن درختان محل اصلی اجرای طرح، که بسیار تنک کاشته شده بودند و مورد رقابت با درختان مجاور نبودند، انتخاب شد. با اندازه‌گیری میزان ارتفاع (H) و قطر تاج (CD)، بر حسب سانتیمتر، و با توجه به سن (a) درختان انتخاب شده، بر حسب سال، شاخص رشد و سرسبزی هر درخت بر اساس رابطه $VI = \frac{H \times CD}{10000 \times a}$ محاسبه و میانگین اعداد بدست آمده، به میزان ۱۳/۷۶، به عنوان شاخص رشد و سرسبزی قابل انتظار برای درختان ۱۵ ساله منطقه

منظور گردید. در ضمن، بررسی‌های انجام شده نشان داد که شاخص رشد و سرسبزی در تاغکاری‌های ۱۵ ساله منطقه یزد مربوط به دو وضعیت پژمرده و زرد به ترتیب ۶/۵۵ و ۳/۰۹ می‌باشد. آزمون اخیرالذکر نشان داد که شاخص رشد و سرسبزی مذکور، که در ابتدا برای تفکیک کمی و کیفی رشد درختان ۷ تا ۱۲ ساله پیشنهاد شده بود، در مورد درختان ۱۵ ساله منطقه یزد نیز کارآیی دارد؛ به عبارت دیگر، صرفنظر از اندازه ارتفاع یا قطر تاج درختان، که بستگی به شرایط رویشی و سن آنها دارد، متوسط سالانه رشد عمومی (حاصلضرب ارتفاع در قطر تاج تقسیم بر سن) همچنان شاخصی مناسب برای آگاهی از کیفیت رویشی درختان نیز است.

۳-۴- بررسی خاک محل اجرای طرح

پس از انتخاب کلی محل بر اساس وضعیت ظاهری و برآورد سطح لازم برای واحدهای آزمایشی، ۱۱ هکتار از اراضی منطقه برای اجرای طرح برگزیده شد. مساحت مذکور به گونه‌ای تعیین شد که پس از اجرای تیمارهای مختلف تنک کردن توده دست کاشت، در هر یک از واحدهای آزمایش طرح تعداد ۲۰ اصله درخت برای بررسی رشد ثانویه باقی بماند.

به منظور اطمینان از یکنواختی شرایط خاکی، تعداد هشت نیمرخ خاک با توزیع یکنواخت در سراسر عرصه برگزیده مذکور حفر و بررسی شد. نیمرخ‌های خاک به ابعاد $1 \times 1/5$ و به عمق $1/25$ متر بوده و از هر یک از سه ضلع آن در سر تا سر عمق یک کیلو گرم نمونه خاک برداشت شد. کار نمونه برداری به صورتی انجام شد که از تمامی لایه‌ها مقدار نسبتاً یکسانی خاک در نمونه وجود داشته باشد.

سپس هر سه نمونه با هم مخلوط شد و از مخلوط حاصله حدود یک کیلوگرم برای بررسی‌های مورد نظر به آزمایشگاه خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی استان ارسال شد، و یک کیلوگرم دیگر برای مطالعات بعدی ضبط شد. تجزیه‌های خاکشناسی انجام

شده عبارتند از درصد رطوبت اشباع، اسیدیته و شوری (هدایت الکتریکی) عصاره اشباع خاک.

پس از دریافت گزارش آزمایشگاه خاکشناسی، از آنجا که حد اعلای اختلاف درصد رطوبت اشباع نیمرخ‌های نمونه برداری شده خیلی بیشتر از ۵ درصد بود ($29/4 - 20/1 = 9/3$) و غیر یکنواختی مشاهده شده ناشی از گستردگی خیلی زیاد عرصه و دخالت داده‌های خاکشناسی نیمرخ‌های شماره ۷ و ۸ بوده است، با نظر مشورتی هماهنگ کننده طرح، مساحت زیر پوشش این آزمایش به $5/5$ هکتار تقلیل داده شد. به این ترتیب عرصه نیمرخ‌های شماره ۷ و ۸ حذف شد و حد اعلای اختلاف درصد رطوبت اشباع شش نیمرخ باقیمانده به رقم قابل قبول $5/5$ درصد ($27/3 - 21/8 = 5/5$) تقلیل یافت. شایان ذکر است که به این ترتیب تعداد درختان باقی مانده از تیمارهای مختلف تنک کردن در هر یک از واحدهای آزمایشی طرح (به استثنای شاهد) به حداقل ۱۰ اصله کاهش یافت. توضیح اینکه به علت کم بودن انبوهی تاغکاری‌های استان یزد، بویژه محل برگزیده، که ۱۳۸ اصله در هکتار است، رعایت شرط «باقی گذاشتن ۲۰ اصله درخت در هر واحد آزمایش» سبب افزایش خیلی زیاد سطح عرصه و در نتیجه بروز غیر یکنواختی‌های بزرگ در مشخصات خاک شده بود.

در جدول شماره ۱ نتایج تجزیه نمونه خاک نیمرخ‌های شماره ۱ تا ۶، که در محل اجرای طرح حفر و بررسی شده‌اند، ارایه گردیده است.

به طوری که ملاحظه می‌گردد، درصد رطوبت اشباع عمق صفر تا ۱۲۵ سانتیمتر در کلیه نیمرخ‌های بررسی شده کمتر از ۴۰ درصد و حداکثر اختلاف مشاهده شده $5/5$ درصد است. با توجه به جدول ۱، معدل درصد رطوبت اشباع هر شش نیمرخ خاک برای عرصه اجرای طرح $24/7$ درصد است.

جدول ۱- نتایج آزمایش ۶ نمونه خاک محل اجرای طرح بهینه سازی انبوهی تاغکاری‌ها در یزد.

شماره نمونه (نیمرخ)	عمق (cm)	معدل وزنی درصد رطوبت اشباع خاک (%sp)	هدایت الکتریکی عصاره اشباع $EC \times 10^3$	اسیدیته گل اشباع (pH)
۱	۰-۱۲۵	۲۷/۳	۲۰/۷	۷/۹
۲	۰-۱۲۵	۲۱/۸	۱۶/۳	۷/۸
۳	۰-۱۲۵	۲۶/۹	۶/۰۱	۷/۹
۴	۰-۱۲۵	۲۲/۸	۱۰/۱	۷/۸
۵	۰-۱۲۵	۲۳/۵	۱۸/۲	۷/۹
۶	۰-۱۲۵	۲۵/۹	۲۴/۱	۸/۳

۴-۴- محاسبه انبوهی بهینه و گزینش تیمارها

آمار بارش سالانه ایستگاه هواشناسی محمدآباد، که نزدیکترین ایستگاه معتبر به محل اجرای طرح می‌باشد، در ۱۵ ساله مقارن رشد درختان (۱۳۷۰-۱۳۵۵) استخراج و متوسط سالانه آن برای دوره مذکور به عنوان متغیر «بارش متوسط سالانه، (Ra)» منظور شد. معدل وزنی درصد رطوبت اشباع لایه‌های خاک تاغکاری محل اجراء طرح نیز، به ترتیبی که قبلاً ذکر شد و بر پایه معدل شش نیمرخ حفر شده تعیین شده بود، به عنوان متغیر «درصد رطوبت اشباع خاک، (SP)» در نظر گرفته شد. اینک با در دست داشتن شاخص رشد و سرسبزی قابل انتظار برای درختان ۱۵ ساله شاداب در همین منطقه (VI) و با استفاده از همان نمونه (مدل) اولیه [۵]، که بر حسب انبوهی (PD) نوشته شده است [۶]، مقدار انبوهی بهینه به شرح زیر محاسبه شد:

$$\ln PD = \frac{\left[VI - 48/0.89 - 1/783 \sqrt{(\ln SP)(Ra)} \right]^2}{\ln SP (16/999)^2}$$

که در آن:

VI = ۱۳/۷۶، شاخص رشد و سرسبزی قابل انتظار،

طرح ملی تحقیق در بهینه‌سازی انبوهی جنگلکاری‌های تاغ در استان یزد / ۱۴۱

SP = ۲۴/۷٪، معدل وزنی رطوبت اشباع خاک در عمق ۱۲۵-۰ سانتیمتری (متوسط ۶ نیمرخ)،

Ra = ۶۹/۵mm، بارش متوسط سالانه برای دوره ۱۵ ساله ۱۳۷۰-۱۳۵۵،

PD=?، انبوهی بهینه بر حسب اصله در هکتار.

$$\ln PD = ۴/۰۰۸ \quad PD = ۵۵/۰۳۳$$

بنابر محاسبه فوق، انبوهی بهینه برای درختان ۱۵ ساله منطقه اجرای طرح برابر ۵۵ اصله در هکتار است.

