فصلنامه علمی – پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران
جلد ۲۲ شماره ۳، صفحه ۴۳۳-۴۲۳، (۱۳۹۳)

# تأثیر بستر کاشت، دور آبیاری، مبدأ بذر، پوشش بذر و تاریخ کاشت بر جوانه‌زنی بذر کاج سیاه (پژوهش موردی: نهالستان دارلک مهاباد)

فروغ بهمنی[۱]، عباس بانج‌شفیعی[۲*]، جواد اسحاقی‌راد[۳] و مجید پاتو[۴]

۱- کارشناسی‌ارشد جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.
۲*- نویسنده مسئول، استادیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران. پست الکترونیک: Banedg@yahoo.com
۳- استادیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.
۴- دانشجوی دکتری جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۶/۰۳ تاریخ پذیرش: ۹۳/۰۱/۱۰

## چکیده

این پژوهش با هدف بررسی تأثیر تیمارهای بستر کاشت، دور آبیاری، مبدأ بذر، پوشش بذر و تاریخ کاشت بر رویش بذرهای کاج سیاه (*Pinus nigra* Arnold) در نهالستان دارلک مهاباد انجام شد. بدین‌منظور از طرح آزمایشی فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی با پنج تیمار، شامل بستر کاشت در چهار سطح (تیمار شاهد: خاک ۱: کود دامی ۱: شن ۱؛ تیمار یک: خاک ۱: کود دامی ۱: شن ۲؛ تیمار دو: خاک ۱: کود دامی ۱: شن ۴ و تیمار سه: شن)، دور آبیاری در سه سطح (هر روز، هر دو روز یکبار و هر سه روز یکبار)، مبدأ بذر در پنج سطح (ارومیه، بیرجند، ترکیه، کلاردشت و گرگان)، پوشش بذر در دو سطح (شن و خاک‌اره) و تاریخ کاشت در دو سطح (بهمن و اسفند) و در پنج تکرار استفاده شد. در طول دوره رویش، صفات جوانه‌زنی مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. نتایج نشان داد که بهترین صفات جوانه‌زنی بذرهای کاج سیاه در بستر شنی (تیمار سه) و توسط بذرهایی با مبدأ کلاردشت و ارومیه بوده است و سایر تیمارها اثر معنی‌داری بر جوانه‌زنی بذرهای کاج سیاه نداشتند. همچنین اثرات متقابل بین تیمارها نشان داد که بستر کاشت و مبدأ بذر اثرگذارترین عامل‌ها در میان این پنج تیمار بوده‌اند. براساس نتایج، پیشنهاد می‌شود برای بهبود رشد و میزان عملکرد تولید نهال کاج سیاه، ترجیحاً از بستر شنی و بذرهای با مبدأ کلاردشت و ارومیه در نهالستان دارلک مهاباد استفاده شود.

**واژه‌های کلیدی:** جوانه‌زنی، کاج سیاه، تیمارهای کاشت، نهالستان.

## مقدمه

باتوجه به روند تخریب جنگل‌های طبیعی در دنیا و افزایش جمعیت انسانی و نیاز روزافزون به محصولات چوبی و دیگر خدمات جنگل، توسعه جنگل‌ها از طریق جنگل‌کاری در حال و آینده امری اجتناب‌ناپذیر است (Shabanian *et al.*, 2010). در سراسر جهان نیز جنگل‌کاری از اهمیت زیادی برخوردار است، به‌طوری‌که مناطق جنگل‌کاری‌شده حدود ۱۰ درصد از جنگل‌های دنیا را تشکیل می‌دهند (Mollashahi *et al.*, 2009). در ایران نیز که دارای اقلیم خشک و شکننده‌ای است، توسعه سطح جنگل‌ها به‌وسیله گونه‌های سوزنی‌برگ و پهن‌برگ، یکی از اهداف عمده محسوب می‌شود (Khademi *et al.*, 2005). کاج سیاه اروپایی (*Pinus nigra* Arnold) از گونه‌های سوزنی‌برگ و باارزش برای مناطق خشک و نیمه‌خشک

است که تا ارتفاع ۲۰۰۰ متر از سطح دریا پراکنش دارد و رویشگاه طبیعی آن بیشتر در کوهپایه‌های مرکزی و جنوبی اروپا است. این گونه به‌دلیل انعطاف‌پذیری اکولوژیک خوبی که دارد، نه‌تنها در مقابل سردی هوا و یخبندان‌ها مقاومت خوبی از خود نشان می‌دهد، بلکه اغلب در خاک‌های آهکی به‌خوبی رشد کرده و دارای ریشه‌های قوی و مناسبی است و ازطرفی نیز بعضی از گونه‌ها، واریته‌ها و پرووننانس‌های دیگر آن در خاک‌های اسیدی رشدونمو می‌کنند. همچنین نیاز اکولوژیکی این گونه به رطوبت و مواد غذایی خاک بسیار اندک است. از این‌رو مقاومت به خشکی این گونه بسیار چشمگیر و قابل‌توجه است و به‌دلیل دارابودن شاخه‌های مقاوم و ریشه‌های قوی و گسترده در مقابل باد، برف و طوفان مقاومت می‌کند. چوب این گونه باتوجه به مبدأهای بذر مختلف آن متفاوت، ولی به‌طور کلی از چوب صنعتی تا هیزمی با کاربری در صنایع مختلف، تولید تیرهای برق، ساختمان و غیره قابل‌توجه است (Fattahi, 1994).

