

نتایج اولیه (دهساله) طرح آزمایش سازگاری سوزنی‌برگان در منطقه ارتفاعی پایین‌بند جنگلهای  
نکا (کوهسارکنده)

شیرزاد محمدنژاد کیاسری<sup>۱</sup>، محمود دستمالچی<sup>۲</sup>، سیدعلیرضا موسوی گرمستانی<sup>۳</sup>  
و بهنوش جعفری<sup>۴</sup>

چکیده

هدف از اجرای طرحهای سازگاری درختان غیر بومی، تعیین نتایج ارزشمند معرفی گونه‌های غیر بومی مناسب جهت استفاده در برنامه‌های جنگلکاری است. این تحقیق در جنگلهای مرطوب پایین‌بند نکا (کوهسارکنده) و در قالب بلوکهای کامل تصادفی با ۳ تکرار و ۸ تیمار از گونه‌های مختلف سوزنی‌برگ شامل، کاج تدا (*Pinus taeda*)، کاج رادیاتا (*Pinus radiata*)، کاج بروسیا (*Pinus brutia*)، کاج سیاه (*Pinus nigra var. austriaca*)، کاج دریایی (*Pinus pinaster*)، کاج کاشفی (*Pinus longifolia*)، کریتومریا (*Cryptomeria japonica*) و گونه سدر هیمالیا (*Cedrus deodara*) از سال ۱۳۷۱ مورد مطالعه قرار گرفت. میانگین درصد زنده‌مانی، میانگین ارتفاع، میانگین قطر یقه، میانگین قطر برابر سینه و میانگین درصد طبقات کیفی (خوب، مناسب، ضعیف و نامناسب) پس از اندازه‌گیریهای سالیانه در هر یک از کرت‌های آزمایشی به عنوان متغیر تعیین گردید و پس از پایان سال دهم مورد آزمون آماری قرار گرفت همچنین با حفر و تشریح پروفیل در سطح عرصه، ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه قرار گرفت و ویژگیهای اقلیمی آن نیز بر اساس آمار آب و هوایی دهساله ایستگاه هواشناسی چلمردی واقع در ۳ کیلومتری محل اجرای طرح (۷۸-۱۳۶۹) تعیین گردید.

۱- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران

MS-Mohammad Nejad@yahoo.com

۲- عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع (هماهنگ کننده طرح تحقیقاتی)

۳- کارشناس اداره کل منابع طبیعی ساری

۴- کارشناس ارشد مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران

بررسی نتایج صفات کمی و کیفی تیمارهای مختلف سوزنی‌برگ نشان داد که پس از پایان مدت دهسال از اجرای طرح تحقیقاتی اختلاف معنی‌داری میان تیمارهای مختلف از لحاظ هر یک از صفات کمی و کیفی فوق در سطح یک درصد وجود دارد.

لازم به ذکر است که با توجه به تجزیه و تحلیل نتایج حاصل از صفات کمی و کیفی (میانگین درصد زنده‌مانی، میانگین ارتفاع، میانگین قطر یقه، میانگین قطر برابر سینه، میانگین درصد طبقات کیفی) و مشاهدات زمینی می‌توان گفت که تا این مرحله گونه *Pinus taeda* (با مبداء پیلمبرا، مبداء اصلی بذر آمریکا) از بهترین وضعیت برخوردار بوده و پس از آن گونه‌های *Pinus radiata* (با مبداء نوشهر، مبداء اصلی بذر آمریکا) و *Pinus brutia* (با مبداء پاسند، مبداء اصلی بذر ترکیه) نتیجه قابل قبولی را ارائه کرده‌اند.

**واژه‌های کلیدی:** سازگاری، سوزنی‌برگ، جنگلهای شمال، زنده‌مانی، ارتفاع، قطر

### مقدمه

کاهش قابل توجه سطح جنگلهای طبیعی شمال کشور از میزان ۲۰۸۸۵۵۹ هکتار در سال ۱۳۳۴ به سطح ۱۸۴۷۸۸۶ هکتار در سال ۱۳۷۳ (دفتر مهندسی، ۱۳۸۰) و همچنین تنزل کیفی عرصه‌های باقیمانده به لحاظ کاهش تنوع گونه‌ای و پایین آمدن پایداری اکوسیستم، همراه با روند رو به رشد مشکلات اقتصادی اجتماعی ناشی از افزایش جمعیت و تعریف نوع معیشت مردم خطه شمال و وجود سیاستهای کلان در مورد حضور فعالیتهای خصوصی و تعاونی در سطح عرصه‌های منابع طبیعی، بخشهای قابل توجهی از شرایط حاکم بر جنگلهای شمال است. در مورد جنگلهای طبیعی موجود در شمال کشور نیز می‌توان گفت در طول سالهای گذشته میانگین حجم دو گونه راش و افرا کاهش یافته و در مقابل حجم گونه‌های ممرز، بلوط، توسکا و انجیلی افزایش یافته است، میانگین ۳۶/۸۵ درصد از سطح جنگلهای خطه شمال حجمی کمتر از ۲۰۰ متر مکعب در هکتار داشته که نسبت به پتانسیل طبیعی تولید حجم متوسطی دارد. ۵۲/۸۳ درصد حجم جنگلهای شمال به درختان مسن، کهنسال و فرتوت تعلق دارند که به طور میانگین ۱۰٪ تعداد درختان را تشکیل می‌دهند، ۵۸/۸۲٪ تعداد درختان موجود سالم و ۴۱/۱۸٪ تعداد درختان آسیب‌دیده می‌باشند، همچنین به طور میانگین ۵۱/۱۵٪ سطح جنگلهای شمال کشور فاقد تجدید حیات طبیعی بوده و یا زادآوری آن نامطلوب است (دفتر مهندسی، ۱۳۸۰).

بررسی آمار فعالیتهای جنگلکاری شمال کشور از ابتدا تا پایان سال ۱۳۷۸ نشان می‌دهد که میزان جنگلکاری از میانگین سالیانه ۱۷۳۲/۶ هکتار در قبل از پیروزی

انقلاب اسلامی به میانگین ۶۰۰۱ هکتار در طول سالهای ۵۸ تا ۱۳۶۸ و میانگین سالیانه ۱۷۹۳۷ هکتار در طول برنامه اول افزایش یافته است (سالهای ۶۸ تا ۱۳۷۲)، با این حال متأسفانه در طول برنامه دوم به دلیل کاهش اعتبارات دولتی، میزان جنگلکاری به میانگین سالیانه ۱۱۵۷۲/۵ هکتار تقلیل یافته است، همچنین بررسیهای انجام شده سوزنی‌برگان شمال کشور در سال ۱۳۷۵ بیانگر این واقعیت است که در مجموع به طور میانگین ۲۰۰ هزار هکتار جنگلکاری در سطح شمال کشور انجام شده است که حدود ۲۰٪ آن را گونه‌های سوزنی‌برگ (۴۰ هزار هکتار) تشکیل می‌دهند (اسدالهی، ۱۳۸۰).

از مهمترین اهداف کشت گونه‌های سوزنی‌برگ در شمال کشور، احیای جنگلهای مخروبه، افزایش کیفیت و غنی‌سازی توده‌های جنگلی جهت تولید انبوه چوبهای صنعتی، افزایش میزان محصول در واحد سطح، ایجاد پارکهای جنگلی و جنگلهای حفاظتی در اطراف شهرها و روستاهای بزرگ و کوچک، آرایش و طراحی فضاهای سبز و تکمیل توده‌ها و مجموعه‌های گیاهی موجود در آربرتومها و باغهای گیاه‌شناسی است که همچنین لازم به ذکر است از دیرباز استفاده معقول با درصدی از گونه‌های سوزنی‌برگ در جنگلهایی که دچار خسارت زیاد شده و یا تخریب کامل یافته‌اند به عنوان توده‌های پیشاهنگ و پرستار در جهت طی مراحل تواتر اجتناب‌ناپذیر بوده است. معرفی نمودن یک گونه خارجی نیاز به آزمایش سازگاری داشته و بخش تحقیقات می‌بایست این فعالیت مهم را انجام داده و فهرست گونه‌های مناسب را با توجه به شرایط مختلف اکولوژیکی شمال کشور تعریف نماید. قدمت انجام آزمایشهای گونه‌های غیربومی به طور علمی و گسترده در ایران به حدود ۳۵ سال می‌رسد که در آن میان می‌توان از فعالیتهای وب (کارشناس مأمور انگلستان در مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع) و فیشویک، از طریق طرح مشترک ایران و فائو را نام برد (سردابی، ۱۳۷۷). لازم به ذکر است که مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع به دلیل اهمیت موضوع از سال ۱۳۴۸ فعالیتهای گسترده‌ای در زمینه تهیه و اجرای طرحهای سازگاری گونه‌های

مختلف آغاز نموده و تاکنون گزارش نهایی تعدادی از طرحهای سازگاری را نیز انتشار داده است.

