



## بررسی ویژگی‌های کمی و کیفی درختان صنوبر (*Populus spp.*) در استان کردستان

بایزید یوسفی<sup>۱\*</sup> و محسن کلاگری<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> دانشیار پژوهش، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، سنندج، ایران  
<sup>۲</sup> دانشیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۷/۵، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۶/۲۹)

### چکیده

به دلیل کمبود مستندات صنوبرکاری‌های محلی، ۵۰ قطعه نمونه در استان کردستان به صورت سیستماتیک-تصادفی انتخاب و ویژگی‌های رویشگاهی و رویشی آنها در سال ۱۳۹۷ ثبت شد. برای صفات رویشی درختان، ۳۰ درخت در هر قطعه به صورت تصادفی اندازه‌گیری و داده‌ها براساس طرح آشیانه‌ای با فاکتورهای شهرستان و صنوبرکاری درون شهرستان تجزیه واریانس و برای صفات کیفی، فراوانی سطوح آنها محاسبه شد. نتایج نشان داد که ۹۲ درصد صنوبرها گونه تبریزی (*Populus nigra L.*) و ۸ درصد کبوده (*P. alba L.*)؛ ۸۰ درصد دارای تاج کشیده و تنه راست و ۲۰ درصد با تاج گسترده، تنه موجدار و چندشاخه هستند؛ ۹۰ درصد آنها با کاشت مستقیم قلمه‌های محلی به صورت گروهی یا در حاشیه نهرها و مزارع بودند. متوسط سن درختان ۱۷/۲ سال و ۶۵ درصد آنها جست‌زا بودند. متوسط سطح صنوبرکاری‌ها ۱۶۲۸ متر مربع با میانگین ۱۴۸۱ درخت در هکتار، زنده‌مانی درختان ۳۵/۸ درصد، میانگین قطر برابر سینه و ارتفاع درخت به ترتیب ۰/۱۷ و ۱۴/۲ متر و حجم چوب درخت، حجم چوب در هکتار و رویش حجمی سالانه در هکتار به ترتیب برابر ۰/۲۱، ۳۰۸/۴۳ و ۱۷/۷۳ (دامنه ۷/۳ تا ۲۷/۵) متر مکعب بود. بین شهرستان‌ها و صنوبرکاری‌های درون شهرستان از لحاظ صفات رویشی اختلافات معنی‌داری ( $P \leq 0/01$ ) وجود داشت. زمان بهره‌برداری صنوبرهای بومی ۲/۵ برابر، تراکم کاشت درختان هشت تا ده برابر، رشد قطری، ارتفاعی و حجم چوب آنها هم به ترتیب معادل ۴۰، ۵۴ و ۴۵ درصد صنوبرهای اصلاح‌شده بود. در مجموع، اغلب صنوبرکاری‌های کردستان به صورت کشت مکمل (نه زراعت اصلی)، با کاشت و داشت سنتی، عملکرد چوب کم و رقابت‌ناپذیر با زراعت‌های مرسوم است.

**واژه‌های کلیدی:** پایش وضعیت، تولید چوب، زراعت چوب، صنوبر.

### مقدمه

(McKenney, 2008). صنوبرها افزون‌بر خصوصیات عمومی درختان مانند حفاظت خاک، پالایش هوا، ترسیب کربن (Jahanpour et al., 2019) و غیره، به دلیل ویژگی‌های منحصر به فردی همچون امکان کاشت در شرایط اقلیمی متفاوت، توان استقرار در اراضی کم‌بازده و سیل‌گذر حواشی رودخانه‌ها، تولید زیاد چوب و دوره بهره‌برداری کوتاه‌تر در مقایسه با

جنس صنوبر (*Populus*) متعلق به تیره بید (*Salicaceae*)، جنسی متنوع و گسترده است که در شرایط متفاوت اکولوژیکی خشک تا مرطوب رویش دارد. صنوبر به عنوان گونه درختی تندرشد به طور گسترده‌ای برای تولید چوب، خمیر کاغذ و غیره کاربرد دارد (Ragauskas et al., 2006; Yemshanov &

کردستان از سطح ۱۵۰ هزار هکتاری صنوبر در اواخر دهه ۷۰ شمسی، ۱۴/۵ هزار هکتار (در حدود ۱۰ درصد کشور) با موجودی سرپای چوب ۳/۲۵ میلیون متر مکعب (۱۴ درصد کشور) و عملکرد چوب حدود ۲۲۴ متر مکعب در هکتار (در دوره بیست‌ساله) بوده (Salari, 1999) که نسبت به برخی استان‌ها مانند آذربایجان غربی و اصفهان با عملکرد به ترتیب ۴۴۴ و ۴۲۹ متر مکعب در هکتار کمتر است، اما نسبت به میانگین عملکرد کشور (۱۵۵ متر مکعب در هکتار) حدود ۴۰ درصد بیشتر است (Yousefi, 2009).

یکی از مشکلات کشاورزی و منابع طبیعی، دسترسی نداشتن به آمار و اطلاعات پایه قابل استناد به دلیل گستردگی میدان عمل است. در خصوص صنوبر، به‌رغم قدمت تحقیقات ایستگاهی و تحقیقات مرتبط با معرفی و ارزیابی سازگاری ارقام خارجی و برخی اقدامات به‌زراعی (مانند فاصله کاشت)، اطلاعات پایه و ساختاری جامع در خصوص سطح صنوبرکاری‌ها، گونه صنوبر، سن صنوبرکاری‌ها، میزان رشد و تولید چوب سالانه آنها چه در کشور و چه در استان در دست نیست. پایش وضعیت صنوبرکاری‌های کشور به‌ویژه اطلاعات کمی و کیفی درختان صنوبر می‌تواند در ارزیابی وضعیت موجود صنوبرکاری‌ها و تدوین برنامه توسعه زراعت چوب مؤثر باشد.

نتایج تحقیق (Asadi et al., 2015) روی هشت توده صنوبرکاری از گونه *P. nigra* در حاشیه رودخانه‌های استان کرمانشاه نشان داد که دامنه رویش حجمی سالانه صنوبرکاری‌ها بین ۱۰/۳۵ تا ۳۸ متر مکعب در هکتار و بین توده‌های بررسی شده تفاوت معنی‌داری در مقادیر رویش قطری، ارتفاعی و حجمی وجود دارد. نتایج بررسی دیگری روی صنوبرکاری‌های منطقه زنجان رود نشان داد که ۶۰ درصد درختان صنوبر منطقه شالک و ۳۰ درصد کبوده شیرازی هستند. درختان کبوده شیرازی رشد ارتفاعی و قطری مطلوب‌تری دارند و در ابعاد یکسان استوانه‌ای‌تر بوده و از حجم بیشتری برخوردارند و از

درختان جنگلی، سهولت تکثیر، کاربرد گسترده در صنایعی مانند کاغذسازی، انواع تخته فشرده و غیره، امکان بهره‌برداری برای دوره‌های کوتاه‌مدت و بازگشت سریع‌تر سرمایه همواره مورد توجه تولیدکنندگان چوب و نیز صاحبان صنایع مختلف بوده‌اند (Ghasemi, 2008). این جنس دارای ۶ بخش و بیش از ۳۰ گونه است (Sabeti, 1994). در ایران چهار گونه از جنس صنوبر شامل گونه تبریزی (*Populus nigra* L.) با دو رقم تبریزی و شالک، گونه کبوده یا سپیدار (*P. alba* L.) با دو رقم کبوده بومی و شیرازی، گونه صنوبر سفیدپلت (*P. caspica* L.) بومی شمال کشور (به‌صورت خودرو) و گونه پده (*P. euphratica* L.) بومی مناطق گرمسیری جنوب، مرکز و شمال غرب کشور (به‌صورت خودرو) وجود دارد (Sabeti, 1994). از بین گونه‌های موجود صنوبر در کشور، دو گونه تبریزی و سپیدار، دارای قدمت زراعت و ارزش اقتصادی زیاد هستند. بخش زیادی از مناطق کشور (غرب، شمال غرب و غیره) مستعد کشت گونه تبریزی (*P. nigra*) است (Salari, 1999). با توجه به گزارش دفتر فنی صنایع چوب سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور، سطح صنوبرکاری‌های ایران در سال ۱۳۶۷ معادل ۱۵۰ هزار هکتار (Salari, 1999) و در آخرین آمار معادل ۲۳۷ هزار هکتار بود (Modir Rahmati, 2016). اگرچه سطح صنوبرکاری‌های کشور براساس این آمار در طی دو دهه (۷۰ تا ۹۰) بیش از ۸۰ هزار هکتار افزایش یافته، نتایج پژوهش‌های میدانی برخی محققان (Asadi & Bagheri, 1999; Yousefi et al., 2020 a,b) بیانگر کاهش محسوس آن به‌ویژه در غرب و شمال غرب کشور در طی دو دهه اخیر است.

کشت صنوبر در کردستان از دیرباز رواج داشته و دره‌ها، دشت‌ها و حاشیه رودخانه‌های استان به‌واسطه برخورداری از آب کافی، از نقاط شاخص تولید صنوبر در کشور بوده است (Yousefi, 2009; Yousefi & Modir Rahmati, 2011). سهم

۲۰۱۶-۲۰۱۲ گزارش صنوبرکاری‌ها را ارائه کرده است (FAO, 2012, 2016)، اما در این گزارش‌ها مسائل اقتصادی-اجتماعی، بهره‌وری آب و بسیاری از مسائل صنوبرکاری‌ها وجود نداشته است.