اینک با در دست داشتن انبوهی بهینه محاسبه شده از روی مدل، مقادیر ۱۰ و ۲۰ درصد کمتر از رقم محاسبه شده، به عنوان تیمارهای شماره ۱ و ۲، و به همین نسبت‌ها بیشتر از رقم محاسبه شده، به عنوان تیمارهای شماره ۴ و ۵ منظور شد. انبوهی محاسبه شده از روی معادله به تیمار شماره ۳ و انبوهی شاهد به تیمار شماره ۶ اختصاص داده شد که به شرح زیر می‌باشد:

$$T_1 = ۵۵ - (۵۵ \times \% ۱۰) = ۴۴ \dots\dots\dots \text{اصله در هکتار.}$$

$$T_2 = ۵۵ - (۵۵ \times \% ۲۰) = ۵۰ \dots\dots\dots \text{اصله در هکتار}$$

$$T_3 = ۵۵ \dots\dots\dots \text{اصله در هکتار (انبوهی محاسبه شده)}$$

$$T_4 = ۵۵ + (۵۵ \times \% ۱۰) = ۶۰ \dots\dots\dots \text{اصله در هکتار}$$

$$T_5 = ۵۵ + (۵۵ \times \% ۲۰) = ۶۶ \dots\dots\dots \text{اصله در هکتار}$$

$$T_6 = ۱۳۸ \dots\dots\dots \text{اصله در هکتار (انبوهی اولیه و معمولی در منطقه، به عنوان تیمار شاهد)}$$

حداقل مساحت هر یک از واحدهای آزمایشی ۲۳۱۰ متر مربع (۴۲×۵۵ متر) در نظر گرفته شد؛ این مساحت با توجه به درجه انبوهی تاغکاری محل اجرای طرح به گونه‌ای تعیین شد تا پس از اجرای تیمارهای تنک کردن، دست کم ۱۰ اصله درخت برای اندازه‌گیری رشد ثانویه درختان در هر واحد آزمایشی باقی بماند. با توجه به موارد فوق،

تعداد درخت در واحدهای آزمایشی مربوط به هر یک از تیمارهای شماره ۱ تا ۶ به شرح زیر محاسبه شد:

فاصله درختان، متر	تعداد درخت در هر واحد آزمایشی	شماره تیمار
۱۵	۱۰	۱
۱۴	۱۱	۲
۱۳	۱۳	۳
۱۲/۵	۱۴	۴
۱۲	۱۵	۵
۸/۵	۳۱	۶

ارتفاع و قطر تاج درختان باقی مانده از تیمارهای تنک کردن در هر واحد آزمایشی نیز به طور دقیق در ابتدای فصل رویش سال ۱۳۷۲ اندازه گیری و ثبت شد. این اندازه گیری در پایان فصل رشد هر یک از سال‌های آزمایش، تا پایان مرحله اول اجرای طرح (۵ سال) تکرار شد. تمامی اندازه گیری‌های مذکور که جمعاً در ۵ نوبت انجام شد، در جدول الف - پیوست ارائه شده است.

۴-۵- عملیات اجرایی طرح

با در نظر گرفتن تغییرات اندک بافت خاک، که در یک امتداد می‌باشد، طراحی آزمایش و توزیع واحدهای آزمایشی در قالب طرح آماری بلوکهای کامل تصادفی با شش تیمار و چهار تکرار انجام شد. مساحت هر تیمار ۲۳۱۰ متر مربع، به ابعاد ۴۲×۵۵ متر، می‌باشد. محدوده هر تیمار بوسیله میخهای چوبی مشخص گردید. درختانی که بایستی نگاهداری و رشد ثانویه آنها تا ۱۰ سال دیگر (دو مرحله ۵ ساله) اندازه گیری شوند با پلاکهای آلومینیومی شماره‌دار، و درختانی که باید قطع شوند با نوار پارچه‌ای قرمز رنگ مشخص گردیدند. افزون بر این، علامت مشخصه هر یک از واحدهای

آزمایشی، مشتمل بر شماره‌تیمار و شماره‌تکرار، بوسیله تابلوهای فلزی نصب شده مشخص گردید.

با در نظر گرفتن ابعاد هر واحد آزمایشی، درختان اضافی طوری نشانه گذاری و قطع گردیدند که فاصله بین درختان باقی مانده تا حد ممکن یکسان شد. در موقع نشانه گذاری برای حذف درختان، اولویت با درختانی بود که نسبت به بقیه وضعیت نامطلوبتری داشته‌اند.

ارتفاع و قطر تاج درختان حذفی قبل از قطع اندازه‌گیری و ثبت شد. قطع و ریشه‌کشی درختان اضافی در زمستان ۱۳۷۱ انجام شد. برای جلوگیری از رشد جست‌ها از محل قطع، از روغن سوخته، که فقط روی باقی مانده درخت ریخته شد، استفاده گردید. میزان هیزم استحصالی از ۵۰ اصله، به طور کامل، و ۵۰ اصله به تفکیک تنه، شاخه و سر شاخه، با صرف وقت و زحمت زیاد، به وسیله قپان و باسکول توزین گردید. نتایج این بخش از بررسی‌های انجام شده در فرصتی دیگر و در قالب گزارشی ویژه ارایه خواهد شد.

در نمودار شماره ۱، چگونگی توزیع واحدهای آزمایشی و تعداد درختان حذفی، باقی مانده و توزین شده ارایه گردیده‌است.

۶-۴-۶- پردازش داده‌ها

در پایان پنجمین سال اجرای طرح (پایان مرحله اول)، از تفاضل معدل اندازه‌گیری‌های اولیه درختان در ابتدای اجرای طرح و همان اندازه‌ها در پنج سال بعد، میانگین رشد پنجساله ارتفاع (H) و قطر تاج (CD) درختان واحدهای آزمایشی طرح تعیین شد. شایان ذکر است که با توجه به شماره گذاری درختان مورد بررسی، اندازه‌گیری و ثبت ارقام رشد هر درخت در طول سالهای اجرای طرح مستقل از سایر درختان انجام شد و ضبط است.

۴- مواد و روش‌ها / ۱۴۴

R_I	T_2	$P1$ T_6	T_1	T_3	$P4$ T_4	T_5
	A=1-11 B=20 C=13	A=44-74 B=0 C=0	A=1-14-123 B=26 C=6	A=160-172 B=12 C=0	A=219-332 B=26 C=0	A=291-305 B=20 C=9
	T_1	T_2	T_5	T_3	T_6	T_4
	A=13-22 B=16 C=0	A=75-85 B=12 C=3	A=124-138 B=25 C=4	A=175-187 B=16 C=0	A=233-263 B=16 C=0	A=306-319 B=16 C=6
	$P3$			$P6$		
	T_1	T_5	T_2	T_4	T_3	T_6
R_{III}	T_1	T_5	T_2	T_4	T_3	$P2$
	A=23-32 B=17 C=7	A=86-100 B=11 C=5	A=139-149 B=23 C=4	A=190-203 B=18 C=1	A=264-276 B=23 C=9	A=320-350 B=0 C=0
	T_2	T_3	T_1	T_5	T_4	T_6
	A=33-43 B=19 C=4	A=101-113 B=15 C=7	A=150-159 B=27 C=11	A=200-214 B=13 C=0	A=277-290 B=19 C=13	A=351-381 B=0 C=0
	T_2	T_3	T_1	T_5	T_4	T_6
R_{IV}	T_2	T_3	T_1	T_5	T_4	T_6
	A=33-43 B=19 C=4	A=101-113 B=15 C=7	A=150-159 B=27 C=11	A=200-214 B=13 C=0	A=277-290 B=19 C=13	A=351-381 B=0 C=0

متر مربع 55440=4 متر 6X(2X554) (2X554) متر مربع
 تعداد کل قطعات = B تعداد کل قطعات سطح شده = A

نمودار ۱- چگونگی توزیع واحدهای آموزشی ، مشخصات تویل‌ها و محتوای نمونه برداری از خاک ، در طرح تحقیق در پیوسته سازی نیروهای جنگلکاریهای تابع ، برآورد.

