تعیین میزان آبیاری بهینه بر رشد ارتفاعی و استقرار نهال‌های یک‌ساله پالونیا تومنتوزا

(*Paulownia tomentosa*)

جواد اسحاقی‌راد

دانشیار گروه جنگلداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه ارومیه

پست الکترونیک نویسنده مسئول: javad.eshaghi@yahoo.com

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۷/۱۴ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۴/۱۷)

چکیده

گونه‌های جنس پالونیا (*Paulownia*)، بومی چین و ژاپن، از درختان سریع‌الرشد بوده که برای توسعه فضای سبز، ایجاد پارک و کشت توأم با انواع گیاهان زراعی در بسیاری از کشورها به‌کارگرفته شده‌اند. هدف از این تحقیق بررسی تأثیر آبیاری بر رشد ارتفاعی نهال‌های یک‌ساله گونه پالونیا تومنتوزا (*P. tomentosa*) در شرایط اقلیمی و خاکی استان آذربایجان غربی است. از طرح کاملاً تصادفی با سه تیمار مقدار آبیاری در سه سطح ۵ لیتر، ۱۰ لیتر و ۱۵ لیتر و دو تیمار دور آبیاری در دو سطح سه روز و شش روز با ۱۰ تکرار استفاده شد. در طول فصل رویش، در انتهای هر ماه رشد ارتفاعی نهال‌ها اندازه‌گیری شد. بیش‌ترین مقدار رشد ارتفاعی نهال‌ها در تیمارهای مختلف مربوط به ماه اول بود و در ماه‌های بعد ارتفاع نهال‌ها افزایش معنی‌داری نداشت. نهال‌های تیمار با مقدار آبیاری پنج لیتر و دور آبیاری شش روز خشک شدند و نهال‌های تیمار با آبیاری پنج لیتر در دور آبیاری سه روز دارای کم‌ترین میانگین رشد ارتفاعی کل (۸/۷ سانتی‌متر) نسبت به سایر تیمارها (۱۰/۹ تا ۱۱/۸ سانتی‌متر) بودند. همچنین با وجود افزایش مقدار آبیاری و کاهش دور آبیاری اختلاف معنی‌داری در میانگین رشدکل ارتفاعی نهال‌ها حاصل نشد. بنابراین جهت کاهش مصرف آب و هزینه، بهترین رژیم آبیاری برای رشد مناسب نهال‌های یک‌ساله پالونیا تومنتوزا آبیاری ۱۰ لیتر در دوره ۶ روزه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: پالونیا تومنتوزا، جنگل‌کاری، دور آبیاری، رشد ارتفاعی

مقدمه

امروزه جنگل‌های زاگرس به دلایل مختلف از جمله چرای مفرط دام، آتش‌سوزی، تبدیل اراضی جنگلی به زمین‌های کشاورزی و بهره‌برداری سنتی برای تولید چوب سوخت، سرشاخه‌زنی درختان برای تعلیف دام دچار تخریب فزآینده‌ای شده است. برای حفظ و بازسازی جنگل‌های منطقه چاره‌ای جزء جلب مشارکت مردمی ازطریق بیشه‌زراعی و جنگل‌کاری با گونه‌های سریع‌الرشد نیست، چرا که در جهان نیز نیاز فزآینده به چوب و کاهش موجودیت منابع چوبی، باعث تشدید جنگل‌کاری با گونه‌های سریع‌الرشد شده است (Swamy *et al.*, 2006; Mishra *et al.*, 2010). پالونیا به‌عنوان یک جنس مناسب برای زراعت درختان با دوره بهره‌برداری کوتاه، در بسیاری از نقاط

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-07-01]

جهان توجه فزآینده‌ای را جلب نموده است. ارزش پالونیا برای جنگل‌کاری (ZhaoHua *et al.*, 1997) و بازسازی محوطه‌های معدن (Carpenter & Smith, 1977) جذب عناصر سنگین از خاک (Azzarello *et al.*, 2012) تولید کود از برگ، تولید عسل از گل و تولید چوب برای محصولات چوبی (ZhaoHua *et al.*, 1997) و ایجاد فضای سبز (جزیره ای، ۱۳۸۲) به اثبات رسیده است. در آمریکا توجه زیادی به جنگل‌کاری *Paulownia tomentosa* در کنار گونه‌های دیگر پالونیا از جمله *P. elongate* و *P. fortunei* معطوف شده است (Bergmann, 1998). Bergmann (2003) امکان کاشت پالونیا الونگاتا (*P. elongate*) و پالونیا فورتونی را در پنج رویشگاه مختلف در ایالت کارولینای شمالی آمریکا مورد بررسی قرار داد و به این نتیجه رسید که هر دو گونه در برخی رویشگاه‌ها نتیجه مطلوبی داشتند و از این رو درصورتی‌که این گونه‌ها متناسب با شرایط منطقه انتخاب شوند، نتیجه جنگل‌کاری مناسب می‌باشد. گونه پالونیا تومنتوزا به‌عنوان یک گونه زینتی در دهه ۱۹۸۴ وارد آمریکای شمالی شد و به‌تدریج در بیش‌تر بخش‌های شرقی و جنوب‌شرقی آمریکا به‌صورت بومی درآمد (Kays *et al.*, 1998; Johnson *et al.*, 2003) عنوان شده است که گونه پالونیا تومنتوزا می‌تواند در مناطقی که دارای دمای زمستانی تا منفی ۲۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشند، کشت شود (Woods, 2008; Clatterbuck & Hodges, 2004).

