مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل
جلد شانزدهم، شماره سوم، ۱۳۸۸
www.gau.ac.ir/journals

بررسی جوانه‌زنی بذر و زنده‌مانی نهال کاج بروسیا (Pinus brutia Ten.) در خاک‌های مختلف نهالستان

فاطمه احمدلو[۱]، *مسعود طبری[۲]، احمد رحمانی[۳] و حامد یوسف‌زاده[۴]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه جنگلداری، دانشگاه تربیت مدرس، [۲]دانشیار گروه جنگلداری، دانشگاه تربیت مدرس، [۳]استادیار پژوهشی مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، [۴]دانشجوی دکتری گروه جنگلداری، دانشگاه تربیت مدرس

تاریخ دریافت: ۸۷/۲/۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۸/۲/۱۶

چکیده

در این پژوهش اثر تیمارهای مختلف خاک روی بذر با هدف افزایش موفقیت در رویاندن بذر و زنده‌مانی (تولید نهال) کاج بروسیا در نهالستان کلوده آمل بررسی شد. بذرها در گلدان‌های پلاستیکی با ٤ ترکیب مختلف خاک شامل: (۱) خاک رایج نهالستان (شاهد)، (۲) خاک شاهد: کود دامی (۱:۵)، (۳) خاک شاهد: خاک‌برگ (۱:۵)، (٤) خاک شاهد: کود دامی: خاک‌برگ (۱:۱:۵) با ٤ تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی کاشته شدند. بعد از ثبت داده‌های مربوط به جوانه‌زنی، زنده‌مانی نهال‌ها در ٤ ماه مختلف مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج آنالیز واریانس نشان داد که نوع خاک بر تمامی صفات جوانه‌زنی معنی‌دار بوده است، به‌طوری‌که تیمار ٤ (خاک شاهد: کود دامی: خاک‌برگ) در تمامی صفات (به‌استثنای میانگین زمان جوانه‌زنی) دارای بیشترین مقدار بود. نتایج همبستگی نیز ارتباط نسبتاً قوی بین صفات جوانه‌زنی و نوع خاک را نشان داد. همچنین بین میزان زنده‌مانی نهال‌ها و نوع خاک یک ارتباط معنی‌دار مشاهده گردید، به‌طوری‌که اعمال تیمارهای کودی سبب افزایش حدود ۲۵ درصدی میزان زنده‌مانی نهال‌ها در تیمار ٤ نسبت به خاک شاهد گردیده بود. از نتایج این تحقیق استنتاج می‌شود که «مواد آلی» سبب بهبود شرایط فیزیکی و تغذیه‌ای خاک و به دنبال آن افزایش میزان جوانه‌زنی بذر و درصد زنده‌مانی نهال کاج

* مسئول مکاتبه: masoudtabari@yahoo.com

بروسیا می‌شوند. پیشنهاد می‌شود جهت افزایش کیفی و کمی عملکرد تولید نهال این گونه در نهالستان‌ها، به ترکیب بستر کاشت و عناصر تغذیه‌ای خاک توجه ویژه‌ای اعمال شود.

واژه‌های کلیدی: بستر کاشت، جوانه‌زنی، زنده‌مانی، کاج بروسیا، کود آلی

مقدمه

کاج بروسیا (*Pinus brutia* Ten.) از مهم‌ترین گونه‌های جنس *Pinus* و از عناصر گیاهی شاخص مناطق مدیترانه‌ای است که در نیم‌کره شمالی بین ۴۵-۱۵ درجه طول شرقی و ۴۵-۳۲ درجه عرض شمالی پراکنده است. از سمت غرب تا کالابریکا، شرق از شمال عراق تا شمال کریمه و در جنوب تا لبنان و فلسطین پراکنش داشته است (دستمالچی، ۱۹۹۵). کاج بروسیا گونه‌ای است مقاوم به سرما، درجه حرارت بالا و خشکی، در بیشتر خاک‌ها از جمله خاک‌های آهکی و سنگلاخی و یا در اراضی شنی و مناطق دارای زمستان‌های ملایم و تابستان‌های گرم و خشک رشد می‌کند ولی در خاک‌های ریزبافت مرطوب و زهکشی شده نتیجه بهتری می‌دهد و مناسب برای جنگل‌کاری در مناطق خشک و همچنین از گونه‌های مناسب جهت ایجاد بادشکن و حفاظت از خاک در مناطق شیب‌دار است (زارع، ۲۰۰۱). با توجه به ضرورت استفاده انبوه این درخت در جنگل‌کاری‌های شمال کشور (به ویژه در مناطق نیمه مرطوب و نیمه خشک) و فضاهای سبز شهری و برون شهری مناطق خشک و نیمه خشک کشور، متأسفانه تاکنون مطالعات کمی و کیفی در خصوص چگونگی تولید مناسب نهال این گونه صورت نگرفته است. یکی از شرایط ضروری جهت تولید نهال مناسب، کافی بودن عناصر تغذیه‌ای خاک می‌باشد، به‌طوری‌که عناصر تغذیه‌ای خاک با بهبود خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک، موجب افزایش راندمان تولید نهال (کمی و کیفی) می‌گردند (اُلیت و همکاران، ۲۰۰۵؛ جاکوبس و همکاران، ۲۰۰۵). بهبود وضعیت جوانه‌زنی نیز از راه‌کارهای مناسب جهت تقویت وضعیت کمی و کیفی نهال می‌باشد (رانال و سانتانا، ۲۰۰۶؛ بریتو و همکاران، ۲۰۰۷). شایان ذکر است که جنین سالم بذر خشک در ابتدا دارای جریان‌های متابولیسمی حداقل می‌باشد و زمانی شروع به جوانه‌زنی می‌کند که شرایط مناسب از جمله رطوبت، دما و انرژی لازم به‌صورت ATP جهت انجام فعالیت‌های متابولیکی آنزیم‌های هیدرولیزکننده موجود در آن (جنین بذر) فراهم گردد (ویلیلا و راوتا، ۲۰۰۱؛ کوریاکوس و پراسد، ۲۰۰۸). در این راستا مواد آلی از طریق افزایش درجه حرارت و رطوبت خاک (حسن‌زاده‌قورت‌تپه، ۲۰۰۰) سبب تورم پوسته بذر، تقسیم ماکرو مولکول‌های بزرگ و انتقال آنها از محل ذخیره به محور رشد