گونه‌های سوزنی‌برگ به رغم دارا بودن سطحهای متفاوت کوچک و بزرگ در رویشگاه اصلی خود، پس از معرفی به نقاط جدید می‌توانند دامنه‌های وسیعتری را به خود اختصاص دهند. مساحت جنگلهای کاج بروسیا در کشور ترکیه حدود ۳ میلیون هکتار است که تقریباً ۳۵ درصد جنگلهای سوزنی‌برگ این کشور را تشکیل می‌دهند (دستمالچی، ۱۳۷۴). یکی از بزرگترین جنگلهای دست کاشت جهان، شامل ۹۰۰ هزار هکتار در سواحل آتلانتیک جنوب غربی فرانسه است که پس از سال ۱۷۸۹ به طور تقریباً خالص از گونه کاج دریایی جنگلکاری گردید. توده‌های طبیعی کاج رادیاتا اگرچه در کشور آمریکا وسعتی بیش از ۸۰۰۰ هکتار را ندارند، به عنوان گسترده‌ترین گونه سوزنی‌برگ در دنیا جنگلکاری شده‌است (Critchfield & Elbert، ۱۹۶۶)، این گونه به دلیل سریع‌الرشد بودن و تولید الوار و خمیر کاغذ مطلوب در کشورهای نیوزیلند، استرالیا، اسپانیا، آرژانتین، شیلی، اورگوئه و آفریقای جنوبی به طور وسیع کشت می‌گردد (Scott، ۱۹۶۰). گونه کاج تدا نیز که با وسعت ۱۱/۷ میلیون هکتار مهمترین جنگلهای تجارتي را در ایالت‌های جنوبی آمریکا به خود اختصاص داده است، با دارا بودن بیش از نیمی از حجم سوزنی‌برگان منطقه، هر ساله حدود ۳۰۰ هزار هکتار از آن جهت تولید الوار و خمیر کاغذ برداشت می‌گردد (Langdon، ۱۹۷۹). لازم به ذکر که است از شروع اولین عملیات جنگلکاری آمریکا در سال ۱۹۲۶، میزان این فعالیت روندی افزایشی داشته است به شکلی که در سال ۱۹۹۶ میزان میانگین جنگلکاری برابر ۸۰۰ هزار هکتار در سال برآورد گردید و این در حالی است که گونه‌های *Pinus taeda* & *Pinus echinata* (Loblolly-Shortleaf Pine) با دارا بودن وسعتی برابر ۹/۱ میلیون هکتار بیشترین سطح جنگلکاریهای آمریکا را به خود اختصاص داده‌اند (Smith et al، ۲۰۰۰).

بررسی رویش کاج تدا در منطقه جلگه‌ای پیلمبرای گیلان نشان داد که این توده در ۱۷ سالگی دارای قطر میانگین ۲۰/۷ سانتیمتر و ارتفاع میانگین ۱۴/۴ متر می‌باشد، همچنین میزان تلفات این گونه نسبتاً پایین (۲۷ درصد) بوده که در مقایسه با رویشگاه مبداء (جنوب شرقی ایالت متحده) نشان دهنده موفقیت کاشت این گونه در ایران است (گرچی بحری، ۱۳۷۲). مطالعه و بررسی جمعیت کاج کاشفی در ایستگاه تحقیقات پاسند با رویش میانگین قطری ۱/۵۵ سانتیمتر، رویش ارتفاعی ۰/۸۴۸ متر و میانگین رویش حجمی سالیانه ۹/۷۶ متر مکعب در ۹ سالگی نشان از میزان رویش مناسب این گونه در منطقه است (دماوندی کمالی، ۱۳۷۵).

نتایج بررسی تأثیر اکولوژیکی و تولید اقتصادی کاج سیاه در منطقه فریم نشان داد که با کاشت این گونه در عرصه فاقد جنگل (جنگل کاملاً تخریب یافته) پس از گذشت ۲۰ سال، با ایجاد پوشش جنگلی و تولید ۸۹ متر مکعب چوب کاج سیاه، افزایش فعالیت زیستی بی‌مهرگان خاکزی، افزایش تنوع پوشش گیاهی و بهبود ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی خاک را موجب گردیده است (رحمانی و همکاران، ۱۳۷۹).

باید توجه داشت اگرچه وجود جنگلکاریهای سنواتی از گونه‌های سوزنی‌برگ در منطقه امکان مطالعه در جهت استقرار، سازگاری، حساسیت نسبت به آفات و بیماریها و بررسی تأثیر اکولوژیکی و تولید اقتصادی این گونه‌ها را در رویشگاه جدید فراهم می‌سازد، لیکن امکان بررسی در میان گونه‌ها و مبادی متفاوت را در یک منطقه خاص ممکن نمی‌سازد. این مهم تنها از طریق اجرای طرحهای تحقیقاتی در مناطق مختلف قابل دستیابی است. لازم به ذکر است که اجرای طرحهای تحقیقاتی در زمینه سازگاری درختان غیر بومی، اولین و مهمترین مرحله در شناسایی و معرفی گونه‌های سازگار به بخشهای اجرایی جهت انجام فعالیتهای مهم برنامه جنگلکاری است.

مقاله حاضر مربوط به نتایج اولیه طرح سازگاری سوزنی‌برگان مهم جهان در مازندران مرکزی است که در سال ۱۳۷۱ در منطقه پایین‌بند جنگلهای نکا (کوهسارکنده)

با استفاده از ۸ گونه و ایالت در قالب بلوکهای کامل تصادفی و در ۳ تکرار اجرا شده است (تصاویر شماره ۱ و ۲). در جدول شماره ۱ به پاره‌ای از ویژگیهای مهم اکولوژیکی گونه‌های بکار رفته در این طرح تحقیقاتی پرداخته شده است. بدیهی است که از نتایج این گونه آزمایشهای سازگاری سوزنی‌برگ می‌توان در رویشگاههای پایین‌بند جنگلی مشابه منطقه مورد بررسی و با توجه به شرایط آب و هوایی و ویژگیهای خاک منطقه اقدام نمود.

### مواد و روشها

مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع ۹ طرح تحقیقاتی را در زمینه سازگاری گونه‌های مختلف سوزنی‌برگان در سه منطقه ارتفاعی از جنگلهای گیلان و مازندران و در هر منطقه در ۳ نقطه ارتفاعی، از سال ۱۳۷۱ به اجرا گذاشته است. طرح تحقیقاتی حاضر نیز در قالب این بررسیها قرار داشته و در جنگلهای پایین‌بند (کوهسارکنده) اجرا شده است.

محل اجرای طرح در طول جغرافیایی، "۵۵' و ۱۹" و ۵۳ شرقی، عرض جغرافیایی "۵" و ۵۰' و ۳۶ شمالی، جهت جغرافیایی دامنه شمالی، ارتفاع از سطح دریا ۱۵۰ متر و با شیب میانگین ۳ درصد واقع شده است.

- پوشش علفی کف جنگل در عرصه طرح تحقیقاتی<sup>۱</sup> پس از کشت سوزنی‌برگان عبارتند از:

- |   |                        |
|---|------------------------|
| 1- <i>Carex stenophylla</i> L.  | ۱- جگن                 |
| 2- <i>Clinopodium umbrosum</i> (M.B.) C.Koch                            | ۲- ریحانک سایه پسند    |
| 3- <i>Daucus broteri</i> Ten.   | ۳- هویج یک ساله        |
| 4- <i>Erigeron acer</i> L. subsp. <i>pycnotrichus</i> (Vierh). Grierson | ۴- پیربهار تلخ پرکرک   |
| 5- <i>Euphorbia</i> . sp.   | ۵- فرفیون              |
| 6- <i>Festuca altissima</i> All.  | ۶- علف بره جنگلی       |
| 7- <i>Geranium pyrenaicum</i> Burm. F.                                  | ۷- سوزن چوپان پیرنه‌ای |
| 8- <i>Geum kokanicum</i> Regel & Schmalh                                | ۸- علف مبارک کوهستانی  |
| 9- <i>Luzula forsteri</i> Smith DC.                                     | ۹- سازوی جنگلی         |
| 10- <i>Nonnea lutea</i> (Desr.) Reichenb.                               | ۱۰- چشم گربه‌ای زرد    |
| 11- <i>Plantago lanceolata</i> L.                                       | ۱۱- بارهنگ سرنیزه‌ای   |
| 12- <i>Plantago major</i> L.  | ۱۲- بارهنگ             |
| 13- <i>Poa nemoralis</i> L.   | ۱۳- چمن جنگلی          |
| 14- <i>Potentilla reptans</i> L.  | ۱۴- پنجه برگ (رونده)   |
| 15- <i>Prunella vulgaris</i> L.   | ۱۵- نعناع چمنی         |
| 16- <i>Rumex acetosa</i> L.   | ۱۶- ترشک باغی          |
| 17- <i>Sanguisorba minor</i> Scop.                                      | ۱۷- توت روباهی         |
| 18- <i>Senecio glaucus</i> L.   | ۱۸- پیر گیاه رایج      |
| 19- <i>Setaria verticillata</i> (L.) P. Beauv                           | ۱۹- ارژنی چرخه‌ای      |
| 20- <i>Taraxacum</i> sp.  | ۲۰- گل قاصدک           |
| 21- <i>Veronica arvensis</i> L.   | ۲۱- سیزاب معمولی       |
| 22- <i>Oxalis acetosella</i> L.   | ۲۲- ترشک               |

۱- شناسایی گیاهان علفی در سطح طرح توسط برادران مهندس محمد اکبرزاده و مهندس حبیب زارع در هرباریوم ایستگاه تحقیقات نوشهر انجام پذیرفته است.



جدول شماره ۱- ویژگیهای مهم خاک، شرایط محیطی و نیازهای اکولوژیکی گونه‌های بکار رفته در طرح تحقیقاتی.