در ایران در طول سال‌های ۱۳۳۶ الی ۱۳۳۹ گونه پالونیا تومنتوزا در ایستگاه تحقیقات جنگل و مرتع نوشهرکاشته شد که به‌علت آبگیربودن عرصه‌های کاشت نتایج قابل‌قبولی حاصل نشد (جزیره ای، ۱۳۸۲). گونه پالونیا تومنتوزا در مناطقی که (چین و ژاپن) متوسط بارندگی سالیانه بیش از ۵۰۰ میلی‌متر (عمدتاً در طول فصل رویش) است، به‌صورت طبیعی پراکنش دارد (ZhaoHua *et al.*, 1997). نهال‌های پالونیا تومنتوزا به حداقل یک (۳/۸ لیتر) تا دو گالن (۸/۶ لیتر) آب در هر هفته نیاز دارند (Gilman, 1997)، درحالی‌که میزان بارندگی سالیانه در بیش‌تر نقاط زاگرس کم‌تر از این حد بوده و آن هم عمدتاً در خارج از فصل رویش رخ می‌دهد، بنابراین جهت تأمین نیاز آبی این گونه، آبیاری ضروری می‌باشد. اما از آن‌جا که آب یک منبع محدود در بوم‌نظام‌های خشک و نیمه‌خشک است (Kramer & Boyer, 1995) قبل از ورود گونه پالونیا تومنتوزا به بوم‌نظام‌های منطقه زاگرس ضروری است که میزان و زمان آبیاری بهینه مورد نیاز برای رشد مناسب این گونه تعیین شود تا همانند گونه صنوبر به‌صورت غرقابی آبیاری نشود؛ چرا که با توجه به کاهش بارندگی و کمبود منابع آبی در مناطق خشک و نیمه‌خشک نیاز فوری به مدیریت آب مصرفی در آبیاری ضروری می‌باشد (Ben Ahmed *et*

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-07-01]

al., 2007). با توجه به این‌که میزان و تناوب آبیاری مورد نیاز بسته به نیاز بوم‌شناختی گونه‌ها متفاوت است (Brinks *et al.*, 2011) و با عنایت به اهمیت تأثیر تنش خشکی بر میزان رشد گونه‌ها (Seeley, 1990) این تحقیق سعی داشت تا تأثیر میزان و دور آبیاری بر رشد ارتفاعی نهال‌های یک‌ساله پالونیا تومنتوزا را مورد بررسی قرار دهد.

مواد و روش‌ها

مشخصات مکان اجرای طرح آزمایش

برای بررسی تأثیر مقدار و دور آبیاری بر رشد ارتفاعی نهال‌های گونه پالونیا تومنتوزا در شرایط بوم‌شناختی آذربایجان غربی، این تحقیق در پردیس نازلو دانشگاه ارومیه انجام شد. عرصه انتخاب‌شده برای اجرای آزمایش مربعی‌شکل و بدون شیب با ارتفاع از سطح دریا۱۲۸۰ متر و طول و عرض جغرافیایی به ترتیب: ″۵۹ ′۴ °۴۵ و″۵۹ ′۳۱ °۳۷ بود و فاصله کاشت نهال‌ها نیز ۴×۴ متر در نظر گرفته شد. بر اساس آمارهای ثبت شدهٔ ۵۵ سال اخیر ایستگاه هواشناسی ارومیه (۱۹۵۱-۲۰۰۵) متوسط بارندگی سالیانه ۳۴۱ میلی‌متر و بیشینه بارش در فصل زمستان با متوسط ۱۱۵/۷ میلی‌متر و کمینه آن در فصل تابستان با متوسط ۱۳ میلی‌متر بود. متوسط دمای سالیانه منطقه ۱۱/۲ درجه سانتی‌گراد و سردترین ماه سال بهمن‌ماه با متوسط کمینه دمای ۱/۸- درجه سانتی‌گراد و گرم‌ترین ماه سال تیرماه با متوسط بیشینه ۲۳/۹ درجه سانتی‌گراد است و طول فصل خشک در منطقه مورد پژوهش تقریباً چهار ماه و از خرداد تا شهریور می‌باشد.

در بررسی عامل‌های خاک عرصه کاشت، سه نمونه خاک از بخش‌های مختلف از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر برداشته شد؛ سپس با هم مخلوط شده و یک نمونه خاک برای اندازه‌گیری‌های فیزیکی شیمیایی به آزمایشگاه خاک‌شناسی دانشکده کشاورزی منتقل شد. مشخصات فیزیکی و شیمیایی نمونه خاک برداشته از محل کاشت نهال‌های تومنتوزا در جدول ۱ آمده است. خاک منطقه آهکی و از نظر مقدار مواد آلی فقیر است. همچنین مقدار نیتروژن کل و فسفر این خاک کم می‌باشد.

به‌منظور بررسی رشد ارتفاعی نهال‌های گونه پالونیا تومنتوزا (*Paulownia tomentosa*) از طرح کاملاً تصادفی استفاده شدکه در آن تیمارهای مورد بررسی عبارت بودند از:

۱. تیمار میزان آبیاری[1] در سه سطح پنج لیتر (I5)، ده لیتر (I10) و پانزده لیتر (I15).

۲. تیمار دور آبیاری[2] در دو سطح سه روز (P3)، شش روز (P6).

[1] Irrigation
[2] Period

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-07-01]

بنابراین شش تیمار بر روی گونه پالونیا تومنتوزا مورد آزمایش قرار گرفت. نهال‌ها در تیمارهای مختلف با ده تکرار (در مجموع ۶۰ نهال) با فواصل کاشت ۴×۴ متر (پس از اطمینان از عدم وقوع سرمای دیررس) در میانه خردادماه کاشته شدند. آبیاری در دوره‌ها و میزان آبیاری فوق‌الذکر با استفاده از ظروف مدرج به‌صورت دستی انجام شد. در میانه ماه‌های تیر، مرداد و شهریور ارتفاع تمام نهال‌ها (با دقت ۰/۱ سانتی‌متر) اندازه‌گیری شد و از کم‌کردن آن‌ها در ماه‌های متوالی مقدار رشد ارتفاعی در تیمارهای مختلف (به تفکیک ماه) محاسبه شد. برای ارزیابی روند افزایش رشد ارتفاعی نهال‌های تومنتوزا در تیمارهای مختلف در طول فصل رویش، میزان رشد ارتفاعی در دوره‌های یک‌ماهه، دوماهه و سه‌ماهه محاسبه شد.

روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

آزمون نرمال‌بودن پراکنش داده‌ها با آزمون Kolmogorov-Smirnov انجام شد (داده‌ها از توزیع نرمال پیروی نمودند). آنالیز تجزیه واریانس با اندازه‌گیری مکرر (ANOVA with repeated measures) برای رویش‌ارتفاعی هر ماه (چهار ماه× دور آبیاری×سه مقدار آبیاری) و رشد ارتفاعی تجمعی دوره‌های زمانی مختلف (سه بازه زمانی×دور آبیاری×سه مقدار آبیاری)، به‌صورت بین گروه‌ها و درون گروه‌ها انجام شد. از شاخص Greenhouse-Geisser برای تصحیح آزمون F استفاده شد، چرا که تصحیح محافظه‌کارانه‌تری ارائه می‌نماید (Von Ende, 1993). در صورت معنی‌دار بودن F از مقایسه چند دامنه‌ای گروهی میانگین‌های دانکن برای مقایسه میانگین رشد ارتفاعی تیمارهای مختلف (به تفکیک ماه و دوره‌های زمانی مختلف)، همچنین مقایسه رشد ارتفاعی تمام نهال‌ها در ماه‌های مختلف استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل آماری، از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۸ استفاده شد.

نتایج

پس از کاشت نهال‌های پالونیا تومنتوزا در منطقه مورد پژوهش و اجرای تیمارهای مختلف آبیاری و مدت آبیاری و اندازه‌گیری ارتفاع نهال‌ها در ماه‌های تیر، مرداد و شهریور نتایج زیر حاصل شد. تمام نهال‌هایی که با دوره شش روز با مقدار پنج لیتر آب آبیاری شدند، در ماه اول خشک شدند ولی نهال‌های سایر تیمارها با زنده‌مانی صد درصد تا آخر دوره حفظ شده و مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس با اندازه‌گیری مکرر رشد ارتفاعی تجمعی نهال‌های پالونیا تومنتوزا در ماه‌های مختلف (جدول ۲) نشان داد که میزان آبیاری و دور آبیاری و اثر متقابل بین آنها تفاوت معنی‌داری ندارد، با این‌حال عامل زمان (ماه) بر میزان رشد ارتفاعی تجمعی نهال‌ها در هر یک از تیمارها تأثیر معنی‌داری دارد.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-07-01]

شکل۱، ۲ و ۳ میانگین رشد ارتفاعی نهال‌های پالونیا تومنتوزا را در تیمارهای مختلف به‌ترتیب در دوره‌های یک‌ماهه، دوماهه و سه‌ماهه نشان می‌دهد. همان‌طور که در این شکل‌ها ملاحظه می‌شود، نهال‌هایی که با دوره شش روز با مقدار پنج لیتر آب آبیاری شدند خشک شده‌اند. علی‌رغم میزان آبیاری و دوره متفاوت، میانگین رشد ارتفاعی یک‌ماهه، دوماهه و سه‌ماهه نهال‌ها تیمارهای با پنج لیتر آبیاری در دوره سه روزه و ده و پانزده لیتر آبیاری در دوره‌های سه و شش روزه مشابه می‌باشند.

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی نمونه خاک عرصه کاشت

Table1. Soil sample physical and chemical properties of field plantation

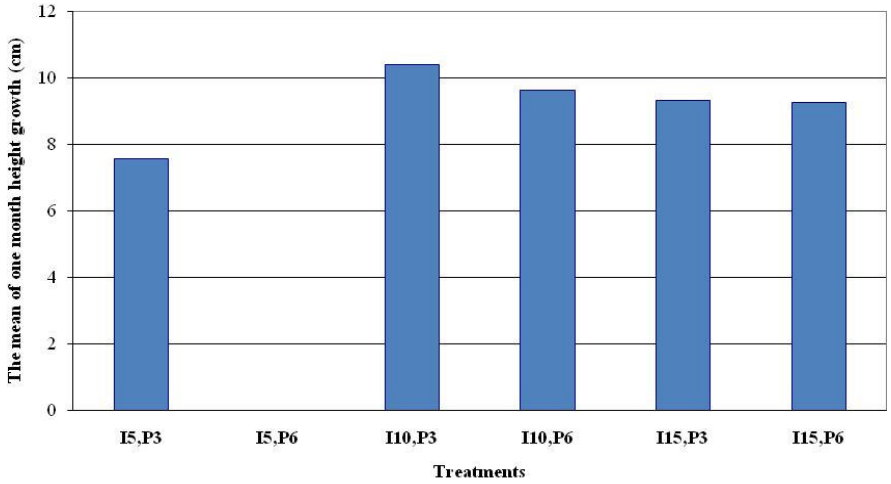
ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک Soil physical and chemical properties	مقدار value
Salinity	0.82 (dS/m)
pH	7.7
Lime	19.1 (%)
Clay	23 (%)
Silt	22.5 (%)
Sand	54.5 (%)
Soil texture	Sand-Clay-Loam
Organic carbon	1.68 (%)
Total nitrogen	0.05 (%)
Absorbable phosphorus	3 (ppm)
Exchangeable potassium	145 (ppm)

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-07-01]

جدول ۲- تجزیه واریانس با اندازه‌گیری مکرر رشد ارتفاعی تجمعی نهال‌های پالونیا تومنتوزا در ماه‌های مختلف

Table 2. ANOVA with repeated measures of cumulative height growth of *Paulownia tomentosa* saplings in the different months