بر پایه ارقام اصلی مذکور، ابتدا درصد رشد ارتفاع و درصد رشد قطر تاج درختان نسبت به اندازه اولیه محاسبه و مورد تجزیه و تحلیل ترسیمی و آماری قرار گرفت. سپس با توجه به ضرورت تلفیق و بررسی توأم هر دو جنبه رشد (ارتفاع و قطر تاج با هم)، مطابق کلیات روش بررسی طرح لازم بود که از نوعی حاصلضرب این دو عامل استفاده شود. در این آزمایش، به علت همسال بودن درختان مورد بررسی، استفاده از شاخص پیشنهادی رهبر (۱۳۶۴)، که مستلزم محاسبه حاصلضرب "اندازه" ارتفاع در "اندازه" قطر تاج، تقسیم بر سن درختان می‌باشد و اساساً به منظور مقایسه "اندازه" درختان ناهمسال پیشنهاد شده بود، غیر موجه است؛ افزون بر این، بررسی حاضر نشان داد که بر حسب تیمارهای مختلف تنک کردن، میزان "رشد" پنجساله قطر تاج درختان بین ۳ (در تیمار شماره ۶، شاهد = انبوهی اولیه)، تا بیش از ۵ برابر (در تیمار شماره ۳، انبوهی محاسبه شده از روی معادله) بیشتر از "رشد" ارتفاع درختان بوده است. به عبارت دیگر، شدت "رشد" تاج همواره بیشتر از "رشد" ارتفاع است؛ این فزونی شدت رشد، به ویژه با تنک کردن توده درختان تشدید شده و درجه تشدید آن بستگی به درجه تنک کردن دارد. از این رو، به منظور احتساب این اهمیت در محاسبه شاخص کلی رشد درختان، به پیشنهاد هماهنگ کننده طرح، حاصلضرب ارتفاع در مربع قطر تاج درختان $[H \times (CD)^2]$ ، در ابتدا و انتهای دوره آزمایش محاسبه و تفاوت آن دو $[\Delta[H \times (CD)^2]]$ به عنوان شاخص "رشد" درختان در تیمارهای مختلف محاسبه و مورد تجزیه و تحلیل ترسیمی و آماری قرار گرفت.

۵- نتایج

میزان ارتفاع و قطر تاج درختان از ابتدای اجرای طرح و پس از آن تا پایان فصل رویشی (پاییز)، به مدت پنج سال پیاپی اندازه گیری شد. ارقام بدست آمده از این تحقیق به شرح زیر است:

۱-۵- تأثیر تیمارهای تنک کردن بر میزان رشد ارتفاعی درختان تاغ

میانگین اندازه اولیه ارتفاع درختان و میانگین اندازه آنها پنج سال پس از تنک کردن، در واحدهای مختلف آزمایشی، در جداول ب و ج - پیوست ارائه شده است. از تفاضل دو اندازه اولیه و ثانویه ارتفاع درختان، میانگین رشد پنجساله ارتفاع درختان در واحدهای آزمایشی حاصل شد و بر پایه آن درصد رشد ارتفاعی درختان به نسبت اندازه اولیه محاسبه و در جدول شماره ۲ ارائه شده است.

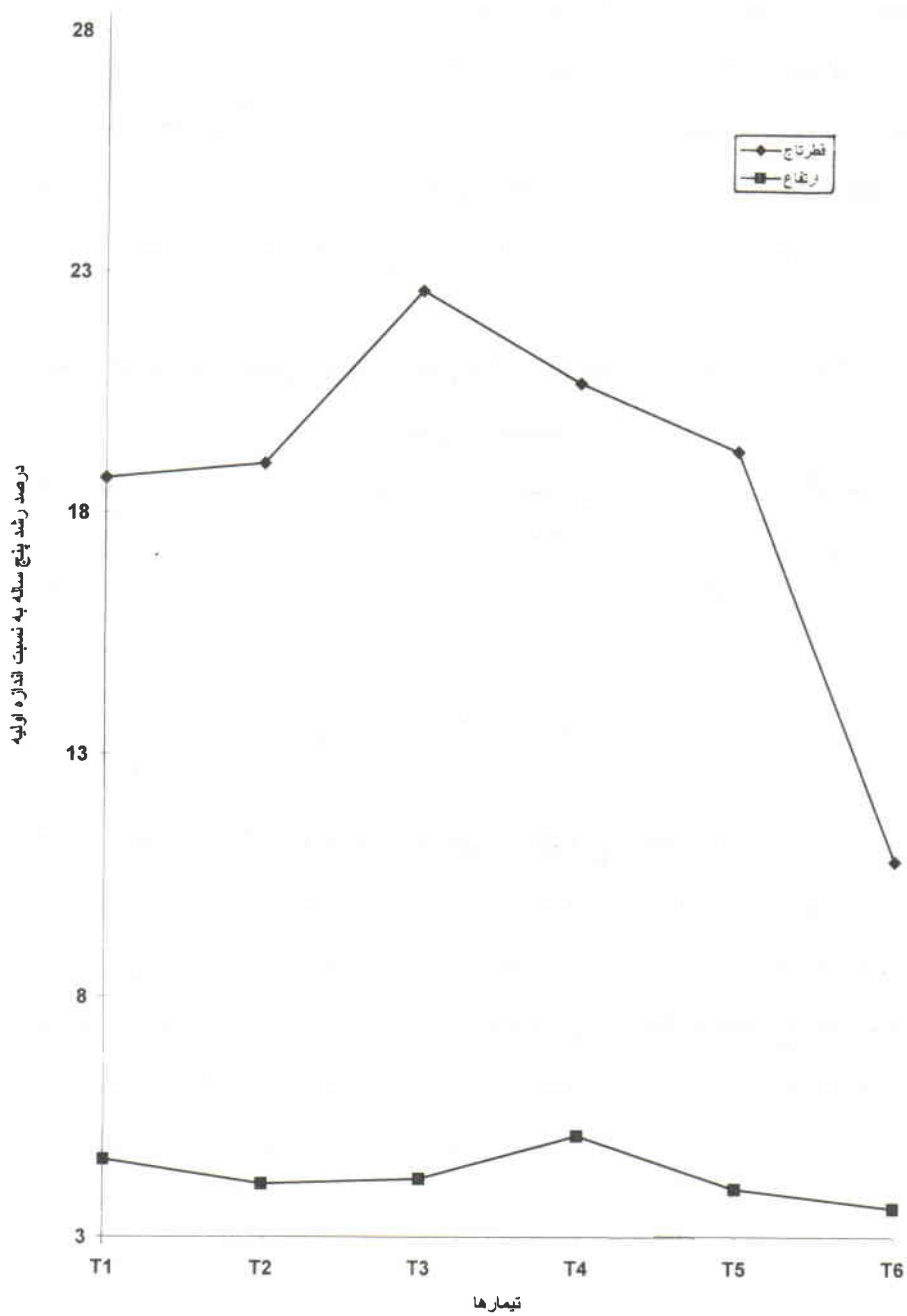
جدول ۲- میانگین درصد رشد پنج ساله ارتفاع درختان تاغ به نسبت اندازه اولیه، در

تیمارهای مختلف.

	T _۱	T _۲	T _۳	T _۴	T _۵	T _۶
R _I	۳/۳	۰/۳	۷/۵	۴/۱	۵/۳	۵/۰
R _{II}	۴/۵	۷/۶	۰	۵/۷	۲/۲	۰
R _{III}	۳/۲	۳/۴	۳/۶	۴/۲	۲/۴	۱/۴
R _{IV}	۷/۲	۵/۱	۵/۵	۶/۳	۶/۱	۸/۱
میانگین	۴/۶	۴/۱	۴/۲	۵/۱	۴/۰	۳/۶

نمودار شماره ۲ درصد اختلاف رشد ارتفاعی درختان تاغ در تیمارهای مختلف تنک کردن را نشان می دهد؛ به طوری که ملاحظه می گردد، بیشترین رشد ارتفاعی در تیمار شماره ۴ و کمترین آن در تیمار شماره ۶ (شاهد) رخ داده است.

طرح ملی تحقیق در بهینه‌سازی انبوهی جنگلکاری‌های تاغ در استان یزد / ۱۴۷



نمودار ۲ - درصد رشد پنج ساله ارتفاع و قطر تاج درختان تاغ به نسبت اندازه اولیه در تیمارهای مختلف.

تجزیه و تحلیل آماری درصد رشد پنجساله ارتفاع درختان تاغ، که در جدول شماره ۳ ارائه شده است، نشان می‌دهد که تفاوت‌های موجود بین تیمارهای مختلف، دست کم تا این مرحله از آزمایش (پنجساله اول)، معنی‌دار نیست. ناگفته نماند که علت اصلی معنی‌دار نشدن تفاوت تیمارها، اختلافات نسبتاً زیاد در داخل بلوکها (تکرارها) است که این اختلافات در ضریب تغییرات این عامل ($CV = \frac{0.53}{0.5}$) منعکس است.