نام گونه	شرایط رشد ونمو
<i>Pinus brutia</i>	کاج بروسیا یکی از گونه‌های مهم مدیترانه‌ای است. دامنه ارتفاعی آن از ۱۰۰ تا ۱۵۵۰ متر از سطح دریا است و بیشترین پراکنش را در کشور ترکیه دارد. این گونه نور پسند در اقلیم گرم و مرطوب مدیترانه رویش دارد که از نظر خاک هیچگونه توقعی ندارد و بر خاکهای سبک و نیز اراضی سنگی که سطح آنها شکافدار و یا شکسته هستند نیز می‌تواند رشد نماید. از جمله سنگهای مادری رویشگاه طبیعی کاج بروسیا سنگهای آهکی است. بهترین رویشگاه آن نیز بر روی سنگهای آهکی کنگلومرا جای دارد (دستمالچی، ۱۳۷۴).
<i>Cedrus deodara</i>	این‌گونه درحوزهٔ هیمالیا ودر ارتفاع ۱۱۰۰ تا ۳۰۰۰ متر از سطح دریا رویش دارد. برای حداکثر رویش به خاکهای عمیق، غنی با زهکشی‌خوب و محیط آفتابگیر احتیاج دارد و بر روی خاکهایی با بیش از ۵۰ درصد ذرات سنگهای آهکی و یا بیش از ۱۵ درصد ترکیبهای کربناتی رشد ضعیفی دارد. این‌گونه به رطوبت بیش از حد در بخش ریشه و شوری‌خاک حساس است و از سویی دیگر نسبت به pH بالا و خاکهای رسی مقاوم می‌باشد (دهبندی و محمدنژاد، ۱۳۸۰).
<i>Cryptomeria japonica</i>	بومی سواحل خاوری آسیا (چین و ژاپن) است. این گونه رطوبت‌پسند و روشنایی‌پسند بوده با این وجود سایه را به خوبی تحمل می‌کند، نسبت به سرمای شدید و خشکی تابستان حساس است، روی هم رفته طالب آب و هوای معتدل و مرطوب است و در مناطقی با بارندگی فراوان و حرارت ملایم زمستان رشد سریعی دارد. این گونه خاکهای سیلیسی و اسیدی را ترجیح می‌دهد و آهک گریز است. دامنه ارتفاعی رویش این گونه از ۴۰۰ تا ۱۸۰۰ متر از سطح دریا است (عباسی، ۱۳۷۶؛ زارع، ۱۳۸۰).
<i>Pinus longifolia</i>	این گونه بومی دامنه کوههای هیمالیا می‌باشد و در ارتفاع ۴۵۰ تا ۲۳۰۰ متر از سطح دریا جوامع نسبتاً خالص را تشکیل می‌دهد. این گونه در خاکهایی که بخوبی زهکش شوند رشد مطلوبی دارد و در زمینهای سنگلاخی از رشد مناسبی برخوردار نیست، سیستم ریشه‌ای آن قوی و عمیق است و در خاکهای سبک شنی لومی بیشترین رشد را دارد، سرمای زیاد عامل محدودکننده رشد آن می‌باشد (Gelderen et al.، ۱۹۹۲؛ عباسی، ۱۳۷۶).

### ادامه جدول شماره ۱-

نام گونه	شرایط رشد ونمو
<i>Pinus nigra</i>	بومی کرانه دریای مدیترانه و دریای سیاه تا اطیش است و از نواحی ساحلی تا ارتفاع ۱۲۰۰ متر از سطح دریا انتشار دارد. این گونه به سرما و خشکی بسیار مقاوم است و طالب آب و هوای مدیترانه‌ای است. در اطیش بر روی انواع وسیعی از خاکها رویش دارد و با این حال خاکهای عمیق و غنی را ترجیح می‌دهد. این گونه نسبت به سایه نابدبار است تقاضای تغذیه‌ای پایینی دارد و رطوبت پایین خاک عامل محدود کننده رشد این گونه محسوب می‌گردد (Heinz, ۱۹۹۶, زارع, ۱۳۸۰).
<i>Pinus pinaster</i>	بومی مناطق کم ارتفاع غرب مدیترانه و بخشهای جنوبی اقیانوس اطلس است که به شدت ماسه رو و خواهان خاکهای اسیدی است، از همین رو است که در خاکهای شنی، سبک، فقیر و اسیدی به منظور تولید چوب، کنترل فرسایش خاک، احداث بادشکن و ایجاد فضای سبز کشت می‌گردد. لازم به ذکر است که این گونه علاوه بر تولید چوب از رزین بالایی برخوردار است که استخراج رزین از آن انجام می‌پذیرد (Coombes, ۱۹۹۵, عباسی, ۱۳۷۶).
<i>Pinus radiata</i>	بومی آمریکای شمالی است که تحت تاثیر اقیانوس آرام در اقلیمی با رطوبت بالا، میانگین درجه حرارت پایین همراه با تابستانهای مه‌گیر رویش دارد. میزان میانگین تبخیر سالیانه از ۳۸۰ تا ۸۹۰ میلیمتر می‌باشد. این گونه از سنگ مادر آهکی گریزان و بر روی خاکهایی با واکنش اسیدی، عمیق شنی لومی که در آن رسوبهای دریایی آبشویی شده‌اند و فاقد لایه غیر قابل نفوذ رسی است به خوبی رشد می‌کند. مخروط دهی این گونه نیز از ۵ تا ۱۰ سالگی آغاز می‌گردد (Russell et al., ۱۹۹۰).
<i>Pinus taeda</i>	بومی ایالت‌های جنوب و جنوب شرقی آمریکا است و شرایط آب و هوایی محل رویش آن مرطوب، با تابستانهای گرم و زمستانهای ملایم است. پراکنش ارتفاعی آن محدود و از ارتفاع هم سطح دریا تا ۲۵۰ متر و به ندرت تا ۶۰۰ متری است. میانگین بارندگی سالیانه ۱۰۲۰ تا ۱۵۲۰ میلیمتر و میانگین درجه حرارت سالیانه ۱۳ تا ۲۴ درجه سانتیگراد می‌باشد. این گونه بر روی خاکهایی که تا حدودی اسیدی و با زهکشی کامل تا ضعیف خاک سطحی همراه باشند به خوبی رشد می‌کند، همچنین روشنایی پسند بوده و تا حدودی نسبت به سایه و خاکهای ضعیف نیز مقاوم است. سرمای زمستان، تگرگ و برف عوامل محدود کننده رشد آن محسوب می‌گردد (Russell et al., ۱۹۹۰, زارع, ۱۳۸۰).

## روشها

طرح در قالب روش آماری بلوکهای کامل تصادفی، در ۳ تکرار و با ۸ تیمار (گونه و مبدأ) براساس شکل شماره ۱ و با مشخصات جدول شماره ۲ در کرتهایی به ابعاد ۲۰×۲۰ متر در سال ۱۳۷۱ اجرا شد. در هر کرت (تیمار) یک صد اصله نهال گلدانی به فاصله ۲×۲ متر کاشته شد. پس از حذف دو ردیف کناری از هر جهت به عنوان منطقه حائل (Buffer area) از ۳۶ اصله نهال مرکز هر کرت، مؤلفه‌های کمی و کیفی در هر سال و در دو مرحله اندازه‌گیری گردید.

مؤلفه‌های کمی مورد بررسی به شرح زیر انجام شده است:

ارتفاع نهالها با چوب اندازه‌گیری مدرج، شیب سنج سونتو و یا دستگاه رلاسکوپ به دقت سانتیمتر، قطر یقه نهالها توسط کولیس و یا کالیپر به دقت میلیمتر، قطر برابر سینه نهالها توسط کولیس و یا کالیپر به دقت میلیمتر و همچنین تعیین درصد زنده‌مانی.

امتیازدهی طبقات کیفی براساس مؤلفه‌هایی به شرح زیر است:

دو شاخگی نهالها، راست بودن تنه درختان، چنگالی شدن، وضعیت هرس طبیعی، سلامت از نظر آفات و امراض و صدمات جوی، وضعیت فرم تاج از نظر قرینه بودن، انبوهی، ابعاد تاج و شادابی.

لازم به ذکر است که به مؤلفه زنده‌مانی در کل نمره ۰-۱۰۰ به شرح زیر داده شد:

نامناسب = ۰-۲۴، ضعیف = ۲۵-۴۹، مناسب = ۵۰-۷۴، خوب = ۷۵-۱۰۰.

و به مؤلفه‌های کیفیت نیز در کل نمره ۰-۱۰۰ داده شد که عبارتند از:

نامناسب = ۰-۳۹، ضعیف = ۴۰-۵۹، مناسب = ۶۰-۷۹، خوب = ۸۰-۱۰۰.

پس از پایان ده سال از اجرای طرح تحقیقاتی، داده‌های جمع‌آوری شده از وضعیت نهالها، شامل برآوردهای کمی (میانگین قطر یقه، میانگین قطر برابر سینه، میانگین ارتفاع و درصد زنده‌مانی) در قالب بلوکهای کامل تصادفی مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. در ارتباط با بررسیهای کیفی نیز تجزیه و تحلیل با تشکیل جداول توافقی و براساس درجات کیفی پایه‌های خوب، مناسب، ضعیف و نامناسب، با استفاده از آزمون

کای‌اسکوئر و براساس جدول زیر منحنی نرمال (Z) صورت پذیرفت. در انجام تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزارهای Spss win ، Mstatc و Qpro استفاده شد.

## نتایج

### وضعیت آب و هوایی

براساس اطلاعات بدست آمده از نتایج دهساله آب و هوایی ایستگاه هواشناسی در نهالستان چلمردی و در طول سالهای ۱۳۶۹-۱۳۷۸ ویژگیهای اقلیمی به شرح زیر بدست آمده است:

میانگین حداکثر دمای گرمترین ماه (مرداد ماه) ۳۱ درجه سانتیگراد (۲۴/۸ تا ۳۵/۷ درجه سانتیگراد)، میانگین حداقل دمای سردترین ماه (بهمن ماه) ۲ درجه سانتیگراد (۳/۱- تا ۵/۸ درجه سانتیگراد)، گرمترین ماه سال مرداد، با دمای میانگین ۲۵/۳ درجه سانتیگراد و سردترین ماه سال بهمن، با میانگین دمای ۷/۱ درجه سانتیگراد است همچنین حداکثر مطلق دما (تیرماه) ۴۵ درجه سانتیگراد، حداقل مطلق دما (بهمن ماه) ۴- درجه سانتیگراد و میانگین درجه حرارات سالیانه ۱۹/۲ درجه سانتیگراد می‌باشد. میانگین مجموع بارندگی در طول دهسال برابر ۶۲۴/۵ میلیمتر تعیین شد که میان ۴۴۲ میلیمتر در سال ۱۳۷۳ و ۷۱۸ میلیمتر در سال ۱۳۷۱ در نوسان بوده است. همچنین پربارانترین ماه، آبان ماه با میانگین بارندگی ۷۵/۷ میلیمتر در سال و کم بارانترین ماه، مرداد ماه با میانگین بارندگی ۲۹/۷ میلیمتر در سال برآورد گردید.