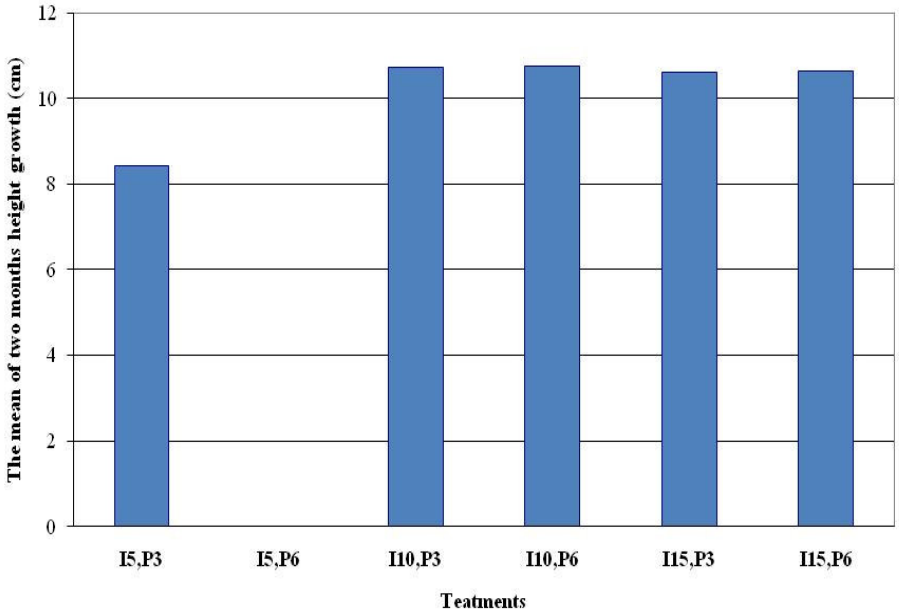
منبع تغییرات source	مجموع مربعات Sum of squares	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean square	آزمون F	 Sig.	Greenhouse-Geisser
A. Between groups						
Irrigation	81.4	2	40.7	0.913	0.41	
Period	0.099	1	0.09	0.002	0.96	
Irrigation×Period	0.549	1	0.54	0.012	0.91	
Error	1605.2	36	44.6			
B. Within groups						
Time(month)	38.1	1	38.1	37.1	0.00	0.000
Time×Irrigation	1.97	2	0.98	0.96	0.39	0.46
Time×Period	3.9	1	3.9	3.8	0.05	0.099
Time×Irrigation×Peri	0.29	1	0.29	0.28	0.59	0.59
Error	36.98	36	1.02			



شکل ۱- میانگین رشد ارتفاعی یک‌ماهه (تجمعی) نهال‌های پالونیا تومنتوزا در تیمارهای مختلف (میزان آبیاری در سه سطح پنج لیتر (i5) و ده لیتر (i10)، `پانزده لیتر(i15)، دور آبیاری در دو سطح سه روز (p3) و شش روز (p6)

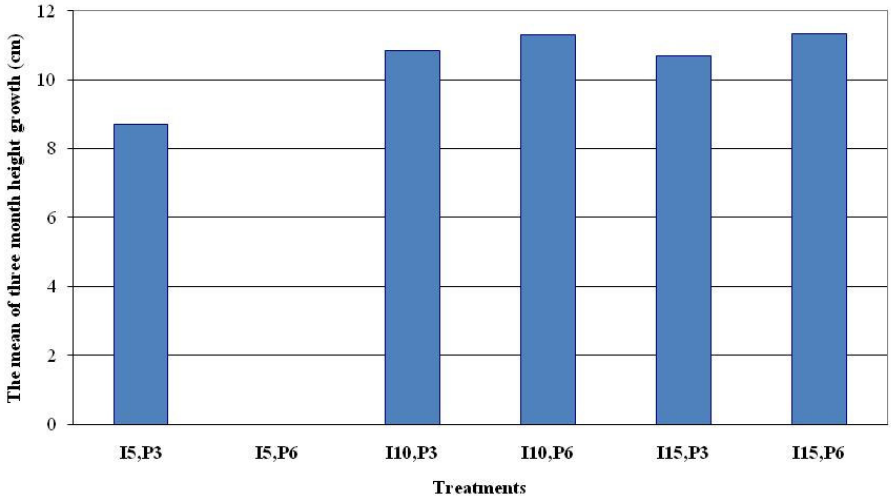
Figure 1. The mean of one month (cumulative) height growth of *Paulownia tomentosa* saplings in the different treatments (Irrigation in 3 levels, 5 lit(i5), 10 lit (i10), 15 lit (i15), irrigation period in 2 levels, 3 days(p3) and 6 days (p6)

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-07-01]



شکل ۲- میانگین رشد ارتفاعی دوماهه (تجمعی) نهال‌های پالونیا تومنتوزا در تیمارهای مختلف (میزان آبیاری در سه سطح پنج لیتر (i5) و ده لیتر (i10)، پانزده لیتر (i15)، دور آبیاری در دو سطح سه روز (p3) و شش روز (p6)

Figure 2. The mean of two months (cumulative) height growth of *Paulownia tomentosa* saplings in the different treatments (Irrigation in 3 levels, 5 lit(i5), 10 lit (i10), 15 lit (i15), irrigation period in 2 levels, 3 days(p3) and 6 days (p6)



شکل ۳- میانگین رشد ارتفاعی سه ماهه (تجمعی) نهال‌های پالونیا تومنتوزا در تیمارهای مختلف (میزان آبیاری در سه سطح پنج لیتر (i5) و ده لیتر (i10)، پانزده لیتر (i15)، دور آبیاری در دو سطح سه روز (p3) و شش روز (p6)

Figure 3. The mean of three months (cumulative) height growth of *Paulownia tomentosa* saplings in the different treatments (Irrigation in 3 levels, 5 lit(i5), 10 lit (i10), 15 lit (i15), irrigation period in 2 levels, 3 days(p3) and 6 days (p6)

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-07-01]

