

تحقیق در بهینه سازی انبوهی جنگلکاریهای تاغ در استان اصفهان (گزارش نتایج پنجساله اول طرح ملی و پیشاهنگ در کاشان)^۱

مجری مسئول: حسین لقمان^۲

مشاور و هماهنگ کننده: اسماعیل رهبر^۳

چکیده

پیرو دستیابی به معادله‌ای برای توضیح چگونگی اثرات متقابل بافت خاک، بارندگی و درجه انبوهی بر میزان رشد و سرسبزی تاغکاریها، طرح حاضر به صورت ملی و پیشاهنگ در چند منطقه مبتلا به مسأله پژمردگی در تاغزارهای دست کاشت، از جمله منطقه کاشان، به اجرا در آمد. هدف از اجرای طرح واسنجی معادله کلی مذکور برای شرایط ویژه هر منطقه و دستیابی به رقم انبوهی بهینه 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 رقم محاسبه شده و انبوهی شاهد (در جمع شش تیمار انبوهی)، در قالب طرح آماری بلوکهای کامل تصادفی با چهار تکرار، از پاییز سال ۱۳۷۱ بر روی تاغزارهای نه ساله اجرا شد. اندازه اولیه و میزان رشد سالانه بعدی درختچه‌ها در واحدهای آزمایشی تنک شده و شاهد به مدت پنج دوره رویش پیاپی اندازه‌گیری شد.

از تفاضل اندازه گیریهای ارتفاع (H)، قطر تاج (CD) و شاخص اندازه کلی درختان [H . (CD)²] در ابتدا و انتهای دوره پنجساله آزمایش، میزان رشد پنجساله عوامل

۱- طرح شماره ۷۰-۰۳۱۰۴۰۳۹۰۹-۲۲

۲- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام اصفهان

۳- استاد یار پژوهشی بخش تحقیقات بیابان مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع

مذکور تعیین و مورد تجزیه و تحلیل ترسیمی و آماری قرار گرفت. علت استفاده از مربع قطر تاج در شاخص اندازه کلی درختان، فزونی قابل توجه رشد تاج درختان نسبت به ارتفاع آنها می‌باشد؛ این فزونی به طور متوسط ۴۰/۰ درصد است.

نتایج اجرای پنجساله اول طرح نشان می‌دهند که اختلافهای مشاهده شده از نظر درصد رشد ارتفاع و شاخص اندازه عمومی درختان در سطح پنج درصد، و از نظر درصد رشد تاج درختان در سطح یک درصد معنی دار است.

مقایسه میانگین‌ها تفاوت‌های فاحش شاهد با سایر تیمارها را به خوبی نشان داده و مشخص نموده است که تیمار شماره ۵ (۴۹۰ اصله در هکتار) از هر نظر موفقترین تیمار تنک کردن برای افزایش رشد و سرسبزی درختان تاغ در منطقه کاشان است و تنک کردن به میزان بیشتر از حد بهینه مذکور در منطقه کاشان از مطلوبیت نسبی کمتری برخوردار است.

نتایج این آزمایش ضرورت تنک کردن جنگلکاریهای تاغ را برای احیای سرسبزی و افزایش رشد آنها نشان داده و حاکی از دقت و صحت نسبی معادله کلی مربوط برای تعیین رقم بهینه انبوهی تاغکاریها در منطقه کاشان است. با کاربرد نتایج این تحقیق، افزون بر احیای سرسبزی درختان، رشد آنها افزایش یافته و به ویژه شکل رویشی درختان، به علت برتری یافتن میزان رشد تاج بر رشد ارتفاع، اهداف حفاظت خاک و تثبیت شن را بهتر تأمین خواهد کرد و دسترسی مستقیم دامها به سرشاخه‌های قابل چرا را فراهم می‌نماید و نیز مقدار قابل توجهی چوب هیزمی مورد نیاز بیابان نشینان فراهم می‌شود.

کلید واژه‌ها: کاشان، تاغ، پژمردگی، انبوهی، تنک کردن، شاخص رشد و سرسبزی، بافت خاک.

مقدمه

شهرستان کاشان در حاشیه کویر مرکزی، و در منتهی الیه گوشه جنوبی بیابانهای مسیله، بین عرضهای ۳۳ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۲۵ دقیقه شمالی و طولهای ۵۰ درجه و ۵۰ دقیقه تا ۵۲ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی قرار دارد.

وسعت حوضه کاشان بالغ بر ۹۶۴۷ کیلومتر مربع و ارتفاع متوسط آن از سطح دریا ۹۵۰ متر می‌باشد. از جنوب به سامان اصفهان، نطنز و اردستان، از غرب به دلیجان و محلات و از شمال به قم و از شرق به کوهستان یخ آب و کوشکوه منتهی می‌گردد (۱). مرتفع ترین نقطه آن کوهستان کرکس به ارتفاع ۳۸۹۵ متر و پست ترین آن ۷۸۳ متر در واحه مرنجاب، ساحل دریاچه نمک، واقع در شمال خاوری منطقه می‌باشد. میانگین بارندگی سالانه در ایستگاه کاشان ۱۴۰/۳ میلیمتر و متوسط سالانه تبخیر از طشتک معیار ۳۰۰۰ میلیمتر و حداکثر مطلق دما ۴۸ و حداقل مطلق آن ۱۲- درجه سانتیگراد می‌باشد (۲).

مساحت اراضی محل ترسیب ماسه در کاشان ۱۶۸۵۰۰ هکتار است که از سال ۱۳۵۰ تاکنون ۱۲۰ هزار هکتار از مناطق محل ترسیب و گذر (ترانزیت) ماسه تحت پوشش جنگلهای دست کاشت قرار گرفته است. گونه‌های مورد استفاده در برنامه احیای بیولوژیک مذکور شامل جنسهای *Stipagrostis*، *Calligonum*، *Haloxyylon*، *Tamarix* و *Atriplex* می‌باشد، ولی به طور عمده از جنس *Haloxyylon* و به احتمال زیاد گونه موسوم به سیاه تاغ (*H. ammodendron*) استفاده شده است.

در پی اجرای عملیات گسترش پوشش گیاهی در بیابانها و ماسه زارهای منطقه و گذشت حدود ۵ سال از انجام عملیات، به علت انبوهی کاشت و زادآوری طبیعی درختچه‌ها که سبب تشدید فشار ناشی از انبوهی شد (تصویر شماره ۱)، آثار پژمردگی در برخی از نقاط جنگل ظاهر گردیده است. مشابه این پدیده در سال ۱۳۵۱ در مناطق

جنگلکاری شده سبزواری دیده شده است (۴). در آن زمان، کارشناسان دستگاه اجرایی مربوط، بررسی نقش احتمالی آفات و امراض، خشکسالی و رطوبت اندک خاک را به عنوان عوامل مؤثر در پژمردگی و مرگ و میر درختان دست کاشت پیشنهاد کردند (۸) و همزمان در یک بررسی مقدماتی، نقش بافت و شوری خاک و درجه انبوهی به عنوان عوامل مؤثر در پژمردگی تاغزارها نشان داده شد (۳)؛ سپس پژوهش‌هایی برای بررسی اثرات درجه انبوهی و میزان بارندگی بر رشد و سرسبزی تاغزارها صورت گرفت که به طور عمده شامل اثرات ساده عوامل مذکور در قالب معادلات یک یا چند متغیره بوده است (۴). در ادامه بررسیها، با افزایش تعداد مشاهده‌ها و با دخالت دادن عوامل خاکی و بررسی اثرات متقابل عوامل، مشخص گردید که عدم تناسب بین انبوهی، درجه سنگینی بافت خاک و میزان بارندگی سالانه، از عوامل اصلی پژمردگی و کمی رشد و سرسبزی درختان این جنگلهاست؛ چه، هر یک از این عوامل به تنهایی بر میزان آب قابل دسترس درختان تأثیر گذاشته و اثر متقابل آنها سبب تشدید و یا تخفیف آن می‌گردند (۵). تجربیات عملی نیز مؤید این یافته پژوهشی است؛ چرا که در برخی از نقاط تاغزارها که تناسب لازم بین انبوهی و درجه سنگینی بافت خاک وجود دارد، درختان تاغ از سرسبزی و رشد عادی برخوردار هستند (تصاویر شماره ۲ و ۳). از آن رو که انبوهی تاغکاریها تنها عامل قابل تغییر می‌باشد، احیای سرسبزی و افزایش رشد آنها موکول به تنک کردن و کاهش انبوهی به میزانی متناسب با سنگینی بافت خاک و بارندگی سالانه بوده و از این رو، طرحی ملی برای آزمون پیشاهنگ تحقیق مذکور و واسنجی معادله رابطه بافت خاک، بارندگی و درجه انبوهی با میزان رشد و سرسبزی تاغکاریها در مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع تدوین و شاخه ای از طرح، با اهداف زیر برای اجرا در استان اصفهان (کاشان) منظور گردید.

- اهداف اصلی

- ۱- واسنجی الگوی آماری رابطه بافت خاک، بارندگی و درجه انبوهی تاغکاریها،
- ۲- تعیین انبوهی بهینه در مناطق عمده تاغکاریهای منطقه کاشان.

- اهداف فرعی

- ۱- برآورد موجودی سرپا و تولید سالانه جنگلکاریهای تاغ در منطقه کاشان،
- ۲- تعیین دامنه تغییرات شاخص رشد و سرسبزی.