جنین (دوجین و همکاران، ۲۰۰۳؛ آندراد و همکاران، ۲۰۰٤)، افزایش فعالیت‌های متابولیکی آنزیم‌های هیدرولیزکننده موجود در جنین بذر، ساخته شدن هورمون‌های گیاهی سیتوکنین و تریپتوفان و در نهایت رشد و نمو و تکثیر سلولی جنین خواهد شد (بنیتو و همکاران، ۲۰۰۵؛ السايد و همکاران، ۲۰۰۸). به‌طوری‌که آنزیم‌های هیدرولیزکننده با تحریک ذخایر غذایی و هیدرولیز کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها، چربی‌ها سبب تسریع جوانه‌زنی و رشد بیشتر گیاهچه‌ها و نیز با افزایش پایداری و دوام گیاه در مقابل استرس خشکی، برودت و بیماری (اُلیت و همکاران، ۲۰۰۵) سبب بهبود زنده‌مانی می‌گردند (فروک و همکاران، ۲۰۰٦). در این راستا محققان بسیاری به مطالعه بررسی اثر مواد آلی و تغذیه‌ای خاک روی میزان جوانه‌زنی (موناکو و همکاران، ۲۰۰۳؛ سلیوانوسکایا و لاتی پوا، ۲۰۰٦؛ لارچیویک و همکاران، ۲۰۰٦؛ رحمان و ظفراقبال، ۲۰۰۷؛ اقبال و همکاران، ۲۰۰۷) و درصد زنده‌مانی نهال (سعیدی، ۲۰۰۳؛ طبری و همکاران، ۲۰۰٦؛ شیبو و همکاران، ۲۰۰٦) پرداخته‌اند. با توجه به تأثیر مثبت جوانه‌زنی آسان و مناسب بر بهبود وضعیت کمی و کیفی نهال و نظر به کمبود تغذیه‌ای و کاهش عملکرد تولید نهال در خاک نهالستان مورد مطالعه (کلوده آمل) (رحمانی و همکاران، ۲۰۰٦) و از طرفی محدودیت‌های زیست محیطی و کاهش حاصل‌خیزی خاک در طی زمان با کاربرد کودهای شیمیایی (اردکانی، ۲۰۰٤؛ ملکوتی و همایی، ۲۰۰٤) و با عنایت به این‌که کود آلی می‌تواند با تغییر شرایط تغذیه‌ای بستر، بهبود جوانه‌زنی و عملکرد نهال را موجب گردد، پژوهش حاضر شکل گرفته است. در حقیقت، این پژوهش در نظر دارد تا با استفاده از تیمارهای مختلف خاک (با درصدهای متفاوتی از عناصر تغذیه‌ای) اثر عناصر تغذیه‌ای بستر کاشت را روی خصوصیات جوانه‌زنی بذر و زنده‌مانی نهال کاج بروسیا (*Pinus brutia* Ten.) بررسی و مناسب‌ترین ترکیب کود آلی با خاک را تعیین نماید.

مواد و روش‌ها

برای انجام این تحقیق در اواخر زمستان ۱۳۸۵ بذور کاج بروسیا از مرکز بذر جنگلی خزر تهیه شد (جدول ۱). آنگاه ٤ ترکیب مختلف خاک مطابق جدول ۲ تهیه شد. سپس ۳ عدد بذر با یکنواختی اندازه و وزن در ۳۲۰ گلدان به ابعاد ۲۰×۱۵×۱۵ سانتی‌متر در قالب طرح کاملاً تصادفی و آزمایش فاکتوریل در ٤ تکرار و ۲ ردیف کرت ۱۰ تایی در نهالستان کلوده آمل کاشته شد. نهالستان کلوده در ۱۰ کیلومتری شهرستان آمل با مساحتی بالغ بر ۵۱ هکتار در عرض جغرافیایی ۳٦ درجه و ۳٤ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۱۷ دقیقه شرقی، ارتفاع از سطح دریا ٦ متر با میانگین دمای حداقل ٦/٦ سانتی‌گراد، میانگین دمای حداکثر ۲۷/۲ سانتی‌گراد و متوسط بارندگی سالیانه ۸۳۰ میلی‌متر

قرار گرفته است. قبل از کاشت، بذور با قارچ‌کش کربوکسین تیرام (ویتاواکس) به نسبت ۲ در ۱۰۰۰ ضدعفونی و همچنین خواص شیمیایی خاک هر یک از تیمارهای مورد مطالعه نیز تعیین گردید (جدول ۳). شمارش بذور جوانه‌زده از نیمه فروردین ماه (مشاهده اولین بذر جوانه‌زده) آغاز شد و هر ۳ روز یک‌بار تا سبزشدن تمامی بذور دارای قوه نامیه (در مجموع به‌مدت ۳۷ روز) ادامه داشت. بعد از سبزشدن بذور، مبادرت به حفظ یک نهال در هر گلدان (با حذف بقیه نهال‌ها) گردید. مراقبت‌های لازم از جمله آبیاری مصنوعی در تابستان، هر روز و در سایر فصول، با توجه به شرایط آب و هوایی، هرس ریشه عمودی و عملیات وجین نهال (به‌صورت دستی) به‌طور مرتب انجام می‌گرفت. اندازه‌گیری روند زنده‌مانی نهال‌ها در ماه‌های شهریور، آبان، دی و اسفند با شمارش تعداد نهال‌های موجود در هر تکرار تیمار خاک و با دادن رتبه ۱ برای نهال‌های زنده و رتبه ۲ برای نهال‌های غیرزنده برحسب درصد محاسبه شد (لارچیویک و همکاران، ۲۰۰٦).

مهم‌ترین شاخص‌های قابلیت جوانه‌زنی بذور شامل درصد جوانه‌زنی، میانگین جوانه‌زنی روزانه، ماگزیمم میانگین جوانه‌زنی روزانه، سرعت جوانه‌زنی، میانگین زمان جوانه‌زنی، قدرت جوانه‌زنی، ارزش جوانه‌زنی، ضریب سرعت کوتووسکی با استناد بر مطالعات سایر محققان نام برده و طبق معادله ارایه شده در جدول ٤ تعیین گردید. همچنین غیر از صفات محاسبه شده، نمودار درصد تجمعی جوانه‌زنی در دوره ۳۷ روزه (اطمینان از تمام شدن جوانه‌زنی بذرها) ترسیم شد.