درمورد جنگل‌کاری و معرفی گونه‌های غیربومی در ایران تاکنون پژوهش‌های مختلفی انجام شده است و در این راستا انتخاب گونه‌های مناسب، سازگار و با توان زنده‌مانی و رشد مطلوب باید موردتوجه قرار گیرد (Khademi *et al*., 2005). موفقیت همه این برنامه‌ها به تولید نهال‌هایی با ویژگی‌های کمی و کیفی مناسب در نهالستان بستگی دارد (Soofizadeh *et al*., 2009). بهبود وضعیت جوانه‌زنی نیز از راهکارهای مناسب برای تقویت وضعیت کمی و کیفی نهال است (Ranal & Santana, 2006; Brito *et al*., 2007) که عوامل متعددی بر این مرحله از رشد گیاهان مؤثر هستند؛ از جمله بستر کاشت که ازطریق مطلوب‌کردن شرایط فیزیکی خاک موجب افزایش جوانه‌زنی بذر، رشد ریشه و بازدهی تولید نهال می‌شود (Oliet *et al*., 2005; Nambiar & Fife, 2007). آبیاری درصد شادابی، سطح و تعداد برگ، زنده‌مانی و رشد قطری و ارتفاعی (Neary *et al*., 1990; Gatum *et al*., 2003; Harrington *et al*., 2004; Tabari *et al*., 2004 a) و میزان کلسیم ساقه و برگ (Brisette & Chamber, 1992; Fotelli *et al*., 2000; Nagakura *et al*., 2004) را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد. همچنین آزمایش مبدأ بذر که اغلب برای تعیین مبدأ برتر بذر ازنظر زنده‌مانی و رشد بیشتر نهال‌ها انجام می‌شود (Yosef-zadeh *et al*., 2007) و در واقع یکی از عامل‌های اصلی در جوانه‌زنی بذر و ارتفاع مبدأ جمع‌آوری بذر از سطح دریاست، بر فنولوژی، جوانه‌زنی، زنده‌مانی و میزان رویش گیاهی تأثیرگذار است (Norcini *et al*., 2001) و یا زمان کاشت بذر که بر میزان سبزشدن، جوانه‌زنی بذرها، زنده‌مانی (Babour *et al*., 2001; Harrington *et al*., 2004; Jink *et al*., 2006) و نیز رشد قطری و ارتفاعی نهال‌ها (Thompson, 1984; McCreary, 1990; Jensen, 2001; Boyerr & South, 2004; Tabari & Ghelich-khani, 2007) اثرگذار است. میزان دقیق تولید سالانه نهال کاج سیاه در داخل کشور و استان آذربایجان‌غربی مشخص نیست، اما در سال ۱۳۸۹ اقدام به کاشت بذر این گونه در ۷۰۰۰ گلدان در نهالستان دارلک مهاباد شد که با ۶۰ درصد تلفات همراه بود که حاکی از عدم موفقیت در رویاندن این گونه در استان است (برگرفته از آمار موجود در اداره منابع طبیعی مهاباد). به‌همین منظور پژوهش پیش‌رو درنظر دارد با اعمال تیمارهایی، صفات جوانه‌زنی بذر کاج سیاه را مورد بررسی قرار دهد و بهترین تیمارها را برای افزایش جوانه‌زنی این گونه معرفی نماید.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش در نهالستان دارلک واقع در ۲۰ کیلومتری شهرستان مهاباد (مختصات ˊ۴۳ °۴۵ شرقی و ˊ۵۵ °۳۶ شمالی) با ۱۲۸۸ متر ارتفاع از سطح دریا، متوسط بارندگی سالانه ۴۱۰/۲ میلی‌متر و متوسط درجه‌حرارت سالانه ۱۳/۳ درجه سانتی‌گراد انجام شد (Anonymous, 2011). بذرهای کاج سیاه با مبدأهای مختلف (بیرجند، ترکیه، کلاردشت، گرگان و ارومیه) از مرکز بذر جنگلی خزر تهیه و به نهالستان منتقل شدند (جدول ۱).

جدول ۱- خصوصیات بذرهای موردمطالعه

| مبدأ بذر | قوه نامیه | وزن هزاردانه (گرم) |
|---|---|---|
| ارومیه | ۷۶٪ | ۱۹/۲ |
| کلاردشت | ۸۹٪ | ۱۲ |
| گرگان | ۹۱٪ | ۱۹/۲ |
| بیرجند | ۹۱٪ | ۱۸/۶ |
| ترکیه | ۹۰٪ | ۲۰ |

چهار ترکیب مختلف بستر کاشت مطابق با جدول ۲ تهیه شد. سپس در دو تاریخ کاشت بهمن و اسفند ۱۳۹۰ پس از آماده‌سازی خاک گلدان‌ها، تعداد سه عدد بذر در هر گلدان و در مجموع ۱۲۰۰ گلدان به ابعاد ۱۰×۱۵×۲۰ سانتی‌متر در قالب طرح کامل تصادفی و آزمایش فاکتوریل، در پنج تکرار کاشته شد.

جدول ۲- نسبت اجزای خاک در ترکیب‌های مختلف خاک تیمارهای آزمایش

| نام تیمار | خاک | کود دامی | شن |
|---|---|---|---|
| تیمار شاهد | ۱ | ۱ | ۱ |
| تیمار یک | ۱ | ۱ | ۲ |
| تیمار دو | ۱ | ۱ | ۴ |
| تیمار سه | – | – | ۱ |

باتوجه به نوع تیمارها، بذرها با خاک‌اره و یا شن به ضخامت یک تا دو سانتی‌متر پوشانده شد و با شروع فصل خشک منطقه از فروردین، تیمارهای آبیاری روزانه، هر دو روز و هر سه روز یکبار انجام شد. بذرها قبل از کاشت و همچنین خاک گلدان‌ها (بستر کاشت) با بنومیل ضدعفونی شدند. بعد از آماده‌سازی خاک گلدان‌ها از هر تیمار یک نمونه تهیه شد و برای مشخص‌کردن خصوصیات فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه خاک فرستاده شد (جدول ۳).

جدول۳- مشخصات تیمارهای خاک گلدان‌ها (بستر کاشت)

| تیمارها | بافت خاک | شن % | سیلت % | رس % | پتاسیم Mg/kg | فسفر Mg/kg | ازت % | مواد آلی % | کربنات کلسیم % | هدایت الکتریکی dS/m | pH |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| شاهد | SL | ۶۱/۷ | ۲۰ | ۱۸/۳ | ۱۲۸۱ | ۲۸/۸ | ۰/۱۸ | ۳/۱ | ۸/۴ | ۱/۷۲ | ۷/۴ |
| تیمار یک | SL | ۷۱/۷ | ۱۵ | ۱۵/۸ | ۱۰۲۶ | ۲۳/۶ | ۰/۱۲ | ۲ | ۸/۷ | ۱/۲۴ | ۷/۴۸ |
| تیمار دو | LS | ۷۴/۲ | ۱۲/۵ | ۱۳/۳ | ۸۲۳ | ۱۹ | ۰/۱ | ۱/۸ | ۸/۸ | ۱/۲۳ | ۷/۵۲ |
| تیمار سه | LS | ۷۹/۲ | ۱۲/۵ | ۵/۸ | ۴۷ | ۱/۶ | ۰/۰۱ | ۰/۱۷ | ۹/۱ | ۱/۰۳ | ۷/۵۵ |

شمارش بذرهای جوانه‌زده از اواخر فروردین (مشاهده اولین بذر جوانه‌زده) آغاز شد و هر هفته (به‌مدت هشت هفته) تا سبزشدن تمامی بذرهای دارای قوه نامیه ادامه یافت. مراقبت‌های لازم ا جمله آبیاری و عملیات وجین (به‌صورت دستی) به‌طور مرتب انجام شد. در پایان نیز برای بررسی مهم‌ترین شاخص‌های قابلیت جوانه‌زنی بذر، فاکتورهای درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی ( Panwar & Bhardwaj, 2005) و ارزش جوانه‌زنی (Czabator, 1962) براساس روابط ارائه‌شده در جدول ۴ محاسبه شدند.