مواد و روشها

تفصیل روش اجرای این طرح بر پایه « راهنمایی » است که توسط هماهنگ کننده طرح ملی تهیه شده است (۶). اهم اقدامات انجام شده برای اجرای طرح به شرح زیر است:

۱- گزینش محل اجرای طرح

به منظور پیاده کردن نقشه طرح، در منطقه جنگلکاری شده چاه آجری، در حوزه جنگلکاری ریجن، واقع در ۱۵ کیلومتری شرق کاشان، جنگلی همسال، که از وضعیت یکنواختی برخوردار بوده و آثار پژمردگی در آن مشهود بود و سن جنگل (a) در آن زمان نه سال بود، برگزیده شد (تصویر شماره ۴). قطعه ۵ هکتاری مذکور به ۲۴ قطعه، هریک به مساحت ۲۱۰۰ متر مربع، طوری تقسیم گردید که بین تمام قطعات ایجاد شده راهرویی به عرض ۳ متر ایجاد شود (نمودار شماره ۱). و بعد کلیه درختان راهروها ریشه‌کن و از منطقه خارج گردید.

۲- برآورد شاخص رشد و سرسبزی قابل انتظار

در کل حوزه جنگلکاری چاه آجری ریجن تعداد ۵۰ اصله درختچه شاداب و سرسبز تاغ که در شرایط استثنایی و یا در معرض رقابت درختچه‌های مجاور نبودند و با درختان قطعه انتخاب شده همسال و شکل آنها با اهداف تثبیت شن مطابقت داشت، انتخاب شدند و بعد ارتفاع (H) و قطر تاج (CD) هریک از درختان بر حسب سانتیمتر اندازه‌گیری و با استفاده از رابطه $(VI=H.CD/1000a)$ ، شاخص رشد درختچه‌ها محاسبه و میانگین اعداد بدست آمده به میزان $VI = 6/2$ ، به عنوان شاخص رشد و سرسبزی قابل انتظار برای درختان نه ساله این منطقه منظور گردید.

۳- تعیین درصد رطوبت اشباع خاک محل اجرای طرح

در قطعه انتخاب شده، تعداد ۵ نیمرخ خاک، هریک به عمق ۱۲۵ سانتیمتر، حفر گردید. پس از اندازه‌گیری ضخامت لایه‌ها، از هریک از لایه‌های نیمرخ، تعدادی نمونه خاک تهیه و پس از عبور از الک ۲ میلیمتری، مقدار ۱۰۰ گرم آن انتخاب و درصد رطوبت اشباع نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. بعد میانگین وزنی درصد رطوبت اشباع خاک هر نیمرخ و پس از آن میانگین پنج نیمرخ به عنوان میانگین وزنی کل درصد رطوبت اشباع خاک عرصه محل اجرای طرح تعیین شد. در جدول شماره ۱، مشخصات خاک در پنج نیمرخ بررسی شده در محل اجرای طرح و محاسبه میانگین وزنی درصد رطوبت اشباع خاک منعکس می‌باشد.

به طوری که ملاحظه می‌شود، درصد رطوبت اشباع عمق صفر تا ۱۲۵ سانتیمتر در کلیه نیمرخهای بررسی شده کمتر از ۴۰٪ و حداکثر اختلاف مشاهده شده ۹/۵ درصد است. با توجه به جدول مذکور، میانگین درصد رطوبت اشباع هر پنج نیمرخ خاک برای عرصه اجرای طرح ۳۱ درصد می‌باشد.

جدول شماره ۱- مشخصات خاک در پنج نیمرخ بررسی شده در محل اجرای طرح
برای محاسبه میانگین وزنی درصد رطوبت اشباع خاک محل .

شماره نیمرخ	عمق لایه (سانتیمتر)	ضخامت لایه (سانتیمتر)	درصد رطوبت اشباع لایه	میانگین وزنی درصد رطوبت اشباع در سراسر نیمرخ
۱	۰-۶	۶	۲۶	۳۵/۷
	۶-۲۳	۱۷	۳۱	
	۲۳-۳۲	۹	۳۴	
	۳۲-۷۰	۳۸	۳۵	
	۷۰-۱۲۵	۵۵	۳۹	
۲	۰-۴۰	۴۰	۲۷	۲۶/۲
	۴۰-۶۷	۲۷	۲۸	
	۶۷-۷۷	۱۰	۲۴	
	۷۷-۱۲۵	۴۸	۲۵	
۳	۰-۸	۸	۲۵	۳۲/۶
	۸-۲۱	۱۳	۲۶	
	۲۱-۳۴	۲۳	۳۱	
	۳۴-۴۹	۱۵	۳۲	
	۴۹-۶۶	۱۷	۳۳	
۴	۰-۱۰	۱۰	۲۵	۲۸/۶
	۱۰-۲۸	۱۸	۳۰	
	۲۸-۵۳	۲۵	۲۲	
	۵۳-۷۴	۲۱	۳۱	
	۷۴-۱۲۵	۵۱	۳۱	
۵	۰-۷	۲۷	۲۶	۳۱/۹
	۷-۳۱	۲۴	۲۹	
	۳۱-۵۱	۲۰	۳۰	
	۵۱-۷۸	۲۷	۲۵	
	۷۸-۱۲۵	۴۷	۳۹	
۳۱		میانگین وزنی کل درصد رطوبت اشباع خاک محل اجرای طرح		

۴- محاسبه انبوهی بهینه و گزینش تیمارها

جنگلکاریهای حوزه چاه آجری ریجن در زمستان سال ۱۳۶۲ انجام شده‌اند. بر اساس آمار هواشناسی ایستگاه سینوپتیک کاشان که نزدیکترین ایستگاه معتبر به محل اجرای طرح است، جمع کل بارندگی دریافتی درختان در طول ۹ سال ۱۰۳۲/۴ میلیمتر و میانگین سالانه آن (Ra) ۱۱۴/۷ میلیمتر می‌باشد. میانگین وزنی درصد رطوبت اشباع لایه‌های خاک تاغکاری محل اجرای طرح نیز، به ترتیبی که در قبل ذکر شد و بر پایه میانگین پنج 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 (VI)، برای درختان نه ساله شاداب در همین منطقه و با استفاده از همان الگوی (مدل) اولیه که بر حسب انبوهی (PD) نوشته شده است (۶)، مقدار انبوهی بهینه به شرح زیر محاسبه شد:

$$\ln PD = \frac{[VI - 48.089 - 1.783\sqrt{(\ln SP)(Ra)}]^2}{\ln SP(16.999)^2}$$

که در آن:

PD = انبوهی بهینه بر حسب اصله در هکتار،

SP = میانگین وزنی درصد رطوبت اشباع خاک در عمق ۱۲۵-۰ سانتیمتری (متوسط ۵ نیمرخ)، ۳۱ درصد،

Ra = بارش متوسط سالانه برای دوره ۹ ساله، ۱۱۴/۷ میلیمتر،

VI = شاخص رشد و سرسبزی قابل انتظار، ۶/۲ واحد.

و از آن جا:

$$\ln PD = ۶/۰۱۷۷, PD = ۴۱۰ \text{ اصله در هکتار}$$

بنابر محاسبه فوق، انبوهی بهینه برای درختان ۹ ساله منطقه اجرای طرح برابر ۴۱۰ اصله در هکتار است. اینک با در دست داشتن انبوهی بهینه محاسبه شده از روی الگوی

آماري، مقادير ۱۰ و ۲۰ درصد کمتر از رقم محاسبه شده، به ترتيب به عنوان تیمارهای شماره ۲ و ۱ و به همین نسبتها بیشتر از رقم محاسبه شده، به ترتيب 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 (جدول شماره ۲).

حداقل مساحت هریک از واحدهای آزمایشی ۲۱۰۰ متر مربع در نظر گرفته شد. این مساحت با توجه به درجه انبوهی تاغکاری محل اجرای طرح (حدود ۵۰۰ اصله در هکتار) به گونه ای تعیین شد تا پس از اجرای تیمارهای تنک کردن، تعداد کافی درخت برای اندازه‌گیری رشد ثانویه درختان در هر واحد آزمایشی باقی بماند. با توجه به موارد فوق، تعداد درخت در واحدهای آزمایشی مربوط به هریک از تیمارهای شماره ۱ تا ۶ به شرح جدول شماره ۲ محاسبه گردید.

ارتفاع و قطر تاج درختان در واحدهای آزمایشی به طور دقیق در پایان فصل رویش سال ۱۳۷۱ اندازه‌گیری و ثبت شد. این اندازه‌گیری در پایان فصل رشد هریک از سالهای آزمایشی، تا پایان مرحله اول اجرای طرح (پنج سال، شامل: پاییز ۷۲، پاییز ۷۳، پاییز ۷۴، پاییز ۷۵ و پاییز ۷۶) تکرار گردید. تمامی اندازه‌گیری‌های مذکور، که در پنج نوبت انجام شده، در جدول الف پیوست ارایه گردیده است.