جدول ۱- خصوصیات بذور مورد مطالعه.

مبدأ بذر	قوه نامیه	خلوص	رطوبت	تعداد (در کیلوگرم)
	درصد	درصد	درصد	
خرم آباد	۸۰	۱۰۰	٤/۲	۱۸۵۵٦

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

	خاک لومی	ماسه	سبوس	کود دامی پوسیده جامد	خاک‌برگ
خاک (شاهد) (۱)	۳	۱	۱	–	–
خاک شاهد:کود دامی (تیمار۲)	۳	۱	۱	۱	–
خاک شاهد: خاک‌برگ (تیمار ۳)	۳	۱	۱	–	۱
خاک شاهد: کود دامی:خاک‌برگ (تیمار ٤)	۳	۱	۱	۱	۱

جدول ۳- مشخصات شیمیایی مواد آلی (کود دامی و خاک‌برگ) و نیز تیمارهای خاک مورد مطالعه.

تیمارها	کربن	ماده آلی	ازت قابل جذب	C/N	هدایت الکتریکی	پتاسیم	فسفر	pH
	درصد	درصد	درصد	درصد	دسی‌زیمنس بر متر	میلی‌گرم به کیلوگرم	میلی‌گرم به کیلوگرم	
تیمار شاهد (۱)	۲/۲۸	۳/۹۲۱	۰/۰۳٦	٦۳/۳۳	۰/۱۹۲	۲۷/۵	۱۱/۷٦	۸/۲۸
تیمار۲	۳/۸٤	٦/٦۰٤	۰/۱۳٤	۲۸/٦۵	۰/۲٦۵	۷٦	۱٤/۷	۸/۰۸
تیمار ۳	۲/٦٤	٤/۵٤۰	۰/۰۸٤	۳۱/٤۲	۰/۲۵٦	٤٤	۲۵/۲	۸/۰۱
تیمار ٤	۵/۱٦	۸/۸۷۵	۰/۲۲۷	۲۲/۷۳	۰/۲۲٤	۹۰/۵	۵۰/٤	۷/۹۷
کود دامی پوسیده جامد	٤/٤٤	۷/٦۳٦	۰/۹٤۲	٤/۷۱	۰/۰۹٦	۸۷۸	۲٦/۱	۷/۳۰
خاک‌برگ	۵/۸۸	۱۰/۱۱۳	۰/۷٤۵	۷/۸۹	۰/۲٤۰	۱۲۸	۲۳/۲	۷/۵۸

جدول ٤- معادله محاسباتی صفات مورد مطالعه.

صفات مورد مطالعه	نحوه محاسبه صفات
درصد جوانه‌زنی	Germination rate= n/N*100 (پنوار و بهاراد واج، ۲۰۰۵)
میانگین جوانه‌زنی روزانه	Mean daily germination (MDG) = ∑Cpsgt/T (پنوار و بهاراد واج، ۲۰۰۵)
ماکزیمم میانگین جوانه‌زنی روزانه	Maximum mean daily germination (PV)=cgp/t_i (پنوار و بهاراد واج، ۲۰۰۵)
سرعت جوانه‌زنی	Germination speed= $\sum(n_i/t_i)$ (پنوار و بهاراد واج، ۲۰۰۵)
میانگین زمان جوانه‌زنی	Mean time to germination= $\sum (n_i .t_i) / \sum n$ (کولکارنی و همکاران، ۲۰۰۷)
قدرت جوانه‌زنی	Germination energy= Mng/N *100 (شیخ و عبدل، ۲۰۰۷)
ارزش جوانه‌زنی	Germination value= final MDG*PV (سزاباتور، ۱۹٦۲)
ضریب سرعت کوتووسکی	Kotowski Coefficient of Velocity= $(\sum n_i/\sum(n_i t_i)*100$ (گنزالس- زرتچی و اُرزکو- سیگویا، ۱۹۹٦)
n= تعداد کل بذرهای جوانه زده در طی دوره	Cpsgt= درصد جوانه‌زنی بذرهای جوانه زده در طی دوره
N= تعداد بذرهای کاشته شده	T= طول کل دوره جوانه‌زنی
Cgp= درصد تجمعی جوانه‌زنی در روز شمارش	t_i= تعداد روزهای پس از شروع جوانه‌زنی
n_i= تعداد بذرهای جوانه‌زده در یک فاصله زمانی مشخص t_i	Mng = ماکزیمم درصد تجمعی بذرهای جوانه زده
	PV= ماکزیمم میانگین جوانه‌زنی در طی دوره جوانه‌زنی

تجزیه و تحلیل آماری: تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS و رسم نمودار توسط نرم‌افزار Excel صورت گرفت. ابتدا شرط نرمال بودن داده‌ها با آزمون کولموگروف- اسمیرنوف[1] و همگنی واریانس داده‌ها به‌وسیله آزمون لون[2] تست گردید. در صورت نرمال نبودن داده‌ها از تبدیل داده‌ها[3] استفاده شد. جهت تعیین اثر تیمار خاک بر صفات جوانه‌زنی از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه و برای اثر تیمارهای خاک و زمان (ماه) بر درصد زنده‌مانی نهال‌ها از آزمون آنالیز واریانس دو طرفه[4] استفاده گردید. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون حداقل میانگین مربعات[5] به‌دلیل دارا بودن نمونه شاهد استفاده شد. جهت تعیین همبستگی بین صفات جوانه‌زنی با تیمار خاک و همچنین همبستگی درصد زنده‌مانی با تیمارهای زمان (ماه) و خاک از آزمون همبستگی اسپیرمن[6] استفاده گردید.

