Archive of SID

شماره ۷۰، بهار ۱۳۸۵

در منابع طبیعی

بررسی پتانسیل ذخیره کربن در جنگل‌کاری‌های اکالیپتوس (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh) و آکاسیا (*Acacia salicina* Lindl) در مناطق غربی استان فارس

• **سیدکاظم بردبار**، و • **سیدمرتضی مرتضوی‌جهرمی**، اعضاء هیأت علمی
مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس

تاریخ دریافت: آبان ماه ۱۳۸۳ **تاریخ پذیرش:** فروردین ماه ۱۳۸۴

Email: Bordbar@Farsagres.ir

چکیده

به منظور بررسی پتانسیل ذخیره کربن توسط دو گونه *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh و *Acacia salicina* Lindl در طرح‌های سازگاری استان فارس، دو پایگاه از این جنگل‌کاری‌ها را در نورآباد ممسنی به عنوان قطعات نمونه انتخاب و آماربرداری صد در صد از قطر برابر سینه انجام گرفت. از هر کلاسه قطری تعداد حداقل ۳ اصله به‌صورت تصادفی قطع و پس از تبدیل، اندام‌های مختلف از قبیل تنه، سرشاخه، برگ به تفکیک توزین گردیدند. جهت بررسی وضعیت ریشه‌ها نیز از هر کلاسه یک اصله انتخاب و ریشه‌ها تا عمق دو متری جمع‌آوری و وزن‌کشی شدند. به منظور برآورد میانگین وزن لاش‌ریزه در هکتار تعداد ۳۰ قطعه نمونه یک متر مربعی بصورت تصادفی پیاده و وزن لاشریزه موجود در آنها تعیین گردید. هم چنین نمونه برگ ولاش‌ریزه و ریشه و تنه به آزمایشگاه منتقل و درصد کربن آلی هر کدام از آنها اندازه‌گیری شد. جهت برآورد مقدار کربن ذخیره شده در خاک نیز نیمرخ‌هایی حفر و آزمایش‌های مربوطه انجام گرفت و با مقایسه با نمونه‌های شاهد میزان کربن ذخیره شده در خاک برآورد گردید. به‌طور کلی *Eucalyptus camaldulensis* در رویشگاه نسبتاً حاصل‌خیز سالانه ۷/۸ تن در هکتار و در رویشگاه ضعیف سالانه ۱/۱ تن در هکتار و *Acacia salicina* در رویشگاه ضعیف سالانه ۱/۵ تن کربن در هکتار کربن ذخیره کرده است. بیشترین میزان ذخیره کربن در چوب تنه می‌باشد که اختلاف معنی داری با سایر اندام‌ها و قسمت‌های مختلف توده نشان می‌دهد. بین مقادیر ذخیره کربن گونه اکالیپتوس در رویشگاه نسبتاً حاصل‌خیز و ضعیف در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. . نتایج این تحقیق بیانگر آن است که در استان فارس و به‌طور کلی در کشور ایران می‌توان با جنگل‌کاری در شرایط دیم علاوه بر ایجاد فضای سبز مناسب و تولید چوب، با ذخیره میزان قابل توجهی از کربن اتمسفر،در امر کاهش اثر گلخانه‌ای و جلوگیری از افزایش دمای کرهٔ زمین اقدام نموده و بدین طریق از تخصیص‌های اعتبار مربوطه از سوی مراجع جهانی نیز برخوردار گردیم.

کلمات کلیدی: ذخیره کربن، جنگلکاری، *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. ،*Acacia salicina* Lindl

Pajouhesh & Sazandegi No:70 pp: 95-103

Carbon sequestration potential of *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. and Acacia salicina Lindl. plantation in western areas of Fars province

By: S. K. Bordbar and, S. Morteza Mortazavi Jahromi,Members of Scientific Board of Fars Research Center for Agriculture and Natural Resources.

www.SID.ir

Archive of SID

Carbon sequestration potential of *Eucalyptus camaldulensis* Dehn and *Acacia salicina* Lindl. planted in 1973,1975 was studied at the age of 30-28 years in the elimation plain western areas of Fars province.Two station of this plantation in Noorabad Mamassani in Fars province were selected the sample plots and the diameter at breast height of all trees was measured. At least, 3 trees from each diameter class were randomly selected and cut and different parts of the trees including,trunks, branches and leaves were separately weighed. The main roots of one tree from each diameter class were also collected and weighed. To estimate the mean weight of litter per hectare, 30 sample plots of one square meter were randomly chosen and the amount of litter was determined. The percent of organic carbon in leaves and litter was also calculated in the laboratory. The amount of carbon sequestrated in the soil of plantation area was calculated and compared with control. this study showed that the amount of carbon sequestrated by *E. camaldulensis* in the productive site and poor site was about 7.80 and 1.13 ton/ha/year, respectively. On the other hand, for *Acacia salicina* in the poor site of this figure was 1.5 ton/ha/year. The highest amount of sequestrated carbon in *E.camaldulensis* was in 35 centimeter diameter class. This figure for Acacia was in 25 centimeter diameter class. The amount of carbon sequestration in different parts of the trees showed a significant difference at 0.01 Also, in *E.camaldulensis*, There was a significant difference in the amount of carbon sequestration between the suitable and poor sites. This study showed that there is a great potential of plantations in Fars province and similar areas of the country. These plantation will maintain suitable green areas and belts and produce wood materials for consumption in several ways. Morever, planting trees will lead to the reduction of co2 in atmosphere wihch reduces the greenhouse effect, a program which is university promoted and partially sponsored by united nations and some industrialized countries.