اطلاعات و مستندات اندکی درباره صنوبرکاری‌های کشور موجود است که آن هم اغلب مربوط به عرصه‌های پژوهشی و نه صنوبرکاری‌های محلی است و برای برنامه‌ریزی صاحبان صنایع و متولیان زراعت چوب کافی نیست. تحقیق حاضر با هدف شناسایی خصوصیات صنوبرکاری‌های محلی و ویژگی‌های رویشی و تولید چوب آنها و با فرض صحت دامنه رویش حجمی سالانه اعلام‌شده برای آنها (حدود ۱۰ تا ۱۵ متر مکعب در هکتار) توسط محققان (Hemmati & Modir-Rahmati, 2002, 2005; Noori et al., 2010; Yousefi & Modir - Rahmati, 2011 Asadi et al., 2015) در شرایط اکولوژیکی مختلف استان کردستان در جهت تهیه اطلاعات لازم در تدوین برنامه جامع زراعت چوب اجرا شده است.

## مواد و روش‌ها

### منطقه پژوهش

تحقیق حاضر درباره صنوبرکاری‌های محلی صنوبر ده شهرستان استان کردستان (سنندج، کامیاران، سروآباد، مریوان، بانه، سقز، دیواندره، بیجار، قروه و دهگلان) طی سال ۱۳۹۷ انجام گرفته است (جدول ۱). استان کردستان با مساحت ۲۹۱۳۷ کیلومتر مربع و منطقه‌ای به‌طور عمده کوهستانی است. بخش کشاورزی با سهمی معادل ۲۶ درصد از تولید ناخالص و حدود ۲۸ درصد اشتغال مهم‌ترین حوزه اقتصادی استان محسوب می‌شود (Sharifi, 2015; OMPK, 2018). استان کردستان از اقلیم‌های نیمه‌خشک سرد با متوسط بارندگی ۳۰۰ میلی‌متر در نواحی شرقی تا اقلیم نیمه‌مرطوب معتدل با متوسط بارندگی بیش از ۸۰۰ میلی‌متر در غرب دارد. متوسط بارندگی سالانه استان

نظر کیفی به‌علت داشتن پوست نازک‌تر بیشتر مورد توجه خریداران هستند (Bagheri et al., 2001). Soheili Esfahani & Fallah (2014) در بررسی مشخصه‌های کمی و کیفی درختان محلی کبوده شیرازی (*P. alba*) و تبریزی (*P. nigra*) در دو توده (خالص کبوده و توده آمیخته کبوده و تبریزی) کاشت‌شده در حاشیه زاینده‌رود اصفهان با فاصله ۱/۵ × ۲/۵ متر اعلام کردند که توده خالص کبوده از نظر ویژگی‌های کمی و کیفی در وضعیت بهتری در مقایسه با توده آمیخته کبوده و تبریزی قرار دارند. آنها کبوده شیرازی را با تولید چوب ۲۲ متر مکعب در سال و در هکتار، انتخاب اولیه صنوبرکاران اصفهان معرفی کردند. در مزارع پژوهشی داخل کشور رویش حجمی سالانه صنوبر بین ۱۷ تا ۵۴ متر مکعب در هکتار برای *P. nigra* گزارش شده است (Hemmati & Modir - Rahmati, 2002, 2005; Noori et al., 2010)، اما در مجموع، دامنه رویش حجمی سالانه صنوبرکاری‌های محلی کشور و استان کردستان حدود ۱۰ تا ۱۵ متر مکعب در هکتار اعلام شده است (Yousefi & Modir - Rahmati, 2011 Asadi et al., 2015).

در خارج از کشور، پایش صنوبرکاری‌ها به‌صورت گزارش‌های دوره‌ای چهارساله توسط کمیسیون بین‌المللی صنوبر (International Poplar Commission - IPC) و کشورهای عضو انجام می‌گیرد. در این زمینه سطوح صنوبرکاری‌ها، گونه‌های کاشته‌شده، تولید در هکتار و نیز سطح و مقدار برداشت چوب سالانه نیز ارائه می‌شود (Marcel & Oscar, 2000). برای مثال در ترکیه براساس آخرین آماربرداری ۱۵۰ هزار هکتار صنوبرکاری شامل ۸۰ هزار هکتار دورگه اورامریکن و کلن‌های دلتوئیدس و ۷۰ هزار هکتار هم ارقام تبریزی (*P. nigra*) وجود دارد که سالانه حدود ۴ میلیون متر مکعب چوب (متوسط ۲۶/۶ متر مکعب در هکتار در سال) تولید می‌کنند (Tunctaner & Ozel, 2008). ایران نیز در دو دوره در سال‌های ۲۰۰۸-۲۰۱۲ و

(OMP, 2018). ویژگی‌های مهم اقلیمی مناطق شهرستان‌های) تحت بررسی صنوبر استان کردستان در جدول ۱ آورده شده است.

نزدیک ۵۰۰ میلی‌متر و حجم کل نزولات سالانه حدود ۱۴ میلیارد متر مکعب است که بیش از ۵۰ درصد آن از طریق رودخانه‌های قزل‌اوزن، سیمینه‌رود، زرینه‌رود و سیروان از استان خارج می‌شود

جدول ۱- اطلاعات اقلیمی مناطق تحت بررسی صنوبر کردستان (Hanafi & Hatami, 2013; OMP, 2018)

| ارتفاع از سطح دریا<br>صنوبرکاری‌ها (متر) | اقلیم  | رطوبت<br>نسبی<br>(درصد) | روزهای<br>یخبندان | بارندگی<br>(میلی‌متر) | دما (درجه سانتی‌گراد) |                |                | شهرستان |     |    |          |
|--|--------|-------------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------|----------------|----------------|---------|-----|----|----------|
|  |        |                         |                   |                       | دمای<br>کمینه         | دمای<br>بیشینه | تعداد<br>نمونه |         |     |    |          |
| حد اقل                                   | آمبرژه | دومارتن                 |                   |                       | دمای<br>بهینه         | دمای<br>بیشینه | دمای<br>کمینه  |         |     |    |          |
| حد اکثر                                  |        |                         |                   |                       |                       |                |                |         |     |    |          |
| ۱۸۵۰                                     | ۱۳۳۶   | نیمه‌خشک سرد            | نیمه‌خشک          | ۴۷                    | ۱۰۷                   | ۴۳۷/۰          | ۱۳/۸           | ۲۱/۸    | ۵/۸ | ۶  | سندج     |
| ۱۷۱۷                                     | ۱۳۹۶   | نیمه‌خشک سرد            | نیمه‌خشک          | ۴۵                    | ۱۰۵                   | ۴۸۷/۸          | ۱۴/۳           | ۲۲/۲    | ۶/۵ | ۴  | کامیاران |
| ۱۳۰۸                                     | ۱۰۸۰   | مرطوب سرد               | بسیار مرطوب       | ۵۲                    | ۸۰                    | ۸۹۷/۱          | ۱۳/۳           | ۲۱/۳    | ۵/۳ | ۳  | سروآباد  |
| ۱۷۵۸                                     | ۱۲۵۸   | مرطوب سرد               | بسیار مرطوب       | ۵۲                    | ۸۰                    | ۸۹۷/۱          | ۱۳/۳           | ۲۱/۳    | ۵/۳ | ۷  | مریوان   |
| ۱۶۰۱                                     | ۱۴۶۴   | نیمه مرطوب سرد          | مرطوب             | ۵۰                    | ۹۰                    | ۶۷۲/۵          | ۱۳/۹           | ۱۸/۹    | ۸/۹ | ۴  | بانه     |
| ۱۷۱۸                                     | ۱۳۴۱   | ارتفاعات                | مدیترانه‌ای       | ۴۸                    | ۱۱۴                   | ۴۷۷/۳          | ۱۱/۳           | ۱۹/۲    | ۳/۴ | ۷  | سقز      |
| ۱۸۵۸                                     | ۱۷۳۴   | نیمه‌خشک سرد            | نیمه‌خشک          | ۴۷                    | ۱۰۸                   | ۴۳۷/۰          | ۱۳/۸           | ۲۱/۸    | ۵/۸ | ۵  | دیواندره |
| ۱۹۴۲                                     | ۱۵۳۴   | نیمه‌خشک سرد            | نیمه‌خشک          | ۳۸                    | ۱۰۳                   | ۳۴۰/۸          | ۱۱/۳           | ۱۶/۹    | ۵/۸ | ۷  | بیجار    |
| ۱۹۵۸                                     | ۱۸۷۵   | نیمه‌خشک سرد            | نیمه‌خشک          | ۳۷                    | ۹۷                    | ۳۳۲/۴          | ۱۲/۰           | ۱۷/۹    | ۶/۰ | ۳  | قروه     |
| ۱۹۹۱                                     | ۱۷۵۱   | نیمه‌خشک سرد            | نیمه‌خشک          | ۴۵                    | ۱۱۰                   | ۳۳۲/۴          | ۱۲/۰           | ۱۷/۹    | ۶/۰ | ۴  | دهگلان   |
| ۱۹۹۱                                     | ۱۰۸۰   | عمده نیمه‌خشک سرد       | عمده نیمه‌خشک     | ۴۶/۵                  | ۱۰۳                   | ۵۲۲/۸          | ۱۲/۵           | ۲۰/۴    | ۵/۲ | ۵۰ | استان    |

(Sobhani Fard, 2018) با فرض خطای ۰/۰۵ و  $Z=1/96$  و  $p$  و  $q$  معادل ۰/۵ انتخاب شدند. در هر قطعه صنوبرکاری ۳۰ درخت (۱۰ درخت در قسمت ابتدا به‌عنوان تکرار اول، ۱۰ درخت در وسط به‌عنوان تکرار دوم و ۱۰ درخت در انتها به‌عنوان تکرار سوم) به‌صورت تصادفی انتخاب شدند. (Valizadeh & Moghaddam, 1994) و اندازه‌گیری شدند. در مناطقی که درختان صنوبر در حاشیه مزارع کاشته شدند، نمونه‌برداری به روش خطی در دو جهت شرقی-غربی و شمالی-جنوبی انجام گرفت و روی هر خط دست‌کم ۱۵ درخت به‌صورت یکی در میان (در مجموع ۳۰ درخت) اندازه‌گیری شد. متغیرهای