جدول ۴- روابط محاسباتی صفات موردمطالعه

| صفات موردمطالعه | نحوه محاسبات صفات |
|---|---|
| درصد جوانه‌زنی | $\text{Germination rate} = \frac{n}{N} \times 100$ |
| سرعت جوانه‌زنی | $\text{Germinatio n speed} = \sum \left( \frac{n_i}{t_i} \right)$ |
| ارزش جوانه‌زنی | $\text{Germinatio n value} = \text{final MDG} \times \text{PV}$ |

در این روابط (n) معادل تعداد کل بذرهای جوانه زده در طی دوره، ($n_i$) معادل تعداد بذرهای جوانه‌زده در فاصله زمانی مشخص $t_i$، (N) معادل تعداد کل بذرهای کاشته‌شده، ($t_i$) معادل تعداد روزهای پس از شروع جوانه‌زنی، (PV) معادل حداکثر میانگین جوانه‌زنی در طی دوره جوانه‌زنی و (MDG) معادل میانگین جوانه‌زنی روزانه هستند.

**تجزیه‌وتحلیل آماری**

پس از ورود داده‌ها به محیط نرم‌افزار SPSS 18، با استفاده از دستور Box plot داده‌های پرت شناسایی و حذف شدند. به‌منظور تشخیص نرمال‌بودن داده‌ها از آزمون کلموگروف- سمیرنوف استفاده شد و درصورت نرمال‌بودن داده‌ها، برای بررسی معنی‌داربودن تفاوت میان تیمارها و بررسی تأثیر متقابل تیمارهای شاخص‌های جوانه‌زنی از آنالیز واریانس یک‌طرفه، یک‌متغیره و چندمتغیره استفاده شد و درصورت وجود تفاوت معنی‌دار بین تیمارها، آزمون مقایسه میانگین‌های دانکن بکار برده شد. هنگامی که فقط مقایسه آماری بین میانگین دو تیمار مدنظر بود، از آزمون t مستقل استفاده شد.

## نتایج

**مقایسه میانگین‌ها**

باتوجه به جدول ۵ و نتایج به‌دست‌آمده از آنالیز واریانس با اطمینان ۹۵ درصد، مشخص شد که سطوح مختلف تیمارهای بستر کاشت (شاهد، تیمار یک، تیمار دو و تیمار سه) بر همه شاخص‌های جوانه‌زنی شامل درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و ارزش جوانه‌زنی تأثیر معنی‌داری طی مدت آزمایش داشتند. نتایج مربوط به مقایسه میانگین نیز نشان داد که میانگین شاخص‌های جوانه‌زنی در تیمار سه نسبت به سایر تیمارها دارای بیشترین مقدار بود.

**جدول ۵- میانگین و انحراف‌معیار شاخص‌های جوانه‌زنی در تیمارهای مختلف**

| تیمار | سطح تیمار | درصد جوانه‌زنی | سرعت جوانه‌زنی | ارزش جوانه‌زنی |
|---|---|---|---|---|
| بستر کاشت | شاهد | ۱۲/۱۱ (±۲۵/۶۷)$^{b}$ | ۰/۰۳ (±۰/۰۸)$^{b}$ | ۸/۵۷ (±۳۴/۳۲)$^{b}$ |
| | تیمار یک | ۱۳/۲۲ (±۲۷/۳۸)$^{b}$ | ۰/۰۲ (±۰/۰۶)$^{b}$ | ۴/۷۹ (±۱۴/۴۸)$^{b}$ |
| | تیمار دو | ۱۳/۸۸ (±۲۶/۰۷)$^{b}$ | ۰/۰۳ (±۰/۰۷)$^{b}$ | ۶/۲۰ (±۲۲/۶۰)$^{b}$ |
| | تیمار سه | ۳۸/۶۶ (±۳۴/۶۰)$^{a}$ | ۰/۱۳ (±۰/۱۶)$^{a}$ | ۴۰/۷۵ (±۸۵/۴۴)$^{a}$ |
| دور آبیاری | هر روز | ۲۱/۳۳ (±۳۱/۸۴) | ۰/۰۵۹ (±۰/۱۱) | ۱۴/۸۳ (±۴۸/۳۸) |
| | هر دو روز یکبار | ۱۷/۵۸ (±۲۹/۶۴) | ۰/۰۵۹ (±۰/۱۲) | ۱۶/۸۱ (±۵۲/۷۹) |
| | هر سه روز یکبار | ۱۹/۴۹ (±۳۰/۵۴) | ۰/۰۵۴ (±۰/۱۰) | ۱۳/۵۹ (±۴۹/۲۵) |
| مبدأ بذر | بیرجند | ۸/۸۸ (±۱۸/۶۶)$^{b}$ | ۰/۰۱ (±۰/۰۴)$^{b}$ | ۲/۰۱ (±۶/۰۷)$^{b}$ |
| | ترکیه | ۱۲/۶۳ (±۲۲/۴۵)$^{b}$ | ۰/۰۲ (±۰/۰۵)$^{b}$ | ۴/۱۶ (±۱۴/۳۲)$^{b}$ |
| | کلاردشت | ۳۴/۸۵ (±۳۷/۹۹)$^{a}$ | ۰/۱۱ (±۰/۱۵)$^{a}$ | ۳۱/۹۵ (±۷۳/۱۴)$^{a}$ |
| | گرگان | ۹/۷۲ (±۱۹/۹۴)$^{b}$ | ۰/۰۲ (±۰/۰۵)$^{b}$ | ۴/۰۶ (±۱۱/۳۱)$^{b}$ |
| | ارومیه | ۳۱/۲۴ (±۳۷/۴۷)$^{a}$ | ۰/۱۰ (±۰/۱۵)$^{a}$ | ۳۳/۲۲ (±۷۶/۶۲)$^{a}$ |
| پوشش بذر | شن | ۱۸/۷۷ (±۳۱/۳۴) | ۰/۰۶ (±۰/۱۳)$^{a}$ | ۲۱/۸۶ (±۶۶/۴۵)$^{a}$ |
| | خاک‌اره | ۲۰/۱۶ (±۳۰/۰۶) | ۰/۰۴ (±۰/۰۸)$^{b}$ | ۸/۳۰ (±۲۲/۹۸)$^{b}$ |
| تاریخ کاشت | بهمن | ۱۹/۰۵ (±۳۰/۷۲) | ۰/۰۶ (±۰/۱۲) | ۱۶/۳۴ (±۵۳/۹۱) |
| | اسفند | ۱۹/۸۸ (±۳۰/۷۰) | ۰/۰۵ (±۰/۱۰) | ۱۳/۸۱ (±۴۶/۱۰) |

حروف متفاوت نشان‌دهنده معنی‌دار بودن میانگین‌ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد است.