Key words: Carbon sequestration, plantation, *Eucalyptus camaldulensis* Denhn, *Acacia salicina* Lindl. Fars province,Iran

مقدمه

محققین عموماً بر این باورند که عامل اصلی افزایش دمای کره زمین دی‌اکسیدکربن می‌باشد (۱۲). از زمان شروع انقلاب صنعتی در قرن نوزدهم غلظت گاز کربنیک در اتمسفر از ۲۸۰ به ۳۶۵ قسمت درمیلیون رسیده است و به نظر می‌رسد در قرن بیست و یکم به ۶۰۰ قسمت در میلیون برسد که این امر باعث افزایش دمای متوسط سالیانه زمین به میزان ۱ تا ۴/۵ درجه سانتیگراد می‌شود (۱۲). گرچه سهم عمده‌ای از کربن توسط اقیانوس‌ها محبوس و به‌صورت ذخیره شده نگهداری می‌گردد اما مطالعات نشان می‌دهد که مخزن اقیانوس‌ها آنقدر بزرگ نیستند که بتوانند کل کربن اضافی را در خود ذخیره کنند و باقیمانده آن باید در خشکی ذخیره گردد. عمده‌ترین منابع جهت ذخیره‌سازی کربن پوشش گیاهی به خصوص جنگل‌ها می‌باشند. اکوسیستم‌های جنگلی دنیا در صورت فعالیت در جهت ذخیره کربن قادرند سالانه حدود ۲/۳ گیگاتن کربن را حبس نمایند(۱۴). چنین برآورد می‌شود که میزان متوسط دی‌اکسیدکربن انتشار یافته از سوخت‌های فسیلی و تغییر کاربری اراضی در طول سال ۱۹۸۰ تاکنون حدود ۷/۶ میلیارد تن در سال باشد (۷) .پالایش کربن با روش‌های مصنوعی مثل فیلتر و... هزینه‌های سنگینی را در بر دارد به‌طوری که در آمریکا این هزینه را حدود ۱۰۰ تا ۳۰۰ دلار برای هر تن کربن تخمین زده‌اند(۸). در این راستا کشورهای صنعتی برنامه‌های دراز مدتی جهت کاهش غلظت گاز کربنیک پیش‌بینی کرده‌اند در کنفرانس کیوتو این مسئله به صورت جدی مطرح و در پروتوکل آن، کشورها را ملزم نمودند تا با استفاده از پوشش گیاهی به‌خصوص جنگل‌های طبیعی و مصنوعی به ذخیره کربن بپردازند (۷،۵).

در صورت استفاده از پوشش گیاهی و کاشت درختان در قالب جنگل‌کاری می‌توان علاوه بر ایجاد فضای سبز و تولید چوب و سایر مزایای جنگل، به هدف ذخیره‌سازی کربن نیز نائل آمد. تحقیقات گسترده‌ای در اکثر کشورهای جهان برای ارزیابی پتانسیل تثبیت کربن و روش‌های مختلف انجام آن در جنگل‌های طبیعی و دست کاشت انجام شده و ادامه دارد (۲).

متأسفانه در کشور ما علی‌رغم وسعت زیاد و پتانسیل مناسب در ذخیره کربن در این رابطه تا به حال تحقیقات کاربردی انجام نگرفته است. مسئله گرم شدن زمین و افزایش گاز کربنیک یک مسئله جهانی است و به کشور خاصی محدود نمی‌شود و همه انسان‌ها از هر ملیت و نژاد در معرض خطر خواهند بود. به همین دلیل تحقیقات در این زمینه در کشور ما امری ضروری است و مسائل مجهول زیادی در رابطه با توانائی گونه‌های مختلف طبیعی و دست کاشت در نقاط مختلف کشور وجود دارد. استان فارس که یکی از استان‌های پهناور و صنعتی کشور می‌باشد می‌تواند بستر خوبی برای تعیین پتانسیل ذخیره کربن و کاربرد آن قرار گیرد چرا که سطوح وسیعی از مناطق استان فارس فاقد پوشش جنگلی بوده و با توجه به پتانسیل‌های موجود قابل جنگل‌کاری می‌باشد.

با دستیابی به پتانسیل ذخیره کربن در جنگل‌کاری‌های اکالیپتوس و آکاسیای کاشته شده در استان زمینه خوبی برای توسعه جنگل‌کاری فراهم خواهد شد.

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش‌ها

شهرستان نورآباد ممسنی در ۱۶۵ کیلومتری جنوب غربی شهر شیراز واقع شده از نظر تقسیمات زمین ساختاری درمنطقه زاگرس چین خورده واقع شده است که این تشکیلات زمین‌شناسی از آهک‌های توده‌ای رسوبی و سایر سنگ‌های آهکی تشکیل یافته است. در منطقه ممسنی، کلاس خامی و نهشته‌های جوانتر از آن مشاهده می‌شوند همچنین بیرون زدگی‌های گروه بنگستان و سازندهای جوانتر از آن به وفور در محل به چشم می‌خورند. اراضی رسوبی آبرفتی مناطق غالباً دارای عمقی قابل توجه بوده، و اکثراً از نظر نگهداری آب دارای ظرفیتی مناسب هستند. به طور کلی در دو پایگاه مورد بررسی منطقه نورآباد ممسنی مسئله شوری وجود ندارد و مقدار مواد خنثی شونده به نسبت بالاست. درصد کربن آلی در دهنو بالا و در شیراسپاری پائین بوده و از نظر مقدار پتاسیم کمبودی در دو منطقه مشاهده نمی‌شود. مقدار سنگ و سنگریزه در شیراسپاری بالا و در دهنو بسیار کم بوده و بافت خاک در دهنو سنگین می‌باشد. سطح آب زیر زمینی در دهنو ۵ متر و در شیراسپاری بیش از ۱۳ متر و منطقه مورد مطالعه از نظر طبقه‌بندی اقلیمی‌به روش دومارتن دارای اقلیم نیم خشک معتدل نوع ب و متوسط بارندگی سالیانه ۶۴۵/۱ میلیمتر است. بر اساس منحنی آمبروترمیک آغاز و پایان دوره مرطوب به ترتیب ۲۰ آبان ماه و ۱۵ فروردین می‌باشد. دمای حداقل مطلق ۵- درجه سانتی گراد و حداکثر به ۴۵/۶ درجه سانتیگراد می‌رسد. تعداد ۷ پایگاه تحقیقاتی آزمایش‌های سازگاری گونه‌های مختلف اکالیپتوس و آکاسیا در محدوده شهرستان نورآباد ممسنی قرار گرفته‌اند که بر اساس شرایط رویشگاهی دو پایگاه دهنو و شیراسپاری به عنوان قطعات نمونه در نظر گرفته شدند(۳).

ب- روش تحقیق

انتخاب قطعات نمونه

با توجه به اطلاعات موجود در رابطه با جنگل‌کاری‌های اکالیپتوس و آکاسیا محدوده شهرستان نورآباد ممسنی قطعات نمونه مشخص شدند. برای گونه اکالیپتوس با توجه به سازگاری این گونه در کلیه شرایط رویشگاهی قطعات نمونه در دو رویشگاه ضعیف و نسبتاً حاصل‌خیز انتخاب شدند وگونه *A. Salicina* به علت عدم کاشت در رویشگاه‌های مختلف اجباراً در یک رویشگاه قطعه نمونه انتخاب شد.