### شیوه اجرای پژوهش

انتخاب نمونه‌ها و آماربرداری پژوهش حاضر به‌صورت طبقه‌بندی با نمونه‌برداری انتخابی تصادفی<sup>۱</sup> انجام گرفت، به‌طوری که شهرستان‌ها به‌عنوان بلوک یا طبقه و قطعات نمونه‌برداری در داخل هر طبقه انتخاب شدند. قطعات صنوبرکاری واجد شرایط در شهرستان (با سطح حداقل ۱۰۰۰ مترمربع با تعداد حداقل ۲۰۰ درخت صنوبر) براساس اطلاعات پروژه بررسی پراکنش و مساحت صنوبرکاری‌های کشور با استفاده از داده‌های ماهواره Sentinel 2 - استان کردستان (Yousefi et al., 2020b) و روش کوکران

<sup>1</sup> Stratified selective random sampling

### روش تحلیل

داده‌های ثبت‌شده صفات رویشی (شامل قطر، ارتفاع، حجم چوب سرپا، حجم چوب در هکتار و رویش حجمی سالانه) به صورت طرح آماری آشیانه‌ای (Nested Design) با عوامل (فاکتورهای) شهرستان، نمونه درون شهرستان و درختان صنوبر در تکرار در نمونه درون شهرستان، پس از اجرای آزمون یکنواختی واریانس اشتباهات توسط آزمون بارتلت<sup>۱</sup> تجزیه واریانس شد و با آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه میانگین صورت گرفت.

### نتایج

مطابق نتایج تجزیه واریانس صفات (جدول ۲)، بین شهرستان‌های مختلف استان و همچنین صنوبرکاری‌های درون شهرستان‌ها، از لحاظ صفات کمی رویشی صنوبر (قطر برابر سینه و ارتفاع درخت، حجم سرپای درخت، حجم چوب در هکتار و رویش حجمی سالانه در هکتار) اختلافات معنی‌داری ( $p \leq 0/01$ ) مشاهده شد.

ویژگی‌های کمی و رویشگاهی صنوبرکاری‌های بررسی‌شده در استان کردستان در جدول ۳ ارائه شده است. براساس نتایج، در مجموع ۹۲ درصد صنوبرکاری‌های استان کردستان از گونه *P. nigra* با دو تیپ تبریزی (تاج بسته) با فراوانی معادل ۷۵ درصد، شالک (تاج باز) با فراوانی ۵ درصد و مخلوط تبریزی و شالک با فراوانی ۱۲ درصد بود. همچنین فراوانی گونه صنوبر *P. alba* (صنوبر کبوده) ۸ درصد با دو تیپ کبوده بومی (تاج بسته) و کبوده شیرازی (تاج باز) هر کدام با فراوانی ۴ درصد است. صنوبرکاری‌های شهرستان‌های کامیاران، سروآباد، میروان، بانه، بیجار و دهگلان فقط دارای گونه *P. nigra* هستند، اما در ترکیب صنوبرکاری‌های سنندج، سفز، دیواندره و قروه افزون بر گونه *P. nigra*، گونه *P. alba* (کبوده یا سپیدار) نیز وجود دارد. حدود

کیفی درختان صنوبر شامل گونه صنوبر، شکل تاج (خیلی کشیده تا خیلی گسترده)، فرم تنه (خیلی راست تا موجدار)، نوع کاشت (قلمه یا نهال)، منشأ تهیه قلمه یا نهال، نوع سیستم تولید (بهره‌برداری کوتاه‌مدت، کشت گروهی با دوره برداشت بیش از شش سال، کشت در حاشیه مزارع، کشت تلفیقی یا آگروفارستری) و نیز صفاتی مانند سن و تراکم اولیه کاشت از طریق بازدید و بررسی و اندازه‌گیری میدانی (تشخیص گونه صنوبر، فرم تاج و تنه و غیره) یا مصاحبه با صنوبرکار (درباره روش کاشت، تاریخ کاشت، تراکم اولیه کاشت و منشأ نهال) تعیین و ثبت شد.

متغیرهای کمی صنوبرکاری‌ها (سطح، فاصله کاشت و فضای اختصاصی درخت، تعداد درختان موجود و غیره نیز برای هر نمونه صنوبرکاری در هر شهرستان، جداگانه اندازه‌گیری و ثبت شد. اندازه‌گیری قطر برابر سینه و ارتفاع درختان به تفکیک نمونه و شهرستان در آخر شهریور انجام گرفت. ارتفاع درخت به وسیله دستگاه بلوم‌لیس با دقت سانتی‌متر و قطر برابر سینه درختان در ارتفاع ۱/۳۰ متری با نوار قطرسنج برای ۳۰ اصله درخت به تفکیک اندازه‌گیری و ثبت شد. حجم چوب سرپای درخت بر اساس رابطه ۱ برآورد شد.

$$V = \pi r^2 f h \quad \text{رابطه ۱}$$

که در آن  $V$  حجم چوب درخت بر حسب متر مکعب،  $\pi$  عدد پی برابر ۳/۱۴،  $r$  شعاع درخت در ارتفاع برابر سینه درخت بر حسب متر،  $h$  ارتفاع درخت بر حسب متر و  $f$  ضریب شکل صنوبر برابر ۰/۵ Eslam (Doost et al., 2015) است. حجم چوب در هکتار از طریق ضرب حجم چوب درخت ( $V$ ) در تعداد درخت موجود در هکتار و رویش حجمی از طریق تقسیم حجم چوب در هکتار بر سن درخت محاسبه شد.

<sup>1</sup> Bartlett's test

و ۱۰ درصد هم استفاده از نهال است. نوع کاشت صنوبرهای استان به صورت گروهی است؛ کشت در حواشی نهرها، رودخانه‌ها، زراعت‌ها و باغ‌ها و نیز به صورت تلفیقی برای بیش از شش سال است. علی‌رغم اختلاف در نوع پایه در بین شهرستان‌های استان، در مجموع ۳۵ درصد پایه‌های صنوبر در نمونه‌های انتخابی، اصلی و ۶۵ درصد آن جست‌های رشد کرده مرحله دوم یا سوم بیشه‌های قدیمی صنوبر هستند.

۷۸ درصد درختان صنوبر کاری‌ها فرم تاج خیلی کشیده و کشیده و ۲۲ درصد نیز فرم تاج گسترده و خیلی گسترده دارند. این نتیجه برای فرم تنه هم صادق است به طوری که ۸۰ درصد درختان صنوبر کاری‌های انتخابی فرم تنه راست و خیلی راست و ۲۰ درصد فرم تنه موجدار و چندشاخه دارند. همه درختان صنوبر استان کردستان در همه شهرستان‌ها دست کاشت هستند و روش کاشت غالب در منطقه کردستان (تا ۹۰ درصد)، کاشت مستقیم قلمه محلی

جدول ۲ - تجزیه واریانس صفات رویشی صنوبر کاری‌های تحت بررسی صنوبر استان کردستان به صورت طرح آشیانه‌ای

| میانگین مربعات (MS)                   |                                  |                    | درجه آزادی              |      | منابع تغییر (S.O.V)    |
|---------------------------------------|----------------------------------|--------------------|-------------------------|------|------------------------|
| حجم چوب در هکتار (m <sup>3</sup> /ha) | متوسط حجم درخت (m <sup>3</sup> ) | ارتفاع کل درخت (m) | قطر برابر سینه درخت (m) | DF   |                        |
| ۱۷۵۵۸۴۱ **                            | ۰/۴۱۸۶ **                        | ۳۲۴/۸۳ **          | ۰/۰۲۱۸۶ **              | ۹    | منطقه (شهرستان) (A)    |
| ۹۵۲۶۲۹ **                             | ۰/۴۰۸۶ **                        | ۳۱۶/۷۰ **          | ۰/۰۴۷۷۵ **              | ۴۰   | نمونه درون منطقه (S/A) |
| ۲۳۶۰                                  | ۰/۰۳۱۷                           | ۷/۳۳               | ۰/۰۰۲۶۹                 | ۱۴۵۰ | خطا (E)                |
| -                                     | -                                | -                  | -                       | ۱۴۹۹ | کل (G)                 |

\*\* معنی دار در سطح احتمال ۱٪

در مجموع، متوسط قطر برابر سینه و ارتفاع کل درختان صنوبر به ترتیب ۰/۱۷ و ۱۴/۲ متر و میانگین حجم چوب درخت، حجم چوب در هکتار و رویش سالانه در هکتار به ترتیب ۰/۲۱، ۳۰۸/۴۳ و ۱۷/۷۳ متر مکعب است. مطابق جدول ۴، صنوبر کاری‌های دلبران (قروه) و نژمار ۲ (مریوان) به ترتیب با میانگین ۱۲۰۲/۵ و ۱۰۶۲/۳ متر مکعب در گروه اول بیشترین میانگین حجم چوب در هکتار را دارند و صنوبر کاری‌های نسا ره (دیواندره) و صلوات‌آباد (بیجار) به ترتیب با میانگین ۲۴/۹ و ۲۹/۳ متر مکعب در گروه آخر کمترین میانگین حجم چوب در هکتار را دارند. از نظر میانگین رویش حجمی سالانه در هکتار هم صنوبر کاری صاحب (سقز) با ۵۷/۳ متر مکعب در گروه اول و قطعه تفلی (سروآباد) با میانگین رویش حجمی سالانه در هکتار کمتر از یک متر مکعب در گروه آخر قرار گرفت.