طبق نتایج، سطوح مختلف آبیاری (هر روز، هر دو روز یکبار و هر سه روز یکبار) بر شاخص‌ها اثر معنی‌داری نداشتند و دررابطه با تأثیر مبدأ بذر (بیرجند، گرگان، ترکیه، ارومیه و کلاردشت) بر شاخص‌ها نیز مشخص شد که پرووانانس‌های مختلف بر همه شاخص‌های جوانه‌زنی اثر معنی‌داری داشتند. مقایسه میانگین پرووانانس‌های مختلف بیانگر این بود که پرووانانس‌های کلاردشت و ارومیه دارای بیشترین میانگین شاخص‌های جوانه‌زنی و سایر پرووانانس‌ها کمترین مقدار را داشتند. همچنین مقایسه میانگین‌ها با آزمون t در سطح اطمینان ۹۵ درصد نشان‌دهنده این بود که پوشش بذر بر درصد جوانه‌زنی اثر معنی‌داری نداشته است، درصورتی‌که بر سایر شاخص‌ها (سرعت جوانه‌زنی و ارزش جوانه‌زنی) تأثیر معنی‌داری داشت و پوشش بذر شن از میانگین بالاتری نسبت به خاک‌اره برخوردار بود. مقایسه میانگین شاخص‌ها در دو تاریخ کاشت (بهمن و اسفند) نیز اختلاف معنی‌داری را در هیچ یک از شاخص‌ها نشان نداد (جدول ۵).

**اثرات متقابل بین تیمارها**

بررسی نتایج نشان داد که بستر کاشت و مبدأ بذر در هر سه شاخص (درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و ارزش جوانه‌زنی) در سطح ۹۵ درصد اطمینان، اثرگذارترین عامل‌ها بودند و به‌طور واضحی اثر معنی‌داری داشته‌اند که بیانگر اهمیت این دو تیمار نسبت به سایر تیمارها می‌باشد (جدول ۶).

**جدول ۶- نتایج بررسی اثرات متقابل بین تیمارها در شاخص‌های جوانه‌زنی**

| منبع | درصد جوانه‌زنی | | سرعت جوانه‌زنی | | ارزش جوانه‌زنی | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | F | Sig | F | Sig | F | Sig |
| بستر کاشت | ۸۰/۹۵۱ | ۰/۰۰۰* | ۱۲۴ | ۰/۰۰۰* | ۵۳/۹۲۴ | ۰/۰۰۰* |
| پوشش بذر | ۰/۹۵۰ | ۰/۳۳۰ | ۱۶/۶۶۵ | ۰/۰۰۰* | ۳۳/۵۸۲ | ۰/۰۰۰* |
| تاریخ کاشت | ۰/۳۴۲ | ۰/۵۵۹ | ۱/۳۸۹ | ۰/۲۳۹ | ۱/۱۷۱ | ۰/۲۷۹ |
| دور آبیاری | ۲/۳۱۰ | ۰/۱۰۰ | ۰/۴۶۱ | ۰/۶۳۱ | ۰/۶۴۲ | ۰/۵۲۶ |
| پرووانانس | ۶۲/۰۲۱ | ۰/۰۰۰* | ۷۷/۲۷۳ | ۰/۰۰۰* | ۳۷/۴۵۳ | ۰/۰۰۰* |
| بستر کاشت×پوشش بذر | ۵/۰۱۸ | ۰/۰۰۲* | ۲/۰۱۲ | ۰/۱۱۱ | ۱۲/۴۴۶ | ۰/۰۰۰* |
| بستر کاشت×تاریخ کاشت | ۱/۸۷۹ | ۰/۱۳۱ | ۲/۳۸۱ | ۰/۰۶۸ | ۰/۸۸۱ | ۰/۴۵۱ |
| بستر کاشت×دور آبیاری | ۲/۰۷۷ | ۰/۰۵۳ | ۲/۷۷۵ | ۰/۰۱۱* | ۱/۰۹۴ | ۰/۳۶۴ |
| بستر کاشت×پرووانانس | ۵/۸۵۸ | ۰/۰۰۰* | ۱۹/۰۸۵ | ۰/۰۰۰* | ۱۴/۷۹۰ | ۰/۰۰۰* |
| پوشش بذر×تاریخ کاشت | ۰/۱۸۴ | ۰/۶۶۸ | ۰/۰۰۴ | ۰/۹۵۰ | ۰/۱۳۴ | ۰/۷۱۴ |
| پوشش بذر×دور آبیاری | ۰/۱۳۸ | ۰/۸۷۱ | ۰/۷۹۳ | ۰/۴۵۳ | ۰/۷۷۱ | ۰/۴۶۳ |
| پوشش بذر×پرووانانس | ۲/۶۵۰ | ۰/۰۳۲* | ۱۱/۶۸۱ | ۰/۰۰۰* | ۱۳/۵۷۴ | ۰/۰۰۰* |
| تاریخ کاشت×دور آبیاری | ۴/۷۴۰ | ۰/۰۰۹* | ۶/۸۳۷ | ۰/۰۰۱* | ۱/۰۹۸ | ۰/۳۳۴ |
| تاریخ کاشت×پرووانانس | ۱/۸۵۹ | ۰/۱۱۵ | ۱/۲۸۲ | ۰/۲۷۵ | ۰/۳۰۶ | ۰/۸۷۴ |
| دور آبیاری×پرووانانس | ۱/۱۷۵ | ۰/۳۱۱ | ۰/۶۵۸ | ۰/۷۲۹ | ۰/۸۷۲ | ۰/۵۴۰ |
| بستر کاشت×پوشش بذر×تاریخ کاشت | ۲/۳۱۳ | ۰/۰۷۵ | ۲/۲۱۲ | ۰/۰۸۵ | ۰/۵۹۶ | ۰/۶۱۸ |
| بستر کاشت×پوشش بذر×دور آبیاری | ۱/۵۶۰ | ۰/۱۵۶ | ۱/۵۲۳ | ۰/۱۶۷ | ۰/۹۷۸ | ۰/۴۳۹ |