محاسبه وزن زیست توده (Biomass)

جهت تعیین وضعیت توده‌های کاشته شده در قطعات نمونه انتخابی، از جنگل‌کاری دو گونه مورد مطالعه آماربرداری صد در صد از قطر برابر سینه تا دقت سانتی متر به عمل آمد و کلیه آمار جمع‌آوری شده با استفاده از نرم افزارهای Minitab و Excel مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفته و رسم منحنی تعداد در طبقات قطری و ارتفاع انجام گرفت . با توجه به پراکنش تعداد در کلاسه‌های قطری درختان موجود در هر کدام از توده‌ها تعداد حداقل سه اصله از هر کلاسه قطری به صورت تصادفی از بین درختان موجود انتخاب و با رنگ نشانه‌گذاری گردید و پس از قطع اندام‌های مختلف با دقت گرم توزین شدند. به منظور تخمین میزان لاشریزه موجود در زیر درختان تعداد ۳۰ قطعه نمونه ۱ متر مربعی در زیر درختان نمونه پیاده و لاشریزه موجود با دقت گرم توزین شد. از هر کلاسه قطری یک نمونه انتخاب و تا عمق ۲ متری کلیه ریشه های با قطر بیش از ۱میلیمتر جمع آوری و توزین شدند. پس از تعمیم اعداد بدست آمده به کل درختان موجود در هرکدام از قطعات نمونه وزن زیست توده موجود محاسبه گردید(۱).

تعیین ضریب تبدیل

از اندام‌های مختلف درختان و لاشریزه توده‌های مختلف تعداد سه نمونه به آزمایشگاه منتقل شد سپس جهت تعیین درصد کربن آلی اندام‌های درختان، نمونه‌ها در کوره قرار داده شدند. پس از خاکستر شدن کامل مجدداً وزن‌کشی شدند. با تعیین وزن خاکستر و با در دست داشتن وزن اولیه و نسبت کربن آلی به مواد آلی میزان کربن آلی در هر کدام از اندام‌های درختان به صورت جداگانه محاسبه گردید. در نهایت با در دست داشتن وزن اولیه و درصد کربن آلی برای هرکدام از اندام‌ها به صورت جداگانه ضریب تبدیل محاسبه شد.

ارزیابی کربن ذخیره شده در خاک:

جهت تعیین میزان کربن ذخیره شده در خاک، در توده‌های جنگل‌کاری شده اقدام به حفر نیمرخ خاک شده و از افق‌های مختلف نمونه‌برداری و تشریح نیم‌رخ انجام گرفت .پس از انجام آزمایش تعیین کربن آلی و مقایسه با نمونه‌های شاهد میزان کربن ذخیره شده در خاک به دست آمد(۲).

تعیین وزن مخصوص ظاهری خاک

به منظور تعمیم میزان کربن در نمونه‌های اندازه‌گیری شده به میزان کربن در هکتار مناطق مختلف لازم بود وزن مخصوص ظاهری خاک در مناطق مختلف تعیین گردد. بدین منظور با استفاده از سیلندرهای مخصوص از دو عمق ۱۰ - ۰ سانتیمتری و ۳۰ - ۱۰ سانتیمتری نمونه‌های دست نخورده برداشت گردید و درآزمایشگاه وزن مخصوص ظاهری اندازه‌گیری شد.

نتایج تحقیق

نتایج اندازه‌گیری اندام‌های مختلف

نتایج تجزیه وتحلیل آماری بر اساس اندازه‌گیری‌های انجام شده بر روی قطعات مختلف اندام‌های هوائی و غیر هوائی درختان نمونه قطع شده در پایگاه ده نو ممسنی به عنوان رویشگاه نسبتاً حاصل‌خیز و پایگاه شیراسپاری به عنوان رویشگاه ضعیف بر حسب تن در هکتار در سال در جدول-۱ نمایش داده شده است:

نتایج تعیین ضریب تبدیل زیست توده به کربن آلی

نتایج انجام آزمایش مربوط به تعیین ضریب تبدیل وزن تر اندام‌های مختلف گونه‌های درختی مورد نظر به کربن آلی در این پروژه در جدول ۲ نمایش داده شده است. لازم به ذکر است بین اعداد بدست آمده برای تکرار نمونه‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

نتایج تعیین میزان کربن ذخیره شده در خاک

گونه *E.camaldulensis*

با انجام آزمایش تعیین میزان کربن آلی خاک برداشت شده از رویشگاه‌های مختلف و مقایسه با نمونه‌های شاهد میزان درصد کربن آلی

www.SID.ir

Archive of SID

جدول -۱ : نتایج مربوط به تولید زیست توده در اندام‌های مختلف هوائی به تن در هکتار در سال

اندام هوائی	وزن تر تنه	وزن تر سرشاخه	وزن تر برگ	وزن ریشه	وزن لاشریزه	جمع
اکالیپتوس رویشگاه نسبتاً حاصل‌خیز	۱۳/۹۳۸	۱/۵۶۲	۰/۴۰۶	۳/۰۵۰	۱/۵۷۸	۱۵/۹۰۶
اکالیپتوس رویشگاه ضعیف	۳/۸۱۳	۰/۴۸۳	۰/۱۵۶	۰/۲۸۴	۰/۲۶۸	۳/۸۱۳
آکاسیا	۳/۳۲۷	۰/۵۰۸	۰/۱۴۶	۰/۰۶۶	۰/۲۰۵	۳/۹۸۱

جدول (۲) : ضریب تبدیل اندام‌های مختلف به کربن آلی به درصد

اندام / گونه	لاشریزه	ریشه	برگ	سرشاخه	تنه
E. Camaldulensis	۴۶/۶۵	۵۲/۷	۲۱/۳۴	۲۴/۵	۲۸/۴
A. Salicina	۴۷/۹۹	۵۳/۳۶	۱۶/۸۵	۲۸/۵۹	۳۴/۲۵

رویشگاه‌های مختلف در جدول (۳)نمایش داده شده است.

نتایج میزان ذخیره سالیانه کربن:

نتایج حاصل از اندازه‌گیری‌های انجام شده و تعمیم ضریب تبدیل در منطقه طرح بر اساس تن در هکتار در سال در جدول ۴ نمایش داده شده است .