جدول ۳- تجزیه واریانس درصد رشد پنج ساله ارتفاع درختان تاغ نسبت به اندازه اولیه، در تیمارهای مختلف.

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F	P (احتمال)
تکرار	۳	۳۹/۵۲۲	۱۳/۱۷۴	۲/۵۴۱۵	
تیمار	۵	۴/۳۸۳	۰/۸۷۷	۰/۱۶۹۱	۰/۵۹۵۴
اشتباه	۱۵	۷۷/۷۵۳	۵/۱۸۴		

$$CV = \frac{0.53}{0.5} \%$$

۲-۵- تأثیر تیمارهای تنک کردن بر میزان رشد تاج درختان تاغ

میانگین اندازه اولیه قطر تاج درختان و میانگین اندازه آنها پنج سال پس از تنک کردن، در واحدهای مختلف آزمایشی، در جداول د و ه - پیوست ارائه شده است. از تفاضل دو اندازه اولیه و ثانویه قطر تاج، میانگین رشد پنجساله قطر تاج درختان در واحدهای آزمایشی حاصل شد و بر پایه آن درصد رشد تاج درختان نسبت به اندازه اولیه محاسبه و در جدول شماره ۴ ارائه شده است.

جدول ۴- میانگین درصد رشد پنج ساله قطر تاج درختان تاغ به نسبت اندازه اولیه،

در تیمارهای مختلف.

	T _۱	T _۲	T _۳	T _۴	T _۵	T _۶
R _I	۱۷/۹	۱۸/۴	۲۷/۲	۱۲/۴	۱۵/۱	۱۰/۷
R _{II}	۲۲/۷	۱۹/۷	۲۲/۹	۲۴/۵	۱۰/۱	۰/۸
R _{III}	۲۴/۸	۱۴/۱	۲۷/۱	۲۱/۰	۲۷/۶	۷/۵
R _{IV}	۹/۴	۲۳/۸	۱۳/۱	۲۴/۹	۲۴/۵	۲۴/۰
میانگین	۱۸/۷	۱۹/۰	۲۲/۶	۲۰/۷	۱۹/۳	۱۰/۸

نمودار شماره ۲ درصد اختلاف رشد تاج درختان تاغ در تیمارهای مختلف تنک کردن را نشان می‌دهد؛ به طوری که ملاحظه می‌گردد، بیشترین رشد تاج در تیمار شماره ۳ و کمترین آن در تیمار شماره ۶ (شاهد) رخ داده است. افزون بر این، نمودار شماره ۲ امکان مقایسه شدت تأثیر تیمارهای مختلف تنک کردن بر روی رشد ارتفاع و رشد تاج درختان تاغ را به خوبی فراهم نموده است. با مراجعه دوباره به نمودار شماره ۲ ملاحظه می‌گردد که اگرچه عموماً رشد تاج درختان تاغ همواره بیشتر از رشد ارتفاعی آنها است، با کاهش دادن انبوهی توده درختان تاغ، رشد تاج آنها شدت بیشتری می‌یابد؛ چرا که در این آزمایش، رشد تاج درختان در تیمار شاهد ۳ برابر رشد ارتفاع است؛ در حالی که در سایر تیمارها این نسبت بسیار بیشتر بوده و بویژه در تیمار شماره ۳ به بیش از ۵ برابر می‌رسد. شایان ذکر است که تیمار شماره ۳ همان تیماری است که از روی معادله کلی مورد واسنجی این طرح محاسبه و منظور شده است.

تجزیه و تحلیل آماری درصد رشد پنجساله قطر تاج درختان تاغ، که در جدول شماره ۵ ارایه شده است، نشان می‌دهد که علی‌رغم تفاوت‌های فاحش بین تیمارهای طرح، بویژه در قیاس با شاهد، تفاوت‌های موجود دست کم تا این مرحله از آزمایش (پنجساله اول)، معنی‌دار نیست. ناگفته نماند که علت اصلی معنی‌دار نشدن تفاوت تیمارها، اختلافات نسبتاً زیاد در داخل بلوکها (تکرارها) است و این اختلافات درونی

در ضریب تغییرات این عامل ($CV = \%40/41$) منعکس است.

جدول ۵ - تجزیه واریانس درصد رشد پنج ساله قطر تاج درختان تاغ به نسبت اندازه اولیه، در تیمارهای مختلف.

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F	P (احتمال)
تکرار	۳	۶۵/۲۴۵	۲۱/۷۴۸	۰/۰۳۸۸۸	
تیمار	۵	۳۲۹/۹۱۳	۶۵/۹۸۳	۱/۱۷۹۵	۰/۳۶۴۶
اشتباه	۱۵	۵۵/۹۴۳	۵۵/۹۴۳		

$$CV = \%40/41$$

۵-۳- تأثیر تیمارهای تنک کردن بر میزان رشد عمومی درختان تاغ

همان‌طور که در قسمت شیوه پردازش داده‌ها بیان شد، ارزیابی رشد عمومی درختان، به ویژه در شرایط آزمون کارآیی تیمارهای مختلف تنک کردن، که موضوع این تحقیق می‌باشد، مستلزم تلفیق هر دو عامل رشد (ارتفاع و قطر تاج) است؛ چراکه، چنین شرایطی سبب تفوق رشد تاج نسبت به رشد ارتفاع شده و درجه این تفوق بستگی کامل به درجه تنک کردن توده درختان دارد. از این رو، تعریف شاخصی مناسب برای نشان دادن رشد عمومی درختان در این آزمایش ضروری می‌نمود. برای این منظور و بدنبال آزمون و خطا، حاصلضرب ارتفاع در مربع قطر تاج درختان $[H \times (CD)^2]$ ، بر حسب متر، به عنوان شاخص اندازه عمومی درختان برگزیده شد و مبنای ادامه بررسی‌های عددی در این بخش از تحقیق قرار گرفت.

با توجه به توضیحات فوق، میانگین شاخص اندازه عمومی درختان تاغ در هر یک از واحدهای آزمایشی، برای ابتدا و انتهای دوره پنجساله آزمایش محاسبه گردید و مقادیر

مربوطه به ترتیب در جداول شماره ۶ و ۷ ارایه گردیده است.

جدول ۶- میانگین شاخص اندازه عمومی درختان تاغ، در تیمارهای مختلف، قبل از تنک کردن (ابتدای بهار ۱۳۷۲).

	T _۱	T _۲	T _۳	T _۴	T _۵	T _۶
R _I	۲۷/۵	۴۳/۷	۲۵/۵	۳۷/۲	۴۱/۲	۴۲/۱
R _{II}	۴۵/۵	۴۴/۱	۵۳/۸	۵۰/۲	۴۵/۳	۴۰/۰
R _{III}	۴۹/۴	۴۹/۶	۴۱/۹	۴۰/۸	۳۶/۲	۴۴/۸
R _{IV}	۴۵/۴	۳۶/۰	۴۸/۲	۴۳/۳	۳۸/۳	۴۲/۰
میانگین	۴۲/۰	۴۳/۴	۴۲/۴	۴۲/۹	۴۰/۳	۴۲/۴

جدول ۷- میانگین شاخص اندازه عمومی درختان تاغ، در تیمارهای مختلف، پنج سال پس از تنک کردن (پائیز ۱۳۷۶).

	T _۱	T _۲	T _۳	T _۴	T _۵	T _۶
R _I	۳۹/۵	۶۱/۵	۴۴/۳	۴۸/۹	۵۷/۶	۵۳/۹
R _{II}	۷۱/۶	۶۸/۰	۸۱/۲	۸۲/۴	۵۶/۰	۴۰/۵
R _{III}	۷۹/۵	۶۶/۸	۷۰/۲	۶۲/۲	۶۰/۳	۵۲/۶
R _{IV}	۵۸/۳	۵۸/۰	۶۵/۰	۷۱/۸	۶۳/۰	۶۶/۸
میانگین	۶۲/۲	۶۳/۶	۶۵/۲	۶۶/۳	۵۹/۲	۵۳/۵

از تفاضل میانگین شاخص اندازه عمومی درختان تاغ واحدهای آزمایشی در دو مقطع زمانی فوق، میانگین رشد شاخص اندازه عمومی درختان در واحدهای آزمایشی به دست آمد (جدول ۸). برپایه ارقام جدول ۸ و ۶، میانگین درصد رشد پنجساله شاخص اندازه عمومی درختان به نسبت شاخص اندازه عمومی اولیه محاسبه و در جدول شماره ۹ ارایه شده است.