| منبع | درصد جوانه‌زنی | | سرعت جوانه‌زنی | | ارزش جوانه‌زنی | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | F | Sig | F | Sig | F | Sig |
| بستر کاشت×پوشش بذر×پرووونانس | ۲/۱۵۵ | ۰/۰۱۲* | ۳/۰۱۲ | ۰/۰۰۰* | ۵/۴۷۷ | ۰/۰۰۰* |
| بستر کاشت×تاریخ کاشت×دور آبیاری | ۰/۷۱۱ | ۰/۶۴۱ | ۱/۷۸۹ | ۰/۰۹۸ | ۰/۴۱۳ | ۰/۸۷۰ |
| بستر کاشت×تاریخ کاشت×پرووونانس | ۱/۶۷۳ | ۰/۰۶۸ | ۲/۲۰۴ | ۰/۰۱۰* | ۱/۱۶۲ | ۰/۳۰۶ |
| بستر کاشت×دور آبیاری×پرووونانس | ۱/۹۴۸ | ۰/۰۰۴* | ۲/۵۴۱ | ۰/۰۰۰* | ۱/۶۸۴ | ۰/۰۲۱* |
| پوشش بذر×تاریخ کاشت×دور آبیاری | ۰/۸۴۱ | ۰/۴۳۲ | ۱/۸۹۴ | ۰/۱۵۱ | ۰/۳۷۱ | ۰/۶۹۰ |
| پوشش بذر×تاریخ کاشت×پرووونانس | ۰/۵۷۶ | ۰/۶۸۰ | ۰/۵۴۱ | ۰/۷۰۶ | ۰/۱۹۴ | ۰/۹۴۱ |
| پوشش بذر×دور آبیاری×پرووونانس | ۱/۹۲۴ | ۰/۰۵۳ | ۱/۹۵۳ | ۰/۰۴۹* | ۰/۶۲۱ | ۰/۷۶۱ |
| تاریخ کاشت×دور آبیاری×پرووونانس | ۱/۳۴۷ | ۰/۲۱۶ | ۱/۶۵۵ | ۰/۱۰۶ | ۱/۸۷۹ | ۰/۰۶۰ |
| بستر کاشت×پوشش بذر×تاریخ کاشت×دور آبیاری | ۱/۶۱۴ | ۰/۱۴۰ | ۲/۰۶۲ | ۰/۰۵۵ | ۱/۰۴۵ | ۰/۳۹۴ |
| بستر کاشت×پوشش بذر×تاریخ کاشت×پرووونانس | ۱/۳۷۷ | ۰/۱۷۱ | ۰/۷۶۴ | ۰/۶۸۸ | ۰/۴۲۷ | ۰/۹۵۳ |
| بستر کاشت×پوشش بذر×دور آبیاری×پرووونانس | ۱/۲۲۳ | ۰/۲۱۱ | ۰/۸۴۲ | ۰/۶۸۴ | ۰/۹۱۹ | ۰/۵۷۵ |
| بستر کاشت×تاریخ کاشت×دور آبیاری×پرووونانس | ۱/۵۴۸ | ۰/۰۴۵* | ۱/۴۵۳ | ۰/۰۷۴ | ۰/۶۸۴ | ۰/۸۷۱ |
| پوشش بذر×تاریخ کاشت×دور آبیاری×پرووونانس | ۰/۵۶۵ | ۰/۸۰۷ | ۱/۳۷۱ | ۰/۲۰۵ | ۱/۴۵۸ | ۰/۱۶۹ |
| بستر کاشت×پوشش بذر×تاریخ کاشت×دور آبیاری×پرووونانس | ۰/۷۷۸ | ۰/۷۶۸ | ۰/۹۴۲ | ۰/۵۴۴ | ۱/۰۴۸ | ۰/۴۰۰ |

* بیانگر معنی‌دار بودن اثرات متقابل در سطح اطمینان ۹۵ درصد است.

## بحث

بستر کاشت از عوامل اثرگذار بر رشد و زنده‌مانی نهال به‌شمار می‌آید و می‌تواند موفقیت جنگل‌کاری را افزایش دهد (Mossadegh, 1999). در این تحقیق نوع خاک گلدان (بستر کاشت) تأثیر معنی‌داری بر ویژگی‌های جوانه‌زنی بذرهای کاج سیاه داشت و بنظر می‌رسد بستر کاشتی که کاملاً از شن تشکیل شده است (تیمار سه)، بستر مطلوب‌تری را برای جوانه‌زنی بذر این گونه فراهم کرده و سبب بهبود کلیه صفات جوانه‌زنی شده است (جدول ۵). باتوجه به اینکه کاج‌ها در زمره درختانی هستند که نیاز کمی به گرما، رطوبت، آب و شرایط مطلوب خاک دارند و رویشگاه اصلی آنها خاک‌های شنی و محیط‌های فقیر از عناصر غذایی است (Sardabi, 1998)، شاید سایر تیمارها که به‌دلیل دارابودن مقدار رس بیشتر (جدول ۳) توانایی جذب آب بیشتر و درنتیجه فراهم‌آوردن رطوبت بیشتر را دارند، شرایط مناسبی را برای جوانه‌زنی بذر کاج سیاه مهیا نکرده‌اند. از سوی دیگر بستر شنی به‌علت سبک‌تر بودن و ریشه‌دوانی بهتری که در آن انجام می‌گیرد و همچنین زهکشی مناسبی که دارد، محیط مناسبی را برای رویش بذر فراهم می‌کند و گیاه را در شرایط بهتری قرار می‌دهد. بستر شنی در نگهداری آب بسیار ضعیف است (Ardakani, 2007) و این مزیت به‌احتمال زیاد شرایط مناسبی را برای جوانه‌زنی بذور کاج سیاه فراهم کرده است. این موارد ممکن است درباره سایر گونه‌ها متفاوت باشند، به‌طوری‌که مواد آلی از طریق بهبود شرایط تغذیه‌ای و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک سبب تسهیل جوانه‌زنی و افزایش مقاومت نهال و پیرو آن افزایش بازده تولید نهال (کمی و کیفی) کاج بروسیا، کاج حلب و زربین می‌شود (Hassan *et al*., 1994; Tabari *et al*., 2004 b; Ahmadloo *et al*., 2009 a; Ahmadloo *et al*., 2009 b). همچنین Tabari و همکاران (۲۰۰۴a) با

مطالعه اثر چهار نوع خاک بر میزان تولید نهال زربین و رویش طولی این گونه در نهالستان شهرپشت نوشهر به این نتیجه رسیدند که نهال‌های سبزشده در خاک شنی- لومی- رسی در مقایسه با خاک شنی از زنده‌مانی، رشد طولی و عناصر تغذیه‌ای بیشتری و به‌دلیل سبک‌تر بودن خاک، از توسعه ریشه‌دوانی بهتری برخوردارند. در پژوهش دیگری Oleskog و Sahlen (۲۰۰۰) به بررسی جوانه‌زنی بذرهای کاج اسکاتلندی تحت چهار ترکیب مختلف از بستر کاشت پرداختند که براساس آن بهترین جوانه‌زنی در بستر هوموسی که گرم‌ترین نوع بستر بذر بود، انجام گرفت. شاید بتوان علت متنوع‌بودن نتایج سایر پژوهشگران را درمورد تأثیر بستر کاشت بر جوانه زنی بذر چنین بیان کرد که بذر گونه‌های مختلف برای سبزشدن نیاز به یک میزان ذخیره رطوبتی مشخص دارند که بیشتر و یا کمتربودن آن می‌تواند بر میزان جوانه‌زنی تأثیر نامناسبی داشته باشد (Winsa, 1995). همچنین نوع اقلیمی که بذرها در آن منطقه کاشته می‌شوند نیز می‌تواند بر میزان رطوبت بستر کاشت مؤثر باشد (Hegarty & Royle, 1978)، بنابراین مشاهده می‌شود که گونه‌های مختلف برای به‌دست‌آوردن رطوبت موردنیاز برای جوانه‌زنی، بسترهای کاشت مختلفی را ترجیح دهند.