این منطقه بر طبق بررسیهای انجام شده براساس کلیماگرام فرمول دوم آمبرزه با

ضریب  $Q_2 = 55/7$  در طبقه اقلیمی

شکل شماره ۱- کاشت طرح سازگاری سوزنی‌برگان مهم جهان در منطقه ارتفاعی پایین‌بند جنگلهای نکا (کوهسارکنده)

۳	۱	۴	۲	۶	۷	۸	۵	تکرار اول
---	---	---	---	---	---	---	---	-----------

۷	۸	۵	۳	۲	۶	۱	۴	تکرار دوم
---	---	---	---	---	---	---	---	-----------

۲	۴	۱	۶	۵	۷	۳	۸	تکرار سوم
---	---	---	---	---	---	---	---	-----------

«اسامی تیمارهای مورد استفاده در اجرای طرح تحقیقاتی»

- 1- *Pinus nigra* var. *austriaca*
- 2- *Cedrus deodara*
- 3- *Pinus brutia*
- 4- *Cryptomeria japonica*
- 5- *Pinus longifolia*
- 6- *Pinus radiata*
- 7- *Pinus taeda*
- 8- *Pinus pinaster*

جدول شماره ۲- وضعیت نهالهای کاشته شده در طرح سازگاری سوزنی‌برگان مهم جهان در منطقه ارتفاعی پایین‌بند جنگلهای نکا (کوهسارکنده)

ردیف	نام گونه	وضعیت نهال	سن نهال	مبداء	نهالستان
۱	<i>Pinus nigra</i> var. <i>austriaca</i>	گلدانی	۳ سال (۱+۲)	اطریش	کلاردشت
۲	<i>Cedrus deodara</i>	گلدانی	۳ سال (۱+۲)	پاسند	پاسند
۳	<i>Pinus brutia</i>	گلدانی	۳ سال (۱+۲)	پاسند	پاسند
۴	<i>Cryptomeria japonica</i>	گلدانی	۱ سال (۰+۱)	نوشهر	نوشهر
۵	<i>Pinus longifolia</i>	گلدانی	۳ سال (۲+۱)	پاسند	پاسند
۶	<i>Pinus radiata</i>	ریشه‌ای	۲ سال (۲+۰)	نوشهر	شهرپشت
۷	<i>Pinus taeda</i>	گلدانی	۲ سال (۱+۱)	پیلمبرا	پیلمبرا
۸	<i>Pinus pinaster</i>	گلدانی	۳ سال (۱+۲)	پاسند	پاسند

نیمه‌مرطوب سرد و براساس طبقه‌بندی دومارتن نیز در اقلیم مدیترانه‌ای قرار می‌گیرد. با توجه به آمار موجود و با استفاده از روش باکتول و گوسن منحنی آمبروترمیک منطقه نیز رسم شده است (شکل شماره ۲) که در آن ماههای خرداد، تیر و مرداد جزو ماههای خشک منطقه محسوب می‌گردد.

### وضعیت عمومی خاک در عرصه طرح

عرصه مورد مطالعه از نظر فیزیوگرافی تقریباً مسطح، شیب در حدود ۵-۰ درصد، میزان پستی و بلندی کم، زهکشی داخلی میانگین تا ضعیف و نفوذپذیری در حد میانگین است. خاک عمیق تا خیلی عمیق با بافت سطحی میانگین تا نسبتاً سنگین که با افزایش عمق، میزان رس خاک نیز افزوده می‌شود به طوری که بافت خاک در افقهای پایین سنگین و رسی است. ساختمان خاک سطحی، دانه‌ای میانگین تا ریز با خلل و فرج میانگین به مقدار زیاد و در افقهای پایین ساختمان چندوجهی زاویه‌دار با ابعاد میانگین و درشت همراه با خلل و فرج ریز به مقدار زیاد می‌باشد. لکه‌های منقوط شدگی (Mottling) در افقهای پایین کم و بیش نمایان بوده که بیانگر وجود شرایط هیدرومورفیکی در فصولی از سال است. میزان مواد خنثی شونده در پروفیل خاک در افقهای سطحی جزئی و ناچیز و در افقهای پایین کم است. همچنین با توجه به عدم واکنش خاک با اسید کلریدریک در افقهای مختلف، آهک فعال در پروفیل خاک وجود ندارد. میزان گچ نیز در پروفیل خاک کم می‌باشد. خاک فاقد شوری بوده و از نظر اسیدیته جزو خاکهای اسیدی ضعیف تا خنثی می‌باشد. میزان مواد آلی در خاک سطحی زیاد است و به تدریج با افزایش عمق از میزان آن کاسته می‌شود.

### حاصلخیزی خاک

میزان مواد آلی در افقهای سطحی خیلی زیاد ( $۳/۵-۸/۴$  درصد) و در افقهای پایین تر به تدریج مقدار آن کاهش یافته و به حدود کم تا میانگین ( $۰/۸$  درصد) می‌رسد. ازت کل خاک در افقهای سطحی غنی تا میانگین ( $۰/۲۸-۰/۱۳$  درصد) و در افقهای پایین به حد فقیر ( $۰/۰۴-۰/۰۳$  درصد) می‌رسد. نسبت C/N در افقهای سطحی در حدود ۹-۱۰ بوده که نشان دهنده فعالیت بیولوژیکی طبیعی تا نسبتاً زیاد در عمق ۳۵-۰ سانتیمتر است. میزان فسفر قابل جذب در افق سطحی زیاد (۲۱ قسمت در میلیون) و در افقهای پایین در حدود کم تا خیلی کم (۳-۵ قسمت در میلیون) در تغییر است و احتمال کمبود فسفر خاک جهت رشد و نمو گیاهان در افقهای پایین وجود دارد. مقدار پتاسیم قابل جذب در افق سطحی میانگین (۲۰۰ قسمت در میلیون) و در افقهای پایین نیز در حدود میانگین (۱۶۰-۲۳۰ قسمت در میلیون) می‌باشد، به نظر می‌رسد که نیاز غذایی گیاهان به پتاسیم در خاک تأمین شده و کمبودی جهت رشد و نمو وجود نداشته باشد (جدول شماره ۳). در مجموع از نظر حاصلخیزی خاک، عرصه مورد مطالعه دارای شرایط نسبتاً مساعدی جهت رشد و نمو گیاهان می‌باشد.

### تشریح پروفیل خاک

افق A1 (۰-۱۵ سانتیمتر): این افق به رنگ قهوه‌ای تیره (۳۲ YR ۷/۵) با بافت نسبتاً سنگین که در طبقه بافت لومرس سیلتی (Silty clay loam) قرار می‌گیرد. ساختمان خاک دانه‌ای، خلل و فرج با ابعاد ریز و میانگین به مقدار زیاد، میزان مواد آلی خیلی زیاد و از نظر ازت غنی است. نسبت C/N در این افق در حدود ۱۰ بوده و فعالیت بیولوژیکی و ازتی شدن در حد مطلوب جهت تأمین نیاز ازت گیاهان وجود دارد. مقدار فسفر قابل جذب زیاد و مقدار پتاسیم در حد میانگین است. واکنش خاک اسیدی ضعیف، میزان املاح محلول با توجه به قابلیت هدایت الکتریکی عصاره گل اشباع در حد پایین بوده و محدودیتی جهت رشد گیاه از نظر شوری ایجاد نمی‌کند. درصد مواد

خنتی‌شونده کم و مقدار گچ نیز پایین است. خاک واکنشی با اسید کلریدریک نداشته و آهک فعال در این افق وجود ندارد. مرز این افق با افق بعدی موج‌دار و مشخص است. گسترش ریشه‌های با قطر میانگین و ریز در این افق زیاد و بیشتر به صورت افقی است. افق A2 (۱۵-۳۵ سانتیمتر): این افق به رنگ قهوه‌ای (۴۳ YR ۷/۵) با بافت میانگین که در طبقه بافت لوم سیلتی (Silty loam) قرار می‌گیرد. مقدار رس آن از افقهای پایین‌تر کمتر بوده و تا حدودی شستشوی رس از این افق به افقهای پایین‌تر انجام گرفته است. ساختمان خاک چند وجهی زاویه‌دار با ابعاد میانگین همراه با خلل فرج ریز و میانگین به مقدار زیاد می‌باشد. میزان مواد آلی زیاد و مقدار ازت در حد میانگین است. نسبت C/N در این افق در حدود ۹ بوده که بیانگر ازتی شدن نسبتاً بالا است و ممکن است که کاهش مقدار ازت قابل دسترس گیاهان را منجر گردد. مقدار فسفر قابل جذب خیلی کم و پتاسیم قابل جذب میانگین است. واکنش خاک تقریباً خنتی تا اسیدی ضعیف و میزان املاح محلول پایین است. درصد مواد خنتی‌شونده کم و مقدار گچ نیز پایین می‌باشد. خاک واکنش با اسید کلریدریک نداشته و آهک فعال در این افق وجود ندارد. مرز افق با افق بعدی به صورت زبانه‌ای و تقریباً مشخص است. گسترش ریشه‌های با قطر میانگین و ریز در این افق میانگین و بیشتر به صورت عمودی است.

افق Bt1 (۳۵-۷۵ سانتیمتر): این افق به رنگ قهوه‌ای خاکستری خیلی تیره (۳۲ YR ۱۰) با بافت سنگین رسی (Clay) که مقداری تجمع رس در افق دیده می‌شود این افق دارای ساختمان چند وجهی زاویه‌دار با ابعاد درشت همراه با خلل فرج ریز است. میزان مواد آلی کم و از نظر ازت فقیر بوده و نسبت C/N در حدود ۹ است. مقدار فسفر قابل جذب خیلی کم و پتاسیم قابل جذب نیز در حد میانگین است. واکنش خاک اسیدی ضعیف تا خنتی و میزان املاح محلول پایین می‌باشد. درصد مواد خنتی‌شونده جزئی و مقدار گچ پایین است، خاک واکنش با اسید کلریدریک نداشته و آهک فعال در این افق وجود ندارد. مرز افق با افق بعدی نامشخص، گسترش ریشه‌های با قطر ریز نیز به مقدار میانگین و بیشتر به صورت عمودی است. لکه‌های منقوط شدگی در اندازه‌های



میانگین و با فراوانی کم در این افق دیده می‌شود. که بیانگر تغییرات سطح آب در فصول مختلف است.