نتایج تجزیه واریانس با اندازه‌گیری مکرر رشد ارتفاعی نهال‌های پالونیا تومنتوزا به تفکیک ماه‌های مختلف (جدول ۲) نشان داد که عامل‌های میزان آبیاری و دور آبیاری تأثیر مستقل و متقابل معنی‌داری بین تیمارها (بخش الف) و همچنین در هر یک از تیمارها در ماه‌های مختلف (بخش ب) بر رشد ارتفاعی نهال‌ها ندارد، اگر چه عامل زمان (ماه) به‌تنهایی بر میزان رشد ارتفاعی نهال‌ها در هر یک از تیمارها (بخش ب) تأثیر معنی‌داری دارد (جدول ۳). شکل ۴ تغییرات میانگین رشد ارتفاعی نهال‌های پالونیا تومنتوزا را در تیمارهای مختلف در ماه‌های تیر، مرداد و شهریور در منطقه مورد پژوهش را نشان می دهد. با توجه به این‌که نهال‌هایی که با دوره ۶ روز با مقدار ۵ لیتر آب آبیاری شدند در اندازه‌گیری تیرماه خشک شده بودند، هیچ رویش ارتفاعی برای این تیمار ثبت نشد. مقدار تغییرات میانگین رشد نهال‌های پالونیا تومنتوزا در منطقه مورد پژوهش در ماه‌های مختلف تیمارهای با ۵ لیتر آبیاری در دوره سه روزه و ۱۰ و ۱۵ لیتر آبیاری در دوره‌های ۳ و ۶ روزه مشابه است. شکل ۵ میانگین رشد ارتفاعی تمام نهال‌های پالونیا تومنتوزا (کلیه تیمارها) در ماه‌های مختلف را نشان می‌دهد. اختلاف معنی داری بین رشد ارتفاعی نهال‌ها در ماه‌های مختلف وجود دارد و بیش‌ترین مقدار رشد نهال‌های پالونیا تومنتوزا مربوط به ماه تیر (ماه اول) است و سهم کمی از رشد نهال‌ها مربوط به ماه‌های مرداد و شهریور است.

بحث و نتیجه‌گیری

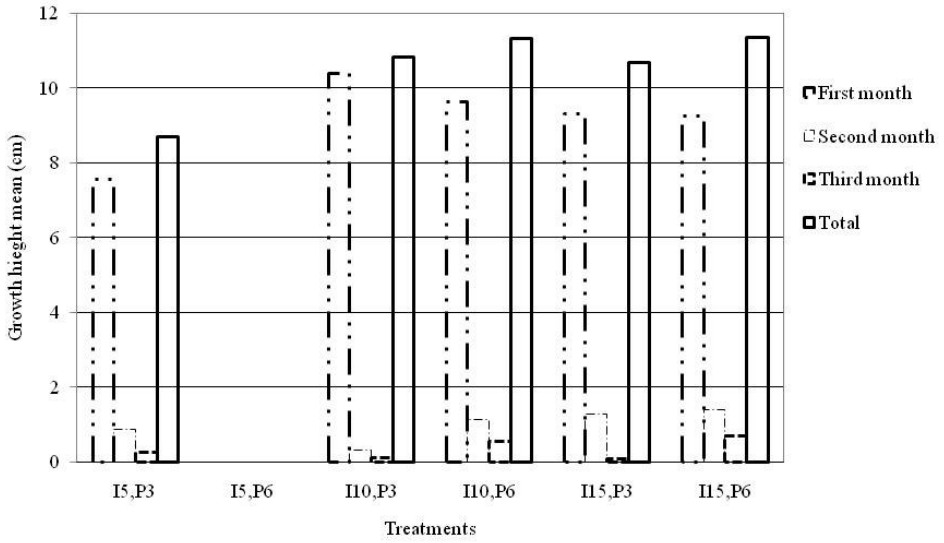
در منطقه مورد پژوهش مقدار رس خاک ۲۳ درصد بوده، ازاین‌رو این عامل محدودیتی برای رویش پالونیا ایجاد نمی‌نماید چرا که پالونیا تومنتوزا در مناطق پراکنش طبیعی خود در رویشگاه‌هایی که مقدار رس خاک کمتر از ده درصد است نیز رشد می‌نماید (ZhaoHua *et al.*, 1997). در راهنمای تولید پالونیا تومنتوزا در آمریکا، پیشنهاد شده است تا این گونه در مناطقی که مقدار رس خاک کمتر از ۳۰ درصد است، کاشته شود (Kays *et al.*, 1998).

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-07-01]

جدول۳- تجزیه واریانس با اندازه‌گیری مکرر رشد ارتفاعی نهال‌های پالونیا تومنتوزا به تفکیک ماه‌های مختلف

Table 3. ANOVA with repeated measures of height growth of *Paulownia tomentosa* saplings in the separated different months

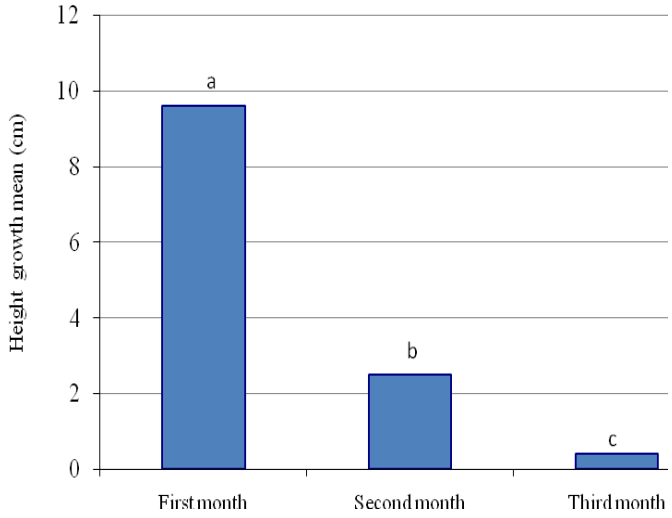
منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آزمون		
source	Sum of squares	df	Mean square	F	Sig.	Greenhouse-Geisser
A. Between groups						
Irrigation	7.8	2	3.9	0.735	0.49	
Period	0.874	1	0.87	0.165	0.69	
Irrigation×Period	0.020	1	0.02	0.004	0.95	
Error	191.23	36	5.31			
B. Within groups						
Time (month)	1445.85	1	1445.8	199.4	0.000	0.000
Time×Irrigation	18.95	2	9.47	1.31	0.28	0.26
Time×Period	3.63	1	3.6	0.50	0.48	0.56
Time×Irrigation×Period	0.31	1	0.31	0.04	0.83	0.72
Error	260.95	36	7.2			



شکل ۴- تغییرات رشد ارتفاعی نهال‌های پالونیا تومنتوزا به تفکیک ماه‌ها در تیمارهای مختلف (میزان آبیاری در سه سطح پنج لیتر (i5) و ده لیتر (i10)، پانزده لیتر(i15)، دور آبیاری در دو سطح سه روز (p3) و شش روز (p6)

Figure 4. Variation of the height growth of *Paulownia tomentosa* saplings in the separated months in different treatments (Irrigation in 3 levels, 5 lit(i5), 10 lit (i10), 15 lit (i15), irrigation period in 2 levels, 3 days (p3) and 6 days (p6)

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-07-01]



شکل ۵- میانگین رشد ارتفاعی تمام نهال‌های پالونیا تومنتوزا در ماه‌های مختلف (حروف مختلف نشان دهنده اختلاف معنی‌دار از جهت آماری است).