جدول شماره ۲- تعداد درختچه‌ها در تیمارهای طرح

تیمارها	٪۲۰ کمتر	٪۱۰ کمتر	انبوهی محاسبه شده از روی معادله	٪۱۰ بیشتر	٪۲۰ بیشتر	بدون عملیات تنک کردن (شاهد)
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
تعداد اصله در واحد آزمایشی	۶۹	۷۷	۸۶	۹۵	۱۰۳	۱۱۷
تعداد اصله در هکتار	۳۲۹	۳۶۶	۴۱۰	۴۵۲	۴۹۰	۵۵۷

۵- عملیات اجرایی طرح

پس از انتساب تصادفی تیمارها به واحدهای آزمایشی، در هر تیمار تعداد مورد نیاز درختان نگهداری و درختان اضافی در کلیه تیمارها، با رعایت اولویت حذف نامطلوبترها و رعایت فاصله یکنواخت، نشانه گذاری و شمارش گردید. نمودار شماره ۱ توزیع واحدهای آزمایشی و تعداد درختان حذفی و باقیمانده در هر تیمار را نشان می‌دهد.

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 ۲۱۰۰ متر مربع به ابعاد ۴۲×۵۰ متر می‌باشد.

ارتفاع و قطر تاج درختان حذفی نیز قبل از قطع اندازه‌گیری و ثبت شد. قطع و ریشه‌کشی درختان اضافی در بهمن و اسفند ۱۳۷۱ انجام شد. برای جلوگیری از رشد جست‌ها از محل قطع، روی باقیمانده درخت گازوییل ریخته شد. میزان هیزم بدست آمده از ۵۰ اصله به طور کامل و ۵۰ اصله به تفکیک تنه، شاخه و سرشاخه توزین شد که نتایج این بخش از بررسیها در قالب گزارش جداگانه، ارائه خواهد شد.

					۵۰ متر																										
					↔	↕ ۴۲ متر																									
تکرار ۱	<table border="1"> <tr><td>T₂</td></tr> <tr><td>A=48</td></tr> <tr><td>B=77</td></tr> <tr><td>C=595</td></tr> </table>	T ₂	A=48	B=77	C=595	<table border="1"> <tr><td>T₆</td></tr> <tr><td>شاهد</td></tr> <tr><td>B=108</td></tr> <tr><td>C=514</td></tr> </table>	T ₆	شاهد	B=108	C=514	<table border="1"> <tr><td>T₁</td></tr> <tr><td>A=44</td></tr> <tr><td>B=69</td></tr> <tr><td>C=538</td></tr> </table>	T ₁	A=44	B=69	C=538	<table border="1"> <tr><td>T₃</td></tr> <tr><td>A=40</td></tr> <tr><td>B=86</td></tr> <tr><td>C=600</td></tr> </table>	T ₃	A=40	B=86	C=600	<table border="1"> <tr><td>T₄</td></tr> <tr><td>A=10</td></tr> <tr><td>B=95</td></tr> <tr><td>C=500</td></tr> </table>	T ₄	A=10	B=95	C=500	<table border="1"> <tr><td>T₅</td></tr> <tr><td>A=19</td></tr> <tr><td>B=103</td></tr> <tr><td>C=580</td></tr> </table>	T ₅	A=19	B=103	C=580	
T ₂																															
A=48																															
B=77																															
C=595																															
T ₆																															
شاهد																															
B=108																															
C=514																															
T ₁																															
A=44																															
B=69																															
C=538																															
T ₃																															
A=40																															
B=86																															
C=600																															
T ₄																															
A=10																															
B=95																															
C=500																															
T ₅																															
A=19																															
B=103																															
C=580																															
تکرار ۲	<table border="1"> <tr><td>T₁</td></tr> <tr><td>A=45</td></tr> <tr><td>B=69</td></tr> <tr><td>C=542</td></tr> </table>	T ₁	A=45	B=69	C=542	<table border="1"> <tr><td>T₂</td></tr> <tr><td>A=33</td></tr> <tr><td>B=77</td></tr> <tr><td>C=523</td></tr> </table>	T ₂	A=33	B=77	C=523	<table border="1"> <tr><td>T₅</td></tr> <tr><td>A=17</td></tr> <tr><td>B=103</td></tr> <tr><td>C=571</td></tr> </table>	T ₅	A=17	B=103	C=571	<table border="1"> <tr><td>T₃</td></tr> <tr><td>A=28</td></tr> <tr><td>B=86</td></tr> <tr><td>C=542</td></tr> </table>	T ₃	A=28	B=86	C=542	<table border="1"> <tr><td>T₆</td></tr> <tr><td>شاهد</td></tr> <tr><td>B=117</td></tr> <tr><td>C=557</td></tr> </table>	T ₆	شاهد	B=117	C=557	<table border="1"> <tr><td>T₄</td></tr> <tr><td>A=20</td></tr> <tr><td>B=95</td></tr> <tr><td>C=547</td></tr> </table>	T ₄	A=20	B=95	C=547	
T ₁																															
A=45																															
B=69																															
C=542																															
T ₂																															
A=33																															
B=77																															
C=523																															
T ₅																															
A=17																															
B=103																															
C=571																															
T ₃																															
A=28																															
B=86																															
C=542																															
T ₆																															
شاهد																															
B=117																															
C=557																															
T ₄																															
A=20																															
B=95																															
C=547																															
تکرار ۳	<table border="1"> <tr><td>T₆</td></tr> <tr><td>شاهد</td></tr> <tr><td>B=117</td></tr> <tr><td>C=557</td></tr> </table>	T ₆	شاهد	B=117	C=557	<table border="1"> <tr><td>T₄</td></tr> <tr><td>A=17</td></tr> <tr><td>B=95</td></tr> <tr><td>C=533</td></tr> </table>	T ₄	A=17	B=95	C=533	<table border="1"> <tr><td>T₅</td></tr> <tr><td>A=13</td></tr> <tr><td>B=103</td></tr> <tr><td>C=552</td></tr> </table>	T ₅	A=13	B=103	C=552	<table border="1"> <tr><td>T₁</td></tr> <tr><td>A=50</td></tr> <tr><td>B=69</td></tr> <tr><td>C=566</td></tr> </table>	T ₁	A=50	B=69	C=566	<table border="1"> <tr><td>T₂</td></tr> <tr><td>A=44</td></tr> <tr><td>B=77</td></tr> <tr><td>C=576</td></tr> </table>	T ₂	A=44	B=77	C=576	<table border="1"> <tr><td>T₃</td></tr> <tr><td>A=25</td></tr> <tr><td>B=86</td></tr> <tr><td>C=528</td></tr> </table>	T ₃	A=25	B=86	C=528	
T ₆																															
شاهد																															
B=117																															
C=557																															
T ₄																															
A=17																															
B=95																															
C=533																															
T ₅																															
A=13																															
B=103																															
C=552																															
T ₁																															
A=50																															
B=69																															
C=566																															
T ₂																															
A=44																															
B=77																															
C=576																															
T ₃																															
A=25																															
B=86																															
C=528																															
تکرار ۴	<table border="1"> <tr><td>T₄</td></tr> <tr><td>A=5</td></tr> <tr><td>B=95</td></tr> <tr><td>C=476</td></tr> </table>	T ₄	A=5	B=95	C=476	<table border="1"> <tr><td>T₃</td></tr> <tr><td>A=27</td></tr> <tr><td>B=86</td></tr> <tr><td>C=538</td></tr> </table>	T ₃	A=27	B=86	C=538	<table border="1"> <tr><td>T₆</td></tr> <tr><td>شاهد</td></tr> <tr><td>B=126</td></tr> <tr><td>C=600</td></tr> </table>	T ₆	شاهد	B=126	C=600	<table border="1"> <tr><td>T₂</td></tr> <tr><td>A=27</td></tr> <tr><td>B=77</td></tr> <tr><td>C=495</td></tr> </table>	T ₂	A=27	B=77	C=495	<table border="1"> <tr><td>T₁</td></tr> <tr><td>A=54</td></tr> <tr><td>B=69</td></tr> <tr><td>C=585</td></tr> </table>	T ₁	A=54	B=69	C=585	<table border="1"> <tr><td>T₅</td></tr> <tr><td>A=18</td></tr> <tr><td>B=103</td></tr> <tr><td>C=576</td></tr> </table>	T ₅	A=18	B=103	C=576	
T ₄																															
A=5																															
B=95																															
C=476																															
T ₃																															
A=27																															
B=86																															
C=538																															
T ₆																															
شاهد																															
B=126																															
C=600																															
T ₂																															
A=27																															
B=77																															
C=495																															
T ₁																															
A=54																															
B=69																															
C=585																															
T ₅																															
A=18																															
B=103																															
C=576																															
	↔ ۳۲۰ متر																														

مساحت کل طرح ۵/۸۳۵ هکتار، مساحت راهروها ۷۹۵۰ متر مربع
 مساحت خالص عرصه اجرای طرح ۵۰۴۰۰ متر مربع = (۴ تکرار) × (۶ تیمار) × (۴۲ متر × ۵۰ متر)
 A = تعداد درختچه‌های حذف شده از هر واحد آزمایشی، B = تعداد درختچه‌های باقیمانده در هر واحد آزمایشی، C = انبوهی اولیه در هکتار، Pi = محل حفر نیم‌رخ خاک.

نمودار شماره ۱ - چگونگی توزیع واحدهای آزمایشی، مشخصات تیمارها و محل‌های نمونه‌برداری از خاک محل اجرای طرح ملی تحقیق در بهینه‌سازی انبوهی جنگلکاریهای تاغ، کاشان.