افق Bt2 (۷۵-۱۵۰ سانتیمتر): این افق به رنگ قهوه‌ای قرمز تیره (۳۲ YR ۵) با بافت سنگین رسی که مقداری تجمع رس در افق دیده می‌شود. این افق دارای ساختمان چند وجهی زاویه‌دار درشت با خلل و فرج ریز است. میزان مواد آلی خیلی کم و از نظر ازت فقیر است. نسبت C/N پایین و در حدود ۸ می‌باشد. مقدار فسفر قابل جذب کم و پتاسیم قابل جذب در حد میانگین است. واکنش خاک خنثی و میزان املاح محلول پایین می‌باشد. درصد مواد خنثی شونده ناچیز و مقدار گچ نیز کم است. خاک واکنش با اسید کلریدریک نداشته و آهک فعال در افق وجود ندارد. مرز افق با افق بعدی صاف و مشخص است. گسترش ریشه‌های با قطر ریز به مقدار کم و بیشتر به صورت عمودی است، لکه‌های منقوط شدگی نیز در اندازه‌های درشت و به مقدار کم در این افق دیده می‌شود.

افق C (۱۷۰-۱۵۰ سانتیمتر): این افق به رنگ قهوه‌ای تیره (۳۳ YR ۱۰) با بافت سنگین رسی و ساختمان چند وجهی زاویه‌دار با ابعاد میانگین همراه با خلل و فرج ریز می‌باشد. میزان مواد آلی خیلی کم و از نظر ازت نیز فقیر است. نسبت C/N بالا و در حدود ۱۲ می‌باشد میزان مواد آلی خیلی کم و پتاسیم قابل جذب در حد میانگین است. واکنش خاک خنثی تا اسیدی ضعیف و مقدار املاح محلول پایین می‌باشد. درصد مواد خنثی شونده ناچیز و مقدار گچ نیز کم است. لازم به ذکر است که به علت بالا بودن سطح سفره آب در زمان انجام مطالعه و ایجاد شرایط ماندابی در عمق ۱۷۰ سانتیمتری امکان بررسی بیشتر از این عمق میسر نبوده است.

جدول شماره ۳- نتایج آزمایشهای خاکشناسی پروفیل خاک منطقه مورد مطالعه (کوهسارکنده)

نوع بافت خاک	رس Clay %	لای Silt %	شن-ماسه Sand %	پتاسیم قابل جذب K (ava) p.p.m.	فسفر قابل جذب P(ava) p.p.m.	کربن آلی O.C %	گچ CaSo 4	درصد مواد خشتی شونده T.N.	اسیدیته گل اشباع pH	هدایت الکتریکی EC×۱۰۳ Dc / m	عمق cm	مشخصات
S-C-L	۳۰	۶۰	۱۰	۲۰۰	۲۱	۳	۰/۲۲۵	۰/۸۸	۵/۹۷	۰/۴۸	۰-۱۵	افق A1
S-C	۴۲	۵۰	۸	۱۶۰	۳	۱/۳	۰/۳	۰/۴۴	۶/۴۶	۰/۴۶	۱۵-۳۰	افق A2
C	۵۸	۳۲	۱۰	۲۶۰	۷	۰/۴۳	۰/۲۵	۰	۶/۱۳	۰/۵۲	۳۵-۷۵	افق Bt۱
C	۵۸	۳۶	۶	۲۰۰	۵	۰/۳۶	۰/۲۵	۰	۷/۱	۰/۶۶	۷۵-۱۵۰	افق Bt۲
C	۵۸	۳۴	۸	۲۳۰	۲/۵	۰/۳۶	۰/۳۴۸	۱/۳	۶/۲۷	۰/۵۴	۱۵۰-۱۷۰	افق C

## وضعیت کمی

نتایج بررسی میانگین زنده‌مانی (درصد) در طول مدت ۱۰ سال اجرای طرح تحقیقاتی برای تیمارهای مختلف سوزنی‌برگان مهم جهان نشان داد که اختلاف معنی‌دار میان تیمارهای مختلف در سطح ۱ درصد وجود دارد (جدول ۴ شماره، شکل شماره ۳).

جدول شماره ۴- تجزیه واریانس زنده‌مانی برای تیمارهای مختلف سوزنی‌برگان در منطقه ارتفاعی پایین‌بند جنگلهای نکا (کوهسارکنده)

F	ms	ss	درجه آزادی	منبع تغییرات
۶/۵۲۹۹**	۲۳۰۴/۹۲۹	۱۶۱۳۴/۵	۷	تیمار
۰/۰۸۱۶ ns	۲۸/۷۹۲	۵۷/۵۸۳	۲	بلوک
	۳۵۲/۹۸۲	۴۹۴۱/۷۵	۱۴	خطای آزمایش
		۲۱۱۳۳/۸۳۳	۲۳	مجموع

تذکر: علامت \*\* به معنای معنی‌دار بودن در سطح ۱٪ است، ns به معنای عدم معنی‌دار بودن است.

نتایج بررسی میانگین ارتفاع (متر) در طول مدت ۱۰ سال اجرای طرح تحقیقاتی برای تیمارهای مختلف سوزنی‌برگان مهم جهان نشان داد که اختلاف معنی‌داری میان تیمارهای مختلف در سطح ۱ درصد وجود دارد (جدول شماره ۵، شکل شماره ۴).

جدول شماره ۵- تجزیه واریانس ارتفاع برای تیمارهای مختلف سوزنی‌برگان در منطقه ارتفاعی پایین‌بند جنگلهای نکا (کوهسارکنده)

F	ms	ss	درجه آزادی	منبع تغییرات
۲۵/۷۸۲**	۱۶/۵۵۸	۱۱۵/۹۰۴	۷	تیمار
۰/۷۵۴ ns	۰/۴۸۴	۰/۹۶۸	۲	بلوک
	۸/۹۹۱	۸/۹۹۱	۱۴	خطای آزمایش
		۱۲۵/۸۶۳	۲۳	مجموع

تذکر: علامت \*\* به معنای معنی‌دار بودن در سطح ۱٪ است، ns به معنای عدم معنی‌دار بودن است.

نتایج بررسی میانگین قطر یقه (سانتیمتر) در طول مدت ۱۰ سال اجرای طرح تحقیقاتی برای تیمارهای مختلف سوزنی‌برگان مهم جهان نشان داد که اختلاف معنی‌داری میان تیمارهای مختلف در سطح ۱ درصد وجود دارد (جدول شماره ۶).

جدول شماره ۶- تجزیه واریانس قطر یقه برای تیمارهای مختلف سوزنی‌برگان در منطقه ارتفاعی پایین‌بند جنگلهای نکا (کوه سارکنده)

منبع تغییرات	درجه آزادی	SS	ms	F
تیمار	۷	۲۰۶/۱۹۳	۲۹/۴۵۶	۵/۲۷۲۲ **
بلوک	۲	۱۶/۰۵۵	۸/۰۲۸	۱/۴۳۶۸ ns
خطای آزمایش	۱۴	۷۸/۲۱۹	۵/۵۸۷	
مجموع	۲۳	۳۰۰/۴۶۷		

تذکر: علامت \*\* به معنای معنی‌دار بودن در سطح ۱٪ است، ns به معنای عدم معنی‌دار بودن است.

بررسی نتایج داده‌های حاصل از میانگین قطر برابر سینه (سانتیمتر) برای تیمارهای مختلف طرح تحقیقاتی نشان داد که اختلاف معنی‌داری میان تیمارهای مختلف در سطح ۱ درصد وجود دارد (جدول شماره ۷).

جدول شماره ۷- تجزیه واریانس قطر برابر سینه برای تیمارهای مختلف سوزنی‌برگان در منطقه ارتفاعی پایین‌بند جنگلهای نکا (کوهسارکنده)

منبع تغییرات	درجه آزادی	SS	ms	F
تیمار	۷	۱۵۷/۹۹۴	۲۲/۵۷۱	۱۲/۷۹۷ **
بلوک	۲	۱/۶۲۴	۰/۸۱۲	۰/۴۶۰ ns
خطای آزمایش	۱۴	۲۴/۶۹۲	۱/۷۶۴	
مجموع	۲۳	۱۸۴/۳۰۹		

تذکر: علامت \*\* به معنای معنی‌دار بودن در سطح ۱٪ است، ns به معنای عدم معنی‌دار بودن است.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات کمی مورد ارزیابی در طول مدت ۱۰ سال اول پس از اجرای طرح تحقیقاتی مؤید وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد از لحاظ میانگین زنده‌مانی (درصد)، میانگین قطر یقه (سانتیمتر)، میانگین قطر برابر سینه (سانتیمتر) و ارتفاع (متر) تیمارهای مختلف بوده است. مقایسه‌های انجام‌شده با استفاده از روش دانکن و براساس جداول تجزیه واریانس به شرح جدول شماره ۸ می‌باشد.

جدول شماره ۸- خلاصه مقایسه‌های صفات کمی تیمارهای سوزنی‌برگان مختلف در منطقه ارتفاعی پایین‌بند جنگلهای نکا (کوهسارکنده)

ارتفاع (متر)	قطر برابر سینه (سانتیمتر)	قطر یقه (سانتیمتر)	زنده‌مانی (درصد)	صفات	تیمار				
۶/۹	C	۱۰/۱	AB	۱۳/۳	ABC	۶۱/۷	ABC	<i>Pinus brutia</i>	پاسند
۶/۱	C	۷/۵	CD	۱۱/۱	BCD	۲۷	CD	<i>Cedrus deodara</i>	پاسند
۳/۹	DE	۸/۲	BC	۱۳/۳	ABC	۱۹/۳	D	<i>Pinus longifolia</i>	پاسند
۴/۵	D	۵/۵	D	۸/۴	D	۵۴	BCD	<i>Cryptomeria japonica</i>	نوشهر
۳	E	۵/۲	D	۹/۸	CD	۹۶/۷	A	<i>Pinus nigra var. austriaca</i>	یوگسلاوی
۶/۶	C	۱۰/۴	AB	۱۵/۵	AB	۴۴	BCD	<i>Pinus pinaster</i>	پاسند
۸/۴	B	۱۲	A	۱۶/۲	A	۶۶/۳	AB	<i>Pinus radiata</i>	نوشهر
۱۰	A	۱۲/۳	A	۱۷/۱	A	۹۱/۷	A	<i>Pinus taeda</i>	پیلمبرا

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشابه داشته باشند اختلاف معنی‌دار ندارند (سطح احتمال ۱ درصد).