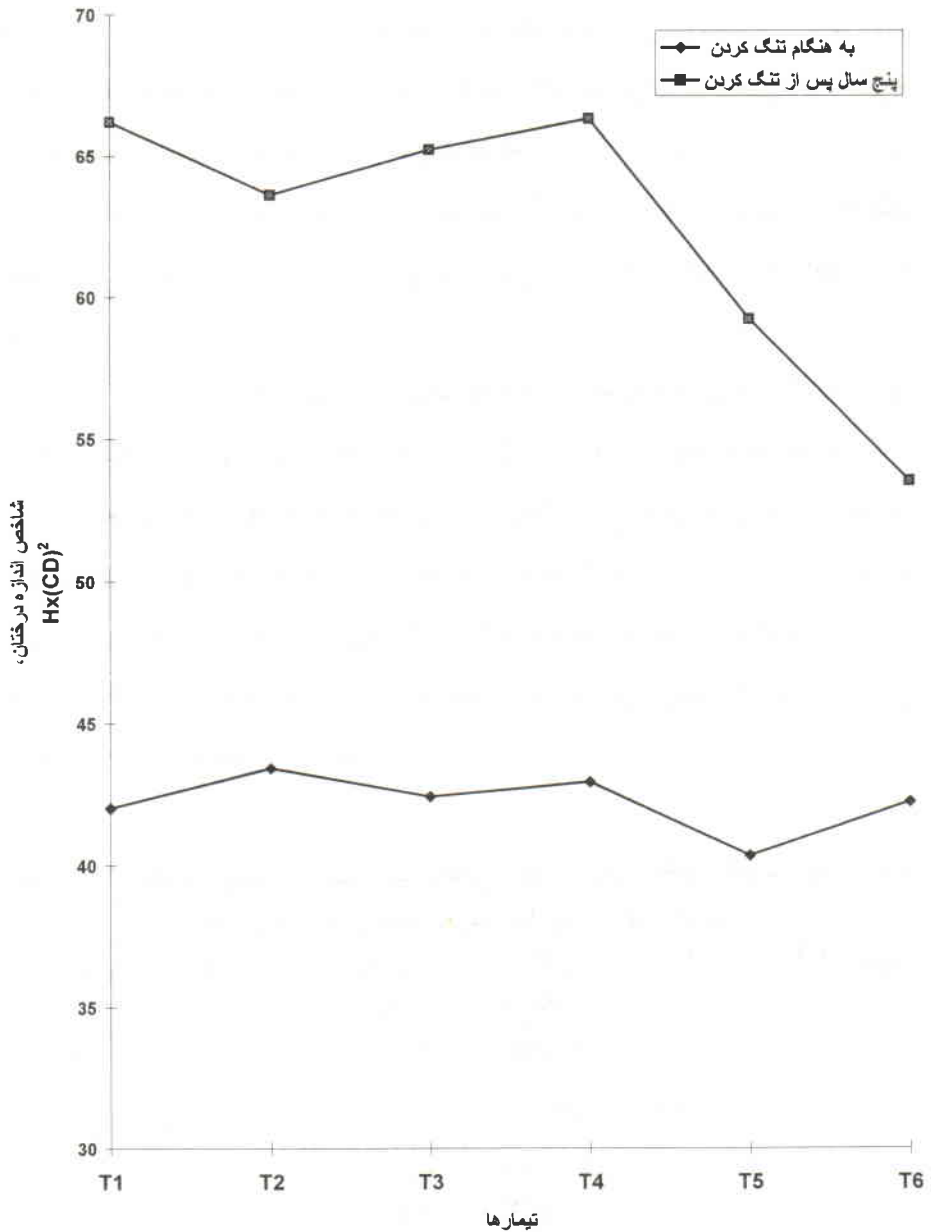
جدول ۸- میانگین میزان رشد شاخص اندازه عمومی درختان تاغ، در تیمارهای مختلف، پنج سال پس از تنک کردن.

	T _۱	T _۲	T _۳	T _۴	T _۵	T _۶
R _I	۱۲/۰	۱۷/۸	۱۸/۸	۱۱/۷	۱۶/۴	۱۱/۸
R _{II}	۲۶/۱	۲۳/۹	۲۷/۴	۳۲/۲	۱۰/۷	۰/۵
R _{III}	۳۰/۰	۱۷/۲	۲۸/۳	۲۱/۴	۲۴/۱	۷/۸
R _{IV}	۱۲/۹	۲۲/۰	۱۶/۸	۲۸/۵	۲۴/۷	۲۷/۸
میانگین	۲۰/۳	۲۰/۲	۲۲/۸	۲۳/۵	۱۹/۰	۱۲/۰

جدول ۹- میانگین درصد رشد شاخص اندازه درختان تاغ، به نسبت اندازه اولیه، در تیمارهای مختلف، پنج سال پس از تنک کردن.

	T _۱	T _۲	T _۳	T _۴	T _۵	T _۶
R _I	۴۳/۶	۴۰/۷	۷۳/۷	۳۱/۵	۳۹/۸	۲۸/۰
R _{II}	۵۷/۴	۵۴/۲	۵۰/۹	۶۴/۱	۲۳/۶	۱/۳
R _{III}	۶۰/۶	۳۴/۷	۶۷/۵	۵۲/۵	۶۶/۶	۰/۲
R _{IV}	۲۸/۴	۶۱/۱	۳۴/۹	۶۵/۸	۶۴/۵	۶۶/۲
میانگین	۴۷/۵	۴۷/۷	۵۶/۸	۵۳/۵	۴۸/۶	۲۳/۹

در نمودار شماره ۳، تفاوت‌های شاخص اندازه عمومی درختان تاغ در ابتدا و انتهای دوره پنجساله آزمایش (بهار ۱۳۷۲ و پاییز ۱۳۷۶)، به صورت میانگین تیمارهای مختلف ارایه شده است. این نمودار نشان می‌دهد که میانگین اندازه اولیه درختان در کلیه تیمارها نسبتاً مشابه بوده و تفاوت‌های چندانی نداشته‌اند؛ در حالی که، پنج سال پس از تنک کردن، اختلافاتی فاحش و به ویژه جهت‌دار در راستای مبانی نظری این آزمایش در آنها ظاهر شد که درخور توجه است.



نمودار ۳ - شاخص اندازه درختان تاغ قبل و بعد از تنگ کردن در تیمارهای مختلف .

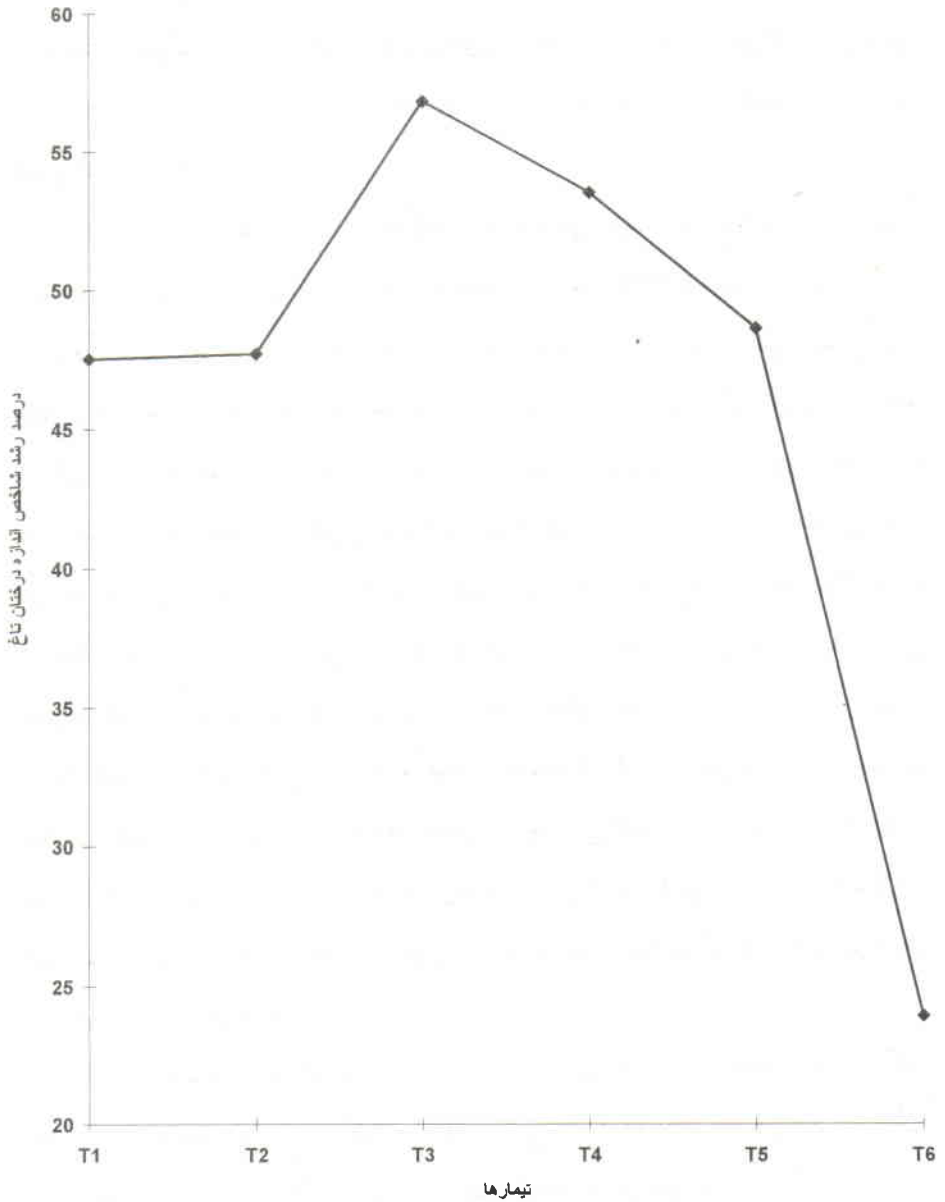
نمودار شماره ۴، میانگین درصد رشد پنجساله شاخص اندازه عمومی درختان تاغ در تیمارهای مختلف را نشان می‌دهد. به طوری که ملاحظه می‌گردد، بیشترین شدت رشد شاخص اندازه عمومی درختان تاغ در تیمار شماره ۳ و پس از آن در تیمار شماره ۴ رخ داده و کمترین شدت رشد مربوط به تیمار شاهد است. شدت رشد تیمار شماره ۳ حدود ۲/۴ برابر شدت رشد تیمار شاهد است. شایان ذکر است که تیمار شماره ۳ همان تیماری است که از روی معادله کلی مورد واسنجی در این طرح محاسبه و منظور شده است.