۶- پردازش داده‌ها

در پایان پنجمین سال اجرای طرح (پایان مرحله اول)، از تفاضل میانگین اندازه‌گیریهای اولیه درختان در ابتدای اجرای طرح و همان اندازه‌گیریها در پنج سال بعد، میانگین رشد پنجساله ارتفاع (H) و قطر تاج (CD) درختان واحدهای آزمایشی طرح تعیین شد. قابل 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.

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؛ بعد 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 در اصل 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 به طور متوسط ۴۰ درصد بیشتر از رشد ارتفاع است. از این رو، به منظور احتساب این اهمیت در محاسبه شاخص رشد عمومی درختان، به پیشنهاد هماهنگ کننده طرح، حاصلضرب ارتفاع در مربع قطر تاج درختان $[H.(CD)^2]$ ، در ابتدا و انتهای دوره آزمایش محاسبه و تفاوت آن دو « $\Delta [H.(CD)^2]$ » به عنوان شاخص رشد عمومی درختان در تیمارهای مختلف محاسبه و مورد تجزیه و تحلیل ترسیمی و آماری قرار گرفت.

۷- نتایج

میزان ارتفاع و قطر تاج درختان از ابتدای اجرای طرح و پس از آن تا پایان فصل رویش (پاییز)، به مدت پنج سال پیاپی اندازه‌گیری شد و میانگین اندازه‌های هر واحد آزمایشی در جدول الف پیوست ارایه شده است. نتایج بررسی ارقام بدست آمده از این تحقیق به شرح زیر است:

۷-۱- تأثیر تیمارهای تنک کردن بر میزان رشد ارتفاعی درختچه‌های تاغ

میانگین اندازه اولیه ارتفاع درختان و میانگین اندازه آنها پنج سال پس از تنک کردن، در واحدهای مختلف آزمایشی، در جدولهای «ب» و «ج» پیوست ارایه 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 ۳ ارایه شده است.

جدول شماره ۳- میانگین درصد رشد پنجساله ارتفاع درختان تاغ نسبت به اندازه اولیه در تیمارهای مختلف.

تیمارها تکرارها	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
R ₁	۳۰/۹	۶۷/۲	۶/۴	۴۲/۸	۴۹/۹	۱۴/۶
R ₂	۲۰/۰	۳۷/۲	۲۴/۴	۲۵/۰	۶۷/۵	۶/۵
R ₃	۴۳/۶	۶۳/۳	۵۶/۷	۳۵/۸	۷۲/۸	۸/۴
R ₄	۵۹/۵	۶۶/۳	۶۷/۲	۱۴۱/۲	۵۶/۴	۹/۴
جمع تکرارها	۱۵۴/۰	۲۲۴/۰	۲۰۸/۷	۲۴۴/۸	۲۴۶/۶	۳۸/۹
میانگین تکرارها	۳۸/۵	۵۶/۰	۵۲/۲	۶۱/۲	۶۱/۷	۹/۷

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 ۵ و کمترین آن در تیمار شماره ۶ (شاهد) رخ داده است.

تجزیه و تحلیل آماری درصد رشد پنجساله ارتفاع درختچه های تاغ، نسبت به اندازه اولیه در تیمارهای مختلف که در جدول شماره ۴ ارائه شده است، نشان می دهد که اختلاف تیمارهای این آزمایش در سطح ۵ درصد معنی دار است.

مقایسه میانگین های درصد رشد پنجساله ارتفاع درختان نسبت به اندازه اولیه در تیمارهای مختلف که به روش دانکن انجام شد، نشان می دهد که تیمارهای ۱ تا ۴ در یک گروه (A) و تیمار شماره ۶ در گروه (B) و تیمار شماره ۵ در گروه بینابین دو گروه (AB) قرار می گیرند. به عبارت دیگر به لحاظ درصد رشد ارتفاع نسبت به اندازه اولیه، تفاوت معنی داری بین تیمارهای ۱ تا ۴ وجود ندارد، ولی اختلاف این چهار تیمار با تیمار شاهد معنی دار است. اختلاف تیمار شماره ۵ از یک سو با تیمارهای شماره ۱ الی ۴ و از سوی دیگر با تیمار شاهد معنی دار نیست.

جدول شماره ۴- تجزیه واریانس درصد رشد پنجساله ارتفاع درختان تاغ نسبت به اندازه

اولیه در تیمارهای مختلف.

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F	P(احتمال)
تکرار	۳	۴۴۲۵/۷۷۷	۱۴۷۵/۲۵۹	۲/۸۷۶۴	۰/۰۷۱۰
تیمار	۵	۷۹۳۸/۴۷۳	۱۵۸۷/۶۹۵	۳/۰۹۵۶*	۰/۰۴۰۷
اشتباه	۱۵	۷۶۹۳/۲۵۶	۵۱۲/۸۸۴	-	-

$$CV = ۲۸/۶۵\%$$

* معنی دار در سطح ۵ درصد

۷-۲- تأثیر تیمارهای تنک کردن بر میزان رشد تاج درختچه‌های تاغ

میانگین اندازه اولیه قطر تاج درختان و میانگین اندازه آنها پنج سال پس از تنک کردن، در واحدهای مختلف آزمایشی، در جدولهای «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 ۵ ارائه شده است.

جدول شماره ۵- میانگین درصد رشد پنجساله قطر تاج درختان تاغ نسبت به اندازه اولیه در تیمارهای مختلف.

تیمارها تکرارها	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
R ₁	۶۰/۹	۵۷/۵	۶۴/۶	۵۴/۴	۵۴/۷	۱۱/۴
R ₂	۴۲/۴	۶۵/۵	۴۴/۸	۵۷/۶	۸۷/۴	۲۵/۱
R ₃	۴۸/۸	۴۹/۴	۹۸/۷	۶۰/۵	۸۱/۵	۱۵/۸
R ₄	۴۵/۲	۶۰/۴	۳۸/۹	۸۳/۵	۸۸/۴	۱۸/۷
جمع تکرارها	۱۹۷/۳	۲۳۲/۸	۲۴۷/۰	۲۵۶/۰	۳۱۰/۰	۷۱/۰
میانگین تکرارها	۴۹/۳	۵۸/۲	۶۱/۸	۶۴/۰	۷۷/۵	۱۷/۸

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 ۵ و کمترین آن در تیمار شماره ۶ 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.

تجزیه و تحلیل آماری درصد رشد پنجساله قطر تاج درختان تاغ که در جدول شماره ۶ ارائه گردیده است، نشان می‌دهد که تفاوت‌های فاحش موجود بین تیمارهای طرح، به ویژه در قیاس با شاهد، در سطح ۱٪ معنی دار است.

مقایسه میانگین درصد رشد پنجساله قطر تاج درختان تیمارهای مختلف نسبت به اندازه اولیه که به روش دانکن انجام شد، نشان می‌دهد که تیمارهای شماره ۲ الی ۵ در یک گروه (A)، تیمار شماره ۶ در گروه (B) و تیمار شماره ۱ در گروه بینابین دو گروه قبلی (AB) قرار می‌گیرند. به عبارت دیگر، به لحاظ درصد رشد تاج نسبت به اندازه اولیه، تفاوت معنی داری بین تیمارهای شماره ۲ الی ۵ وجود ندارد، ولی اختلاف این چهار تیمار با تیمار شاهد معنی دار است؛ اختلاف تیمار شماره ۱ از یک سو با تیمارهای شماره ۲ الی ۵ و از سوی دیگر با تیمار شاهد معنی دار نیست.

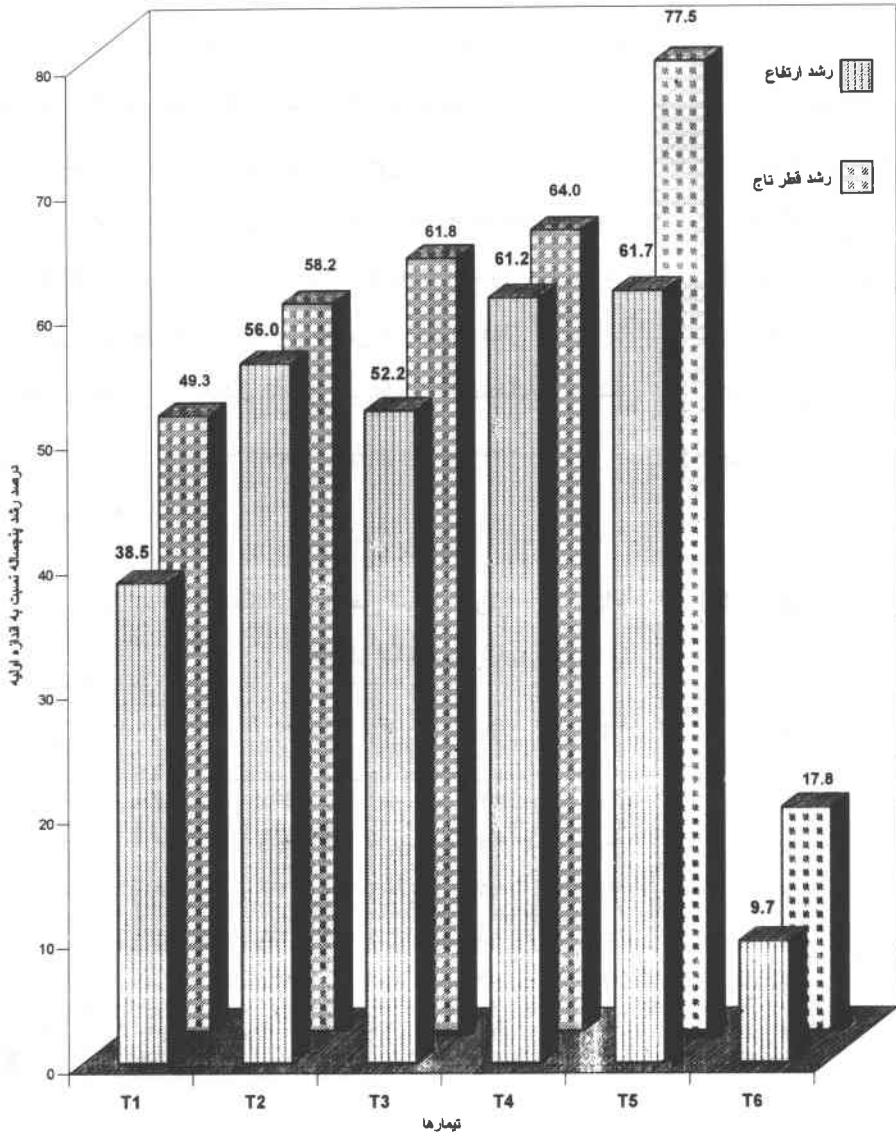
جدول شماره ۶- تجزیه واریانس درصد رشد پنجساله قطر تاج درختان تاغ به نسبت اندازه اولیه در تیمارهای مختلف.