### وضعیت کیفی

بررسی میانگین فراوانیهای نهالها در چهار طبقه کیفی خوب، مناسب، ضعیف و نامناسب با استفاده از جدول توافقی و در ارتباط با تیمارهای مختلف گونه‌های سوزنی‌برگ نشان داده است که برای سطح احتمال ۰/۰۱ و درجه آزادی ۲۱ df،  $X^2$  حاصل از جدول برابر ۳۸/۹ است و از آنجایی که  $X^2$  محاسبه شده برابر ۱۲۲/۱ می‌باشد، فرض صفر با احتمال ۰/۹۹ تأیید می‌گردد یعنی، با اطمینان ۰/۹۹، این بررسی نشان می‌دهد که تیمارهای مختلف گونه‌های سوزنی‌برگ در میانگین درصد فراوانی طبقات کیفی خوب، مناسب، ضعیف و نامناسب نهالها تأثیر داشته است (جدول شماره ۹).

بررسی هر یک از طبقات کیفی پایه‌های خوب، مناسب، ضعیف و نامناسب به تفکیک و با استفاده از آزمون کای اسکوئر برای تیمارهای مختلف گونه‌های سوزنی‌برگ نشان داده است که میانگین درصد فراوانی نهالها در هر یک از طبقات کیفی خوب، مناسب و ضعیف با سطح احتمال ۰/۹۹ از تیمارهای مختلف گونه‌های سوزنی‌برگ تأثیر می‌پذیرند. در مرحله بعد بررسی وجود اختلاف معنی‌دار، میان هر یک از طبقات کیفی و براساس تیمارهای مختلف گونه‌های سوزنی‌برگ و بر اساس جدول سطح زیر منحنی نرمال (z) انجام پذیرفت که نتایج آن به شرح جدول شماره ۹ می‌باشد. نتایج این آزمون نشان داده است که گونه سدروس دئودارا با وجود کمترین میزان درصد زنده‌مانی، دارای بالاترین درصد فراوانی نهالهای خوب (۹۶ درصد) می‌باشد، در مرحله دوم گونه‌های *Pinus longifolia*, *Pinus brutia*, *Pinus radiata*, *Pinus taeda* و *Cryptomeria japonica* بیشترین درصد فراوانی نهالهای خوب را دارا می‌باشند (به ترتیب شامل ۰/۸۶، ۰/۸۶، ۰/۸۳، ۰/۸۳ و ۰/۷۷) و در پایین‌ترین مرتبه به ترتیب گونه‌های *Pinus pinaster* و *Pinus nigra var. austriaca* (به ترتیب شامل ۰/۵۸ و ۰/۵۴) جای می‌گیرند. در ارتباط با طبقه کیفی مناسب، گونه *Pinus nigra var.*

*austriaca* بیشترین میزان پایه‌های مناسب را در میان گونه‌های سوزنی‌برگ به خود اختصاص داده است (به میزان ۳۴٪) و از سوی دیگر گونه سدروس دئودارا که دارای بیشترین میزان پایه‌های با کیفیت خوب می‌باشد (به میزان ۹۶٪)، کمترین میزان پایه‌های با کیفیت مناسب را دارا است (به میزان ۲٪). لازم به ذکر است که گونه سدروس دئودارا با درصد پایین زنده‌مانی (به میزان ۲۷٪) شرایط مساعد رویش، برای پایه‌های به جا مانده را در اختیار داشته و از این جهت درصد فراوانی بالای پایه‌های خوب این گونه توجیه‌پذیر می‌گردد. در ارتباط با طبقه کیفی ضعیف، گونه *Pinus pinaster* به دلیل حساسیت نسبت به شرایط نامساعد جوی (ریزش برف و وزشهای شدید باد) بیشترین درصد فراوانی پایه‌های ضعیف را به خود اختصاص داده است (به میزان ۲۱٪) و پس از آن گونه *Pinus nigra var. austriaca* به دلیل چندشاخگی ساقه انتهایی، رویش محدود و بد فرم بودن تاج درختان میزان قابل توجهی از پایه‌های ضعیف را دارا است (۱۰٪). در مورد با گونه‌های با کیفیت نامناسب نیز به دلیل حضور تعداد پایه‌های بسیار محدود برای تیمارهای مختلف سوزنی‌برگ اختلاف معنی‌داری را به لحاظ آماری در سطح ۱ درصد نشان نداده است. در مجموع نتایج بررسی کیفی گونه‌های مختلف سوزنی‌برگ نشان داد که گونه‌های *Cedrus deodara*، *Pinus taeda*، *Pinus radiata* و *Pinus brutia* به دلیل دارا بودن درصد قابل توجهی از پایه‌های با کیفیت خوب و حضور محدود پایه‌هایی با کیفیت مناسب، ضعیف و نامناسب، کیفیت مطلوبی را در میان تیمارهای مختلف سوزنی‌برگ از خود نشان می‌دهند (شکل شماره ۵).

جدول شماره ۹- مقایسه میانگین درصد فراوانیهای طبقات کیفی تیمارهای سوزنی‌برگان مختلف در منطقه ارتفاعی پایین‌بند جنگلهای نکا (کوهسارکنده)

		درجات کیفیت						گونه‌های مختلف سوزنی‌برگ	
نامناسب		ضعیف		مناسب		خوب			
۶	ns	۴	B	۷	BC	۸۳	B	<i>Pinus brutia</i>	پاسند
۱	ns	۱	B	۲	C	۹۶	A	<i>Cedrus deodara</i>	پاسند
۳	ns	۱	B	۱۳	B	۸۳	B	<i>Pinus longifolia</i>	پاسند
۴	ns	۱	B	۱۸	B	۷۷	B	<i>Cryptomeria japonica</i>	نوشهر
۲	ns	۱۰	AB	۳۴	A	۵۴	C	<i>Pinus nigra var. austriaca</i>	یوگسلاوی
۳	ns	۲۱	A	۱۸	B	۵۸	C	<i>Pinus pinaster</i>	پاسند
۳	ns	۴	A	۷	BC	۸۶	B	<i>Pinus radiata</i>	نوشهر
۱	ns	۴	B	۱۱	BC	۸۶	B	<i>Pinus taeda</i>	پیلمبرا

\*\* در هر ستون میانگینهایی که حداقل یک حرف مشابه داشته باشند اختلاف معنی‌داری ندارند (سطح احتمال ۰/۱).

ns به معنای عدم معنی‌دار بودن است.



## بحث

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌ها، به لحاظ میانگین زنده‌مانی در طول دهسال پس از اجرای طرح تحقیقاتی برای تیمارهای مختلف سوزنی‌برگان در منطقه ارتفاعی پایین‌بند اختلاف معنی‌داری را به لحاظ آماری در سطح ۱ درصد نشان داده است به شکلی که گونه‌های *Pinus taeda* و *Pinus nigra var. austriaca* در وضعیت خوب (بیش از ۸۰ درصد)، گونه‌های *Pinus radiata* و *Pinus brutia* در شرایط مناسب (۷۹-۶۰ درصد)، گونه‌های *Cryptomeria japonica* و *Pinus pinaster* در وضعیت ضعیف (۵۹-۴۰ درصد) و گونه‌های *Cedrus deodara* و *Pinus longifolia* دارای شرایط نامناسب (۳۹-۰ درصد) می‌باشند (جدول شماره ۸).

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل کمی، به لحاظ میانگین ارتفاع، قطر یقه و قطر برابر سینه در طول دهسال پس از اجرای طرح تحقیقاتی برای تیمارهای مختلف سوزنی‌برگان اختلاف معنی‌داری را به لحاظ آماری در سطح ۱ درصد نشان داده است به شکلی که از لحاظ میانگین ارتفاع، گونه‌های *Pinus taeda*، *Pinus brutia*، *Pinus radiata* و *Pinus pinaster* به رغم وجود اختلاف معنی‌دار در میان خود، نسبت به سایر تیمارهای سوزنی‌برگ از ارتفاع قابل‌توجهی برخوردار بوده و در مقابل گونه *Pinus nigra var. austriaca* از کمترین میزان ارتفاع برخوردار بوده است. از نظر میانگین قطر یقه و میانگین قطر برابر سینه نیز گونه‌های *Pinus taeda*، *Pinus radiata*، *Pinus brutia* و *Pinus pinaster* به رغم وجود اختلاف معنی‌دار در میان خود، نسبت به سایر گونه‌های سوزنی‌برگ از قطرهای قابل‌توجهی برخوردار بوده و در مقابل گونه‌های *Cryptomeria japonica* و *Pinus nigra var. austriaca* از کمترین میزان قطر یقه و قطر برابر سینه برخوردار بوده‌اند (جدول شماره ۸).

در این طرح تحقیقاتی، حضور گراز اصلیت‌ترین عامل خسارت به تنه‌های درختان را فراهم می‌آورد که این میزان خسارت به طور میانگین برابر ۶ درصد پایه‌ها را در بر

گرفته و میانگین این خسارت برای گونه‌های *Pinus radiata* و *Pinus taeda* که دارای بیشترین رشد و ابعاد به لحاظ کمی می‌باشند به ترتیب برابر ۱۱ و ۹ درصد پایه‌ها را شامل می‌گردد، البته لازم به ذکر است که به دلیل محدود بودن میزان خسارت در بسیاری از پایه‌ها، خود ترمیمی تنه درختان، ترمیم حصارکشی عرصه در هر سال و استفاده از چسب باغبانی در بخشهای خسارت دیده نقشی اساسی در کاهش و کنترل این خسارت ایفا نموده است.