آزمون آماری ذخیره کربن در اندام‌های مختلف

گونه *E.camaldulensis*

رویشگاه نسبتاً حاصلخیز

نتایج مقایسه بین میانگین ذخیره کربن انجام شده در اندام های مختلف گونه *E.camaldulensis* در این رویشگاه نشان دهنده آن است که بین ذخیره کربن در اندام های مختلف در سطح ۱ درصد اختلاف معنی داری وجود دارد. بر اساس آزمون دانکن میانگین میزان ذخیره کربن اندام های مختلف در سه کلاس قرار می‌گیرند. متوسط وزن کربن ذخیره شده در تنه با ۱۶۰ کیلوگرم بیشترین مقدار و در کلاس A قرار گرفته و کربن ذخیره شده در ریشه با ۷۰ کیلوگرم در کلاس B قرار گرفته و وزن کربن سرشاخه و برگ با هم در سطح یک درصد اختلافی نداشته و در کلاس C قرار می‌گیرد. جزئیات تجزیه و تحلیل آماری در جداول ۵ و ۶ نمایش داده شده است.

رویشگاه ضعیف

نتایج مقایسه بین میانگین ذخیره کربن انجام شده در اندام های مختلف گونه *E.camaldulensis* در این رویشگاه نشان دهنده آن است که بین ذخیره کربن در اندام های مختلف در سطح ۱ درصد اختلاف معنی داری وجود دارد. بر اساس آزمون دانکن میانگین میزان ذخیره کربن اندام های مختلف در سه کلاس قرار می‌گیرند. متوسط وزن کربن ذخیره شده

جدول ۳- میزان درصد کربن آلی در رویشگاه‌های مختلف به درصد

گونه	عمق خاک (سانتیمتر)	رویشگاه	
		نسبتاً حاصلخیز	ضعیف
E. camaldulensis	۰-۳۰	۶/۷۰۹	۰/۳۲۱۶۵
A. salicina	۰-۳۰	-	۰/۱۷۵

جدول(۴) : میزان ذخیره کربن به تن درقسمت‌های مختلف گونه‌های مورد مطالعه

اندام / گونه	تنه	سرشاخه	برگ	ریشه	لاش‌ریزه	خاک	جمع
اکالیپتوس رویشگاه نسبتاً حاصلخیز	۳/۹۵۸	۰/۳۸۳	۰/۸۷	۱/۶۱۰	۰/۷۳۶	۰/۲۵۳	۷/۸۰۷
اکالیپتویس رویشگاه ضعیف	۰/۹۰۱	۰/۰۴۳	۰/۰۱۱	۰/۰۳۲	۰/۱۲۸	۰/۰۱۹	۱/۱۳۴
آکاسیا	۱/۱۳۹	۰/۱۴۵	۰/۰۱۴	۰/۰۹۹	۰/۰۹۴	۰/۰۱۰	۱/۵۰۱۹

www.SID.ir

Archive of SID

در تنه ۲۹ /۶۴۷۱ بیشترین مقدار و در کلاسA قرار گرفته و کربن ذخیره شده در سرشاخه و ریشه در کلاسB قرار گرفته و با هم اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد ندارند. میانگین وزن کربن برگ با ۱/۰۹۴۱ در کلاسC قرار می‌گیرد. جزئیات تجزیه و تحلیل آماری در جدول ۷و ۸ نمایش داده شده است.

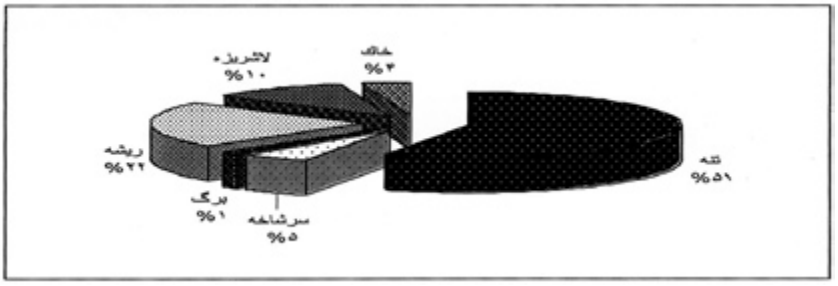
گونه *A.salicina*

جدول تجزیه واریانس بین وزن کربن ذخیره شده در اندام‌های مختلف *A.salicina* کاشته شده در منطقه نورآباد ممسنی نشان دهنده این است بین وزن اندام‌های مختلف اختلافی در سطح یک درصد وجود دارد. بر آزمون دانکن میانگین میزان ذخیره کربن اندام‌های مختلف در سه کلاس قرار می‌گیرند. متوسط وزن کربن ذخیره شده در تنه با ۴۷/۹۲۵۷ بیشترین مقدار و در کلاسA قرار گرفته و کربن ذخیره شده در سرشاخه با ۶/۱۱۰۷ در کلاس B قرار گرفته و با وزن ریشه در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند. میانگین وزن کربن برگ با ۱/۰۳۷۹ در کلاسC قرار می‌گیرد. میانگین وزن کربن ذخیره شده در ریشه با ۴/۲۵۰۵ در کلاسBC قرار گرفته و با برگ و سرشاخه در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌داری نشان نمی‌دهد. جزئیات تجزیه و تحلیل آماری در جدول ۹و ۱۰ نمایش داده شده است.

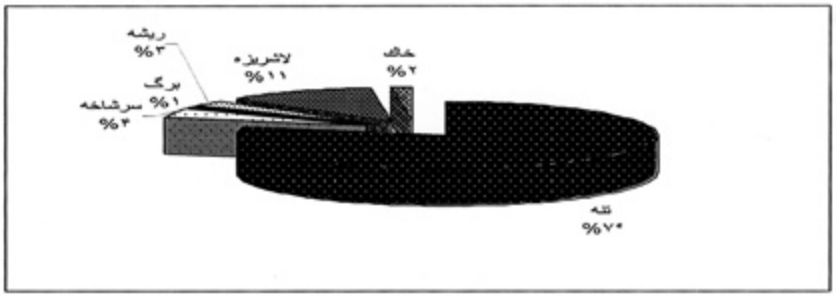
بحث و نتیجه‌گیری و پیشنهادات

نتایج این تحقیق نشان داد که گونه‌های *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh و *Acacia salicina* Lindl به خوبی می‌توانند در مناطق خشک مستقر شوند و در ارتباط با ذخیره کربن نقش مفیدی را ایفا نمایند. تجزیه و تحلیل اطلاعات و آمار جمع آوری شده در رابطه با گونه‌های مورد مطالعه در این تحقیق نشان‌دهنده این است که گونه *E.camaldulensis* در پایگاه ده نو که به دلیل عمق مناسب خاک و بالا بودن سفره آب زیر زمینی به عنوان رویشگاه نسبتاً حاصل‌خیز مطرح می‌باشد که بعد از ۳۰ سال توانسته است میزان ۲۰/۵۳۴ تن زیست توده تولید نماید که با در نظر گرفتن لاشریزه ریخته شده در زیر درختان و میزان کربن اضافه شده به خاک در مقایسه با منطقه شاهد توانسته است میزان ۷/۸ تن در هکتار در سال کربن آلی را ذخیره کند. همان‌گونه که در نمودار۱، ۵۷ درصد مربوط به چوب تنه‌ای و ۵ درصد مربوط به سرشاخه‌ها و۱درصد مربوط به برگ‌ها، ۱۰درصد مربوط به لاشریزه، ۲۳ درصد مربوط به ریشه‌ها و۴ درصد مربوط به خاک می‌باشد.