Figure 5. The mean of all of *Paulownia tomentosa* saplings in the different months (different letters indicate significant differences statistically).

در این تحقیق میانگین ارتفاع نهال‌های پالونیا تومنتوزا در تیمارهای مختلف (به‌جز تیمار مقدار آبیاری ۵ لیتر، فاصله آبیاری ۶ روز) برابر با ۲۵/۴ سانتی‌متر بوده است. Mueller *et al*. (2001) با بررسی استقرار و خصوصیات رشد اولیه شش ژنوتیپ پالونیا در ایالت کالرولینای شمالی آمریکا به این نتیجه رسیدند که بیش‌ترین ارتفاع نهال‌ها پس از یک فصل رویشی مربوط به پالونیا فورتونی (*P. fortunei*) به مقدار ۱۱۷/۸ سانتی‌متر است. در این بررسی بیش‌ترین مقدار ارتفاع نهال پالونیا تومنتوزا ۸۵ سانتی‌متر بوده است. ضمناً Tackett *et al*. (1983) نشان دادند که میانگین ارتفاع پالونیا تومنتوزا کنتاکی آمریکا پس از یک سال ۱۱/۳ سانتی‌متر بوده است که پس از پنج سال به ۲۵۰/۵ سانتی‌متر رسیده است. لذا عملکرد رشد ارتفاعی نهال‌های یک‌ساله پالونیا تومنتوزا در منطقه مورد پژوهش در مقایسه با مطالعه قبلی بیشتر بوده است. در این بررسی نهال‌هایی که به میزان ۵ لیتر با فاصله ۶ روز آبیاری شدند، خشک شدند. سرمای دیررس بهاره، خشکی و بیماری‌های گیاهی از عوامل اصلی از بین رفتن نهال پالونیا تومنتوزا محسوب می‌شود (Johnson *et al.*, 2003). ولی با عنایت به کاشت نهال‌ها در خرداد و عدم وجود سرمای دیررس بهاره و عدم وجود آفت در نهال‌ها، می‌توان خشک‌شدن نهال‌ها در تیمار مذکور را به خشکی خاک، هوا و عدم تأمین نیاز آبی آن‌ها نسبت داد.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-07-01]

خشک‌شدن نهال‌ها به‌واسطه عدم وجود تقسیم و بزرگ شدن سلول‌ها تحت شرایط کم‌آبی می باشد. همچنین تنش کم‌آبی منجر به بسته‌شدن روزنه‌ها شده و تبادلات گازی لازم برای فتوسنتز کاهش یافته و در نهایت مواد فتوسنتزی کاهش می یابد که به‌تدریج سبب مرگ گیاه می‌شود (Pugnaire *et al.*, 1994). عملکرد رشد ارتفاعی نهال¬های پالونیا تومنتوزا در منطقه مورد پژوهش در تیمارهای با ۵ لیتر آبیاری در دوره سه روزه و ۱۰ و ۱۵ لیتر آبیاری در دوره‌های ۳ و ۶ روزه مشابه است (شکل‌های ۱ تا ۴) و نتایج تجزیه واریانس نشان داد عامل‌های میزان آبیاری و دور آبیاری تأثیر مستقل و متقابل معنی‌داری بر عملکرد رشد ارتفاعی نهال‌ها ندارد (جدول۲ و ۳) گر چه عامل زمان (ماه) بدون توجه به میزان و دور آبیاری بر میزان رشد ارتفاعی نهال‌ها تأثیر معنی‌داری دارد (جدول۲ و ۳ و شکل ۵) و میزان رشد ارتفاعی نهال‌ها در ماه‌های مختلف کاهش می یابد، به‌عبارت دیگر نهال‌های پالونیا در طول ماه اول در ابتدا دارای رشد سریع بوده و سپس در ماه‌های بعدی دارای رشد بطئی خواهند شد. افزایش دما، کاهش رطوبت نسبی و افزایش تبخیر می‌تواند مهم‌ترین عامل‌های مؤثر بر روند کاهشی رشد ارتفاعی این گونه باشد. یوسفی و مدیررحمتی (۱۳۸۳) نیز با بررسی رشد صنوبر به این نتیجه رسیدند که میزان رشد این گونه پس از خرداد ابتدا افزایشی و سپس کاهشی می‌باشد. به‌طور کلی با افزایش مقدار آبیاری و کاهش دور آبیاری اختلاف معنی‌داری در میانگین رشد ارتفاعی نهال‌ها حاصل نشده است و نیاز آبی گیاه در تیمارهای مختلف حداقل برای توسعه بخش‌های هوایی تأمین شده است. این موضوع می‌تواند به این دلیل باشد که رشد ارتفاعی نهال‌های پالونیا تومنتوزا در طول سال اول کند است، زمانی‌که این گونه دارای رشد ریشه‌ای زیاد است (Dhiman, 1997; Johnson *et al*., 2003) گزارش کردند که مقدار رشد ریشه نهال‌های جوان پالونیا تومنتوزا، ۲۲۰ درصد بیشتر از رشد هوایی آن‌ها در طول سه سال اول پس از کاشت در ایالت ویرجینیای آمریکا بوده است. Bergmann (1998) نیز نشان داد که پالونیا در سال اول پس از کاشت دارای رشد ارتفاعی کمی است.