میانگین ویژگی‌های کمی و مقایسه میانگین صفات رویشی (دانکن  $\alpha = 5\%$ ) صنوبر کاری‌های بررسی شده به تفکیک قطعات و شهرستان‌های استان در جدول‌های ۴ و ۵ نشان داده شده است. بر اساس نتایج، متوسط مساحت صنوبر کاری‌ها ۱۶۲۸ متر مربع با سن متوسط ۱۷/۲ سال و متوسط سطح زیر کاشت یا فضای اختصاصی درخت (حاصل ضرب فاصله کاشت) در صنوبر کاری‌ها در ابتدای کاشت ۰/۹۵ متر مربع است، اما متوسط سطح نهایی زیر کاشت درخت (به واسطه رقابت و تلفات ناشی از تراکم زیاد درختان کاشت شده) ۳/۲ متر مربع است. متوسط تعداد نهایی درخت در هکتار در صنوبر کاری‌ها ۱۴۸۰/۹ درخت و متوسط نسبت زنده‌مانی درختان (نسبت تعداد درختان مانده بر قلمه‌های کاشت شده) ۳۵/۸ درصد است.

جدول ۳- برخی ویژگی‌های کیفی و رویشگاهی صنوبرکاری‌های تحت بررسی استان کردستان

| شهرستان | نمونه            | گونه صنوبر      | نوع (رقم)     | شکل تاج           | فرم تنه          | روش کاشت     | منشأ نهال | نوع کاشت (سیستم تولید) | نوع پایه |
|---------|------------------|-----------------|---------------|-------------------|------------------|--------------|-----------|------------------------|----------|
| سنندج   | چنو              | <i>P. nigra</i> | تبریزی + شالک | کشیده - گسترده    | راست - چندشاخه   | قلمه محلی    | استان     | گروهی - حاشیه          | اصلی     |
|         | قلعه جق ۱        | <i>P. nigra</i> | تبریزی        | کشیده             | راست             | قلمه محلی    | استان     | گروهی - حاشیه          | جست      |
|         | قلعه جق ۲        | <i>P. alba</i>  | کیبده شیرازی  | گسترده و خ گ      | موجدار - چندشاخه | قلمه محلی    | استان     | گروهی                  | اصلی     |
|         | پیچون            | <i>P. nigra</i> | تبریزی        | کشیده             | راست             | قلمه محلی    | استان     | گروهی                  | اصلی     |
|         | تودار ملأ        | <i>P. nigra</i> | تبریزی        | خیلی کشیده        | راست             | قلمه محلی    | استان     | گروهی                  | اصلی     |
|         | حسین آباد        | <i>P. nigra</i> | تبریزی        | کشیده             | راست             | قلمه محلی    | استان     | گروهی - حاشیه          | اصلی     |
| کامیار  | مروارید          | <i>P. nigra</i> | تبریزی        | خیلی کشیده        | راست             | قلمه محلی    | استان     | گروهی                  | اصلی     |
|         | یغواسی           | <i>P. nigra</i> | تبریزی        | کشیده - گسترده    | راست - چندشاخه   | نهال (منابع) | استان     | گروهی - حاشیه          | اصلی     |
|         | چغايراله         | <i>P. nigra</i> | تبریزی        | خ کشیده - کشیده   | خ راست - راست    | قلمه - جست   | استان     | گروهی                  | اصلی     |
|         | حسین آباد کاوانه | <i>P. nigra</i> | تبریزی        | هرمی - کشیده      | خ راست - راست    | قلمه محلی    | استان     | گروهی                  | جست      |
| سازند   | تغلی             | <i>P. nigra</i> | تبریزی        | کشیده             | راست             | قلمه محلی    | استان     | حاشیه - انفرادی        | اصلی     |
|         | قلعه جی          | <i>P. nigra</i> | تبریزی        | خ کشیده - کشیده   | خ راست - راست    | قلمه محلی    | استان     | گروهی                  | جست      |
|         | ننه              | <i>P. nigra</i> | تبریزی        | کشیده             | راست             | قلمه محلی    | استان     | حاشیه مزرعه            | جست      |
| قروه    | نژمار ۱          | <i>P. nigra</i> | تبریزی        | کشیده             | راست             | قلمه محلی    | استان     | حاشیه رودخانه          | اصلی     |
|         | نژمار ۲          | <i>P. nigra</i> | شالک          | گسترده            | چندشاخه          | قلمه محلی    | استان     | حاشیه رودخانه          | اصلی     |
|         | کانی سانان       | <i>P. nigra</i> | تبریزی        | کشیده             | راست             | قلمه محلی    | استان     | گروهی - حاشیه          | جست      |
|         | باغان            | <i>P. nigra</i> | تبریزی        | کشیده             | راست             | قلمه محلی    | استان     | گروهی                  | جست      |
|         | گاران            | <i>P. nigra</i> | تبریزی        | کشیده             | راست             | قلمه محلی    | استان     | گروهی                  | اصلی     |
|         | اسلام دشت        | <i>P. nigra</i> | تبریزی        | کشیده             | راست             | قلمه محلی    | استان     | گروهی - حاشیه          | اصلی     |
|         | کوماسی           | <i>P. nigra</i> | تبریزی        | کشیده             | راست             | قلمه محلی    | استان     | گروهی - حاشیه          | جست      |
|         | بومین (صدافتی)   | <i>P. nigra</i> | تبریزی        | کشیده             | راست             | نهال         | استان     | گروهی                  | اصلی     |
| چاب     | آرمده            | <i>P. nigra</i> | شالک          | کشیده - گسترده    | راست - چندشاخه   | قلمه محلی    | استان     | گروهی                  | جست      |
|         | تصفیه‌خانه       | <i>P. nigra</i> | تبریزی        | کشیده - گسترده    | راست - چندشاخه   | قلمه محلی    | استان     | حاشیه رودخانه          | جست      |
|         | شوی              | <i>P. nigra</i> | تبریزی        | خیلی کشیده        | خیلی راست        | قلمه محلی    | استان     | گروهی - حاشیه          | جست      |
|         | خور خوره         | <i>P. nigra</i> | تبریزی        | کشیده             | راست             | قلمه - جست   | استان     | حاشیه رودخانه          | جست      |
| سازند   | صاحب             | <i>P. nigra</i> | تبریزی        | کشیده             | راست             | قلمه محلی    | استان     | حاشیه مزرعه            | جست      |
|         | یورقل            | <i>P. nigra</i> | تبریزی        | کشیده             | راست             | قلمه محلی    | استان     | حاشیه رودخانه          | جست      |
|         | قهر آباد ترجان   | <i>P. alba</i>  | کیبده بومی    | باریک - خ کشیده   | خ راست - راست    | نهال         | میان‌دوآب | گروهی                  | اصلی     |
|         | کانی جزنی        | <i>P. nigra</i> | تبریزی + شالک | کشیده - گسترده    | راست - چندشاخه   | قلمه محلی    | استان     | حاشیه رودخانه          | اصلی     |
|         | خرده لوکی        | <i>P. nigra</i> | تبریزی        | کشیده             | راست             | قلمه محلی    | استان     | حاشیه مزرعه            | جست      |
|         | کیله شین         | <i>P. nigra</i> | تبریزی        | خ کشیده - کشیده   | خ راست - راست    | قلمه محلی    | استان     | حاشیه رودخانه          | جست      |
| سازند   | نساره            | <i>P. nigra</i> | تبریزی        | کشیده             | راست             | قلمه - جست   | استان     | گروهی                  | جست      |
|         | شهر              | <i>P. nigra</i> | تبریزی        | کشیده             | راست             | قلمه - جست   | استان     | گروهی                  | جست      |
|         | گل‌تیه سفلی      | <i>P. nigra</i> | تبریزی + شالک | گسترده            | موجدار - چندشاخه | قلمه - جست   | استان     | گروهی - حاشیه          | جست      |
|         | تازه‌آباد هیجان  | <i>P. nigra</i> | تبریزی        | کشیده             | راست             | نهال (منابع) | استان     | گروهی                  | اصلی     |
|         | قره‌دره          | <i>P. alba</i>  | کیبده شیرازی  | گسترده و خ گ      | موجدار - چندشاخه | قلمه - جست   | استان     | گروهی                  | جست      |
| سازند   | قرخلر            | <i>P. nigra</i> | تبریزی        | خ کشیده - کشیده   | خ راست - راست    | قلمه محلی    | استان     | گروهی - حاشیه          | جست      |
|         | قرزل بلاغ        | <i>P. nigra</i> | تبریزی        | کشیده - گسترده    | راست - موجدار    | قلمه - جست   | استان     | گروهی                  | جست      |
|         | صلوات آباد       | <i>P. nigra</i> | تبریزی        | کشیده             | راست             | نهال (منابع) | استان     | حاشیه مزرعه            | اصلی     |
|         | نجف آباد         | <i>P. nigra</i> | تبریزی + شالک | کشیده - گسترده    | راست - چندشاخه   | قلمه - جست   | استان     | گروهی                  | جست      |
|         | زیوه             | <i>P. nigra</i> | تبریزی + شالک | گسترده - خ گسترده | موجدار - چندشاخه | قلمه - جست   | استان     | گروهی - حاشیه          | جست      |
|         | مهرآباد          | <i>P. nigra</i> | تبریزی        | کشیده             | راست             | قلمه محلی    | استان     | حاشیه مزرعه            | جست      |
|         | خسروآباد         | <i>P. nigra</i> | تبریزی        | کشیده - گسترده    | راست - چندشاخه   | قلمه - جست   | استان     | حاشیه رودخانه          | جست      |
|         | توغان            | <i>P. nigra</i> | تبریزی        | کشیده - گسترده    | راست             | قلمه محلی    | استان     | حاشیه مزرعه            | اصلی     |
|         | دلبران           | <i>P. alba</i>  | کیبده بومی    | خ راست - راست     | باریک - خ کشیده  | قلمه - جست   | استان     | حاشیه رودخانه          | جست      |
|         | میهم             | <i>P. nigra</i> | تبریزی        | کشیده             | راست             | قلمه - جست   | استان     | گروهی - حاشیه          | جست      |
| سازند   | بلبان آباد       | <i>P. nigra</i> | تبریزی        | کشیده             | راست             | نهال (شخصی)  | استان     | گروهی - حاشیه          | اصلی     |
|         | حسینی            | <i>P. nigra</i> | تبریزی        | کشیده             | راست             | نهال - جست   | استان     | گروهی                  | جست      |
|         | بگه جان          | <i>P. nigra</i> | تبریزی + شالک | گسترده            | راست             | قلمه محلی    | استان     | گروهی                  | جست      |
|         | میرکی            | <i>P. nigra</i> | تبریزی        | کشیده             | راست             | قلمه - جست   | استان     | گروهی                  | جست      |