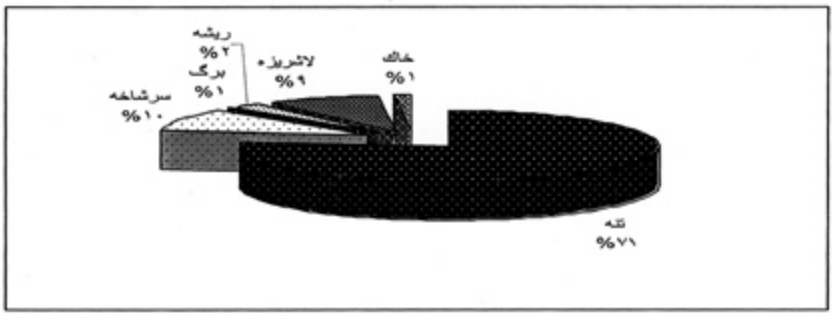
در پایگاه شیراسپاری به دلیل سنگلاخی بودن خاک و پایین بودن سفره اب زیر زمینی در نتیجه حاصلخیزی کمتر در مقایسه با پایگاه ده نو به عنوان رویشگاه ضعیف، گونه اکالیپتوس کاشته شده از وضعیت رویشی نسبتاً ضعیفی برخوردار بوده به طوری که بعد از۲۸ سال توانسته است میزان ۴/۴ تن زیست توده تولید نماید. با در نظر گرفتن لاشریزه و کربن موجود در خاک به طور کلی ۱/۱ تن در هکتار در سال کربن آلی ذخیره کرده اند که با توجه به نمودار ۶،۷۹ درصد مربوط به چوب تنه‌ای، ۴ درصد مربوط به سرشاخه‌ها، ۱درصد مربوط به برگ‌ها،۱۱درصد مربوط به لاشریزه، ۳ درصد مربوط به ریشه‌ها و ۲ درصد مربوط به خاک می‌باشد .در گونه آکاسیا، بعد از ۲۸ سال توانسته است میزان۴/۲۵۲ تن زیست توده تولید نماید. با در نظر گرفتن لاش‌ریزه و کربن موجود در خاک به طور کلی ۱/۵۰۱۹ تن در هکتار در سال کربن آلی ذخیره کرده‌اند. با توجه به نمودار ۱۱، میزان ۷۷ درصد مربوط به چوب تنه ای، ۱۰ درصد مربوط به سرشاخه‌ها، ۱درصد مربوط به برگها، ۹درصد مربوط به لاش‌ریزه، ۲ درصد مربوط به ریشه‌ها و ۱ درصد مربوط به خاک



نمودار۱: سهم قسمت‌های مختلف توده اکالیپتوس رویشگاه نسبتاً حاصلخیزدر ذخیره کربن



نمودار۲: سهم قسمت‌های مختلف توده اکالیپتوس رویشگاه ضعیف در ذخیره کربن نمودار



نمودار۳: سهم قسمت‌های مختلف توده آکاسیا در ذخیره کربن

www.SID.ir

Archive of SID

جدول-۵: تجزیه واریانس ذخیره کربن در اندام‌های مختلف اکالیپتوس در رویشگاه نسبتاً حاصلخیز نورآباد ممسنی

منابع تغییر	مجموع مربعات	میانگین مربعات	درجه آزادی	مقدار F
اندامها	۵۷۱۴۶۹/۲۳۰	۱۹۰۴۸۹/۷۴۳	۳	۷۰/۴۶۶**
خطا	۴۰۰۰۸۷/۱۸۱	۲۷۰۳/۲۹۲	۱۵۸	
کل	۹۷۱۵۵۶/۴۱۱		۱۶۱	

** معنی دار در سطح ۱٪

جدول(۶) : آزمون دانکن متوسط ذخیره کربن در اندام‌های مختلف اکالیپتوس در نورآباد ممسنی

اندام	میانگین وزن کربن ذخیره شده(kg)	کلاس
وزن کربن تنه	۲۹/۶۴۷۱	A
وزن کربن سرشاخه	۳/۸۸۴۶	B
وزن کربن برگ	۱/۰۹۴۱	C
وزن کربن ریشه	۴/۸۹۳۳	B

میانگین‌های دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار هستند

جدول-۷: تجزیه واریانس ذخیره کربن در اندام‌های مختلف اکالیپتوس در رویشگاه ضعیف نورآباد ممسنی

منابع تغییر	مجموع مربعات	میانگین مربعات	درجه آزادی	مقدار F
اندامها	۱۵۷۵۶۵/۴۷۲	۵۲۵۲۱/۸۲۴	۳	۵۳۲/۹۵۵**
خطا	۱۱۷۰۷۵/۴۷۸	۹۸/۵۴۸	۱۱۸۸	
کل	۲۷۴۶۴۰/۹۵۰		۱۱۹۱	

×× معنی دار در سطح ۱٪

جدول-۸: آزمون دانکن متوسط ذخیره کربن در اندام‌های مختلف اکالیپتوس در رویشگاه ضعیف نورآباد ممسنی

اندام	میانگین وزن کربن ذخیره شده(kg)	کلاس
وزن کربن تنه	۲۹/۶۴۷۱	A
وزن کربن سرشاخه	۳/۸۸۴۶	B
وزن کربن برگ	۱/۰۹۴۱	C
وزن کربن ریشه	۴/۸۹۳۳	B

*میانگین‌های دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی دار هستند

جدول-۹: تجزیه واریانس میزان کربن ذخیره شده در اندام‌های مختلف آکاسیای نورآباد ممسنی