تجزیه و تحلیل آماری درصد رشد پنجساله شاخص اندازه عمومی درختان به نسبت شاخص اندازه عمومی اولیه آنها، که در جدول شماره ۱۰ ارایه شده است، نشان می‌دهد که علی‌رغم تفاوت‌های فاحش بین تیمارهای طرح، به ویژه در قیاس با شاهد، تفاوت‌های موجود، دست کم تا این مرحله از آزمایش (پنجساله اول) معنی‌دار نیست. در این مورد نیز علت اصلی معنی‌دار نشدن تفاوت تیمارها اختلافات نسبتاً زیاد در داخل بلوکها (تکرارها) است و این اختلاف‌های درونی در ضریب تغییرات این عامل (CV = %۴۴/۶۳) منعکس است.

جدول ۱۰- تجزیه واریانس درصد رشد شاخص اندازه عمومی درختان تاغ به نسبت اندازه اولیه، در تیمارهای مختلف، پنج سال پس از تنک کردن.

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F	P (احتمال)
تکرار	۳	۴۹۷/۹۹۲	۱۶۵/۹۹۷	۰/۳۸۸۳	
تیمار	۵	۲۶۸۰/۲۲۵	۵۳۶/۰۴۵	۱/۲۵۳۹	۰/۳۳۳۵
اشتباه	۱۵	۶۴۱۲/۴۰۸	۴۲۷/۴۹۴		

$$CV = \% ۴۴۶۳$$



نمودار ۴ - درصد رشد شاخص اندازه درختان تاغ در تیمارهای مختلف ، پنج سال پس از تنک کردن.

۶- بحث

علی رغم معنی دار نشدن تفاوت‌های چشمگیر بین تیمارها، که ناشی از اختلاف‌های ناخواسته و پنهان خاک در عرصه بزرگ اجرای طرح می‌باشد، بررسی‌های ترسیمی تفاوت‌های فاحش رشد درختان واحدهای آزمایشی تنک شده را در قیاس با شاهد به خوبی نشان می‌دهند.

بیشترین میزان رشد همواره در هنگامی مشاهده می‌شود که درجه انبوهی بر حسب رقم محاسبه شده از روی نمونه (مدل) پیشنهادی رهبر (۱۳۶۶) تعیین و رعایت شده باشد و کمترین میزان رشد مربوط به تیمار شاهد است. به عبارت دیگر، نتایج این تحقیق صحت و دقت کاربرد نمونه (مدل) مذکور را برای تنک کردن صحیح تاغکاری‌های منطقه یزد و ضرورت انجام آن برای احیای رشد و سرسبزی درختان تاغ دست‌کاشت این منطقه را - علی‌رغم تنک بودن ظاهری آن‌ها - به خوبی نشان می‌دهد؛ چرا که انبوهی درختان تاغ دست‌کاشت منطقه محل اجرای طرح در یزد تنها ۱۳۸ اصله در هکتار بود ولی این آزمایش نشان داد که همین مقدار نیز بسیار زیاد است و انبوهی بهینه توده مزبور، با توجه به مشخصات خاک و بارندگی محل و سن درختان، می‌بایست به ۵۵ اصله در هکتار تقلیل یابد. طبعاً قطع و استحصال ۸۳ اصله درخت اضافی در هر هکتار، بخشی از سوخت مورد علاقه اهالی را تأمین می‌کند. ناگفته نماند که توده‌های بسیار انبوه تاغکاری - تا ۱۰۰۰ اصله در هکتار - نیز در یزد وجود دارد که تنک کردن آن‌ها برای احیای سرسبزی درختان ضروری بوده و سبب استحصال حجم قابل توجه‌ای هیزم مرغوب نیز می‌شود.

کاستن از انبوهی توده درختان دست‌کاشت تاغ، چنانچه بر پایه نمونه (مدل) مذکور انجام شود، شدت رشد تاج درختان را افزایش می‌دهد و کم شدن انبوهی را، که ممکن است سبب نگرانی مسئولان تثبیت شن منطقه گردد، به سرعت جبران می‌کند.

نکته جالبی که از مطالعه نتایج این آزمایش ملاحظه می‌گردد، کمتر بودن شدت رشد

تاج و یا شدت رشد عمومی در شرایط انبوهی کمتر از رقم محاسبه شده از روی نمونه (مدل) مذکور است؛ چراکه، این تیمارها با شدت بیشتری تنک شدند و انتظار می‌رفت که با گسترش بیشتر فضای رشد و کاهش فزوتن رقابت بین درختان، شدت رشد بیشتری داشته باشند؛ در حالی که عملاً، اگرچه شدت رشد چنین تیمارهایی بیشتر از شاهد است، مقدار آن از دیگر تیمارهای آزمایش کمتر است. در توجیه این نتیجه چنین به نظر می‌رسد که با افزایش فوق‌العاده فاصله بین درختان (تنک کردن شدید)، بخشی از ذخیره رطوبت خاک در فواصل باز بین درختان بدون استفاده مانده و سرانجام تبخیر و تلف می‌شود؛ چراکه قطعاً توسعه دایره فعالیت ریشه‌ها به اطراف محدودیت ذاتی دارد. از سوی دیگر، به علت بازتر شدن فضای بین درختان، سطح بیشتری از تاج پوشش و خاک در معرض تشعشع، بادزدگی و طبعاً تبخیر شدیدتر قرار می‌گیرد.

در توضیح علت بزرگ بودن ضرایب تغییرات داده‌های این آزمایش، که مانع معنی‌دار شدن اختلاف‌های فاحش موجود بین تیمارها گردید، گفتنی است که یکی از عوامل اصلی و بسیار مؤثر در این آزمایش، ویژگی‌های بافت خاک در عمق ۱۲۵-۰ سانتیمتری است. کوشش‌های به عمل آمده برای محدود نمودن غیریکنواختی بافت خاک، که معمولاً در عرصه‌های بزرگ قابل انتظار است، سبب شد تا عرصه اجرای طرح از ۱۱ هکتار به ۵/۵ هکتار تقلیل یابد؛ با این حال، نتایج بدست آمده نشان داد که کاربست این تدبیر نیز برای محدود نگاه داشتن غیریکنواختی بافت خاک مؤثر نبوده است. ناگفته نماند که کمتر کردن عرصه اجرای طرح، به علت آن که سبب کاهش فوق‌العاده تعداد درختان مورد اندازه‌گیری به کمتر از ۱۰ اصله در هر واحد آزمایشی می‌گردید، موجه نبوده است.