نتایج این تحقیق با نتایج مطالعات Johnson (1990) که نشان داد رشد و زنده‌مانی نهال‌های *Pinus teada* و *Pinus elliotti* با رژیم‌های آبیاری مختلف تغییر نمی‌کند و همچنین سلطانی‌پور (۱۳۸۵) که عنوان داشت زنده‌مانی آکاسیای چتری (*Acacia tortilis*) در دوره‌های مختلف آبیاری (۱۰،۲۰،۳۰،۴۰ و ۵۰ روزه) و مقدار آبیاری۲۰ لیتر تغییر نمی‌نماید و نیز صوفی‌زاده و همکاران (۱۳۹۰) که اظهار داشتند دوره‌های مختلف آبیاری تأثیری بر رشد ارتفاعی نهال‌های سرو نقره‌ای

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-07-01]

نداشته‌است، مطابقت دارد. همچنین باقری و همکاران (۱۳۹۱) به این نتیجه رسیدند که رشد ارتفاعی نه رقم برتر صنوبر در منطقه کرج در دوره‌های آبیاری ۴ و ۸ روزه تفاوت معنی داری ندارد. اما با توجه به نیاز اکولوژیک گونه‌ها و شرایط اقلیمی و خاکی، نتایج متفاوتی نیز از سایر پژوهش‌ها حاصل شده است. نتایج این تحقیق با نتیجه مطالعات طبری و همکاران (۱۳۸۵) که نشان دادند بلندترین نهال‌های زربین در دور آبیاری ۸ روزه (در مقایسه با دوره‌های آبیاری ۴روزه و ۱۲روزه) مشاهده شد و غلامی و همکاران (۱۳۹۲) که اظهار داشتند رشد ارتفاعی نهال¬های یک‌ساله زیتون در استان کرمانشاه در دوره‌های آبیاری سه روزه و ۶ روزه (با حجم آبیاری ۲۰ لیتر) تفاوت معنی‌داری داشته و میزان آن در دوره سه روزه بیشتر است، متفاوت است. به‌طور کلی با توجه به خشک شدن نهال‌ها در تیمار ۵ لیتر آبیاری در دوره ۶ روز و حداقل بودن میزان رشد ارتفاعی در تیمار ۵ لیتر آبیاری در دوره ۳ روز و همچنین عملکرد مشابه رشد ارتفاعی نهال‌های یک‌ساله پالونیا تومنتوزا در تیمار های ۱۰ و ۲۰ لیتر آبیاری در دوره های ۳ و ۶ روزه، جهت کاهش هزینه و مصرف آب در پرورش نهال‌های این گونه، در سال اول می‌توان از آبیاری ۱۰ لیتر در تناوب آبیاری ۶ روز (یک بار در هفته) استفاده کرد.

منابع

باقری، ر.، قاسمی، ر.، کلاگری، م.، و فرشی، م. ۱۳۹۱. بررسی تاثیر دوره های مختلف آبیاری در عملکرد ارقام برتر صنوبر. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۲۰(۳): ۳۶۹-۳۵۷.

جزیره‌ای، م.ح.۱۳۸۲. جنگل‌شناسی زاگرس. انتشارات دانشگاه تهران،۵۶۰ ص.

سلطانی‌پور، م. ۱۳۸۵. تأثیر دوره های مختلف آبیاری بر زنده‌مانی آکاسیای چتری. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۳(۲): ۳۴-۲۸.

غلامی، ر.، ارجی، ع. و گردکانه، م.۱۳۹۲. بررسی اثرات دور آبیاری و مالچ بر صفات رویشی زیتون در استان کرمانشاه. علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۷(۱):۸۱-۷۴.

صوفی‌زاده، ن.، حسینی، م. و طبری، م. ۱۳۹۰. تأثیر تاریخ کاشت، تناوب آبیاری و وجین بر رشد ارتفاعی و قطری طول ریشه و درصد زنده‌مانی نهال‌های سرونقره ای. مجله زیست‌شناسی ایران، ۴(۲): ۶۱۳-۶۰۵

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-07-01]

طبری، م.، پورمجیدیان، م.ر. و علی‌زاده، ع. ۱۳۸۵. تأثیر نوع خاک، رژیم آبیاری و وجین روی تولید نهال سرو زربین در نهالستان شهرپشت نوشهر. پژوهش و سازندگی،۷۰: ۶۹-۶۵.

یوسفی، ب. و مدیررحمتی، ع. ۱۳۸۳. بررسی رفتار رشد ارتفاعی کل نهال‌های صنوبر در کردستان. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۲(۴): ۵۵۵-۵۳۳.

Azzarello, E., Pandolfi, C., Rossi, M., Mugnai, S. & Mancuso, S. 2012. Ultramorphological and physiological modifications induced by high zinc levels in *Paulownia tomentosa.* Environmental and Experimental Botany, 81: 11–17.

Ben Ahmed, C., Ben Rouina, B. & Boukhris, M. 2007. Effects of water deficit on olive trees cv. Chemlali under field conditions in arid region in Tunisia. Scientia Horticulture, 113(3): 267–277.

Bergmann, B., 2003. Five years of Paulownia field trials in North Carolina. New Forests, 25(3): 185–199.

Bergmann, B.A., 1998. Propagation method influences first year field survival and growth of Paulownia. New Forests, 16: 251–264.

Brinks, J., Lhotka, J., Barton, C., Warner, R. & Agouridis, C. 2011. Effects of fertilization and irrigation on American sycamore and black locust planted on a reclaimed surface mine in Appalachia. Forest Ecology and Management, 261(3): 640-648.

Carpenter, S. & Smith, N., 1979. Germination of paulownia seeds after stratification and dry storage. Tree Planters' Notes, 30(4): 4-6.

Clatterbuck, W. & Hodges, D. 2004. Paulownia, tree crops for marginal farmland with financial analysis. Journal of Forestry, 87:19-24.

Dhiman, R. 1997. An eco-friendly multi-purpose species: Paulownia. Minor Forest Products, 7(4): 14-16.