قطرترین و مرتفع‌ترین درختان مربوط به شهرستان مریوان به ترتیب با میانگین ۰/۱۹ و ۱۷ متر و کمترین متوسط قطر (۰/۱۵ متر) و ارتفاع درخت (۱۲/۱ متر) هم به ترتیب متعلق به صنوبرکاری‌های سروآباد و دهگلان است. بیشترین حجم چوب درخت متعلق به صنوبرکاری‌های شهرستان مریوان با میانگین ۰/۳۱ متر مکعب و کمترین آن متعلق به دهگلان با میانگین ۰/۱۳ متر مکعب است. همچنین قطعات صنوبر قروه با میانگین ۵۲۹/۵ متر مکعب و قطعات سروآباد با میانگین ۱۲۰/۶ متر مکعب به ترتیب بیشترین و کمترین حجم چوب را در هکتار دارند. بیشترین میانگین رویش حجمی سالانه در هکتار متعلق به صنوبرکاری‌های شهرستان قروه و کمترین آن متعلق به شهرستان سروآباد به ترتیب با میانگین ۲۷/۵ و ۷/۳ متر مکعب در سال در هکتار است. در بین ده شهرستان استان، صنوبرکاری‌های شهرستان‌های قروه، سقز، کامیاران و مریوان با میانگین رویش حجمی سالانه به ترتیب ۲۷/۵، ۲۴/۸، ۲۰/۷ و ۱۹/۲ متر مکعب در هکتار بیشتر از میانگین کل رویش حجمی سالانه استان (۱۷/۷ متر مکعب در هکتار) و میانگین رویش حجمی سالانه صنوبرکاری‌های بقیه شهرستان‌ها (سروآباد، دهگلان، بیجار، بانه، سنندج و دیواندره) کمتر از میانگین استان است (جدول ۵ و شکل ۱).

چنانکه در جدول ۴ نشان داده شده است، صنوبرکاری‌های استان کردستان از لحاظ میانگین رویش حجمی سالانه در هکتار تنوع و دامنه وسیعی را نشان داده‌اند. در مجموع، ۴ درصد صنوبرکاری‌ها دارای رویش سالانه بیشتر از ۵۰ متر مکعب در هکتار (صنوبرکاری‌های صاحب سقز و دلبران قروه به ترتیب با میانگین ۵۷/۳ و ۵۲/۳ متر مکعب)، ۶ درصد دارای رویش سالانه بین ۴۰ تا ۵۰ متر مکعب در هکتار (شامل سه نمونه صنوبرکاری نژمار ۲ مریوان، مروارید کامیاران و تازه‌آباد هيجان دیواندره با میانگین به ترتیب ۴۴/۳، ۴۴/۱، ۴۲/۵ متر مکعب)، ۴ درصد دارای رویش سالانه بین ۳۰ تا ۴۰ متر مکعب در هکتار (شامل دو نمونه صنوبرکاری قلعه‌جق ۱ سنندج با ۳۱/۶ و خرده لوکی سقز با ۳۱ متر مکعب)، ۱۲ درصد دارای رویش سالانه بین ۲۰ تا ۳۰ متر مکعب در هکتار شامل صنوبرکاری‌های چنو (سنندج) با ۲۹/۵، قهرآباد ترجان (سقز) با ۲۵/۶، خسروآباد (بیجار) با ۲۵/۴، بویین صداقتی (بانه) با ۲۴/۶، کیله شین (سقز) با ۲۲/۵ و باغان (مریوان) با ۲۱/۳ متر مکعب، ۵۰ درصد (شامل ۲۵ قطعه صنوبرکاری) دارای رویش سالانه بین ۱۰ تا ۲۰ متر مکعب در هکتار و ۲۴ درصد (شامل دوازده قطعه صنوبرکاری) هم دارای رویش حجمی سالانه کمتر از ۱۰ متر مکعب در هکتار هستند. مطابق جدول ۵، در بین صنوبرکاری‌های استان،

جدول ۴- ویژگی‌های کمی و مقایسه میانگین صفات رویشی (دانکن  $\alpha=0.5$ )<sup>\*</sup> صنوبرکاری‌های بررسی شده در استان کردستان

| نمونه               | سطح نمونه (m <sup>2</sup> ) | سن صنوبر (سال) | سطح اولیه اختصاصی درخت (m <sup>2</sup> ) | درصد زنده‌مانی درختان | سطح نهایی اختصاصی درخت (m <sup>2</sup> ) | تعداد نهایی درخت در هکتار | قطر درخت (m) | ارتفاع درخت (m) | متوسط حجم درخت (m <sup>3</sup> ) | متوسط حجم چوب در هکتار (m <sup>3</sup> /ha) | متوسط رویش حجمی سالانه در هکتار (m <sup>3</sup> /ha/y) | رتبه رویش حجمی سالانه <sup>**</sup> |
|---------------------|-----------------------------|----------------|--|-----------------------|--|---------------------------|--------------|-----------------|----------------------------------|---|--|-------------------------------------|
| ۱ چنو               | ۸۴۰                         | ۱۱             | ۰/۵                                      | ۳۷/۵                  | ۱/۵                                      | ۲۵۰۰                      | ۰/۱۸         | ۹/۲             | ۰/۱۳                             | ۳۲۵/۰                                       | ۲۹/۵۵  | a-f                                 |
| ۲ قلعه‌جق ۱         | ۱۴۰۰                        | ۲۳             | ۰/۴                                      | ۳۲/۸                  | ۰/۹                                      | ۳۶۴۰                      | ۰/۱۶         | ۱۶/۹            | ۰/۲۰                             | ۷۲۸/۰                                       | ۳۱/۶۵  | a-f                                 |
| ۳ قلعه‌جق ۲         | ۲۵۲۰                        | ۲۱             | ۱/۲                                      | ۲۷/۳                  | ۲/۵                                      | ۱۰۹۲                      | ۰/۱۹         | ۱۹/۷            | ۰/۳۲                             | ۳۴۹/۴                                       | ۱۶/۶۴  | c-f                                 |
| ۴ پیچون             | ۱۹۶۰                        | ۱۶             | ۱/۵                                      | ۲۱/۹                  | ۲/۷                                      | ۸۱۲                       | ۰/۱۸         | ۱۴/۱            | ۰/۱۸                             | ۱۴۶/۲                                       | ۹/۱۴   | f                                   |
| ۵ تودار ملأ         | ۲۶۶۰                        | ۱۸             | ۰/۸                                      | ۳۲/۸                  | ۲/۲                                      | ۱۴۸۹                      | ۰/۱۶         | ۱۳/۵            | ۰/۱۴                             | ۲۰۸/۵                                       | ۱۱/۵۸  | e-f                                 |
| ۶ حسین‌آباد         | ۲۲۴۰                        | ۱۸             | ۰/۸                                      | ۲۴/۶                  | ۲/۹                                      | ۸۴۷                       | ۰/۱۳         | ۱۰/۳            | ۰/۱۲                             | ۱۰۱/۷                                       | ۵/۶۵   | f                                   |
| ۷ مروارید           | ۳۳۶۰                        | ۱۷             | ۰/۸                                      | ۳۲/۸                  | ۱/۴                                      | ۲۳۴۰                      | ۰/۱۹         | ۱۸/۱            | ۰/۳۲                             | ۷۴۸/۸                                       | ۴۴/۰۵  | a-d                                 |
| ۸ یغواسی            | ۱۱۲۰                        | ۷              | ۱/۲                                      | ۳۰/۰                  | ۳/۲                                      | ۹۳۸                       | ۰/۱۵         | ۱۱/۲            | ۰/۱۱                             | ۱۰۲/۲                                       | ۱۴/۷۵  | c-f                                 |
| ۹ چغابراه           | ۳۰۸۰                        | ۱۵             | ۰/۸                                      | ۳۲/۸                  | ۱/۹                                      | ۱۷۲۴                      | ۰/۱۳         | ۷/۶             | ۰/۰۵                             | ۸۶/۲  | ۵/۷۵   | f                                   |
| ۱۰ حسین‌آباد کاوانه | ۱۱۲۰                        | ۲۳             | ۱/۰                                      | ۳۲/۸                  | ۲/۴                                      | ۱۳۶۵                      | ۰/۱۹         | ۲۰/۶            | ۰/۳۱                             | ۴۲۲/۱                                       | ۱۸/۴۰  | c-f                                 |