نتایج

همبستگی‌ها

جوانه‌زنی بذرها: از نتایج همبستگی اسپیرمن (جدول ۵) مشخص می‌شود که بین درصد جوانه‌زنی، میانگین روزانه، قدرت جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و ضریب سرعت کوتوسکی با نوع خاک همبستگی معنی‌دار مثبت وجود دارد و در رابطه میانگین زمان جوانه‌زنی با نوع خاک این همبستگی منفی می‌باشد. بین میانگین جوانه‌زنی روزانه، قدرت، سرعت، میانگین زمان جوانه‌زنی، ارزش و ضریب سرعت کوتوسکی با درصد جوانه‌زنی همبستگی معنی‌دار و همچنین بین قدرت، سرعت، میانگین زمان، ارزش و ضریب سرعت کوتوسکی با میانگین روزانه رابطه معنی‌دار وجود دارد. بین سرعت، میانگین زمان، ارزش و ضریب سرعت کوتوسکی با ماکزیمم میانگین روزانه و بین میانگین زمان، ارزش و ضریب سرعت کوتوسکی با سرعت جوانه‌زنی رابطه معنی‌دار وجود دارد. حال آن که بین ارزش و ضریب سرعت با میانگین زمان جوانه‌زنی رابطه معنی‌دار منفی و بین ضریب سرعت با ارزش جوانه‌زنی رابطه معنی‌دار مثبت وجود دارد.

1. Kolmogorov-Smirnov
2. Levene
3. Transformation
4. Two-Way-ANOVA
5. LSD
6. Spearman

جدول ۵- نتایج همبستگی اسپیرمن بین صفات جوانه‌زنی کاج بروسیا.

	خاک	درصد جوانه‌زنی	میانگین روزانه جوانه‌زنی	ماکزیمم میانگین روزانه جوانه‌زنی	قدرت جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	میانگین زمان جوانه‌زنی	ارزش جوانه‌زنی	ضریب جوانه‌زنی
خاک	۱								
درصد جوانه‌زنی	۰/۸۹۰**	۱							
میانگین جوانه‌زنی روزانه	۰/۸۹۰**	۱/۰۰۰**	۱						
ماکزیمم میانگین جوانه‌زنی روزانه	۰/۳۰۹	۰/۴۸۳	۰/۴۸۳	۱					
قدرت جوانه‌زنی	۰/۶۰۵*	۰/۶۷۱**	۰/۶۷۱**	۰/۳۳۹	۱				
سرعت جوانه‌زنی	۰/۵۰۹*	۰/۶۰۹*	۰/۶۰۹*	۰/۹۵۱**	۰/۳۸۳	۱			
میانگین زمان جوانه‌زنی	-۰/۵۱۶*	۰/۵۷۲*	-۰/۵۷۲*	-۰/۸۹۷**	-۰/۳۱۶	-۰/۹۶۲**	۱		
ارزش جوانه‌زنی	۰/۴۳۷	۰/۶۰۸*	۰/۶۰۸*	۰/۹۸۱**	۰/۴۳۴	۰/۹۶۲**	-۰/۹۰۳**	۱	
ضریب سرعت کوتوسکی	۰/۵۰۹*	۰/۵۶۲*	۰/۵۶۲*	۰/۸۹۸**	۰/۳۰۴	۰/۹۶۸**	-۰/۹۹۹**	۰/۹۰۱**	۱

**همبستگی در سطح احتمال ۰/۰۱ معنی‌دار است، *همبستگی در سطح احتمال ۰/۰۵ معنی‌دار است.

زنده‌مانی نهال‌ها: از نتایج همبستگی اسپیرمن (جدول ٦) مشخص می‌شود که بین درصد زنده‌مانی با تیمارهای خاک و زمان (ماه) همبستگی معنی‌دار قوی وجود دارد ولیکن این همبستگی در مورد ماه‌های مختلف منفی می‌باشد.

جدول ٦- نتایج همبستگی اسپیرمن بین درصد زنده‌مانی با تیمارهای خاک و زمان (ماه).

	خاک	زمان (ماه)	درصد زنده‌مانی
خاک	۱		
زمان (ماه)	۰/۰۰۰	۱	
درصد زنده‌مانی	۰/٤۹۲**	-۰/۵۰٦**	۱

**همبستگی در سطح احتمال ۰/۰۱ معنی‌دار است.

مقایسه میانگین‌ها

جوانه‌زنی بذرها: نتایج آنالیز واریانس نشان داد که کلیه صفات جوانه زنی در بین تیمارهای مختلف خاک، تفاوت معنی داری را با یکدیگر نشان دادند (جدول ۷). بیشترین و کمترین نرخ جوانه‌زنی و میانگین جوانه‌زنی روزانه بذرهای دارای قوه نامیه کاج بروسیا به‌ترتیب در تیمارهای ٤ و ۱ (شاهد) بوده است و دو تیمار دیگر از این نظر حالت بینابینی داشته‌اند (جدول ۸). کمترین و بیشترین ماکزیمم میانگین جوانه‌زنی روزانه به‌ترتیب در تیمار شاهد و تیمار ۲ وجود دارد. بیشترین قدرت جوانه‌زنی مربوط به تیمار ٤ ولی سایر تیمارها از این نظر اختلاف معنی‌دار آماری را با یکدیگر نشان ندادند. همچنین کمترین سرعت جوانه‌زنی، ارزش جوانه‌زنی و ضریب سرعت کوتوسکی مربوط به تیمار شاهد ۱ ولی سایر تیمارها از این نظر، اختلاف معنی‌دار آماری را با یکدیگر نشان ندادند. بیشترین زمان لازم برای جوانه‌زنی بذور (میانگین زمان جوانه‌زنی) مربوط به تیمار شاهد و سایر تیمارها از این نظر اختلاف معنی‌دار آماری نشان ندادند. بررسی روند درصد تجمعی جوانه‌زنی نشان می‌دهد که اگرچه جوانه‌زنی بذور کاشته شده ۳۷ روز طول کشید ولیکن بذور کاشته شده در تیمارهای ۲ و ٤ دارای روند سریع‌تری در مقایسه با سایر تیمارها بوده‌اند (جدول ۸ و شکل ۱).

جدول ۷- نتایج آنالیز واریانس بین تیمارهای مختلف خاک و صفات جوانه‌زنی.