با توجه به نتایج پژوهش پیش‌رو، شاخص‌های جوانه‌زنی بذر کاج سیاه بین مبدأهای مختلف بذر از نظر آماری تفاوت معنی‌داری داشت، به‌طوری‌که بذرهای با مبدأ کلاردشت و ارومیه در همه شاخص‌های جوانه‌زنی نسبت به بذرهای دیگر (بیرجند، گرگان و ترکیه) برتری داشتند (جدول ۵). باتوجه به اینکه بذرهای کلاردشت و ارومیه قوه نامیه کمتری نسبت به بذرهای بیرجند، گرگان و ترکیه داشتند (جدول ۱)، پس تفاوت را نمی‌توان به قوه نامیه بذرها نسبت داد. شاید بتوان علت این امر را به شرایط اقلیمی منابع بذر و همچنین شرایط فراهم‌شده در این آزمایش مربوط دانست. به‌عنوان مثال شاید بتوان بیان کرد که به‌دلیل بیشتربودن میزان بارندگی سالانه کلاردشت که برابر با ۶۰۰ میلی‌متر است (Tabari & Pourmajidian, 2001)، بذرهای تولیدشده در این مبدأ از توانایی جوانه‌زنی بیشتری نسبت به سایر پرووانانس‌ها برخوردارند، به‌طوری‌که Temel و همکاران (۲۰۱۱) نیز درخصوص جوانه‌زنی بذرهای کاج سیاه به نتایج مشابهی رسیده و اعلام کردند که خصوصیات جوانه‌زنی، با شرایط محیطی منابع بذر ازجمله «رطوبت» مرتبط است. تغییرات موجود در سبزشدن بذرهای ۱۹ جمعیت گونه *Quercus dentate* (Masaka, 2003) و بذرهای ۱۰ جمعیت گونه *Azadiracta indica* (Kundu & Tigerstedt, 1997) که در نهالستان کاشته شده بودند، نیز مؤید این مطلب است که بذرهای یک گونه جمع‌آوری‌شده از مبدأها و یا از ارتفاعات مختلف، از جوانه‌زنی، رشد (عملکرد) و بازدهی تولید متفاوتی برخوردارند (Isik, 1986; Todaria & Negi, 1995; Chauhan *et al*., 1996). همچنین Varelides و همکاران (۲۰۰۱) در بررسی تغییرات مبدأ بذر بر جوانه‌زنی ۱۷ پرووانانس از کاج سیاه (یونان، ترکیه، کورسیکا و کالابریا) در سه رویشگاه مختلف در شمال یونان هم به اثرات متقابل معنی‌دار رویشگاه- مبدأ بذر اشاره داشته‌اند. این مطلب را می‌توان به نتایج پژوهش پیش‌رو نیز تعمیم داد و بیان کرد که تولید نهال از نظر ارزش‌های کمی و کیفی در یک نقطه خاص که در برنامه‌های جنگل‌کاری هر منطقه استفاده می‌شوند، اغلب به وضعیت مناسب ادافیکی و اقلیمی مبدأ بذر جمع‌آوری‌شده محل کاشت بستگی دارد (Mossadegh, 1996). پژوهش‌های Isik (۱۹۸۶) درمورد کاج بروسیا و Tabari و همکاران (۲۰۰۶) درمورد پلت نشان داد که بذرهای با مبدأ ارتفاعات بالاتر (سردتر) دارای جوانه‌زنی کمتر و نهال‌های کوچکتری در مقایسه با بذرهای با مبدأ ارتفاعات پایین و میانی (گرم‌تر) هستند که چنین اختلافاتی را احتمالاً به‌علت متفاوت‌بودن شرایط و منابع محیطی مبدأ بذر مانند مواد غذایی، نور یا آب که گیاهان مادری طی فصل رشد در اختیار دارند، دانسته‌اند (Wulff, 1995). نتایج پژوهش‌های Yosef-zadeh و همکاران (۲۰۰۷) نیز درمورد اثرات مبدأ بذر نشان داد که جوانه‌زنی بذر پلت بین مبدأهای مختلف متفاوت بوده است، به‌طوری‌که مبدأهای ارتفاعات پایین‌تر دارای جوانه‌زنی بیشتری نسبت به بذرهای ارتفاعات

بالاتر بوده‌اند. این موضوع هم می‌تواند به فیزیولوژی و نیازهای متعادل رطوبت، نور و گرمای بذر در هر مبدأ و همین‌طور خصوصیات ژنتیکی آنها مربوط شود. Alvaninejad و همکاران (۲۰۰۹) نیز دریافتند که درصد سبزشدن بذر بلوط ایرانی متأثر از مبدأ (ارتفاع از سطح دریا) بذر است، به‌طوری‌که بذرهای ارتفاعات بالا در مقایسه با بذرهای ارتفاعات پایین و میانی از سرعت سبزشدن کمتر ولی از میانگین مدت سبزشدن بیشتری برخوردار بودند. این تفاوت نشان‌دهنده این است که بذرهای مبدأهای گرم‌تر (پایین‌تر) به زمان کمتری برای سبزشدن نیاز دارند و هرچه این زمان کمتر باشد، موجب می‌شود که گیاهچه زودتر مستقر شده و از منابع و شرایط محیط بیشتر استفاده نماید (Espahbodi *et al*., 2006).

در بررسی اثرات متقابل بین تیمارها در پژوهش پیش‌رو، تأثیر دو عامل بستر کاشت و مبدأ بذر دارای اهمیت بسیار بیشتری بود و نقش مهمتری را نسبت به سایر تیمارها نشان داد (جدول ۶)، بنابراین باتوجه به این نتایج می‌توان توصیه کرد که برای تولید مطلوب نهال کاج سیاه در نهالستان دارلک مهاباد، بکارگیری بستر کاشت شنی و بذرهای با مبدأ کلاردشت و ارومیه در اولویت قرار گیرند.