## ادامه جدول ۴-۴

| نمونه | سطح نمونه (m <sup>2</sup> ) | سن صنوبر (سال) | سطح اولیه اختصاصی درخت (m <sup>2</sup> ) | درصد زنده‌مانی درختان | سطح نهایی اختصاصی درخت (m <sup>2</sup> ) | تعداد نهایی درخت در هکتار | قطر درخت (m) | ارتفاع درخت (m) | متوسط حجم درخت (m <sup>3</sup> ) | متوسط حجم چوب در هکتار (m <sup>3</sup> /ha) | متوسط رویش حجمی سالانه در هکتار (m <sup>3</sup> /ha/y) | رتبه رویش حجمی سالانه <sup>***</sup> |
|-------|-----------------------------|----------------|--|-----------------------|--|---------------------------|--------------|-----------------|----------------------------------|---|--|--------------------------------------|
| ۱۱    | تفلی                        | ۵۶۰            | ۱۶                                       | ۱/۰                   | ۲۲/۳                                     | ۲۵/۰                      | ۰/۱۶         | ۱۰/۳            | ۰/۱۵                             | ۱۴/۰  | ۰/۸۷   | ۶                                    |
| ۱۲    | قلعه جی                     | ۸۴۰            | ۱۷                                       | ۰/۵                   | ۳۳/۱                                     | ۱/۸                       | ۰/۱۳         | ۱۴/۲            | ۰/۱۲                             | ۲۲۰/۷                                       | ۱۲/۹۸  | ۵                                    |
| ۱۳    | ننه                         | ۴۲۰            | ۱۶                                       | ۰/۵                   | ۲۵/۸                                     | ۳/۵                       | ۰/۱۶         | ۱۳/۹            | ۰/۱۷                             | ۱۲۷/۳                                       | ۷/۹۵   | ۶                                    |
| ۱۴    | نژمار ۱                     | ۱۱۲۰           | ۲۱                                       | ۰/۶                   | ۳۵/۰                                     | ۲/۳                       | ۰/۱۶         | ۱۶/۴            | ۰/۲۰                             | ۳۰۴/۶                                       | ۱۴/۵۰  | ۵                                    |
| ۱۵    | نژمار ۲                     | ۵۶۰            | ۲۴                                       | ۲/۰                   | ۴۶/۶                                     | ۲/۵                       | ۰/۲۷         | ۱۷/۰            | ۰/۵۷                             | ۱۰۶۲/۳                                      | ۴۴/۲۶  | ۲                                    |
| ۱۶    | کانی سانان                  | ۱۱۲۰           | ۲۱                                       | ۰/۵                   | ۳۳/۲                                     | ۱/۸                       | ۰/۱۷         | ۱۶/۸            | ۰/۱۹                             | ۳۵۰/۷                                       | ۱۶/۷۰  | ۵                                    |
| ۱۷    | باغان                       | ۱۶۸۰           | ۲۱                                       | ۱/۳                   | ۳۲/۸                                     | ۳/۳                       | ۰/۲۲         | ۲۰/۴            | ۰/۴۵                             | ۴۴۶/۷                                       | ۲۱/۲۷  | ۴                                    |
| ۱۸    | گاران                       | ۲۲۴۰           | ۲۲                                       | ۰/۶                   | ۲۸/۹                                     | ۲/۶                       | ۰/۱۵         | ۱۷/۷            | ۰/۱۸                             | ۱۹۹/۹                                       | ۹/۰۹   | ۶                                    |
| ۱۹    | اسلام دشت                   | ۱۱۲۰           | ۲۵                                       | ۱/۱                   | ۳۲/۴                                     | ۳/۱                       | ۰/۲۳         | ۱۴/۱            | ۰/۴۰                             | ۴۱۸/۵                                       | ۱۶/۷۴  | ۵                                    |
| ۲۰    | کوماسی                      | ۵۶۰            | ۱۸                                       | ۱/۰                   | ۳۰/۷                                     | ۲/۹                       | ۰/۱۶         | ۱۶/۹            | ۰/۲۰                             | ۲۱۱/۸                                       | ۱۱/۷۷  | ۵                                    |
| ۲۱    | بویین (صداقتی)              | ۲۲۴۰           | ۱۳                                       | ۰/۴                   | ۳۷/۶                                     | ۲/۰                       | ۰/۱۷         | ۱۳/۲            | ۰/۱۷                             | ۳۱۹/۸                                       | ۲۴/۶۰  | ۴                                    |
| ۲۲    | آرمده                       | ۵۶۰            | ۲۲                                       | ۰/۶                   | ۳۰/۶                                     | ۱/۹                       | ۰/۱۵         | ۱۵/۳            | ۰/۱۹                             | ۳۰۶/۰                                       | ۱۳/۹۱  | ۵                                    |
| ۲۳    | تصفیه‌خانه                  | ۷۰۰            | ۲۲                                       | ۰/۵                   | ۳۱/۰                                     | ۲/۶                       | ۰/۱۷         | ۱۲/۲            | ۰/۱۹                             | ۲۲۶/۲                                       | ۱۰/۲۸  | ۵                                    |
| ۲۴    | شوی                         | ۸۴۰            | ۱۷                                       | ۰/۶                   | ۳۷/۵                                     | ۳/۱                       | ۰/۱۷         | ۱۵/۳            | ۰/۲۳                             | ۲۷۷/۹                                       | ۱۶/۳۵  | ۵                                    |
| ۲۵    | خورخوره                     | ۱۹۶۰           | ۱۶                                       | ۰/۴                   | ۳۱/۸                                     | ۱/۹                       | ۰/۱۴         | ۱۴/۲            | ۰/۱۳                             | ۲۱۷/۸                                       | ۱۳/۶۱  | ۵                                    |
| ۲۶    | صاحب                        | ۸۴۰            | ۱۳                                       | ۰/۷                   | ۳۶/۱                                     | ۱/۶                       | ۰/۲۰         | ۱۷/۷            | ۰/۳۳                             | ۷۴۴/۹                                       | ۵۷/۳۰  | ۱                                    |
| ۲۷    | یورقل                       | ۱۱۲۰           | ۱۷                                       | ۱/۶                   | ۳۱/۷                                     | ۲/۳                       | ۰/۱۷         | ۱۴/۸            | ۰/۲۱                             | ۲۹۵/۶                                       | ۱۷/۳۹  | ۵                                    |
| ۲۸    | قهرآباد ترجان               | ۱۴۰۰           | ۷  | ۰/۸                   | ۷۴/۶                                     | ۲/۵                       | ۰/۱۱         | ۱۳/۶            | ۰/۰۶                             | ۱۷۹/۲                                       | ۲۵/۵۹  | ۴                                    |
| ۲۹    | کانی جزئی                   | ۱۶۸۰           | ۱۸                                       | ۰/۷                   | ۳۱/۱                                     | ۱/۹                       | ۰/۱۲         | ۱۰/۳            | ۰/۰۷                             | ۱۱۴/۷                                       | ۶/۳۷   | ۶                                    |
| ۳۰    | خرده لوکی                   | ۲۸۰            | ۱۹                                       | ۱/۲                   | ۳۴/۱                                     | ۲/۲                       | ۰/۲۵         | ۱۴/۳            | ۰/۳۸                             | ۵۸۸/۵                                       | ۳۰/۹۷  | ۳                                    |
| ۳۱    | کیله شین                    | ۸۴۰            | ۱۹                                       | ۰/۴                   | ۴۱/۶                                     | ۳/۱                       | ۰/۲۱         | ۱۶/۱            | ۰/۳۲                             | ۴۲۸/۰                                       | ۲۲/۵۲  | ۴                                    |
| ۳۲    | نساره                       | ۲۸۰            | ۸  | ۲/۰                   | ۴۲/۱                                     | ۵/۲                       | ۰/۱۰         | ۷/۲             | ۰/۰۳                             | ۲۴/۹  | ۳/۱۱   | ۶                                    |
| ۳۳    | شهر دیواندره                | ۱۴۰۰           | ۱۳                                       | ۰/۹                   | ۳۳/۷                                     | ۲/۳                       | ۰/۱۵         | ۱۲/۸            | ۰/۱۶                             | ۲۳۴/۷                                       | ۱۸/۰۵  | ۵                                    |
| ۳۴    | گلنپه سفلی                  | ۵۶۰            | ۱۹                                       | ۱/۲                   | ۳۶/۰                                     | ۶/۴                       | ۰/۲۲         | ۱۳/۷            | ۰/۳۱                             | ۱۷۴/۳                                       | ۹/۱۷   | ۶                                    |
| ۳۵    | تازه‌آباد هیجان             | ۵۰۴۰           | ۱۰                                       | ۴/۰                   | ۸۰/۹                                     | ۴/۰                       | ۰/۱۹         | ۱۳/۲            | ۰/۲۱                             | ۴۲۴/۷                                       | ۴۲/۴۷  | ۲                                    |
| ۳۶    | قره‌دره                     | ۵۶۰            | ۲۱                                       | ۰/۵                   | ۳۱/۹                                     | ۳/۲                       | ۰/۱۹         | ۱۶/۸            | ۰/۲۸                             | ۲۷۹/۵                                       | ۱۳/۳۱  | ۵                                    |
| ۳۷    | قرخلر                       | ۱۶۸۰           | ۱۹                                       | ۰/۶                   | ۳۲/۱                                     | ۳/۱                       | ۰/۲۱         | ۱۵/۳            | ۰/۲۹                             | ۳۰۰/۷                                       | ۱۵/۸۳  | ۵                                    |
| ۳۸    | قرزل بلاغ                   | ۳۹۲۰           | ۱۵                                       | ۲/۰                   | ۳۸/۰                                     | ۴/۲                       | ۰/۱۶         | ۱۵/۸            | ۰/۱۷                             | ۱۵۳/۹                                       | ۱۰/۲۶  | ۵                                    |
| ۳۹    | صلوات‌آباد                  | ۵۶۰            | ۴  | ۱/۰                   | ۴۱/۰                                     | ۲/۸                       | ۰/۰۸         | ۷/۵             | ۰/۰۲                             | ۲۹/۳  | ۷/۳۱   | ۶                                    |
| ۴۰    | نجف‌آباد                    | ۸۴۰            | ۱۷                                       | ۱/۶                   | ۳۵/۹                                     | ۳/۲                       | ۰/۱۷         | ۱۲/۱            | ۰/۱۴                             | ۱۵۶/۹                                       | ۹/۲۳   | ۶                                    |
| ۴۱    | زبوه                        | ۷۰۰            | ۲۳                                       | ۱/۱                   | ۳۱/۲                                     | ۲/۲                       | ۰/۱۹         | ۱۱/۱            | ۰/۱۷                             | ۲۴۱/۳                                       | ۱۰/۴۹  | ۵                                    |
| ۴۲    | مهرآباد                     | ۵۶۰            | ۲۳                                       | ۱/۴                   | ۳۷/۸                                     | ۶/۱                       | ۰/۲۵         | ۱۵/۹            | ۰/۴۷                             | ۲۹۱/۵                                       | ۱۲/۶۸  | ۵                                    |
| ۴۳    | خسروآباد                    | ۱۱۲۰           | ۲۱                                       | ۱/۲                   | ۳۵/۱                                     | ۲/۳                       | ۰/۲۱         | ۱۸/۴            | ۰/۳۵                             | ۵۳۳/۷                                       | ۲۵/۴۲  | ۴                                    |
| ۴۴    | توغان                       | ۱۹۶۰           | ۱۱                                       | ۰/۷                   | ۳۴/۳                                     | ۲/۵                       | ۰/۱۸         | ۱۲/۶            | ۰/۱۶                             | ۲۱۹/۲                                       | ۱۹/۹۳  | ۵                                    |
| ۴۵    | دلبران                      | ۲۲۴۰           | ۲۳                                       | ۰/۴                   | ۳۴/۴                                     | ۰/۸                       | ۰/۱۸         | ۱۹/۸            | ۰/۲۸                             | ۱۲۰۲/۵                                      | ۵۲/۲۸  | ۱                                    |
| ۴۶    | میهم                        | ۱۱۲۰           | ۱۶                                       | ۰/۶                   | ۳۳/۴                                     | ۳/۲                       | ۰/۱۶         | ۱۴/۱            | ۰/۱۶                             | ۱۶۶/۸                                       | ۱۰/۴۲  | ۵                                    |
| ۴۷    | بلیان‌آباد                  | ۸۴۰            | ۱۱                                       | ۰/۵                   | ۳۰/۲                                     | ۲/۰                       | ۰/۱۲         | ۱۱/۷            | ۰/۰۷                             | ۱۰۵/۸                                       | ۹/۶۲   | ۶                                    |
| ۴۸    | حسینی                       | ۱۴۲۰۰          | ۱۶                                       | ۲/۰                   | ۶۶/۱                                     | ۶/۰                       | ۰/۱۹         | ۱۳/۷            | ۰/۲۰                             | ۲۲۰/۲                                       | ۱۳/۷۶  | ۵                                    |
| ۴۹    | بگه جان                     | ۲۸۰            | ۱۳                                       | ۱/۵                   | ۳۷/۹                                     | ۲/۳                       | ۰/۱۴         | ۹/۸             | ۰/۰۸                             | ۱۳۱/۸                                       | ۱۰/۱۴  | ۵                                    |
| ۵۰    | میرکی                       | ۵۶۰            | ۲۳                                       | ۰/۹                   | ۳۱/۴                                     | ۳/۲                       | ۰/۱۷         | ۱۳/۳            | ۰/۱۷                             | ۲۵۴/۵                                       | ۱۱/۰۷  | ۵                                    |