	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	Sig.
درصد جوانه‌زنی	۷٦٤/٤۸۰	۳	۲٥٤/۸۲۷	۷٤/٦۰۸	۰/۰۰۰*
میانگین جوانه‌زنی روزانه	۱/۳۱٥	۳	۰/٤۳۸	۷۳/۱۳٥	۰/۰۰۰*
ماکزیمم میانگین جوانه‌زنی روزانه	٤۲/٦۷٤	۳	۱٤/۲۲٥	۳/٥٥۰	۰/۰٤۸*
قدرت جوانه‌زنی	٤۷۲/۷۳۸	۳	۱٥۷/٥۷۹	٤/۹٦۰	۰/۰۱۸*
سرعت جوانه‌زنی	۳۸/۷۷۷	۳	۱۲/۹۲٦	٥/٤۳۳	۰/۰۱٤*
میانگین زمان جوانه‌زنی	۷/۷۲۷	۳	۲/٥۷٦	٥/٤۳۳	۰/۰۱٤*
ارزش جوانه‌زنی	٤٦۹/٤۹۸	۳	۱٥٦/٤۹۹	٤/۳٤٦	۰/۰۲۷*
ضریب سرعت کوتوسکی	۹/٤۷۹	۳	۳/۱٦۰	٤/۲۰۳	۰/۰۳۰*

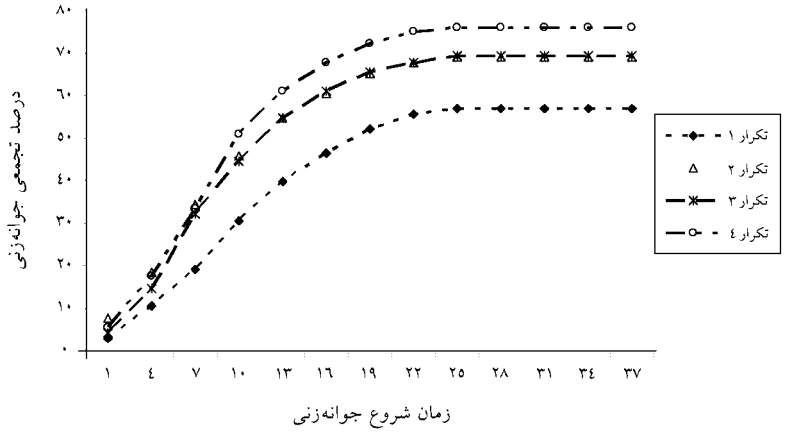
*معرف معنی‌دار بودن میانگین‌ها است.

جدول ۸- مقایسه میانگین صفات جوانه‌زنی ± اشتباه معیار در تیمارهای مختلف خاک.

صفات	تیمار ۱ (شاهد)	تیمار ۲	تیمار ۳	تیمار ٤
درصد جوانه‌زنی	٥٦/۷±۰/٥۲^{c}	٦۸/۷±۰/۸^{b}	٦۹/۲±۱/۱^{b}	۷٥/۸±۱/۱^{a}
میانگین جوانه‌زنی روزانه (تعداد)	۲/٤±۰/۰۳^{c}	۲/۹±۰/۰٤^{b}	۲/۹±۰/۰٤^{b}	۳/۲±۰/۰٤^{a}
ماکزیمم میانگین جوانه‌زنی روزانه (تعداد)	۳/۰٥±۰/۳^{b}	۷/٥±۱/۱^{a}	٤/٦±۱/۲^{ab}	٥/۸±۱/۱^{ab}
قدرت جوانه‌زنی (درصد)	۳۳/۷±۲/۷^{b}	۳۷/۹±۲/٦^{b}	۳٥/۸±۱/٦^{b}	٤۷/۹±۳/۸^{a}
سرعت جوانه‌زنی (درصد)	٥/۹±۰/۳^{c}	۱۰±۰/٥۲^{a}	۸/۲±۰/۹^{abc}	۹/٤±۰/۹^{a}
میانگین زمان جوانه‌زنی (روز)	۱۰/٥±۰/۲^{a}	۸/۷±۰/۲^{b}	۹/۲±۰/۳^{b}	۸/۹±۰/٤^{b}
ارزش جوانه‌زنی	۷/۲±۰/٥۲^{b}	۲۱/٤±۳^{a}	۱۳/۱±۲/۱^{ab}	۱۸/٥±۳/۱^{a}
ضریب سرعت کوتوسکی (درصد)	۹/٥±۰/۱ ^{b}	۱۱/٥±۰/٤^{a}	۱۱±۰/٤^{a}	۱۱/۳±۰/٦۱^{a}

حروف مختلف در ردیف بیانگر معنی‌دار بودن میانگین‌ها در سطح احتمال ۰/۰٥ درصد با استفاده از آزمون حداقل میانگین مربعات است.

تیمار ۱) خاک (شاهد)، تیمار ۲) خاک شاهد: کود دامی، تیمار ۳) خاک شاهد: خاک برگ، تیمار ٤) خاک شاهد: کود دامی: خاک برگ.



شکل ۱- بررسی روند درصد تجمعی بذور کاشته شده در ترکیب‌های مختلف خاک.

زنده‌مانی نهال‌ها در ماه‌های مختلف سال: نتایج آنالیز واریانس دو طرفه نشان داد که هر دو فاکتور مورد مطالعه در این پژوهش (نوع خاک و زمان) بر زنده‌مانی نهال‌ها مؤثر می‌باشند، ولی هیچ‌گونه اثر متقابلی بین این دو فاکتور وجود ندارد (جدول ۹). مقایسه میانگین‌ها در تیمار خاک نشان می‌دهد که بیشترین میزان درصد زنده‌مانی در تیمار ٤ و کمترین آن در تیمار شاهد خاک وجود دارد (جدول ۱۰). همچنین مقایسه میانگین‌ها در تیمار زمان برحسب ماه، بیشترین میزان زنده‌مانی را در ماه شهریور و کمترین آن را در ماه اسفند نشان می‌دهد (جدول ۱۱). بررسی مستمر نهال‌ها در ماه‌های مختلف سال نشان‌دهنده روند رو به رشد مرگ و میر نهال‌ها می‌باشد و این نقص در نهال‌های کاشته شده در تیمار شاهد بیشتر به چشم می‌خورد (جدول ۱۲).

جدول ۹- آنالیز واریانس دو طرفه درصد زنده‌مانی.

منابع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	سطح معنی‌داری
زمان (ماه)	۱۳۸۵/٥٤٧	۳	٤٦۱/۸٤۹	۱۰/٥۲٥	۰/۰۰۰*
خاک	۱۹۱۳/٦۷۲	۳	٦۳۷/۸۹۱	۱٤/٥۳۷	۰/۰۰۰*
زمان (ماه) × خاک	۸۰۹/۷٦٦	۹	۸۹/۹۷٤	۲/۰٥۰	۰/۰٥٤ns
خطا	۲۱۰٦/۲٥۰	٤۸	٤۳/۸۸۰	–	–
کل	٥۲۰۱۲٥/۰۰۰	٦٤	–	–	–

ns غیرمعنی‌دار، * معرف معنی‌دار بودن میانگین‌ها است.