منابع تغییر	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدار F
اندام‌ها	۱۲۴۷۲۴/۳۹۷	۳	۴۱۵۴/۷۹۹	۱۰۹/۳۳۷**
خطا	۳۸۹۳۷۰/۸۴۵	۱۰۲۴	۳۸۰/۲۴۵	
کل	۵۱۴۰۹۵/۲۴۲	۱۰۲۷		

** معنی دار در سطح ۱٪

جدول-۱۰: آزمون دانکن ذخیره کربن در اندام‌های مختلف آکاسیا در نورآباد ممسنی

اندام	میانگین وزن کربن ذخیره شده(kg)	کلاس
وزن کربن تنه	۴۷/۹۲۵۷	A
وزن کربن سرشاخه	۶/۱۱۰۷	B
وزن کربن برگ	۱/۰۳۷۹	C
وزن کربن ریشه	۴/۲۵۰۵	BC

* میانگین‌های دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار هستند

www.SID.ir

Archive of SID

می‌باشد. از نظر سهم هر کدام از اندام‌ها در ذخیره کربن همانطوری‌که در منابع ذکر شده است(۱۰) ۵۰ درصد سهم تولید زیست توده به چوب تنه‌ای اختصاص داده است که در این تحقیق نیز در اکالیپتوس در هر دو رویشگاه به عدد ۵۰ نزدیک بوده ولی در توده آکاسیا با ۷۵ درصد نسبت به اعداد اعلام شده در منابع اختلاف معنی‌داری دارد که به نظر می‌رسد دلیل آن پائین بودن تولید برگ و ریشه و سرشاخه می‌باشد از طرفی خالص بودن توده و کم بودن گیاهان زیراشکوب نیز می‌تواند از دلایل مهم باشد . میزان کربن ذخیره شده توسط خاک دو گونه مورد مطالعه در توده‌های اکالیپتوس به ترتیب میزان ۰/۲۲۷ و ۰/۱۳۱ تن در هکتار در سال و در توده آکاسیا میزان ۰/۹۰ تن در هکتار در سال می‌باشد که در مقایسه بین دو گونه اختلاف معنی داری مشاهده می‌گردد . در رابطه با اختلاف زیاد بین میزان کرن ذخیره شده در خاک گونه آکاسیا با اکالیپتوس و کم بودن آن به نظر می‌رسد وجود ازت زیاد تر در خاک زیراشکوب آکاسیا در نتیجه سرعت زیاد معدنی شدن کربن آلی باعث کم بودن میزان کربن ذخیره شده نسبت به خاک موجود در زیر اشکوب اکالیپتوس می‌باشد . در رابطه با میزان لاش‌ریزه تولیدی در زیر اشکوب گونه‌های مورد مطالعه به نظر می‌رسد با توجه به قدرت حاصل‌خیزی رویشگاه مورد مطالعه وترکیب گونه ای توده‌های مورد مطالعه مقادیر قابل قبولی برآورد گردیده است . مقدار لاشریزه تولیدی به عوامل مهمی‌مثل نوع گونه، اقلیم،حاصل‌خیزی رویشگاه و قدرت تولید بستگی دارد به‌طوری‌که برای گونه‌های مختلف در رویشگاه‌های متفاوت اعداد متفاوتی ارائه شده است.

در رابطه با ضرایب بدست آمده جهت تبدیل وزن تر زیست توده به کربن بر اساس تحقیقات گذشته ضریب تبدیل را برای سوزنی برگان۲۱٪ و برای پهن برگان۲۴٪ در نظر گرفتند(۱۴). همچنین در تحقیق دیگری ضریب تبدیل کلی وزن چوب خشک به کربن را ۵۰٪ در نظر گرفته شده است و وزن مخصوص سوزنی برگان ۳۵۰ کیلوگرم در متر مکعب و برای پهن برگان ۵۵۰ کیلوگرم در متر مکعب برآورد نموده‌اند(۱۱).

در این تحقیق نیز بر اساس محاسبات انجام شده اعداد متفاوتی برای اندام‌های مختلف بدست آمد (جدول ۲) که کمترین درصد مربوط به برگها و بیشترین درصد مربوط به ریشه‌ها می‌باشد که به نظر می‌رسد کاهش ضریب تبدیل در برگ‌ها به‌علت بالا بودن موادمعدنی در برگ‌ها می‌باشد . علت بالا بودن ضریب تبدیل در آکاسیا احتمالاً میزان کم آب در ریشه‌ها می‌باشد. در کل ضریب تبدیل زیست توده تولیدی در کلیه اندام‌های بالا و زیر زمین گونه اکالیپتوس ۳۴ درصد و آکاسیا ۳۵/۶ درصد محاسبه شده است که از متوسط اعلام شده در منابع بیشتر می‌باشد . با در نظر گرفتن اندام‌های هوائی به تنهائی ضریب تبدیل برای گونه اکالیپتوس ۲۷/۶ درصد و برای گونه آکاسیا ۳۰/۷ می‌باشد که به نظر می‌رسد دلیل بالاتر بودن آن نسبت به مقادیر اعلام شده در منابع خشکی مناطق مورد مطالعه و کم بودن رطوبت اندام‌های تولیدی است(۸). در رابطه با میزان تولید ریشه باید گفت که به دلیل نفوذپذیری خوب خاک در عرصه مورد مطالعه حجم ریشه تولیدی بخصوص در اکالیپتوس بسیار خوب بوده که با توجه به محدودیت عمق مورد مطالعه با در نظر گرفتن ریشه‌های موجود در اعماق زیرین حجم تولید واقعی ریشه فراتر از اعداد محاسبه شده می‌باشد .در رابطه با میزان ذخیره کلی کربن در توده‌های مختلف جنگلی باید گفت که رابطه مستقیمی بین کربن ذخیره شده با نوع گونه،حاصل‌خیزی رویشگاه، عملیات پرورشی و جنگل شناسی انجام شده در طول دوره زندگی درختان وجود دارد (۶). در منطقه مورد مطالعه نیز به دلیل عدم انجام عملیات پرورشی در توده‌های کاشته شده و فاصله کم درختان رویش درختان قابل افزایش می‌باشد .

به‌طور کلی با توجه به وجود مسائل پیچیده در اکوسیستم‌های طبیعی و مسائلی مثل معدنی شدن مواد آلی، تأثیر عوامل اقلیمی و سایر عوامل بر روی جذب دی اکسید کربن در درختان، تحقیقات گسترده تر در این رابطه لازم به نظر می‌رسد و با در نظر گرفتن پتانسیل‌های موجود در کشور پیشنهاداتی به شرح ذیل ارائه می‌گردد:

۱ - تحقیقات برروی روند روزانه جذب کربن در گونه‌های مورد مطالعه در این تحقیق که به دلیل عدم وجود دستگاه‌های مجهز تاکنون در ایران انجام نشده است لازم است به مرحله اجرا در آید.