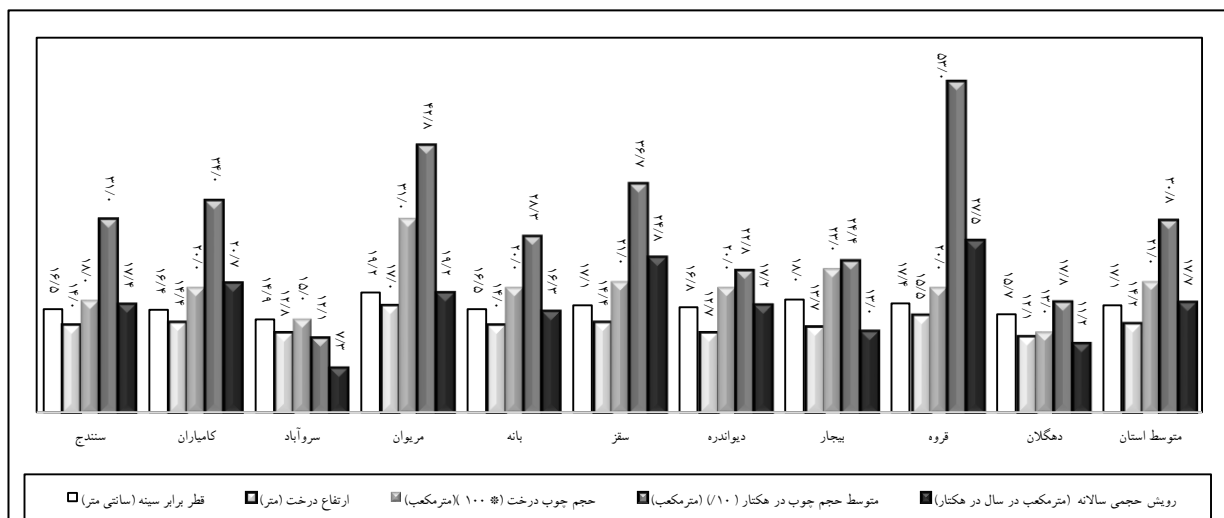
\* در هر ستون میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک، تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

\*\* رتبه رویش حجمی سالانه رتبه ۱: بیشتر از ۵۰، رتبه ۲: ۴۰/۱ تا ۵۰، رتبه ۳: ۳۰/۱ تا ۴۰، رتبه ۴: ۲۰/۱ تا ۳۰، رتبه ۵: ۱۰/۱ تا ۲۰ و رتبه ۶: کمتر از ۱۰ متر مکعب.

جدول ۵- چکیده ویژگی‌های کمی و مقایسه میانگین صفات رویشی (دانکن  $\alpha = 5\%$ ) صنوبر کاری‌های کردستان

| شهرستان  | نوع پایه          | سطح نمونه (m <sup>2</sup> ) | سن درختان (سال) | درصد زنده‌مانی درختان | سطح نهایی اختصاصی درخت (m <sup>2</sup> ) | تعداد نهایی قطر برابر سینه ارتفاع کل درخت در هکتار | متوسط حجم درخت (m <sup>3</sup> ) | حجم چوب در هکتار (m <sup>3</sup> /ha) | رویش حجمی سالانه در هکتار (m <sup>3</sup> /ha/y) |
|----------|-------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------------|--|--|----------------------------------|---------------------------------------|--|
| سنندج    | ۸۵٪ اصلی، ۱۵٪ جست | ۱۹۳۷                        | ۱۷/۸            | ۲۹/۵                  | ۲/۱                                      | ۱۷۳۰/۱   | ۰/۱۶۵ <sup>cd</sup>              | ۱۳/۹۵ <sup>cd</sup>                   | ۳۰۹/۸۱ <sup>c-e</sup>                            |
| کامیاران | ۳۳٪ اصلی، ۲۵٪ جست | ۲۱۷۰                        | ۱۵/۵            | ۳۲/۱                  | ۲/۲                                      | ۱۵۹۱/۹   | ۰/۱۶۴ <sup>cd</sup>              | ۱۴/۳۸ <sup>cd</sup>                   | ۳۴۰/۳۴ <sup>b-d</sup>                            |
| سروآباد  | ۳۰٪ اصلی، ۶۷٪ جست | ۶۰۷                         | ۱۶/۳            | ۲۷/۴                  | ۱۰/۱                                     | ۸۹۳/۶  | ۰/۱۴۹ <sup>e</sup>               | ۱۲/۸۰ <sup>e</sup>                    | ۱۲۰/۶۴ <sup>g</sup>                              |
| مریوان   | ۵۷٪ اصلی، ۴۳٪ جست | ۱۲۰۰                        | ۲۱/۷            | ۳۴/۲                  | ۲/۶                                      | ۱۳۴۸/۷   | ۰/۱۹۲ <sup>a</sup>               | ۱۷/۰۴ <sup>a</sup>                    | ۴۲۷/۷۸ <sup>b</sup>                              |
| بانه     | ۲۵٪ اصلی، ۷۵٪ جست | ۱۰۸۵                        | ۱۸/۵            | ۳۴/۳                  | ۲/۴                                      | ۱۴۷۲/۷   | ۰/۱۶۵ <sup>cd</sup>              | ۱۴/۰۰ <sup>cd</sup>                   | ۲۸۲/۴۹ <sup>c-e</sup>                            |
| سقز      | ۳۰٪ اصلی، ۷۰٪ جست | ۱۱۶۰                        | ۱۵/۶            | ۴۰/۱                  | ۲/۲                                      | ۱۸۳۵/۷   | ۰/۱۷۱ <sup>bc</sup>              | ۱۴/۴۳ <sup>c</sup>                    | ۳۶۶/۹۴ <sup>bc</sup>                             |
| دیواندره | ۲۰٪ اصلی، ۸۰٪ جست | ۱۵۶۸                        | ۱۴/۲            | ۴۵/۱                  | ۴/۲                                      | ۱۱۷۵/۸   | ۰/۱۶۸ <sup>b-d</sup>             | ۱۲/۷۴ <sup>ef</sup>                   | ۲۲۷/۶۰ <sup>ef</sup>                             |
| بیجار    | ۱۵٪ اصلی، ۸۵٪ جست | ۱۳۴۰                        | ۱۷/۴            | ۳۵/۹                  | ۳/۴                                      | ۱۱۵۵/۸   | ۰/۱۸۰ <sup>b</sup>               | ۱۳/۷۳ <sup>d</sup>                    | ۲۴۳/۹۱ <sup>d-f</sup>                            |
| قروه     | ۳۵٪ اصلی، ۶۵٪ جست | ۱۷۷۳                        | ۱۶/۷            | ۳۴/۰                  | ۲/۲                                      | ۲۲۳۵/۷   | ۰/۱۷۴ <sup>bc</sup>              | ۱۵/۵۰ <sup>b</sup>                    | ۵۲۹/۴۹ <sup>a</sup>                              |
| دهگلان   | ۲۵٪ اصلی، ۷۵٪ جست | ۳۹۷۰                        | ۱۵/۸            | ۴۱/۴                  | ۳/۱                                      | ۱۴۳۹/۵   | ۰/۱۵۷ <sup>de</sup>              | ۱۲/۱۳ <sup>f</sup>                    | ۱۷۸/۱۰ <sup>fg</sup>                             |
| استان    | ۳۵٪ اصلی، ۶۵٪ جست | ۱۶۲۸                        | ۱۷/۲            | ۳۵/۸                  | ۳/۲                                      | ۱۴۸۰/۹   | ۰/۱۷۱                            | ۱۴/۲۱                                 | ۳۰۸/۴۳   |