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F	P(احتمال)
تکرار	۳	۲۴۸/۵۸۱	۸۲/۸۶۰	۰/۳۳۲۱ ^{ns}	-
تیمار	۵	۸۲۴۹/۱۸۳۲	۱۶۴۹/۹۶۶	۶/۶۱۳۸ ^{**}	۰/۰۰۰۱۹
اشتباه	۱۵	۳۷۴۲/۰۸۶	۲۴۹/۴۷۲	-	-

ns - اختلاف معنی دار نیست ** - معنی دار در سطح یک درصد CV = ۲۸/۸۵

۳-۷- تأثیر تیمارهای تنک کردن بر میزان رشد عمومی درختان تاغ

همان طور که در قسمت شیوه پردازش داده‌ها بیان شد، ارزیابی رشد عمومی درختان، به ویژه در شرایط آزمون کارایی تیمارهای مختلف تنک کردن که موضوع این تحقیق می‌باشد، مستلزم تلفیق هر دو عامل رشد (ارتفاع و قطر تاج) است؛ زیرا چنین



نمودار شماره ۲- میانگین درصد رشد پنجساله ارتفاع و قطر تاج درختچه‌های تاغ نسبت به اندازه اولیه در تیمارهای مختلف.

شرایطی موجب تفوق رشد تاج نسبت به رشد ارتفاع شده و درجه این برتری 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 می نمود. برای این منظور و به دنبال آزمون و خطا، حاصلضرب ارتفاع در مربع قطر تاج درختان $[H(CD)^2]$ بر حسب متر به عنوان شاخص اندازه عمومی درختان برگزیده شد و مبنای ادامه بررسیهای عددی در این بخش از تحقیق قرار گرفت. بر این مبنای میانگین شاخص اندازه عمومی درختان تاغ در هریک از واحدهای آزمایشی، برای ابتدا و انتهای دوره پنجمساله اول آزمایش محاسبه گردید و مقادیر محاسبه شده در جدولهای شماره ۷ و ۸، آرایه گردیده است.

جدول شماره ۷- میانگین شاخص اندازه عمومی درختان تاغ در تیمارهای مختلف، قبل از تنک کردن (پاییز ۷۱).

تیمارها تکرارها	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
R ₁	۲/۶	۳/۶	۳/۲	۳/۷	۳/۸	۱/۸
R ₂	۶/۳	۳/۱	۵/۷	۲/۵	۲/۲	۲/۷
R ₃	۴/۹	۴/۱	۱/۹	۴/۴	۳/۳	۳/۴
R ₄	۵/۹	۶/۵	۴/۸	۳/۱	۴/۷	۲/۶
جمع تکرارها	۱۹/۷	۱۷/۳	۱۵/۶	۱۳/۷	۱۴/۰	۱۰/۵
میانگین تکرارها	۴/۹	۴/۳	۳/۹	۳/۴	۳/۵	۲/۶

جدول شماره ۸- میانگین شاخص اندازه عمومی درختان تاغ در تیمارهای مختلف، پنجسال پس از تنک کردن (پاییز ۷۶).

تیمارها تکرارها	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
R ₁	۸/۷	۴/۸	۱۳/۸	۱۲/۴	۱۳/۳	۲/۵
R ₂	۱۵/۲	۱۰/۸	۱۴/۹	۷/۶	۱۲/۸	۴/۶
R ₃	۱۵/۵	۱۴/۹	۱۱/۵	۱۵/۳	۱۸/۶	۵/۰
R ₄	۱۷/۶	۲۷/۶	۱۵/۴	۲۵/۲	۲۶/۳	۴/۱
جمع تکرارها	۵۷/۰	۶۸/۱	۵۵/۶	۶۰/۵	۷۱/۰	۱۶/۲
میانگین تکرارها	۱۴/۳	۱۷/۰	۱۳/۹	۱۵/۱	۱۷/۸	۴/۱

از تفاضل میانگین شاخص اندازه عمومی درختان تاغ واحدهای آزمایشی در دو مقطع زمانی فوق، میانگین رشد شاخص اندازه عمومی درختان در واحدهای آزمایشی بدست آمد (جدول شماره ۹). بر پایه ارقام جدولهای شماره ۷ و ۹، میانگین « درصد » رشد پنجساله شاخص اندازه عمومی درختان به نسبت شاخص اندازه عمومی اولیه محاسبه و در جدول شماره ۱۰ آرایه شده است.

جدول شماره ۹- میانگین میزان رشد شاخص اندازه عمومی درختان تاغ در تیمارهای مختلف، پنجسال پس از تنک کردن.

تیمارها تکرارها	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
R ₁	۶/۱	۱۱/۲	۱۰/۶	۸/۷	۹/۵	۰/۷
R ₂	۸/۹	۷/۷	۹/۲	۵/۱	۱۰/۶	۱/۹
R ₃	۱۰/۶	۱۰/۸	۹/۶	۱۱/۴	۱۵/۳	۱/۶
R ₄	۱۱/۷	۲۱/۱	۱۰/۶	۲۲/۱	۲۱/۶	۱/۵
جمع تکرارها	۳۷/۳	۵۰/۸	۴۰/۰	۴۷/۳	۵۷/۰	۵/۷
میانگین تکرارها	۹/۳	۱۲/۷	۱۰/۰	۱۱/۸	۱۴/۳	۱/۴

جدول شماره ۱۰- میانگین درصد رشد شاخص اندازه عمومی درختان تاغ نسبت به اندازه اولیه در تیمارهای مختلف، پنجسال پس از تنک کردن.

تیمارها تکرارها	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
R1	۲۳۴/۶	۳۱۱/۱	۳۳۱/۳	۲۳۵/۱	۲۵۰/۰	۳۸/۹
R2	۱۴۱/۳	۲۴۸/۴	۱۶۱/۴	۲۰۴/۰	۴۸۱/۸	۷۰/۴
R3	۲۱۶/۳	۲۶۳/۴	۵۰۵/۳	۲۵۹/۱	۴۶۳/۶	۴۷/۱
R4	۱۹۸/۳	۳۲۴/۶	۲۲۰/۸	۷۱۲/۹	۴۵۹/۶	۵۷/۷
جمع تکرارها	۷۹۰/۵	۱۱۴۷/۵	۱۲۱۸/۸	۱۴۱۱/۱	۱۶۵۵/۰	۲۱۴/۱
میانگین تکرارها	۱۹۷/۶	۲۸۶/۹	۳۰۴/۷	۳۵۲/۸	۴۱۳/۸	۵۳/۵

در نمودار شماره ۳، تفاوت‌های شاخص اندازه عمومی درختان تاغ در ابتدا و انتهای دوره پنجساله آزمون (پاییز ۱۳۷۱ تا پاییز ۱۳۷۶)، به صورت میانگین تیمارهای مختلف ارایه شده است. این نمودار نشان می‌دهد که میانگین اندازه اولیه درختان در کلیه تیمارها به نسبت مشابه بوده و تفاوت‌های چندانی نداشته‌اند؛ در حالی که پنجسال پس از تنک کردن، اختلاف‌هایی فاحش و تاحدودی جهت دار در راستای مبانی نظری این آزمون در آنها ظاهر شد که نکته ای در خور توجه است.

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 در تیمار شماره ۵ و پس از آن در تیمار شماره ۴ رخ داده و کمترین شدت رشد مربوط به تیمار شاهد است. شدت رشد تیمار شماره ۵ قریب ۸ برابر شدت رشد تیمار شاهد است. تصویر ۵ تیمار شماره ۵ را پنجسال پس از تنک کردن نشان می‌دهد.

تجزیه و تحلیل آماری درصد رشد پنجساله شاخص اندازه عمومی درختان به نسبت شاخص اندازه عمومی اولیه آنها که در جدول شماره ۱۱ ارایه شده است، نشان می‌دهد که تفاوت بین تیمارها در سطح ۵٪ معنی‌دار است.