Gilman, E.F. 1997. Trees for Urban and Suburban Landscapes. Delmar Publishers, USA, 662 p.

Johnson, J. 1990. Dry matter partitioning in loblolly and slash pines: effects of fertilization and irrigation. Forest Ecology and Management, 30(1): 147-157

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-07-01]

Johnson, J., Mitchem D. & Kreh, R. 2003. Establishing royal paulownia on the virginia piedmont. New Forests, 25(1): 11–23

Kramer, P.J. & Boyer, J.S. 1995. Water relations of plants and soils. Academic Press, San Diego, 495 pp.

Kays, J., Johnson, D. & Stringer, J. 1998. How to produce and market paulownia. University of Maryland press, USA, 22 p.

Mishra, A., Swamy, S.L. Bargali, S.S. & Singh, A.K. 2010. Tree growth, biomass and productivity of wheat under five promising clones of Populus deltoids. International Journal of Ecology and Environmental Sciences, 36(2-3):167-174)

Mueller, J.P., Luginbuhl, J.M. & Bergmann, B. 2001. Establishment and early growth characteristics of six Paulownia genotypes for goat browse in Raleigh, NC, USA. Agroforestry Systems, 52(1): 63–72.

Pugnaire, I.F., Serrano, L.U.I.S. & Pardoz, J. 1994. Constraints by water stress on plant growth. Handbook of Plant and Crop Stress, 247-259.

Seeley, S. 1990. Hormonal transduction of environmental stresses. Hortscience, 25: 1369-1376.

Swamy, S.L., Mishra A. & Puri, S. 2006. Comparison of growth, biomass and nutrient distribution in five promising clones of Populus deltoides under an agrisilviculture system. Bioresource Technology, 97(1): 57–68.

Tackett, E., Edward, M. & Donald, H. 1983. Evaluation of direct-seeding of tree species on surface mine spoils after five years. In: Symposium on surface mining, hydrology, sedimentology and reclamation. Lexington, Kentucky. Proceedings: PP. 437-441.

Von Ende, C.N. 1993. Repeated-measures analysis: growth and other time-dependent measures. Design and Analysis of Ecological Experiments. 2: 134–157.

Woods, V.B. 2008. Paulownia as a novel biomass crop for Northern Ireland?, Hillsborough, Northern Ireland, 47 pp. http://www.afbini.gov.uk/afbi_paulownia.pdf

ZhaoHua, Z., Ching-Ju, C., Xin-Yu L. & Yao Gao, X. 1997. Paulownia in China: Cultivation and utilization. Asian Network for Biological Sciences, International Development Research Centre, Ottawa, Canada, 65 p ,http://www.idrc.ca/library/document /0712351.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-07-01]

Journal of Zagros Forests Researche, 1(1), Spring & Summer, 2014

Determination of optimal irrigation on establishment and height growth of one-year *Paulownia tomentosa* seedlings

Javad Eshaghi Rad

Associate Professor, Department of Natural Resources-Forestry Urmia University, Urmia, Iran
Corresponding author, E-mail address: javad.eshaghi@yahoo.com

(Received: 2013.10.6 - Accepted: 2014.07.8)

Abstract

Paulownia species, which are fast-growing endemic species in China and Japan, have been used for establishing green space and park and inter-cropping with many kinds of crops in many countries. The aim of this study was to investigate the effect of irrigation on one-year *Paulownia tomentosa* seedlings in the climatic and edaphic condition of West Azarbayjan, Iran. Random factorial experimental design was applied with 3 irrigation levels (5, 10 and 15 liter) and 2 irrigation period treatments (3 and 6 days) with 10 replicates. Seedling's height increment was measured at the end of each month during the growth season. The maximum height growth of *Paulownia tomentosa* in different treatments was observed in the first month and the seedling height was not considerably raised during the upcoming months. The seedlings of the treatment which were irrigated with 5 liters and with 6 days interval were dried and the seedlings of the treatment with 5 liters irrigation and with 3 days interval had the minimum mean of total height (8.7cm) in comparing with other treatments (10.9-11.8cm). Furthermore, with increasing the irrigation amount and decreasing the irrigation interval, the seedling's height growth was not altered significantly. Therefore we concluded that the best irrigation regime for suitable height growth of one-year *Paulownia tomentosa*was with 10 liters irrigation and with 6 days interval, for decreasing the cost and water consumption.

Keywords: *Paulownia tomentosa*, Plantation, Irrigation interval, Height growth

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-07-01]

Translated References

Bagheri, R., Ghasemi, R., Calagari & Farshi, M., 2012. Effect of different irrigation intervals on superior poplar clones yield. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 20(3): 357-369. (In Persian with English Abstract).

Gholami, R., Arji, I. & Gardkaneh, M. 2013. Investigation on effects of irrigation interval and Mulch on Olive growth characteristics in Kermanshah province. Journal of Horticultural Science, 27(1): 74-81. (In Persian with English Abstract).

Jazireyi, M. H. 2003. Silvicuture of Zagros. Tehran University Press, Iran, 560 p. (In Persian)

Soltanipour. 2006. Effect of different irrigation intervals on *Acacia tortilis* survival. Journal of Agriculture and Natural Resources Sciences, 13(2): 28-34. (In Persian with English Abstract).

Soufizadeh, N., Hoseini, S.M. & Tabari M. 2011. Effect of sowing date, irrigation period and weed control on growth of height, diameter collar, root height and survival percent of seedlings *Cupressus arizonica* in nursery. Iranian Journal of Biology, 4(2): 605-613. (In Persian with English Abstract).

Tabari, M., Pormajidian, M.R. & Alizadeh, A. 2006. Effect of soil type, irrigation regime and weed control on the production of seedlings *Cupressus arizonica* in Shahrposht nursery (Nowshahr). Pajhohesh and Sazandegi, 70: 65-69. (In Persian with English Abstract).

Yousefi, B., & Modirrahmati, A. 2004. Investigation on total height growth response of poplar saplings in Kordestan. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 12(4): 533-555. (In Persian with English Abstract).

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-07-01]