## References

- Ahmadloo, F., Tabari, M., Rahmani, A. and Razagh-Zadeh, M. 2009a. Effect of soil composition on seed germination of *Pinus halepensis* Mill. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 17(3): 394-403 (In Persian).
- Ahmadloo, F., Tabari, M., Rahmani, A. and Yousef-zadeh, H. 2009b. Study of seed germination and seedling survival of *Pinus brutia* Ten. in different soils of nursery. Journal of Wood and Forest Science and Technology, 16(3): 61-76 (In Persian).
- Anonymous, 2011. Darlak nursery report. Administration of Natural Resources at Mahabad, 56p.
- Alvaninejad, S., Tabari, M., Espahbodi, K., Taghvaei, M. and Hamzepour M. 2009. Morphology and germination characteristics of *Quercus brantii* Lindl. acorns in nursery. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 17(4): 523-533 (In Persian).
- Ardakani, M.R. 2007. Ecology. University if Tehran Press, 340p (In Persian).
- Babour, J., Hoston, K., Eckhart, R., Parresol, B.R. and Pharo, J. 2001. Temperature effect on longleaf pine seed germination at a container nursery. USDA Forest Service, 4p.
- Boyerr, J.N. and South, D. 2004. Date of sowing and emergence timing affect growth and development of loblolly pine seedlings. New Forests, 231: 253- 271.
- Brisette, J.C. and Chamber, J.L. 1992. Leaf water status and root system water flux of short leaf pine (*Pinus echinata* Mill.) seedlings in relation to new growth after transplanting. Tree Physiology, 11(3): 289-303.
- Brito, J.M.C., Lopes, R., Machado, A.M.V., Guerrero, C.A.C., Faleiro, L. and Beltrao, J. 2007. Sewage slugde as a horticultural substrate. Biomedical and Life Sciences, 86: 205-286.
- Chauhan, S., Negi, A.K. and Todaria, N.P. 1996. Effect of provenance variation and temperature on seed germination of *Alnus nepalensis*. Plant physiology and Biochemistry, 23(1): 94-95.
- Czabator, F.J. 1962. Germination value: an index combining speed and completeness of pine seed germination. Forest Science, 8: 386-396.
- Espahbodi, K., Mirzaie – Nodoushan, H., Tabari, M., Akbarinia, M. and Dehghan Shooraki, Y. 2006. Effect of seed source altitude in wild service tree, on seed germination. Iranian Journal of Natural Resources, 59(1): 103-112 (In Persian).
- Fattahi, M. 1994. Investigation of adaptive introduced conifers in Kurdistan. Published by Research Institute of Forest and Rangelands, Tehran, Iran, 54p (In Persian).
- Fotelli, M.N.R., Aadoglou, K.M. and Constantinidou, H.I.A. 2000. Water stress of seedlings of four Mediterranean Oak species. Tree Physiology, 20: 1065-1075.
- Gatum, M.K., Mead, D.J., Clinton, P.W. and Change, S.X. 2003. Biomass and morphology of *Pinus radiate* coarse root components in a sub-humid temperate silvo-pastoral system. Forest Ecology and Management, 177: 387-397.
- Harrington, J.T., Loveall, M.W. and Kirksey,

17(1): 107-115 (In Persian).
- Mossadegh, A. 1996. Silviculture. University of Tehran Press, 481p (In Persian).
- Mossadegh, A. 1999. Afforestation and Forest Nursery. University of Tehran Press, 516p (In Persian).
- Nagakura, J., Shigenaga, H.A. and Takahashi, M. 2004. Effects of simulated drought stress on the fine roots of Japanes cedar (*Cryptomeria japonica*) in a plantation forest on the Kanto Plain, eastern Japan. Journal of forest Research, 12(2): 143-151.
- Nambiar, E.K.S. and Fife D.N. 2007. Growth and nutrient retranslocation in needles of radiate pine in relation to nitrogen supply. Soil Science Society of America Journal, 60: 147-156.
- Neary, D.G., Rockwood, D.I., Comerford, N.B., Swindel, B.F. and Cooksey, T.E. 1990. Importance of weed control, fertilization, irrigation and genetics in slash and loblolly pines: Early growth on poorly drained spodozole. Forest Ecology and Management, 30(1-4): 271-281.
- Norcini, J.G., Aldrich, J.H. and Martin, F.G. 2001. Seed source effects on growth and flowering of *Coreopsis lanceolata* and *Salvia lyrata*. Journal of Environmental Horticulture, 19 (4): 212-215.
- Oleskog, G. and Sahlen, K. 2000. Effects of seedbed substrate on moister conditions and germination of Scots pine (*Pinus sylvestris*) seeds in a mixed conifer stand. New Forests, 20: 119-133.
- Oliet, A.J., Planelles, R., Artero F. and Jacobs F.D. 2005. Nursery fertilization and tree shelters affect *Sclerotinia sclerotiorum*. Plant Pathology, 48: 77-82.
- Panwar, P. and Bhardwaj, S.D. 2005. Handbook of Practical Forestry, Agrobios, India, 191p.
- Ranal, M.A. and Santana, D.G. 2006. How and why to measure the germination process? Revista Brasileira de Botanica, 29(1): 1-11.
- Sardabi, H. 1998. Adaptability of eucalyptus and pine different species in low land and coastal areas of eastern Mazandaran. Published by Research Institute of Forest and Rangelands, 193: 133p (In Persian).
- Shabanian, N., Heydari, M. and Zeinivand, M. 2010. Effect of afforestation with broad leaved and conifer species on herbaceous diversity and some physico-chemical properties of soil (Case

R.E. 2004. Establishment and early growth of dryland plantings of arizon cypress in New Mexico, USA. Agroforestry Systems, 63: 183-192.
- Hassan, H.A., Mohamad, S.M., Abo, E.L. Ghait, E.M. and Hammad, H.H. 1994. Growth and chemical composition of *Cupressus sempervirens* L. seedlings in response to growing media. Annals of Agricultural Science, Moshtohor, Egypt, 32: 497-509.
- Hegarty, T.W. and Royle, S.M. 1978. Soil impedance as a factor reducing crop seeding emergence, and it's relation to soil conditions at sowing and to applied water. Journal of Applied Ecology, 15: 897-904.
- Isik, K. 1986. Altitudinal variation in *Pinus brutia* Ten., seed and seedling characteristics. Silvae Genetica, 35: 2-3.
- Jensen, M. 2001. Temperature relations of germination in *Acer platanoids* L. seeds. Forest Research, 16: 417-428.
- Jink, R., Backer, C. and Nilloughby, I. 2006. Direct seeding of Ash and Sycamore: The effects of sowing date, pre-emergent herbicides, cultivation and protection on seedling emergence and survival. Forest Ecology and Management, 237: 373-386.
- Khademi, A., Adeli, E., Babaei, S. and Mattaji, A. 2005. Study of afforestation (Khojin Forest park & Hiroabad) in Khalkhal area and present adaptable species. Journal of Agricultural Sciences, 11(4): 63-73 (In Persian).
- Kundu, S.K. and Tigerstedt, P.M.A. 1997. Geographic variation in seed and seedling traits of Neem (*Azadirachta indica* A. Juss.) among ten populations studied in growth Chamber. Silvae Genetica, 46: 129-137.
- Masaka, K. 2003. Preliminary study of geographic trends in acorn mass and seedling emergence behavior of *Quercus dentate* in Hokkaido, Northern, Japan. Hokkaido Forestry Research Institute, Bibai, Hokkaido, Japan, 30p.
- McCreary, D.D. 1990. Acorn sowing date affects field performance of Blueand valley oak CA. Tree Planters Notes, 41(2): 6-9.
- Mollashahi, M., Hosseini, S.M. and Naderi, A. 2009. Effect of seed provenances on germination, height and diameter growth of wild cherry (*Prunus avium* L.) seedlings. Iranian Journal of Forest and Poplar Research,