نتایج مقایسه میانگین تیمارها از نظر درصد رشد پنجساله شاخص اندازه عمومی درختان که به روش دانکن انجام شد در جدول شماره ۱۲ خلاصه شده است. بررسی جدول شماره ۱۲ نشان می‌دهد که تیمار شماره ۵ به عنوان برترین تیمار تنک کردن، در ردیف مستقل (A) و تیمار شاهد به عنوان نامساعدترین تیمار، در ردیف مستقل (C) قرار می‌گیرد و تفاوت این دو تیمار کاملاً فاحش و معنی‌دار است؛ تیمارهای شماره ۲ الی ۴ در گروه بینابین (AB) و تیمار شماره ۱ در ردیف بینابین (BC)، با داشتن حروف مشترک، از دو طرف با تیمارهای مجاور اختلاف فاحش و معنی‌دار ندارند.

جدول شماره ۱۱- تجزیه واریانس درصد رشد شاخص اندازه عمومی درختان تاغ به نسبت اندازه اولیه در تیمارهای مختلف، پنجسال پس از تنک کردن.

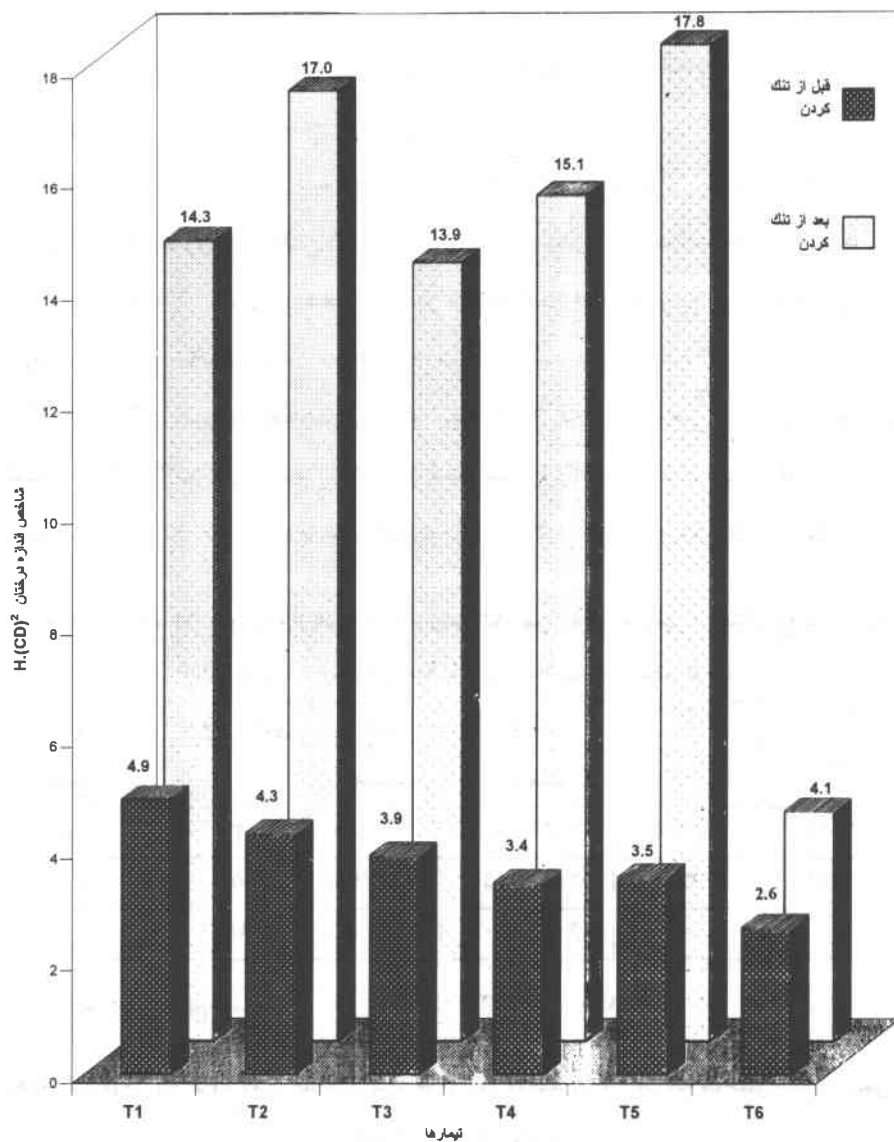
P (احتمال)	F	میانگین مربعات	مجموع مربعات	درجه آزادی	منابع تغییرات
۰/۴۱۹۵	۱/۰۰۰۹	۱۶۰۳۸/۶۸۰	۴۸۱۱۶/۰۳۹	۳	تکرار
۰/۰۱۵۹	۴/۰۴۸۰*	۶۴۸۶۷/۹۳۵	۳۲۴۳۳۹/۶۷۵	۵	تیمار
-	-	۱۶۰۲۴/۸۱۰	۲۴۰۳۷۲/۱۵۱	۱۵	اشتباه

$$CV = ۴۷/۲۰ \%$$

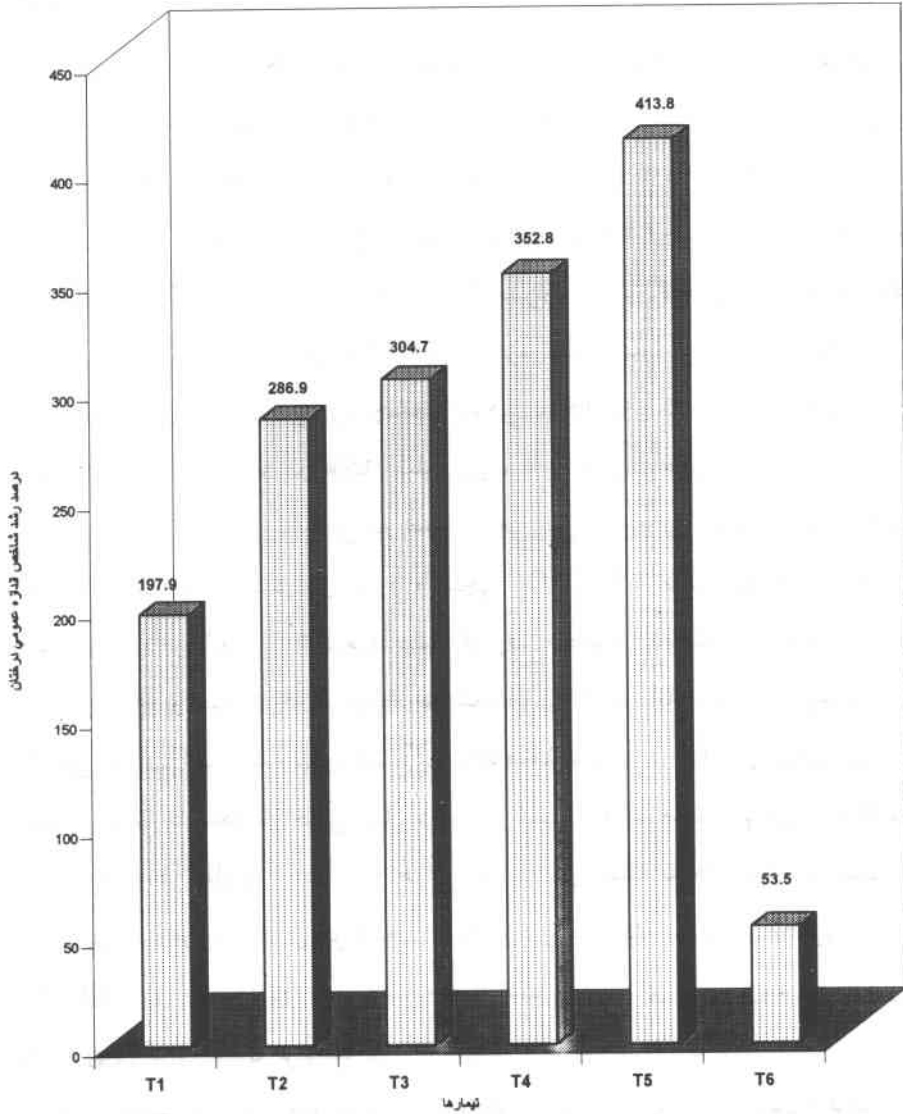
*- معنی‌دار در سطح ۵ درصد

جدول شماره ۱۲- گروه بندی میانگین تیمارها از نظر درصد رشد پنجساله شاخص اندازه عمومی درختان به روش دانکن.

T ₆	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	شماره تیمار
۵۳/۳	۱۹۷/۶	۲۸۶/۹	۳۰۴/۷	۳۵۲/۸	۴۱۳/۸	میانگین تیمار
C	BC	AB	AB	AB	A	علامت گروه



نمودار شماره ۳- میانگین شاخص اندازه عمومی درختان قبل از تنک کردن و پنجسال بعد از آن در تیمارهای مختلف.



نمودار شماره ۴- میانگین درصد رشد اندازه عمومی درختچه‌های تاغ، پنجسال پس از تنک کردن، نسبت به اندازه اولیه در تیمارهای مختلف.

بحث

بر مبنای تجزیه و تحلیل آماری داده‌های طرح، تفاوت‌های موجود در میان تیمارهای مختلف از نظر درصد رشد پنجساله ارتفاع درختان تاغ (جدول شماره ۴)، و درصد رشد پنجساله شاخص اندازه عمومی درختان (جدول شماره ۱۱)، فاحش بوده و در مورد درصد رشد پنجساله قطر تاج درختان (جدول شماره ۶) خیلی فاحش است.