۲ - بررسی تأثیر آلاینده‌های محیطی بر میزان جذب گاز کربنیک در توده‌های جنگلی

۳ - پیگیری و جذب اعتبار از مجامع جهانی جهت گسترش جنگل‌کاری با گونه‌های مناسب در مناطق مختلف

۴ - بررسی پتانسیل جنگل‌های طبیعی در ذخیره سازی کربن

۵ - تحقیقات بر روی درصد معدنی شدن کربن آلی در خاک‌های مختلف جنگلی

۶ – بررسی تأثیر عملیات جنگلشناسی در میزان ذخیره کربن در توده‌های مختلف جنگلی

۷ - بررسی توان تثبیت کربن بوسیله گونه‌های قابل استفاده در جنگل‌کاری مناطق خشک و نیمه خشک

۸ - بررسی روند برگشت کربن ذخیره شده در اندام‌ها و قسمت‌های مختلف توده به طبیعت و تعیین راه کارهای مناسب جهت کاهش سرعت این برگشت

منابع مورد استفاده

۱- زبیری، محمود. ۱۳۷۹؛ آماربرداری در جنگل (اندازه‌گیری درخت و جنگل). دانشگاه تهران. ۴۰۱ صفحه.

۲- زرین‌کفش، منوچهر. ۱۳۸۲؛ خاک‌شناسی جنگل. مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور. ۳۶۱ صفحه.

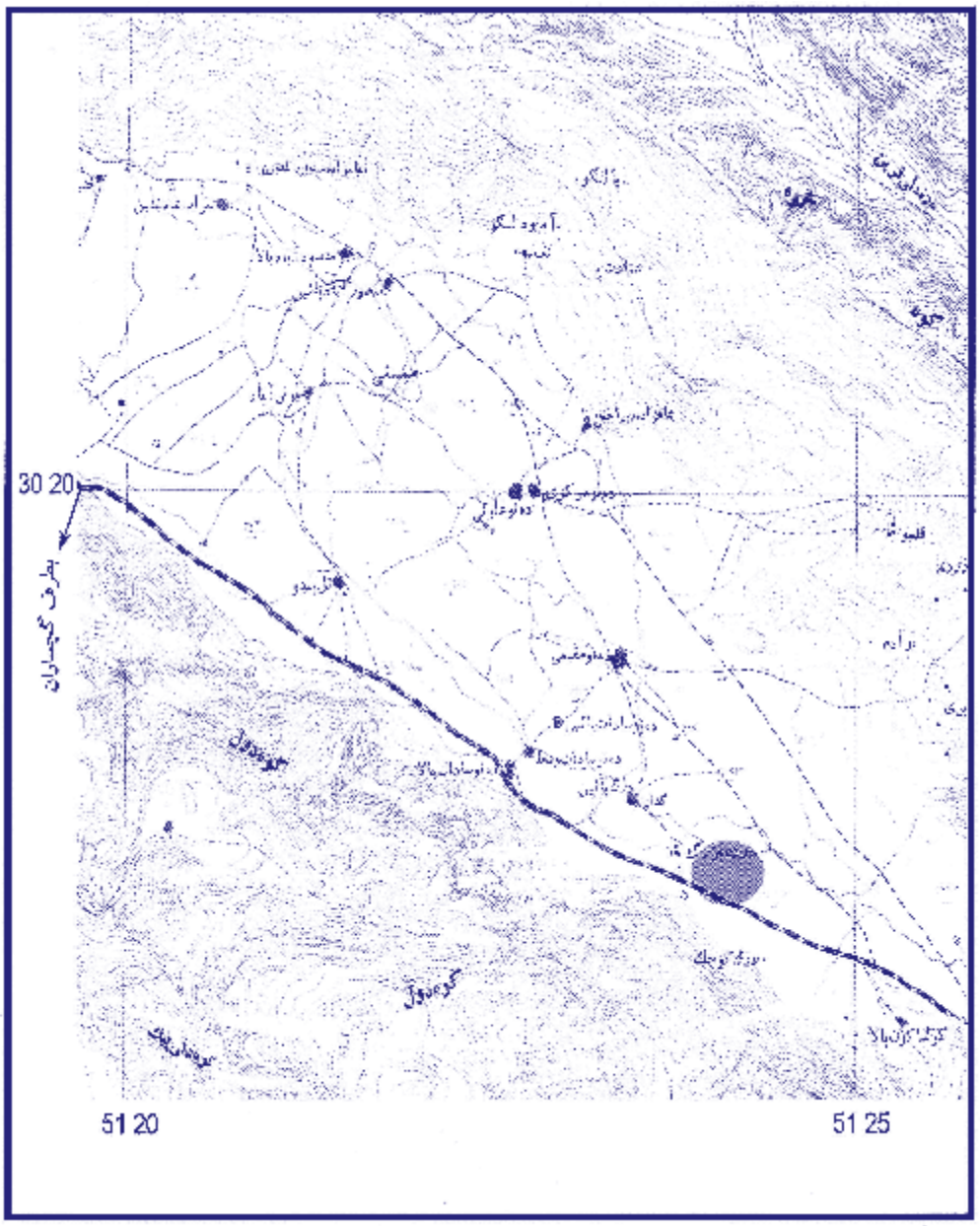
۳- مرتضوی جهرمی،سید مرتضی. ۱۳۷۳؛ معرفی گونه‌های سازگار اکالیپتوس در مناطق غربی استان فارس. مؤسسه تحقیقات جنگها و مراتع. ۷۱ صفحه.

4-Brown, S. Sathaye, J, Cannell, M, Kauppi, P, Burschef, P, Grainger. A., Heuvelop. J. Leemans, R. Moura-costa. P. Pinard. M. Nilsson. S. Schopfhaser, W, Sedjo, R. Singh. N. Trexler. M, j. Van Minnen and Weyers. S. 1995; Management of forests for mitigation of greenhouse gas Assessment for the framework convention on climate change. chapter 24.53p.