با توجه به دو مورد اخیرالذکر، در صورتی که مجریان طرح‌های اجرایی پرورش تاغزارهای دست‌کاشت قصد داشته باشند که انبوهی توده درختان تاغ را به حدی بهینه برسانند، شایسته است که برای آگاهی از وضعیت خاک محل مورد نظر خویش، تعداد

بیشتری نیمرخ خاک را مورد مطالعه قرار داده و انبوهی بهینه هر واحد پرورشی (پارسل) را با توجه به تغییرات بافت خاک محل محاسبه و اجرا نمایند.

۷- پیشنهادها

الف: در زمان کاشت تاغ، علاوه بر مقدار بهینه درجه انبوهی بدست آمده، میزان خسارات مربوط به آفات و بیماریها و افت کاشت و بویژه ضرورت تأمین تاج پوشش و حصار بادشکن منظور شود.

ب: از کاشت تاغ با تراکم بیش از ۱۰۰ اصله در هکتار در استان یزد جدا "خودداری" شود.

ج: کاشت تاغ در زمین های شنی، نسبت به رسی و سنگین، با تراکم بیشتری امکان پذیر می باشد.

فهرست منابع

- ۱ - ثابتی، حبیب‌الله. ۱۳۵۵. جنگلها، درختان و درختچه‌های ایران. تهران. سازمان تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی. ۸۱۰ ص.
- ۲ - خلیلی، علی. ۱۳۶۰. شناخت اقلیمی استان یزد. تهران. دانشکده منابع طبیعی. دانشگاه تهران، ۱۱۶ ص.
- ۳- رهبر، اسماعیل. مسعود عبدی و اسدالله معتمد. ۱۳۵۶. گزارش مقدماتی بررسی علل پژمرده شدن تاغزارهای دست‌کاشت. ص ۲۶۷-۲۴۲. در: مجموعه گزارش‌های سومین کنفرانس بررسی مسایل حفاظت خاک و آبخیزداری. سازمان جنگلها و مراتع کشور.
- ۴ - رهبر، اسماعیل. ۱۳۶۴. تأثیر انبوهی و بارندگی روی رشد و سرسبزی تاغزارهای دست‌کاشت. نشریه شماره ۴۳ مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع.
- ۵ - رهبر، اسماعیل. ۱۳۶۶. اثر توأم پاره‌ای از ویژگیهای فیزیکی خاک، انبوهی و بارندگی روی رشد و سرسبزی جنس تاغ. نشریه شماره ۵۰ مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع.
- ۶ - رهبر، اسماعیل. ۱۳۷۵. راهنمای پیشگیری یا رفع پژمردگی تاغکاری‌ها. نشریه شماره ۱۴۷ مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع.
- ۷ - قبادیان، عطاالله. ۱۳۶۱. سیمای طبیعی استان یزد در ارتباط با مسایل کویری. یزد. انتشارات استانداری یزد. ۳۵۰ ص.
- ۸ - محمدی، منصور. علی خلدبرین و غلام حیدرکیانی. ۱۳۶۵. دستورالعمل مقدماتی تهیه طرحهای جامع پرورشی تاغزارها. سازمان جنگلها و مراتع کشور. ۱۷ ص.

پیوست‌ها

جدول الف - پیوست - میانگین اندازه ارتفاع و قطر تاج درختان باقی مانده از تیمارهای تنک کردن در هریک از واحدهای آزمایشی طرح ملی تحقیق در بهینه سازی انبوهی تاغکاری‌ها، یزد، به سانتی متر.

معد اندازه گیری	بهار ۷۲		پائیز ۷۲		پائیز ۷۳		پائیز ۷۴		پائیز ۷۵		پائیز ۷۶
	ارتفاع	قطر تاج	ارتفاع	قطر تاج	ارتفاع	قطر تاج	ارتفاع	قطر تاج	ارتفاع	قطر تاج	ارتفاع
T1R1	۲۲۴	۳۳۶	۲۵۰	۳۶۵	۲۵۴	۳۷۹	۲۵۸	۳۹۴	۲۴۷	۳۸۲	۲۵۲
T2R1	۲۹۵	۳۸۵	۳۰۳	۴۳۴	۳۰۱	۴۴۵	۳۱۳	۴۴۶	۲۹۶	۴۴۴	۲۹۶
T3R1	۲۵۵	۳۱۶	۲۶۹	۳۵۵	۲۷۵	۳۸۵	۲۷۴	۴۰۰	۲۶۸	۳۸۶	۲۷۴
T4R1	۲۶۹	۳۷۲	۲۸۱	۳۸۹	۲۸۱	۴۰۹	۲۷۶	۴۱۹	۲۷۷	۳۹۸	۲۸۰
T5R1	۲۹۶	۴۰۶	۲۹۶	۴۰۶	۲۹۴	۴۲۱	۳۰۱	۴۴۲	۲۹۴	۴۲۵	۲۹۶
T6R1	۲۵۳	۴۷۲	۲۵۹	۳۷۳	۲۶۶	۳۹۴	۲۶۸	۴۰۵	۲۵۷	۴۰۷	۲۵۹
T1R2	۲۹۰	۳۹۶	۳۰۷	۴۶۰	۳۰۸	۴۶۳	۳۰۵	۴۷۸	۳۰۴	۴۷۱	۳۰۳
T2R2	۲۹۰	۳۹۰	۳۰۴	۴۰۳	۳۰۹	۴۲۰	۳۱۰	۴۴۳	۳۰۲	۴۵۴	۳۱۲
T3R2	۳۰۵	۴۲۰	۳۱۵	۴۶۳	۳۱۱	۴۹۲	۳۲۰	۵۱۷	۳۰۹	۴۹۵	۳۰۵
T4R2	۲۹۶	۴۱۲	۳۱۸	۴۴۰	۳۱۶	۴۷۳	۳۲۱	۴۹۵	۳۱۳	۴۹۰	۳۱۳
T5R2	۲۷۴	۴۱۵	۲۸۱	۴۳۵	۲۸۳	۴۳۵	۲۸۷	۴۶۴	۲۷۸	۴۳۷	۲۷۸
T6R2	۲۷۷	۳۶۷	۲۸۱	۳۹۳	۲۸۲	۴۱۳	۲۸۴	۴۲۸	۲۸۲	۴۱۵	۲۷۷
T1R3	۲۸۶	۴۱۶	۳۰۳	۴۹۷	۲۹۶	۴۸۱	۲۹۶	۵۰۳	۲۸۹	۴۹۹	۲۹۵
T2R3	۲۹۵	۴۱۰	۳۰۳	۴۳۸	۳۰۰	۴۴۰	۳۰۶	۴۴۴	۲۹۴	۴۴۸	۳۰۵
T3R3	۲۸۰	۳۷۸	۲۹۸	۴۰۷	۲۹۰	۴۲۱	۲۸۶	۴۶۱	۲۸۹	۴۷۰	۲۹۰
T4R3	۲۸۷	۳۷۷	۲۹۴	۴۰۸	۲۹۱	۴۱۸	۲۹۰	۴۳۸	۲۹۰	۴۳۸	۲۹۹
T5R3	۲۸۷	۳۵۵	۲۹۸	۳۸۰	۲۹۶	۴۹۸	۲۹۲	۴۴۱	۲۹۳	۴۳۱	۲۹۴
T6R3	۲۶۳	۳۴۵	۲۸۰	۳۸۷	۲۸۲	۴۰۹	۲۸۵	۴۳۰	۲۸۴	۴۳۴	۲۹۰
T1R4	۲۶۵	۴۱۴	۲۷۸	۴۲۳	۲۷۹	۴۲۲	۲۷۴	۴۴۲	۲۷۴	۴۲۲	۲۸۴
T2R4	۲۷۵	۳۶۲	۲۹۹	۴۲۰	۲۸۳	۴۲۲	۲۸۱	۴۴۳	۲۸۳	۴۲۳	۲۸۹
T3R4	۲۷۳	۴۲۰	۲۸۵	۴۳۵	۲۸۱	۴۴۶	۲۸۴	۴۷۵	۲۸۲	۴۶۲	۲۸۸
T4R4	۲۸۶	۳۸۹	۲۹۶	۴۱۴	۲۹۵	۴۴۲	۳۰۹	۴۸۸	۲۹۸	۴۷۷	۳۰۴
T5R4	۲۷۷	۳۷۲	۲۹۲	۴۰۰	۲۹۶	۴۲۶	۲۹۱	۴۵۵	۲۹۰	۴۵۸	۲۹۴
T6R4	۲۵۷	۳۵۸	۲۶۸	۳۹۰	۲۷۱	۴۹۸	۲۷۸	۴۳۴	۲۶۹	۴۳۴	۲۷۸
میانگین	۲۷۸	۳۸۳	۲۹۰	۴۱۳	۲۸۹	۴۲۸	۲۹۱	۴۴۹	۲۸۷	۴۴۲	۲۹۰

طرح ملی تحقیق در بهینه‌سازی انبوهی جنگلکاری‌های تاغ در استان یزد / ۱۶۳

جدول ب - پیوست - میانگین ارتفاع درختان تاغ در تیمارهای مختلف، قبل از تنک کردن، به سانتیمتر.