بررسیهای ترسیمی و مقایسه میانگین‌ها همواره برتری فاحش رشد همه جانبه درختان در واحدهای آزمایشی تنک شده، به ویژه تیمار شماره ۵، نسبت به شاهد را به خوبی نشان می‌دهد. از این رو، چنانچه انبوهی تاغکاریهای مشابه در منطقه کاشان به سطح ۲۸۰ تا ۴۹۰ اصله در هکتار تقلیل یابد، تأثیر قابل توجهی در افزایش رشد و سرسبزی آنها خواهد داشت. این درجات انبوهی بین ۱۰ درصد کمتر از رقم محاسبه شده از روی معادله پیشنهادی مورد واسنجی (۵) تا ۲۰ درصد بیشتر از آن بوده و بهترین نتیجه در انبوهی ۲۰ درصد بیشتر از رقم محاسبه شده بدست آمده است. در تحقیقی مشابه و همزمان که در یزد انجام شده است (۷)، بر پایه تحلیلی ترسیمی، نتایج مشابهی بدست آمد و تفاوت‌های چشمگیر ابعاد مختلف رشد درختان در تیمارهای تنک شده در قیاس با شاهد به خوبی نشان داده شده است. البته درجات انبوهی بهینه کاشان و یزد، به خاطر تفاوت زیاد آب و هوایی در این دو منطقه به کلی متفاوت است. به طور کلی، نتایج این تحقیق نیز صحت و دقت کاربرد معادله پیشنهادی مذکور را برای تنک کردن بهینه تاغکاریها و ضرورت حتمی تنک کردن برای بهبود رشد و سرسبزی تاغکاریهای کشور نشان می‌دهد.

نکته مهم دیگری که از نتایج این پژوهش بدست می‌آید، کمتر بودن شدت رشد تاج یا شدت رشد عمومی درختان در شرایط انبوهی کمتر از رقم بهینه (T_3) است؛ زیرا این تیمارها، به ویژه تیمار شماره یک، با شدت بیشتری تنک شدند و انتظار

می‌رفت که با گسترش بیشتر فضای رشد و کاهش فزونتر رقابت میان درختان، شدت رشد بیشتری داشته باشند؛ ولی در عمل نشان داده شد که، اگرچه شدت رشد چنین تیمارهایی بسیار بیشتر از شاهد است، مقدار آن از دیگر تیمارها، به ویژه تیمار شماره ۵، کمتر است. در توجیه این نتیجه چنین به نظر می‌رسد که با افزایش فوق العاده فاصله میان درختچه‌ها (تنک کردن شدید)، بخشی از ذخیره رطوبت خاک در فواصل میان آنها در اثر دریافت تشعشع زیاد تبخیر گردیده و از دسترس درختان خارج می‌گردد. علت آن است که توسعه افقی ریشه تاغ، بر خلاف درختچه اسکنبیل، محدود به سایه انداز درختچه است. از سوی دیگر، به علت بازتر شدن فضای میان درختچه‌ها، سطح بیشتری از تاج پوشش در معرض تشعشع و بادزدگی و سرانجام تبخیر شدید تر قرار می‌گیرد. جالب این که در یزد نیز (۷) تنک کردن شدید تاغکاریها، اگرچه رشد درختان نسبت به شاهد را بسیار فزونی می‌بخشد، مزیت کمتری نسبت به درجه بهینه انبوهی ویژه شرایط یزد دارد.

در توضیح علت بزرگ بودن ضرایب تغییرات داده‌های این آزمون گفتنی است که یکی از عوامل اصلی و بسیار موثر در این آزمون، ویژگیهای بافت خاک در عمق ۱۲۵ - ۰ سانتیمتری است. کوششهای بعمل آمده برای محدود کردن غیر یکنواختی بافت خاک، که به‌طور معمول در عرصه‌های بزرگ قابل انتظار است، سبب شد تا عرصه اجرای طرح از ۱۱ هکتار به ۵/۸ هکتار تقلیل یابد؛ با این حال، نتایج بدست آمده نشان داد که کاربست این تدبیر نیز برای محدود نگاه داشتن غیر یکنواختی بافت خاک موثر نبوده است. از این رو، شایسته است که مجریان طرحهای اجرایی پرورش تاغزارهای دست کاشت و تاغکاریها برای آگاهی از وضعیت خاک عرصه مورد نظر، 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.

شایان ذکر است که این رشته از تحقیقات پشاهنگ، به عمد در تاغکاریهایی انجام شد که از انبوهی به ظاهر متناسب حدود ۵۰۰ اصله در هکتار (۴۷۶ تا ۶۰۰ اصله در هکتار در کاشان) برخوردارند، در حالی که توده‌های بسیار انبوه تاغکاری تا مرز ۱۵۰۰ اصله در هکتار نیز در منطقه کاشان وجود دارد که ضرورت تنک کردن آنها قطعیت بیشتری داشته و به یقین نتایج مطلوبتری در بهبود رشد و سرسبزی درختان و بقای توده دست کاشت تاغ خواهد داشت.

کاهش انبوهی توده‌های تاغکاری، چنانچه بر پایه نتایج این تحقیق انجام شود، شدت رشد تاج درختچه‌ها را افزایش داده و کم شدن انبوهی را که ممکن است سبب نگرانی مجریان طرحهای تثبیت شن و بیابان زدایی گردد، به سرعت جبران خواهد کرد؛ پدیده مثبتی که علاوه بر دارا بودن امتیاز فوق، امکان چرای مستقیم گوسفند و بز را نیز فراهم می نماید، زیرا تغذیه مستقیم دامهای کوچک از درختانی که دارای تاج کوتاه، ولی گسترده هستند آسانتر از درختانی است که ارتفاع زیادی دارند. ترکیب اصلی دامهای اهالی نیز گوسفند و بز است.

توصیه‌ها

- ۱- در زمان کاشت تاغ در منطقه کاشان، علاوه بر درجه بهینه انبوهی بدست آمده از این تحقیق، میزان خسارات مربوط به آفات و بیماریها و به ویژه ضرورت تأمین تاج پوشش کافی برای تثبیت شن در ابتدای کار منظور شود.
- ۲- از کاشت تاغ با انبوهی بیش از ۴۹۰ اصله در هکتار در بیابانهای کاشان خودداری شود.
- ۳- از زمانی که درختان تاغ به بذر می‌نشینند، به منظور جلوگیری از رشد بذرهایی که پای درختان و در فاصله بین آنها ریخته می‌شود، با اعمال مدیریت پرورشی، از انبوهی بیش از ۴۹۰ اصله در هکتار جلوگیری بعمل آید.
- ۴- به منظور اعمال مدیریت صحیح موضوع بند ۳ این توصیه، با اجرای عملیات چرای دام به صورت موقت، از رشد بذره‌های سبز شده جلوگیری بعمل آید.
- ۵- لازم است بر اساس نتایج بدست آمده از این پژوهش، انبوهی تاغکاریهای کاشان را به حدود ۲۸۰ تا ۴۹۰ اصله در هکتار تقلیل داد.
- ۶- با تبدیل درختان حذفی به ذغال، بخشی از سوخت مورد نیاز بیابان نشینان تأمین و سرسبزی مجدد به تاغکاریها باز می‌گردد و از این طریق اشتغال فراوانی نیز برای بیابان نشینان فراهم می‌شود. بدیهی است که برای پرهیز از تخریب شدن توده‌های تاغکاری به هنگام تنک کردن، اعمال نظارت دقیق توسط دستگاه مسئول تثبیت شن کشور ضروری است.

منابع

- ۱- بابایی فینی، ام السلمه. ۱۳۷۱. توان طبیعی شهرستان کاشان. پایان نامه فوق لیسانس دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه تهران.
- ۲- خلیلی، علی، سهراب حجام و پرویز ایران نژاد. ۱۳۷۰. طرح جامع آب کشور، شناخت اقلیمی ایران، جلد چهارم. شرکت مهندسین مشاور جاماب وابسته به وزارت نیرو.
- ۳- رهبر، اسماعیل، مسعود عبدی و اسدالله معتمد. ۱۳۵۶. گزارش مقدماتی بررسی علل پژمرده شدن تاغزارهای دست کاشت. سومین کنفرانس بررسی مسایل حفاظت خاک و آبخیزداری. سازمان جنگلها و مراتع کشور.
- ۴- رهبر، اسماعیل. ۱۳۶۴. تاثیر انبوهی و بارندگی روی رشد و سرسبزی تاغزارهای دست کاشت. نشریه شماره ۴۳. مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع.
- ۵- رهبر، اسماعیل. ۱۳۶۶. اثر توأم پاره ای 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- زارع زاده، عباس و اسماعیل رهبر. ۱۳۷۸. تحقیق در بهینه سازی انبوهی جنگلکاریهای تاغ در استان یزد، گزارش نتایج پنجساله اول طرح ملی و پیشاهنگ. تحقیقات مرتع و بیابان، جلد ۱ ص ۱۶۷-۱۳۱. نشریه شماره ۲۱۸. مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع.
- ۸- محمدی، منصور، علی خلدبرین و غلامحیدر کیانی. ۱۳۶۵. دستورالعمل مقدماتی تهیه طرحهای جامع پرورش تاغزارها. سازمان جنگلها و مراتع کشور.

پیوستہا

جدول پیوست ب - میانگین ارتفاع درختان تاغ قبل از تنک کردن در پاییز سال ۱۳۷۱، به سانتیمتر.