جدول ۱۰- مقایسه میانگین درصد زنده‌مانی ± اشتباه معیار در تیمار خاک (صرف‌نظر از تیمار زمان).

	تیمار ۱ (شاهد)	تیمار ۲	تیمار ۳	تیمار ٤
درصد زنده‌مانی	۸۱/۵٦±۳/۳۷^{c}	۹۰/۹٤±۱/٤^{ab}	۸۹/۰٦±۲/۱^{b}	۹٦/۸۷±۱^{a}

حروف مختلف در ردیف بیانگر معنی‌دار بودن میانگین‌ها در سطح احتمال ۰/۰۵ درصد با استفاده از آزمون حداقل میانگین مربعات است.

تیمار ۱) خاک (شاهد)، تیمار ۲) خاک شاهد: کود دامی، تیمار ۳) خاک شاهد: خاک‌برگ، تیمار ٤) خاک شاهد: کود دامی: خاک‌برگ.

جدول ۱۱- مقایسه میانگین درصد زنده‌مانی± اشتباه معیار در تیمار زمان (صرف‌نظر از تیمار خاک).

	زنده‌مانی شهریور	زنده‌مانی آبان	زنده‌مانی دی	زنده‌مانی اسفند
درصد زنده‌مانی	۹۵/٦۲±۱/۲۸^{a}	۹۱/۸۷±۲/۱۸^{ab}	۸۷/۸۱±۲/٤۵^{bc}	۸۳/۱۲±۲/۷۷^{c}

حروف مختلف در ردیف بیانگر معنی‌دار بودن میانگین‌ها در سطح احتمال ۰/۰۵ درصد با استفاده از آزمون حداقل میانگین مربعات است.

جدول ۱۲- مقایسه میانگین زنده‌مانی ± اشتباه معیار متأثر از ترکیب تیمارها.

صفات	تیمار ۱ (شاهد)	تیمار ۲	تیمار ۳	تیمار ٤
زنده‌مانی شهریور	۹۵±۳/۵۳	۹۳/۸±۱/۲۵	۹۵±۳/۵۳	۹۸/۸±۱/۲۵
زنده‌مانی آبان	۸۷/۵±۳/۲۹	۹۱/۳±۲/۳۹	۹۰±۲/۸	۹۸/۸±۱/۲۵
زنده‌مانی دی	۷٦/۳±۲/۵۳^{b}	۹۰±۲/۰٤^{a}	۸۷/۵±٤/۳۳^{a}	۹۷/۵±۱/٤٤^{a}
زنده‌مانی اسفند	٦۷/۵±۱/۲۵^{b}	۸۸/۸±۲/۳۹^{a}	۸۳/۸±۳/۱٤^{a}	۹۲/۵±۲/۵^{a}

حروف مختلف در ردیف بیانگر معنی‌دار بودن میانگین‌ها در سطح احتمال ۰/۰۵ درصد با استفاده از آزمون دانکن است.

نتایج و بحث

سرعت جوانه‌زنی از مهم‌ترین پارامترهای مؤثر در جوانه‌زنی بذر می‌باشد که می‌تواند به‌عنوان یکی از عوامل مؤثر در استقرار گیاهان محسوب شود (رانال و سانتانا، ۲۰۰٦). بهبود عوامل مؤثر بر افزایش سرعت جوانه‌زنی بذور (بنیه بذر، عناصر تغذیه‌ای خاک، شرایط فیزیکی خاک)، شانس موفقیت تولید نهال مناسب را از نظر کمی و کیفی و نیز استقرار بهتر آنها را در عرصه‌های جنگل‌کاری افزایش می‌دهد. در واقع نهال‌های تولید شده از بذور با سرعت جوانه‌زنی بیشتر دارای مقاومت بیشتری در مقابل عوامل آسیب‌زا می‌باشند (رحمان و ظفراقبال، ۲۰۰۷).

در پژوهش حاضر، افزودن مواد آلی به خاک سبب بهبود کلیه صفات جوانه‌زنی شده است. کود آلی با افزایش مداوم فعالیت‌های متابولیکی و تحریک ذخایر غذایی آندوسپرم، سبب افزایش رشد و جوانه‌زنی بذر می‌گردد (کوریاکوس و پراسد، ۲۰۰۸). از طرف دیگر، کودهای آلی با افزایش قابلیت نفوذپذیری (با ایجاد خلل و فرج)، رطوبت، کلوئیدهای آلی، سطح ویژه و ظرفیت تبادلی و به‌طورکلی بهبود شرایط فیزیکی خاک و ایجاد بستر مناسب، شرایط را برای جوانه‌زنی بهتر بذور تسهیل می‌نمایند (بریتو و همکاران، ۲۰۰۷). در این راستا محققان بسیاری به نتایج مشابهی دست یافتند (اقبال و همکاران، ۲۰۰۷؛ السايد و همکاران، ۲۰۰۸). شیخ و عبدل (۲۰۰۷) با مطالعه روی گونه شیشم (*Dalbergia sissoo*) نتیجه گرفتند که خاک مخلوط با کود دامی (۳:۱) به‌دلیل بهبود ساختمان، نفوذپذیری، رطوبت بیشتر و تهویه مناسب خاک و اکسیژن رسانی بیشتر به بذر و توسعه ریشه، جوانه‌زنی بیشتری را در مقایسه با خاک فقیر از مواد آلی نشان داد. در پژوهش حاضر اثر نوع بستر کاشت بر میزان زنده‌مانی نهال‌ها در طی فصل سرما معنی‌دار بوده است، به‌طوری‌که تیمار شاهد (دارای کمترین عناصر تغذیه‌ای) دارای درصد افت مرگ و میری بالاتری در مقایسه با سایر تیمارها به ویژه مخلوط کود دامی و خاک‌برگ بوده است. در خصوص تأثیر کود آلی بر میزان زنده‌مانی که شاخص کیفی ارزیابی نهال نیز می‌باشد، سعیدی (۲۰۰۳) با بررسی اثر نوع خاک و عمق چاله کاشت بر زنده‌مانی نهال‌های (*Cupressus sympervirense var horizantalis*) در تیمارهای مختلف خاک در اراضی ساحلی شمال ایران (شهرستان نور) نشان داد که میزان زنده‌مانی در خاک معمولی با خاک‌های حاوی مواد آلی تفاوت معنی‌داری نداشت. در این راستا مطالعه‌های بسیاری انجام شده است. طبری و همکاران (۲۰۰٦) در تأثیر چهار نوع خاک برروی میزان تولید نهال و رویش طولی این گونه در نهالستان شهر پشت نوشهر نتیجه گرفتند که خاک شنی- لومی- رسی، در مقایسه با خاک ماسه‌ای از زنده‌مانی، رشد طولی و عناصر تغذیه‌ای بیشتری به‌دلیل سبک‌تر شدن خاک و توسعه ریشه‌دوانی برخوردار بود. لارچیویک و همکاران (۲۰۰٦) در مطالعه استفاده از کمپوست با ترکیبات حجمی (۱/۳ ضایعات سبز)، (۱/۳ پوسته کاج) و (۱/۳ لجن فاضلاب شهری) با تیمارهای شاهد (بدون اضافه کردن کمپوست)، ۲۰ و ٤۰ کیلوگرم در مترمربع کمپوست بر خصوصیات خاک و مورفولوژیکی نهال‌های *Quercus ilex*، *Pinus halepensis*، *Pinus pinea* در طی ۳ سال نتیجه گرفتند که افزودن کمپوست به‌دلیل بهبود وضعیت تغذیه‌ای خاک به ویژه پتاسیم سبب افزایش میزان زنده‌مانی نهال‌های گونه‌های *Quercus ilex* و *Pinus pinea* شده است. این در حالی است که سعیدی (۲۰۰۳) به نتایجی مغایر با نتایج این تحقیق دست یافته است.