سرما تأثیر چندانی در زنده‌مانی گونه‌های مورد بررسی تا این مرحله نداشته و خسارت قابل توجهی به لحاظ وزش باد و ریزش برف در ایجاد تاج شکستگی، تنه شکستگی و یا ریشه‌کن شدن نهالها را به همراه نداشته است. البته لازم به ذکر است که برخی از گونه‌ها مانند *Pinus pinaster* و *Pinus longifolia* نسبت به شرایط نامساعد محیطی تا حدودی حساسیت نشان داده‌اند.

پروانه جوانه خوار کاج *Rhyacionia buoliana* شپشک کاج *Leucaspis pusiila* سپردار کاج *Cenopalpus lireola* و ابریشم‌باف ناجور *Lymanteria dispar* از آفات مهم سوزنی‌برگان استان مازندران می‌باشند و خسارت آنها در برخی از مناطق شمال بسیار شدید می‌باشد (بریمانی و همکاران، ۱۳۷۹). با توجه به هدف اجرایی طرح سازگاری گونه‌های سوزنی‌برگ در منطقه جنگلهای پایین‌بند نکا، از مرحله کاشت و در طی سالهای اجرای تحقیق نسبت به احتمال شیوع آفات و بیماریها در طرح مذکور توجه شده است، به طوری که در زمان کاشت تمام نهالها قبل از انتقال به عرصه مورد بررسی قرار گرفته و بعد از کاشت نیز تمامی گونه‌ها و در طی هر سال مورد بازدید قرار گرفته‌اند که خوشبختانه تاکنون علائم شیوع آفات و بیماریهای مهم مشاهده نگردیده است. لازم به ذکر است به رغم حساسیت برخی گونه‌های سوزنی‌برگ نظیر کاج رادیاتا نسبت به ابریشم‌باف ناجور که از آفات پلی‌فاژ جنگلهای پهن‌برگ و سوزنی‌برگ بوده و هرچند سال حالت طغیانی نیز دارد در این طرح تاکنون مشاهده

نشده است به علاوه کاجهای بروسیا، کاشفی و تهران که در بیشتر مناطق استانهای تهران، گلستان و مازندران به سپردار کاج آلودگی دارند (امید و اسماعیلی، ۱۳۷۷؛ بریمانی، ۱۳۸۰)، در این طرح تحقیقاتی به صورت بسیار محدود و در شاخه‌های پایینی درختان کاج بروسیا مشاهده شده که در حال حاضر میزان خسارت حاصل از آن ارزش اقتصادی ندارد، لیکن احتمال شیوع و یا کنترل آن توسط عوامل زنده و غیر زنده، نیاز به مطالعه و بررسی دقیق در طول سالهای اجرای تحقیق دارد.

بررسی اولیه سازگاری بیش از ۳۰ گونه و ۶۱ مبدأ از سوزنی‌برگان مهم در مناطق ارتفاعی پایین‌بند، میان‌بند و بالابند جنگلهای منطقه اسالم نشان داد که گونه‌ها و مبادی موفق در منطقه ارتفاعی پایین‌بند شامل *Pinus nigra var. palasiana*، *Pinus taeda*، *Pinus ponderosa* و *Pinus nigra var. austriaca* می‌باشند (همتی و همکاران، ۱۳۷۹).

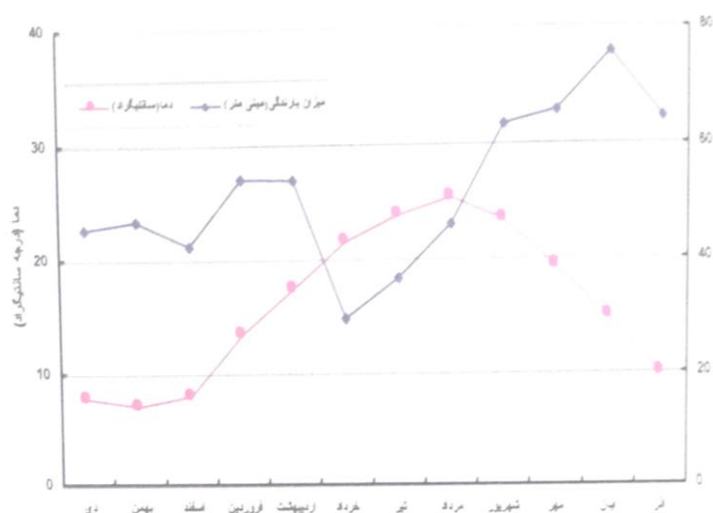
نتایج مقدماتی بررسیهای کمی و کیفی طرح آزمایش سوزنی‌برگان در منطقه پایین‌بند جنگلهای نوشهر (خیرودکنار) پس از ۶ سال اجرای طرح تحقیقاتی نشان داد که گونه سکویا بهترین رشد طولی و قطری را داشته و پس از آن کاج تدا و کریپتومریا ژاپونیکا و کاج سیاه کالابریکا تا این مرحله نتیجه‌ای قابل قبول را ارائه کرده‌اند (قلی‌زاده، ۱۳۷۹). با توجه به تجزیه و تحلیل نتایج حاصل از صفات کمی و کیفی (میانگین درصد زنده‌مانی، میانگین ارتفاع، میانگین قطر یقه، میانگین قطر برابر سینه، میانگین درصد طبقات کیفی) و مشاهدات زمینی می‌توان گفت تا این مرحله از اجرای تحقیق گونه *Pinus taeda* (با مبداء پیلمبرا، مبداء اصلی بذر آمریکا) از بهترین وضعیت برخوردار بوده و پس از آن گونه‌های *Pinus radiata* (با مبداء نوشهر، مبداء اصلی بذر آمریکا) و *Pinus brutia* (با مبداء پاسند، مبداء اصلی بذر هندوستان) نتیجه قابل قبولی را ارائه کرده‌اند.

چنانچه جدول شماره ۱۰ نشان می‌دهد ابعاد میانگین تیمارهای کاج تدا، رادیاتا و بروسیا در این طرح تحقیقاتی با ابعاد میانگین هر یک از تیمارهای فوق در رویشگاههای مبداء و با درجه مرغوبیت خوب مقایسه شده‌اند که با وجود جوانتر بودن، در ارتباط با تیمارهای مورد بررسی گویای این مسأله است که مشخصات اندازه‌های درختان گونه‌های سوزنی‌برگ فوق‌الذکر در عرصه طرح تحقیقاتی دارای وضعیت خوب تا وضعیت عالی می‌باشند. شایان ذکر است که اجرای عملیات پرورشی مناسب با کاهش تراکم و حذف و برداشت درختان ضعیف و مغلوب پس از پایان اجرای طرح تحقیقاتی باعث بهبود فضای رویشی و کاهش رقابت شده، افزایش بیش از پیش رشد کمی و کیفی درختان باقیمانده را در پی خواهد داشت.

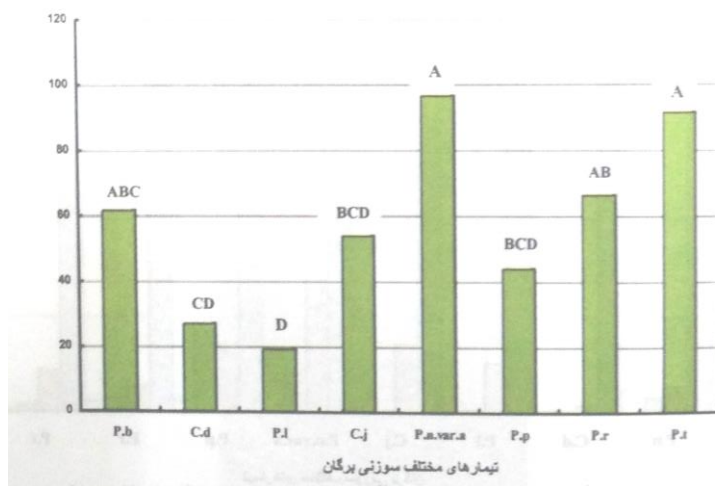
جدول شماره ۱۰- ابعاد میانگین گونه‌های مختلف سوزنی‌برگ در رویشگاههای مبداء و با درجه مرغوبیت خگونه سن

گونه	سن (سال)	مبداء	قطر میانگین (سانتیمتر)	میانگین رویش قطری (سانتیمتر)	ارتفاع میانگین (متر)	میانگین رویش ارتفاعی (متر)
	۲۰	آمریکا (Russell <i>etal.</i> ، ۱۹۹۰)	۱۷/۵	۰/۸۷۵	۱۴/۴	۰/۷۲
<i>Pinus taeda</i>	۱۷	گیلان- جنگلکاری (گرجی بحری، ۱۳۷۲)	۲۰/۷	۱/۲۲	۱۴/۴	۰/۸۵
	۱۰	نکا- طرح تحقیقاتی کوهسارکنده	۱۲/۰۲	۱/۲۰	۸/۴۶	۰/۸۵
<i>Pinus radiata</i>	۱۵	آمریکا (Russell <i>etal.</i> ، ۱۹۹۰)	۲۴	۱/۶	۱۶	۱/۰۶
	۱۰	نکا - طرح تحقیقاتی کوهسارکنده	۱۲/۳	۱/۲۳	۹/۹	۰/۹۹
<i>Pinus brutia</i>	۲۵	ترکیه (دستمالچی، ۱۳۷۴)	۱۲/۶	۰/۵	۱۱/۲۵	۰/۴۵
	۱۰	نکا- طرح تحقیقاتی کوهسارکنده	۱۰/۱۳	۱	۶/۹۴	۰/۶۹

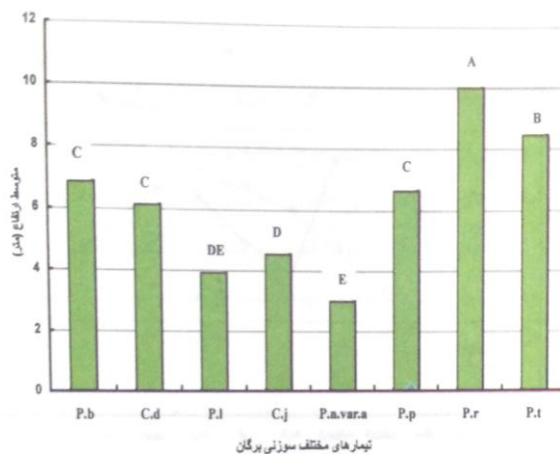
در خاتمه لازم به یادآوری است که در طول دهسال پس از اجرای طرح تحقیقاتی، قضاوت در خصوص سازگاری تیمارهای مختلف سوزنی‌برگ به طور دقیق ممکن نیست و تنها در پایان مدت اجرای طرح تحقیقاتی و با استفاده از داده‌های کمی و کیفی، شرایط آب و هوایی، بررسی حضور آفات و بیماریها و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه است که می‌توان قضاوت صحیح و منطقی حاصل از سازگاری تیمارهای مختلف و معرفی گونه‌های امیدوارکننده و خوب، میانگین، ضعیف و بسیار ضعیف به عمل آورد.