5-Cannel ,M.,Dewar R.C.,Thornley,J.H.M.,1992; Carbon flux and storage in European forests. In: Teller, A, Mathy, P, Jeffers, J. N. R. (Eds), Responses of Forest ecosystems to Enviromental (changes.Elsevier.new York, pp. 256-271.

www.SID.ir

Archive of SID



نقشه ۱- موقعیت پایگاه ده نو بر روی نقشه با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰

6-Dewar. R. C. and M. G. R. Cannel. 1992; Carbon sequestration in the trees, soil and wood products of managed forests. Trees physiology 8:239-258.

7-Dixon. R. k. Winjun. j. K. Adrasko. K. J. and Schroeder. P. E. 1994; Integrated land-use systems: Assessment of promising agroforest and alternative land-use practices to enhance carbon conservation and sequestration. Climate Change 30, 1-23.

8-Finer, L, 1996. Variation in the amount and quality of litterfal in a *Pinus sylvestris* L. stand growing on a bog. Forest Ecology and management. 80:1-11.

9-Houghton, G, T., Callander, B. A., and Varney, S. K. (Eds). 1992; Climate change 1992.Supplementry report to the IPCC Scientific assessment. Cambridge University Press.ambridge.PP233.

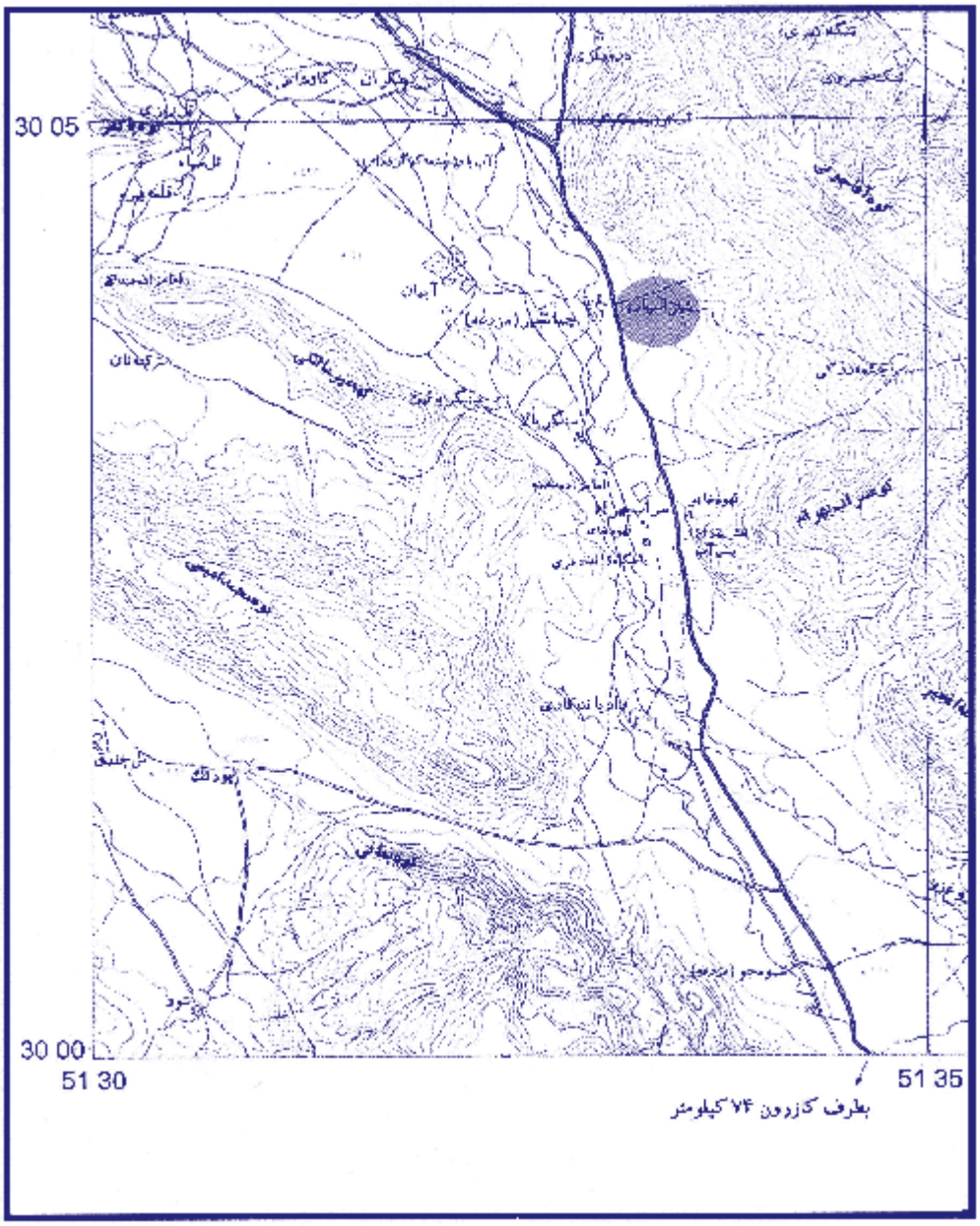
10-INDUFOR. 2002; Assessing Forest Based carbon sivks in the Kyoto protocol Forest Management and Carbon sequestration. Discussion paper 2.115p

11-Kilbride, C. M., Byrne K. A. and Gardiner J. J. 1999. Carbon sequestration and Irish Forests. Dublin Coford,37p.

12-Korner C, 2003;m Carbon limitation in trees- Journal of ecology.

www.SID.ir

Archive of SID



نقشه ۲- موقعیت پایگاه شیراسپاری بر روی نقشه با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰

2003, 91, 4-17.

13-Petit,J.R.,Jouzel.J,Raynaud,Barkov,J.- M. Barnola, Bender. M, Chappelaz. J, Davis. M, Delayque, Delmotte. M, Kotlyakov. M. Legrand. M, Lipenakov. V. Y, Lorius. C, Pepin. L, Ritz. C, Saltzman. E, and Stivenard. M,1999. Climate and atmospheric history of past 420000 years from the Vostock ice core,Antarctica.Nature.399:429-436.

14- Thampson, D. A., and E. W. Matthews. 1989;b.coz intrees and timber Lower greenhouse effect. Forestry and British Timber, october 1989; 19-22.

15-Watson, A.D., Edmondson, D.G., Bone, J.R., Mukai, Y., Yu, Y., Du, W., Stillman, D.J., and Roth, S.Y. 2000; Ssn6-Tup1 interacts with class I histone deacetylases required for repression. Genes Dev. 14, 2737–2744.Lorpero conulput iustrud dit wis num eliquametue magna feu facil exer illuptat wis nonsed dunt adigna acil digna con venit, sumsandre te commolortin hent

www.SID.ir