در پژوهش حاضر، تیمار «مخلوط کود دامی و خاک‌برگ» (تیمار ٤) به‌دلیل تأثیر چشمگیر روی قدرت جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و درصد زنده‌مانی، بهترین بستر کاشت را برای جوانه‌زنی بذر و زنده‌مانی نهال کاج بروسیا فراهم نموده است. در حقیقت، بهبود شرایط فیزیکی این خاک، به‌دلیل هوموس فراوان (ملکوتی و همایی، ۲۰۰٤)، ظرفیت نگهداری بالای آب (اردکانی، ۲۰۰٤) و دمای بالاتر (حسن‌زاده‌قورت‌تپه، ۲۰۰۰)، و همچنین بهبود شیمیایی آن به خاطر درصد بیشتر مواد آلی و عناصر تغذیه‌ای خاک، نسبت به سایر تیمارهای خاک، شرایط بهتری را برای جوانه‌زنی بذور و زنده‌مانی نهال کاج بروسیا فراهم نموده است.

با عنایت به نتایج این تحقیق و منابع مورد استفاده می‌توان بیان نمود که مواد آلی از طریق بهبود شرایط تغذیه‌ای و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک (شیبو و همکاران، ۲۰۰٦) سبب تسهیل جوانه‌زنی و و افزایش مقاومت نهال در برابر سرما و یخبندان در ماه‌های سرد سال و به تبع آن سبب افزایش راندمان تولید نهال (کمی و کیفی) می‌گردند. بنابراین توصیه می‌گردد جهت تولید نهال مناسب (کمی و کیفی) کاج بروسیا، شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک و همچنین میزان عناصر تغذیه‌ای آن، توجه ویژه‌ای را مبذول داشت. لازم به ذکر است که تکرار چنین آزمایش‌هایی برای این گونه و سایر گونه‌ها، نتیجه‌گیری را قوی‌تر و غنی‌تر می‌کند و امکان تصمیم‌گیری را دقیق‌تر می‌نماید. همچنین مطالعه تأثیر تیمار خاک بر عملکرد نهال در عرصه جنگل‌کاری نیز پیشنهاد می‌گردد.

منابع

1.Andrade, R.A.D.E., Martins, A.B.G., and Oliveira, I. 2004. Influence of the substrate in germination of Lychee seeds, Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal-SP, 26: 2. 375-376.

2.Ardakani, M.R. 2004. Ecology. Tehran University Press, 340p. (In Persian)

3.Benito, M., Masaguer, A., Antonio, R.D., and Moliner A. 2005. Use of pruning waste compost as a component in soiless growing media. Bioresource Technology, 96: 597-603.

4.Brito, J.M.C., Lopes, R., Machado, A.M.V., Guerrero, C.A.C., Faleiro, L., and Beltrao, J. 2007. Sewage sludge as a horticultural substrate. Biomedical and Life Sciences, 86: 205-286.

5.Czabator, F.J. 1962. Germination value: an index combining speed and completeness of pine seed germination. Forest Sci., 8: 386-396.

6.Dastmalchi, M. 1995. Brutia pine. Research Institute of Forests and Rangelands Press, 139p. (Translated In Persian)