	T _۱	T _۲	T _۳	T _۴	T _۵	T _۶
R _I	۲۴۴	۲۹۵	۲۵۵	۲۶۹	۲۸۱	۲۵۹
R _{II}	۲۹۰	۲۹۰	۳۰۵	۲۹۶	۲۷۲	۲۸۳
R _{III}	۲۸۶	۲۹۵	۲۸۰	۲۸۷	۲۸۷	۲۸۳
R _{IV}	۲۶۵	۲۷۵	۲۷۳	۲۸۶	۲۷۷	۲۸۵
میانگین	۲۷۱/۳	۲۸۸/۸	۲۷۸/۳	۲۸۴/۵	۲۷۹/۳	۲۷۷/۵

جدول ج - پیوست - میانگین ارتفاع درختان تاغ در تیمارهای مختلف، پنج سال پس از تنک کردن، به سانتیمتر.

	T _۱	T _۲	T _۳	T _۴	T _۵	T _۶
R _I	۲۵۲	۲۹۶	۲۷۴	۲۸۰	۲۹۶	۲۷۲
R _{II}	۳۰۳	۳۱۲	۳۰۵	۳۱۳	۲۷۸	۲۸۲
R _{III}	۲۹۵	۳۰۵	۲۹۰	۲۹۹	۲۹۴	۲۸۷
R _{IV}	۲۸۴	۲۸۹	۲۸۸	۳۰۴	۲۹۴	۳۰۸
میانگین	۲۸۳/۵	۳۰۰/۵	۲۸۹/۳	۲۹۹/۵	۲۹۰/۵	۲۸۷/۳

جدول د - پیوست - میانگین قطر تاج درختان تاغ در تیمارهای مختلف، قبل از تنک کردن، به سانتیمتر.

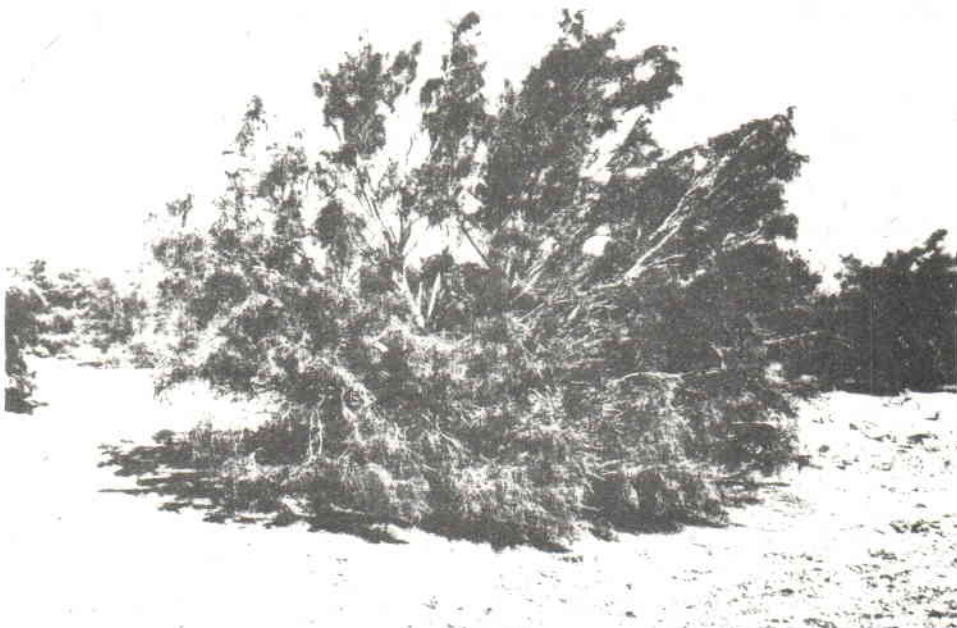
	T _۱	T _۲	T _۳	T _۴	T _۵	T _۶
R _I	۳۳۶	۳۸۵	۳۱۶	۳۷۲	۳۸۳	۴۰۲
R _{II}	۳۹۶	۳۹۰	۴۲۰	۴۱۲	۴۰۸	۳۷۶
R _{III}	۴۱۶	۴۱۰	۳۸۷	۳۷۷	۳۵۵	۳۹۸
R _{IV}	۴۱۴	۳۶۲	۴۲۰	۳۸۹	۳۷۲	۳۸۴
میانگین	۳۹۰/۵	۳۸۶/۸	۳۸۵/۸	۳۸۷/۵	۳۷۹/۵	۳۹۰/۵

جدول ۵- پیوست - میانگین قطر تاج درختان تاغ در تیمارهای مختلف، پنج سال پس از تنک کردن، به سانتیمتر.

	T _۱	T _۲	T _۳	T _۴	T _۵	T _۶
R _I	۳۹۶	۴۵۶	۴۰۲	۴۱۸	۴۴۱	۴۴۵
R _{II}	۴۸۶	۴۶۷	۵۱۶	۵۱۳	۴۴۹	۳۷۹
R _{III}	۵۱۹	۴۶۸	۴۹۲	۴۵۶	۴۵۳	۴۲۸
R _{IV}	۴۵۳	۴۴۸	۴۷۵	۴۸۶	۴۶۳	۴۷۶
میانگین	۴۶۳/۵	۴۵۹/۸	۴۷۱/۳	۴۶۸/۳	۴۵۱/۵	۴۳۲/۰



تصویر ۱- درختچه سرسبز تاغ در توده‌ای دست‌کاشت ۲۰ ساله، با انبوهی مناسب، در منطقه زارچ، یزد



تصویر ۲- درختچه پژمرده تاغ در توده‌ای دست‌کاشت ۲۰ ساله، با انبوهی ۱۳۸ اصله در هکتار، در منطقه زارچ، یزد.



تصویر ۳- توده‌ای از درختچه‌های زردشده تاغ، با انبوهی ۱۰۰۰ اصله در هکتار، در منطقه گردفرامرز، یزد.

last measurement was 3-5 times more than H increment; Therefore, a size index (SI) model of the form: $[H \times (CD)^2]$, which was constructed by graphical trial and error, was found to distinguish the best among the 6 treatments.

The growth percentage of H, CD, and SI between the first and the last measurement were recorded. The analysis of variance of the factors showed that there is no significant differences between the treatments. However, the highest CD and SI growth rate belonged to T3(fig. 2 and 4), and the highest H growth rate belonged to T4(fig. 2). As shown in figures, the lowest growth rate of the mentioned factors always belonged to the control (T6).

As the results imply, the best treatment of the experiment is the same density optimized by the proposed model and it indicates the accuracy and correctness of the model for identifying the optimized stands of planted *Haloxylon* trees in Yazd.

IN THE NAME OF GOD

OPTIMIZATION OF POPULATION DENSITY OF *HALOXYLON* SPP. PLANTATION IN YAZD (PHASE 1)

ABBAS ZAREH-ZADEH¹

with supervision of

ESMAIL RAHBAR²

Abstract

A general model was developed to explain the interrelationships of soil saturation percentage, mean annual precipitation, and population density on growth and vigority of planted *Haloxylon* trees by Rahbar (1988). Soil saturation percent is an easy measure to determine the water (rain) availability to plants.

The main recommendation of the model is thinning the stands in accordance with the above named factors. Calibrating the general model for several regions, and optimizing the stands of *Haloxylon* plantation in Yazd area are the main objectives of the present study.

Six density treatments were selected; two densities more than estimated number based on the model, and two less than the estimated number, and the control. The treatments consisted of T1=44, T2=50, T3=55 (estimated number), T4=60, T5=66, and existing density as the control, T6=138 trees per hectar.

The treatments have been compared in a Randomized Complete Block Design, with four replications, since the spring of 1993.

After thinning practice, height (H) and crown diameter (CD) of the remained trees were measured. This was repeated during the growth periods in five years. Since the CD increment between the first and the

1 - M. S, Yazd Natural Resources and Animal Affairs Research center.

2 - Research Scientist, Research institute of Forests and Rangelands.