تیمارها تکرارها	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
R ₁	۱۲۴/۱	۱۳۱/۱	۱۲۶/۹	۱۲۶/۷	۱۳۱/۱	۱۱۹/۶
R ₂	۱۶۶/۱	۱۵۰/۸	۱۷۷/۷	۱۲۸/۳	۱۳۷/۹	۱۳۶/۱
R ₃	۱۵۵/۲	۱۲۶/۶	۱۲۶/۲	۱۶۵/۸	۱۳۹/۹	۱۴۰/۶
R ₄	۱۵۰/۷	۱۴۹/۳	۱۳۷/۳	۱۲۶/۵	۱۴۶/۴	۱۵۰/۷
جمع تکرارها	۵۹۶/۱	۵۵۷/۸	۵۶۸/۱	۵۴۷/۳	۵۵۵/۳	۵۴۷/۰
میانگین تکرارها	۱۴۹/۰	۱۳۹/۵	۱۲۴/۰	۱۳۶/۸	۱۳۸/۸	۱۳۶/۸

جدول پیوست ج - میانگین ارتفاع درختان تاغ پنجسال پس از تنک کردن در پاییز سال ۱۳۷۶، به سانتیمتر.

تیمارها تکرارها	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
R ₁	۱۶۲/۴	۲۱۹/۲	۲۰۳/۶	۱۸۰/۹	۱۹۶/۵	۱۳۷/۰
R ₂	۱۹۹/۳	۱۹۱/۸	۲۲۱/۰	۱۶۰/۴	۲۳۱/۰	۱۴۵/۰
R ₃	۲۲۲/۹	۲۰۶/۷	۱۹۷/۷	۲۲۵/۲	۲۴۱/۸	۱۵۳/۴
R ₄	۲۱۱/۴	۲۴۸/۳	۲۲۹/۵	۳۰۵/۱	۲۲۹/۰	۱۶۴/۹
جمع تکرارها	۷۹۶/۰	۸۶۶/۰	۸۵۱/۸	۸۷۱/۶	۸۹۸/۳	۵۹۹/۳
میانگین تکرارها	۱۹۹/۰	۲۱۶/۵	۲۱۳/۰	۲۱۷/۹	۲۲۴/۶	۱۴۹/۸

جدول پیوست د: میانگین قطر تاج درختان تاغ قبل از تنک کردن
در پاییز سال ۱۳۷۱، به سانتیمتر.

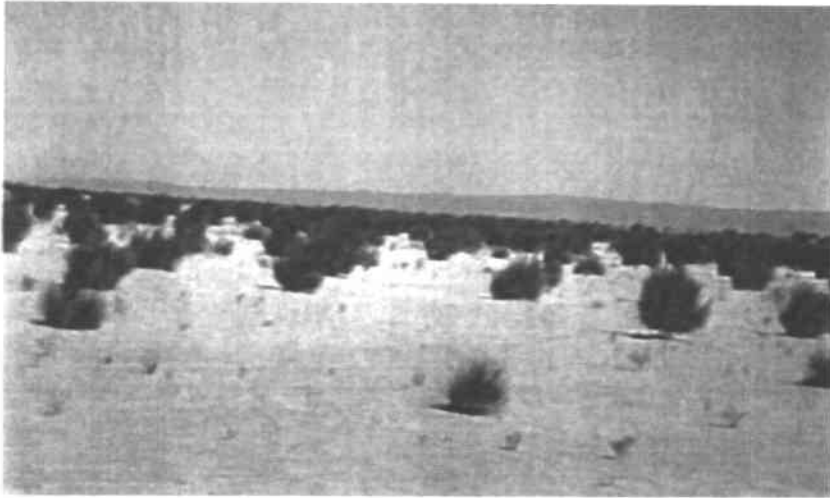
تیمارها تکرارها	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
R ₁	۱۴۴/۱	۱۶۵/۱	۱۵۸/۱	۱۶۹/۷	۱۷۰/۵	۱۲۱/۰
R ₂	۱۴۹/۱	۱۲۳/۶	۱۷۹/۱	۱۳۸/۱	۱۲۵/۸	۱۴۱/۰
R ₃	۱۷۷/۰	۱۷۹/۵	۱۲۱/۳	۱۶۲/۶	۱۵۲/۷	۱۵۶/۴
R ₄	۱۹۸/۵	۲۰۷/۹	۱۸۶/۴	۱۵۶/۶	۱۷۹/۸	۱۳۲/۰
جمع تکرارها	۷۱۳/۷	۶۹۶/۱	۶۴۴/۹	۶۲۷/۰	۶۲۸/۸	۵۵۱/۰
میانگین تکرارها	۱۷۸/۴	۱۷۴/۰	۱۶۱/۲	۱۵۶/۸	۱۵۷/۲	۱۳۷/۸

جدول پیوست ه: میانگین قطر تاج درختان تاغ پنجسال پس از تنک کردن
در پاییز سال ۱۳۷۶، به سانتیمتر.

تیمارها تکرارها	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
R ₁	۲۳۱/۸	۲۶۰/۰	۲۶۰/۱	۲۶۲/۰	۲۶۰/۳	۱۳۴/۸
R ₂	۲۷۶/۴	۲۳۷/۶	۲۵۹/۴	۲۱۷/۶	۲۳۵/۷	۱۷۷/۵
R ₃	۲۶۳/۳	۲۶۸/۱	۲۴۱/۰	۲۶۰/۹	۲۷۷/۲	۱۸۱
R ₄	۲۸۸/۲	۳۳۳/۵	۲۵۸/۹	۲۸۷/۳	۳۳۸/۸	۱۵۶/۷
جمع تکرارها	۱۰۵۹/۷	۱۰۹۹/۲	۱۰۱۹/۴	۱۰۲۷/۸	۱۱۲۰/۰	۶۵۰/۱
میانگین تکرارها	۲۶۴/۹	۲۷۴/۸	۲۵۴/۹	۲۵۷/۰	۲۷۸/۰	۱۶۲/۵



تصویر شماره ۱- زادآوری طبیعی و انبوه تاغ در تپه‌های شنی. این پدیده در غیاب مدیریت پرورشی، سبب افزایش انبوهی به میزانی فراتر از توان رویشی محدود بیابان شده و سرانجام پژمردگی و خشکی درختان را در پی خواهد داشت (کاشان ۱۳۶۹).



تصویر شماره ۲- تاغکاریهای بیابان سیازگه در شرق کاشان؛ در این محل تناسب بین انبوهی و عوامل محیطی، به ویژه درجه سنگینی بافت خاک، وجود دارد و در نتیجه درختان شاداب و سرسبز هستند (۱۳۷۵).



تصویر شماره ۳- تاغکاریهای بیابان جنوب بیابان چاله انبار در شرق کاشان، به علت انبوهی متناسب با عوامل محیطی درختان شاداب و سرسبز هستند (۱۳۷۶).



تصویر شماره ۴- تاغکاریهای بیابان چاه آجری که برای محل اجرای طرح انتخاب گردید، به علت انبوهی بیش از توان رویشی منطقه پژمرده و زرد شده‌اند (کاشان ۱۳۷۰).



تصویر شماره ۵- تیمار پنج، ۵ سال پس از تنک کردن، افزون بر این که درختان شادابی خود را باز یافته‌اند، در فضای باز ایجاد شده، گیاهان میهمان، اشکوب تحتانی جنگل را پوشانده‌اند که این حالت از نظر افزایش ظرفیت این مرتع مشجر برای چرای دام مطلوب است (کاشان ۱۳۷۸).

OPTIMIZATION OF POPULATION DENSITY OF HALOXYLON SPP. PLANTATION IN KASHAN (PHASE I)

HOSSEIN LOGHMAN¹

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 vigourity 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 Kashan area are the main objectives of the present study.

Six density treatment 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 $T_1=329$, $T_2=366$, $T_3=410$ (estimated number), $T_4=452$, $T_5=490$, and existing density as the control, $T_6 = 557$, trees per hectar.

The treatments have been compared in a Randomized Complete Block Design, with four replications, since autumn of 1992 on nine-year-old trees.

After thinning practices, height (H) and crown diameter (CD) of the remained trees were measured. This was repeated during the growth periodes in five years.

Since the CD increment between the first and the last measurement was 40% more than H increment, therefore, a size index (SI) model of the form

¹ - Research scientist, Isfahan Natural Resources and Animal Affairs Research Center.

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

$[H \cdot (CD)^2]$, 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 H, but differences between the CD and SI is significant at 1 and 5 percent of significant levels respectively.

Comparison of CD and SI mean between the treatments indicated that the highest significant growth rate belonged to T_5 (group A), and lowest belonged to T_6 (group.C); T_2 , T_3 and T_4 is grouped under AB, and T_1 is belonged to group of BC. This results implies that in Kashan area, decreasing of density more than T_5 is not suitable.

The results indicated necessity of thinnig of Haloxylon plantation in Kashan for revival the vigor and increase of trees growth; it is also indicated the relative accuracy and correctness of the general equation for identifying the optimized population density of Haloxylon plantation. By using the results of this project, not only the vigor of trees will revived, but also, because of higher increment of CD growth, the goals of soil conservation will be gained and prepare the direct access of domesticated to trimming of trees and also prepared a lots of fuel woods for nomadic people.

Keywords: Kashan, Haloxylon, wilting, Thinning, Vigorityindex, Soil texture