7.Duggin, J.L., Grant, C.D., and Loneragan, W.A. 2003. Germination and early survival of *Eucalyptus blakelyi* in grasslands of the New England Tablelands, NSW, Australia. Forest Ecology and Management, 173: 319-334.
8.Elsayed, M.T., Babiker, M.H., Abdelmalik, M.E., Mukhtar, O.N., and Montange, D. 2008. Impact of filter mud applications on the germination of sugarcane and small-seeded plants and on soil and sugarcane nitrogen contents. Bioresources Technology, 99:10. 4164-4168.
9.Farooq, M., Barsa, S.M.A., and Wahid, A. 2006. Priming of field-sown rice seed enhances germination, seedling establishment, allometry and yield. Plant Growth Regulation, 49: 285-294.
10.Gonzalez-Zertuche, L., and Orozco-Segovia, A. 1996. Metodos de analisis de datos en la germinacion de semillas, un ejemplo: Manfreda brachystachya. Buletın de la Sociedad Botanica de Mexico, 58: 15-30.
11.Hassanzadeh Gorttappeh, A. 2000. Study on the effects of organic, inorganic and integrated fertilizers on the quantitative and qualitative traits of different sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars in west Azarbayjan, Iran. Ph.D Thesis. Tarbiat Modarres University, Iran, 195p. (In Persian)
12.Iqbal, G.M.A., Huda, S.M.S., Sujauddin, M., and Hossain, M.K. 2007. Effects of sludge on germination and initial growth performance of *Leucaena leucocephala* seedlings in the nursery. J. Forestry Res., 18:3. 226-230.
13.Jocobs, D.F., Salifu, K.F., and Seifert, J.R. 2005. Growth and nutritional response of hardwood seedlings to controlled-release fertilization at outplanting. Forest Ecology and Management, 214: 28-39.
14.Kulkarni, M.G., Street, R.A., and Staden, J.V. 2007. Germination and seedling growth requirements for propagation of *Diosscorea dregeana* (Kunth) Dur. and Schinz-A tuberous medicinal plant. South African J. Botany, 33: 131-137.
15.Kuriakose, S.V., and Prasad, M.N.V. 2008. Cadmium stress affects seed germination and seedling growth in *Sorghum bicolor* (L.) Moench by changing the activities of hydrolyzing enzymes. An International J. on Plant Growth and Development, 54:2. 143-156.
16.Larcheveque, M., Ballini, C., Korboulewsky, N., and Montes, N. 2006. The use of compost in afforestation of Mediterranean areas: Effects on soil properties and young tree seedlings. Science of the Total Environment, 369: 220-230.
17.Malakouti, M.J., and Homaee, M. 2004. Soil fertility of arid and semi-arid regions (Difficulties and Solutions). Tarbiat Modares University Press, 482p. (In Persian)
18.Monaco, T., Mackown, C.T., Johnson, D.A., Jones, T.A., Norton, J.M., Norton, J.B., and Redinbaugh, M.J. 2003. Nitrogen effects on seed germination and seedling growth. J. Range Manage., 56: 646-653.

19. Oliet, A.J., Planelles, R., Artero, F., and Jacobs, F.D. 2005. Nursery fertilization and tree shelters affect long-term field response of *Acacia Salicina* Lindl. Planted in Mediterranean semiarid conditions. Forest Eco. and Manage., 215: 339-351.
20. Panwar, P., and Bhardwaj, S.D. 2005. Handbook of practical forestry, Agrobios, India, 191p.
21. Rahmani, A., Khoshnevis, M., and Nourshad, M. 2006. Effects of different fertilizers on growth of acer seedlings in two nurseries at Caspian region of Iran. J. Pajouhesh and Sazandegi, 73: 143-149. (In Persian)
22. Ranal, M.A., and Santana, D.G. 2006. How and why to measure the germination process? Revista Brasileira de Botanica, 29:1. 1-11.
23. Rehman, S.A., and Zafar Iqbal, M. 2007. Seed Germination and Seedling Growth of Trees in Soil Extracts from Korangi and Landhi Industrial Areas of Karachi, Pakistan. J. New Seeds, 8:4. 33-45.
24. Saeidi, H.R. 2003. The effect of soil type and planting hole depth on survival and growth of cypress seedlings (*Cupressus sempervirense* var. horizantalis) in the coastal plains of north of Iran, Nour. M.Sc. Thesis. Tarbiat Modares University, Iran, 65p. (In Persian)
25. Selivanovskaya, S.Yu., and Latypova, V.Z. 2006. Effects of composted sewage sludge on microbial biomass, activity and pine seedlings in nursery forest. Waste Management, 26: 1253-1258.
26. Sheikh, A.H., and Abdul, M.M.D. 2007. Seed Morphology and Germination Studies of *Dalbergia sissoo* Roxb. at Nursery Stage in Bangladesh. J. Agric. and Biological Sci., 3:1. 35-39.
27. Shibu, M.E., Leffelaar, P.A., Van Keulen, H., and Aggarwal, P.K. 2006. Quantitative description of soil organic matter dynamics A review of approaches with reference to rice-based cropping systems. Geoderma, 137:1-18.
28. Tabari, M., Pourmadjidian, M.R., and Alizadeh, A.R. 2006. Effect of soil, irrigation and weeding on production of cypress (*Cupressus sempervirens* L.) seedling in shahrposht nursery, Nowshahr. J. Pajouhesh and Sazandgi, 70: 65-69.
29. Vilela, A.E., and Ravetta, D.A. 2001. The effect of seed scarification and soil-media on germination, growth, storage, and survival of seedlings of five species of *Prosopis* L. (Mimosaceae). J. Arid Environments, 48: 171-184.
30. Zare, H. 2001. Introduced and native conifers in Iran. Research Institute of Forests and Rangelands Press, 498p.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Wood & Forest Science and Technology,Vol. 16(3), 2009
www.gau.ac.ir/journals

Study of seed germination and seedling survival of *Pinus brutia* Ten. in different soils of nursery

F. Ahmadloo[1], *M. Tabari[2], A. Rahmani[3] and H. Yousefzadeh[4]

[1]Former M.Sc. Student, Dept. of Forestry, Tarbiat Modares University,
[2]Associate Prof., Dept. of Forestry, Tarbiat Modares University,
[3]Assistant Prof. Research Staff, Research Institute of Forests and Rangelands,
[4]Ph.D. Student, Dept. of Forestry, Tarbiat Modares University

Abstract

Current research was aimed to study the effect of soil different treatments on seed germination and seedling survival of *Pinus brutia* Ten. seedling in nursery of Koloudeh, located in Amol city. Seeds in plastic pots were sown at four different soil treatments including: (a) nursery soil (control), (b) control soil: cattle manure (5:1), (c) control soil: decomposited litter (5:1), (d) control soil: cattle manure: decomposited litter (5:1:1). The design was set up as completely randomized design (CsRD) with four replications. After recording data of germination, survival was studied in four months. The analysis of variance demonstrated that soil affected significantly all germination attributes, so that treatment (d) [control soil: cattle manure: decomposited litter (5:1:1)] had higher amount in all attributes (except mean germination time). The results showed that there was a significant correlation between germination attributes and soil type. Also a significant correlation was detected between seedlings survival and soil type, so that seedling survival was increased 25 percentage using organic matter (in treatment d). It is concluded from the results of this research that organic materials improve the physical and nutritious condition of the soil, which, consequently improves seed germination and seedling survival of *pinus brutia*. Thus, it is proposed to paya particular attention to the composition of the seedbed and nutritious elements of the soil-media in nursuries in order to enhance the qualitative and quantitative seedling production of this species.

Keywords: Organic matter, *Pinus brutia* Ten., Seed germination, Soil-media

* Corresponding Author; Email: masoudtabari@yahoo.com