- Temel, F., Gulcu, S., Olmez, Z. and Gokturk, A. 2011. Germination on Anatolian Black Pine (*Pinus nigra* subsp. *Pallasiana*) seeds from the Lakes Region of Turkey: Geographic variation and effect of storage. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 39(1): 267-274.
- Thompson, B.E. 1984. Establishing a vigorous nursery crop: bed preparation, seed sowing and early seed growth. Forest Research Laboratory, Oregon State University, Martines Nijhoff/Dr. W. Junk Publisher, pp: 41-49.
- Todaria, N.P. and Negi, A.K. 1995. Effect of elevation and temperature on seed germination of some Himalayan tree species. Plant Physiology and Biochemistry, 22(2): 178-182.
- Varelides, C., Brofas, G. and Varelides, Y. 2001. Provenance variation in *Pinus nigra* at three sites in Northern Greece. Annals of Forest Sciences, 58: 893-900.
- Winsa, H. 1995. Effects of seed properties and environment on seedling emergence and early establishment of *Pinus silvestris* L. after direct seeding. Doctoral dissertation. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Silviculture, Umea, 22p.
- Wulff, R.D., 1995, Environmental material effects on seed quality and germination. In: Kigel, J. and Galili, G. (Eds.), Seed Development and Germination. Marcel Dekker Inc., New York/Basel/Hong Kong: 491-505.
- Yosef-zade, H., Espahbodi, K., Tabari, M. and Jalali, Gh. 2007. Study of seed germination and production efficiency of maple seedlings (*Acer velutinum* Bioss.) collected from 11 sites in the Mazandaran forests. Journal of Crop Production and Processing, 40(11): 465-470 (In Persian).
study: Dushan afforestation - Sanandaj). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 18(3): 437-446 (In Persian).
- Soofizadeh, N., Hoseini, S.M. and Tabari, M. 2009. Effect of sowing date, irrigation and weed control on biomass, ratio of shoot/root length and vitality rate of seedling *Cupressus arizonica* in nursery. Iranian Journal of Forest, 1(2): 163-173 (In Persian).
- Tabari, M. and Pourmajidian, M.R. 2001. Influence of thinning on Atlas cedar (*Cedrus atlantica* Menetti) in the north of Iran. International meeting on silviculture of cork oak (*Quercus suber* L.) and cedar (*Cedrus atlantica* Endl.) Rabat, Morocco, pp: 19-24.
- Tabari, M., Poormajidian, M.R. and Alizadeh A.R. 2004a. Effect of soil, irrigation and weeding on production of cypress (*cupressus sempervirens* L.) seeding in Shahrposht nursery, Nowshahr. Pajouhesh & Sazandegi, 70: 65-69 (In Persian).
- Tabari, M., Saeidi, H.R. and Basiri, R. 2004b. Response of cypress (*Cupressus sempervirens* var. *horizontalis*) seedlings to soil type and planting depth in plain areas of Caspian sea. Proceedings of the Fourth International Iran & Russia Conference, pp: 1061-1066.
- Tabari, M., Yousefzadeh, H., Espahbodi, K. and Jalali, Gh.A. 2006. Influence of source variation on early growth and biomass of *Acer velutinum* Boiss. in north of Iran. Pajouhesh & Sazandegi, 73: 189-194 (In Persian).
- Tabari, M. and Ghelich-Khani, M.M. 2007. Effect of sowing depth and sowing date on seed germination of *Quercus castaneifolia* (C. A. Mey.). Iranian Journal of Natural Resources, 60(2): 883-891 (In Persian).

# Effect of sowing bed, irrigation period, seed provenance, seed cover and Effect of sowing bed, irrigation period, seed provenance, seed cover and sowing date on germination rate of Black pine seeds. Case study: Darlak nursery, Mahabad.

**F. Bahmani[1], A. Banj Shafiei[2*], J. Eshaghi Rad [3] and M. Pato[4]**

1- M. Sc. Forestry, Faculty of Natural Resources, Urmia University, Urmia, I.R. Iran.
2*- Corresponding author, Assistant Prof., Faculty of Natural Resources, Urmia University, Urmia, I.R. Iran.
Email: Banedg@yahoo.com
3- Assistant Prof., Faculty of Natural Resources, Urmia University, Urmia, I.R. Iran.
4- Ph. D. Student of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Rasht, I.R. Iran.

Received: 08.25.2013 Accepted: 03.30.2014

**Abstract**

This study was carried out to evaluate the effect of sowing bed, irrigation period, seed provenance, seed cover, and sowing date treatments on Black pine (*Pinus nigra* Arnold) seeds in Mahabad's Darlak nursery. To achieve this goal, a factorial design in a completely randomized pattern with 5 treatments was established, which included 4 levels of sowing bed (Control: "soil 1: manure 1: sand 1", Treatment 1: "soil 1: manure 1: sand 2", Treatment 2: "soil 1: manure 1: sand 4", and Treatments 3: "sand"), 3 levels of irrigation period (every day, every 2 days, every 3 days), 5 levels of seed provenance (Urmia, Birjand, Kelardasht, Gorgan and Turkey), 2 levels of seed cover (sand and sawdust) and 2 levels of sowing date (February and March) each in 5 replications. In this design, the germination characteristics were measured during the growing season. The results showed that the best germinative characteristics of Black pine's seeds can be achieved in the sand bed (treatment 3) by sowing seeds from Kelardasht and Urmia provenances. However, other treatments did not show any significant effect on seed germination. Furthermore, the interactions between treatments showed that the sowing bed and seed provenance were the most influential factors among the 5 treatments. The use of sand bed and seeds with Urmia and Kelardasht origins is therefore suggested to be preferred in Darlak nursery of Mahabad to ensure an improved growth and quality of Black pine seedlings.

**Key words**: Germination, black pine, sowing treatments, nursery.