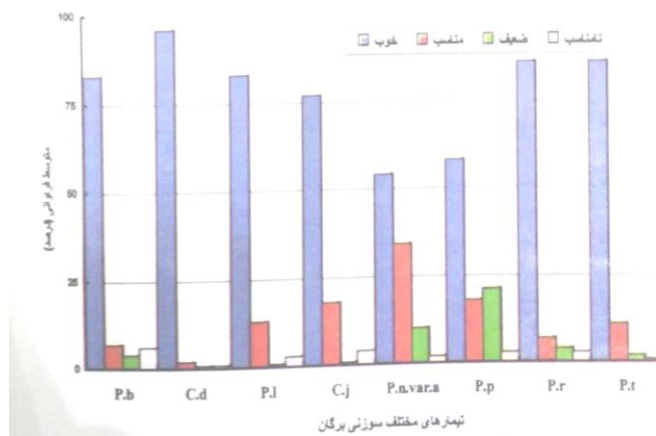
شکل شماره ۲- منحنی آمپروترمیک منطقه کوهسارکنده در سالهای ۱۳۷۸ - ۱۳۷۹.



شکل شماره ۳- میانگین زنده‌مانی سوزنی‌برگان مهم جهان در منطقه ارتفاعی پایین‌بند جنگلهای نکا (کوهسارکنده).



شکل شماره ۴- میانگین ارتفاع سوزنی‌برگان مهم جهان در منطقه ارتفاعی پایین‌بند جنگلهای نکا (کوهسارکنده).



شکل شماره ۵- میانگین درصد فراوانی طبقات کیفی سوزنی‌برگان مهم جهان در منطقه ارتفاعی پایین‌بند جنگلهای نکا (کوهسارکنده).





شکل شماره ۶- پایه‌های گونه تدا *Pinus taeda* با مبداء پیلمبرا  
در ارتفاع پایین‌بند - جنگلهای نکا (کوهسارکنده)



شکل شماره ۷- پایه‌های گونه رادیاتا *Pinus radiata* با مبداء نوشهر  
در ارتفاع پایین‌بند - جنگلهای نکا (کوهسارکنده)

### سپاسگزاری

بدین وسیله از همکاران محترم طرح تحقیقاتی به ویژه مهندس حسن بریمانی به دلیل همکاری در تهیه گزارش آفات و بیماریهای طرح، مهندس محمد اکبرزاده و مهندس حبیب زارع به دلیل شناسایی گونه‌های گیاهی جمع‌آوری شده از کف عرصه طرح تحقیقاتی، مهندس محمدنبی قلی‌زاده به دلیل ارائه مبداء اصلی تعدادی از بذره‌های مورد استفاده، همکاران محترم آزمایشگاه خاک شناسی مرکز تحقیقات به دلیل انجام آزمایشهای فیزیکی و شیمیایی پروفیل خاک و برادران مهندس قاسمعلی کریم‌نژاد، مهندس حسن انتظاری و مهندس فرهاد نجفی که در انجام کارهای صحرائی و در طول سالهای اجرای این طرح کمال همکاری را داشته‌اند تقدیر و سپاسگزاری می‌گردد.

### منابع

- ۱- اسدالهی، ف.، ۱۳۸۰. بررسی سیر تحول جنگلکاری در ایران. فصلنامه جنگل و مرتع، شماره ۵۳: ۱۳-۱۹.
- ۲- امید، ر. و اسماعیلی، م.، ۱۳۷۷. بررسی بیولوژی و تغییرات شپشک کاج (*Leucaspisusiila* Loew. (Hom.:Diaspididae) در استان تهران. نامه انجمن حشره‌شناسان ایران، انتشارات آموزش کشاورزی، جلد هیجدهم، شماره‌های ۱ و ۲: ۱۳-۲۰.
- ۳- بریمانی ورنندی، ح.، بابایی، م. ر. و محمدی، م.، ۱۳۷۹. مدیریت کنترل آفات مهم سوزنی‌برگان مازندران. چکیده مقالات اولین گردهمایی جنگلکاری با گونه‌های سریع‌الرشد در شمال کشور، مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام مازندران، ۷۲ صفحه.

- ۴- بریمانی ورندی، ح.، ۱۳۸۰. جمع‌آوری و شناسایی فون حشرات جنگلها و مراتع مازندران. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، ۱۴۰ صفحه.
- ۵- دستمالچی، م.، ۱۳۷۴. کاج بروسیا. انتشارات موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، شماره ۱۳۰، ۱۳۹ صفحه.
- ۶- دفتر مهندسی و مطالعات منابع طبیعی، ۱۳۸۰. وضعیت جنگلهای شمال ایران براساس آخرین آمارهای موجود. فصلنامه جنگل و مرتع، شماره ۵۳: ۱۰-۱۶.
- ۷- دماوندی کمالی، ع. ه.، ۱۳۷۵. بررسی مقدماتی کاج کاشفی در ایستگاه تحقیقات پاسند (بهشهر). پژوهش و سازندگی، انتشارات سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، شماره ۳۳: ۳۲-۳۳.
- ۸- رحمانی، ر.، محمدنژاد کیاسری، ش. و موسوی گرمستانی، س. ع.، ۱۳۷۹. بررسی تأثیر اکولوژیک و تولید اقتصادی کاج سیاه در منطقه فریم. چکیده مقالات اولین گردهمایی جنگلکاری با گونه‌های سریع‌الرشد در شمال کشور، مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام مازندران، ۷۲ صفحه.
- ۹- زارع، ح.، ۱۳۸۰. گونه‌های بومی و غیر بومی سوزنی برگ در ایران. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، شماره ۲۷۱، ۴۹۸ صفحه.
- ۱۰- سردابی، ح.، ۱۳۷۷. بررسی سازگاری گونه‌های مختلف اکالیپتوس و کاج در مناطق ساحلی و کم ارتفاع شرق استان مازندران. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، شماره ۱۹۳، ۱۳۳ صفحه.
- ۱۱- عباسی، ح.، ۱۳۷۶. بازدانگان. جزوه درسی مقطع کارشناسی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۱۳۰ صفحه.
- ۱۲- قلی‌زاده، م. ن.، ۱۳۷۹. نتایج اولیه (۶ ساله) طرح آزمایش سازگاری در منطقه پایین‌بند جنگلهای نوشهر (خیرودکنار). انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، تحقیقات جنگل و صنوبر ۴، شماره ۲۳۹: ۵۳-۸۸.

- ۱۳- گرجی بحری، ی.، ۱۳۷۲. بررسی رویش کاج تدا در گیلان. پژوهش و سازندگی، انتشارات سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، شماره ۲۰: ۳۴-۳۷.
- ۱۴- گرجی بحری، ی. و قلی‌زاده، م. ن.، ۱۳۷۶. بررسی و مقایسه میزان موفقیت کاشت نهال گلدانی و ریشه لخت در دو فصل پاییز و بهار درخت نونل (*Piceaabies*) در منطقه جنگلی سنگده (فریم). پژوهش و سازندگی، انتشارات سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، شماره ۳۷: ۶۰-۶۱.
- ۱۵- همتی، ا.، امان‌زاده ب. ا.، خانجانی شیرازی ب. و سیاهی‌پور، ذ.، ۱۳۷۹. بررسی سازگاری سوزنی‌برگان مهم جهان در سه منطقه ارتفاعی در جنگلهای اسالم. چکیده مقالات اولین گردهمایی جنگلکاری با گونه‌های سریع‌الرشد در شمال کشور، مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام مازندران، ۷۲ صفحه.
- 16- Critchfield, W.B. & Elbert L.J., 1966. Geographic distribution of the pines of the world. U.S. Department of agriculture, Nisellaneous publication 991. Washington DC. 97 p.
- 17- Coombes, A.J., 1995. Trees. Dorling Kindersley, 320 p.
- 18- Heinz, M., 1996. Site factors, nutrition and growth of black pine (*Pinus nigra*), *ForestWissenschaftliches Centralblatt*, 115(1): 17-35 p.
- 19- Gelderen D.M. & J.R.P. Van Hoey Smith, 1992. Conifers. Timber Press, INC., 356 p.
- 20- Langdon, O.G., 1979. Natural regeneration of Loblolly pine. in: Proceeding of the natural silviculture workshop, Theme: The shelterwood regeneration method; September 17-21; Charleston, Sc. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, forest service, Division of timber management: 101-116.
- 21- Russell, M.B. & Barbara, H. Honkala, 1990. Silvics of north America. Forest Service United State, Department of agriculture, Washington, DC, volume 1, 877 p.
- 22- Scott, C.W. 1960. *Pinus radiata*. Food and agriculture organization of the United Nations, Forestry and forest products study, 14 Rome. Italy. 328 p.
- 23- Smith, W.B., Vissage, J.S., Darr, D.R., Sheffield, R.M. 2001. Forest statistics of the United states, 1997. Gen. Tech. Rep. NC-219. St. paul, MN: U.S. Department of Agriculture; Forest Service, 191 p.