\* در هر ستون میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک، تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد ندارند



شکل ۱- متوسط قطر برابر سینه، ارتفاع، حجم چوب درخت و رویش حجمی سالانه صنوبر کاری‌های محلی استان کردستان

## بحث

جنس صنوبر در همه شرایط اکولوژیکی (اقلیمی، جغرافیایی، اداپیک و غیره) قابلیت رویش و سابقه کشت و کار دارد که نشان‌دهنده توان و تحمل زیاد اکولوژیکی درختان این جنس و مؤید نظر (Ghasemi, 2008) در خصوص گسترده‌ی دامنه سازگاری جنس صنوبر در کشور و کردستان (Yousefi, 2009) است. سه عامل وضعیت اکولوژیکی کردستان به‌ویژه بارندگی به‌نسبت زیاد، وجود رودخانه‌های اصلی و فرعی و نیز هزاران هکتار حاشیه رودخانه مستعد بید و صنوبر (Yousefi, 2009; Sharifi, 2015)، ویژگی‌های زراعی صنوبر مانند سازگاری وسیع، سهولت تکثیر و زراعت و نیز ساختار سنتی و ضعف اقتصادی و فرهنگی کشاورزان استان و کوچک بودن واحدهای ارضی خانوار و امکان نداشتن کاشت‌های زراعی گسترده (Yousefi, 2009; 2020 a,b) را می‌توان در گسترش کاشت صنوبر در استان مؤثر دانست.

نتایج نشان داد که اگرچه گونه کبوده یا سپیدار (*P. alba*) با فراوانی کم (۸ درصد) در ترکیب صنوبرهای استان وجود دارد، در مجموع ۹۲ درصد صنوبرهای استان جزو گونه تبریزی (*P. nigra*) است. علل غالبیت گونه تبریزی در کردستان، هم خصوصیات آن مانند رشد عمودی، تجمع چوب در تنه اصلی به‌جای سرشاخه‌های جانبی، اشغال فضای کمتر نسبت به گونه‌های تاج‌باز مانند شالک و کبوده شیرازی و هم تأثیرپذیری از شرایط و نیازهای اکولوژیکی و تجاری استان بوده است. برای مثال کاربرد اصلی چوب استان در گذشته، استفاده از تیرهای چوبی برای پوشش سقف ساختمان‌ها بوده و تبریزی به‌دلیل داشتن تنه صاف و راست نسبت به چوب گونه‌های دیگر ارجح بوده است. وجود نمونه‌های کبوده شیرازی قلعه‌جق ۲ در سنندج و قره‌دره در دیواندره (مناطق مرکزی استان) و نمونه‌های کبوده بومی قهرآباد ترجان سقز و دلبران قره (مناطق

شمالی و شرقی استان هم‌مرز با استان‌های آذربایجان غربی و همدان) بیانگر آن است که کبوده شیرازی از قدیم جزء ساختار صنوبرکاری استان بوده، اما کبوده بومی از استان‌های دیگر به کردستان معرفی شده است. غالبیت کاشت گونه *P. nigra* در استان، شکل تاج و تنه درختان صنوبر را هم تحت تأثیر قرار داده است. به‌طوری که حدود ۸۰ درصد درختان صنوبر استان دارای فرم تاج کشیده و تنه راست بودند. در کنار ماهیت ژنتیکی گونه *P. nigra*، کاشت غالب صنوبر در حواشی رودخانه‌ها و دره‌ها و غالبیت رشد عمودی برای کسب نور هم در داشتن تاج کشیده و تنه راست می‌تواند مؤثر باشد. (Salari, 1999) کرد دو گونه تبریزی (*P. nigra*) و کبوده (*P. alba*) در بیشتر نقاط ایران سابقه کشت و کار دارند، اما مناطق غرب و شمال غرب کشور بیشتر مستعد کشت گونه تبریزی است. (Ghasemi & Modir - Rahmati, 2003) هم ضمن تأیید نتایج (Salari, 1999)، میانگین رویش ارتفاعی، قطری و حجمی صنوبرهای *P. nigra* بومی را بیشتر از صنوبرهای *P. nigra* غیربومی و سپس *P. alba* اعلام کردند. نتایج تحقیق حاضر، با یافته‌های (Bagheri et al., 2001) در استان زنجان متفاوت است. آنها ۶۰ درصد صنوبرکاری‌های حوضه زنجان‌رود را شالک و ۳۰ درصد آن را کبوده شیرازی اعلام کردند.

براساس نتایج پژوهش حاضر، تنوع گسترده‌ای از لحاظ ویژگی‌های کمی صنوبرکاری‌ها مانند سن درختان، سطح صنوبرکاری، فاصله کاشت، سطح اختصاصی درختان و درصد زنده‌مانی آنها وجود داشت. متوسط سطح صنوبرکاری‌های استان ۱۶۲۸ متر مربع بود که سطح کوچکی است. اصولاً یکی از مشکلات استان در زمینه کشاورزی و باغداری، کوچک بودن واحدهای ارضی (زراعی و باغی) است که متأسفانه به‌واسطه مسئله انحصار وراثت روزبه‌روز در حال تشدید است. این مشکل به‌ویژه در مناطق مرکزی و غربی استان (مناطق با متوسط بارندگی و

۱/۵×۱، نامنظم ۱/۵×۱ و ۳×۱ متر در ارومیه نشان داد که بیشترین میانگین قطر و ارتفاع درختان به ترتیب مربوط به دو توده با فاصله کاشت ۳×۱ متر و ۱/۵×۱ متر و میانگین حجم در فاصله کاشت نامنظم به طور معنی‌داری ( $p \leq 0/05$ ) کمتر از دو توده دیگر بود (Faal-Khah et al., 2016; Heshmatol Vaezin et al. (2020) گزارش دادند که فاصله مناسب کاشت صنوبر تبریزی در اراضی با حاصلخیزی متوسط در آذربایجان غربی  $2/5 \times 2/5$  متر و سن برداشت ۱۲ سال است. (Asadi et al., 2019) هم نقایص عمده صنوبر کاری‌های محلی مازندران را فاصله کاشت کم و آبیاری کم اعلام کردند.

وجود تنوع معنی‌دار ( $p \leq 0/1$ ) از لحاظ صفات رویشی درختان صنوبر (قطر برابر سینه، ارتفاع کل، حجم چوب درخت، حجم چوب در هکتار و رویش حجمی سالانه)، با توجه به اختلافات اکولوژیکی و تفاوت شیوه کاشت و مدیریت مزارع صنوبر در شهرستان‌های مختلف و نیز صنوبر کاری‌های درون شهرستان‌ها قابل انتظار بود. اصولاً در بررسی‌های میدانی گونه‌های گیاهی در بسترهای طبیعی یا مزارع محلی به واسطه کثرت عوامل تأثیرگذار خارج از کنترل انسان (اقليمی، ادا فیک، جغرافیایی و غیره)، وجود تنوع در رشد و عملکرد گیاهان طبیعی است. دیگر محققان (Rowland et al., 2000; Bagheri et al., 2001; Gagnon et al., 2012; Soheili Esfahani et al., 2015; Asadi et al., 2014; Fallah & Fallah, 2015) هم در صنوبر کاری‌های محلی نتایج مشابهی را گزارش کردند. میانگین رویش حجمی سالانه صنوبر کاری‌های کردستان  $17/73$  متر مکعب در هکتار با دامنه مطلق بسیار وسیع (۱ تا  $57/3$  متر مکعب بین صنوبر کاری‌ها) و میانگین دامنه رویش حجمی سالانه استان حدود  $7/3$  تا  $27/5$  متر مکعب در هکتار بود که با نتایج تحقیقات مشابه در توده‌های محلی صنوبر کشور مطابقت دارد. (Asadi et al., 2015) دامنه رویش حجمی سالانه هشت توده صنوبر کاری گونه *P.*

منابع آبی بیشتر و مستعدتر برای کاشت صنوبر به واسطه شرایط توپوگرافی (کوهستانی بودن) حادث است. یکی دیگر از خصوصیات صنوبر کاری‌های سنتی کشور و استان به ویژه در کشت‌های توده‌ای (بیشه‌ها) گذشته از کاشت درهم و نامنظم، متراکم بودن کاشت و رعایت نکردن فاصله بین درختان است. برخی محققان (Yousefi, 2009; Yousefi & Modir - Rahmati, 2011; Kazemi Najafi et al., 2012) فاصله بین ردیف‌های صنوبر تبریزی (*P. nigra*) را ۳ تا ۴ متر و فاصله بین درختان روی ردیف را ۳ متر (فضای اختصاص یافته به هر درخت حدود ۹ تا ۱۲ متر مربع) مناسب اعلام کرده‌اند؛ اما بر پایه نتایج پژوهش حاضر، متوسط فضای اختصاصی اولیه (زمان کاشت) و نهایی درخت در صنوبر کاری‌های استان به ترتیب  $0/95$  و  $3/2$  متر مربع بود که چندین برابر تراکم در کشت‌های صنعتی و آزمایشی است. البته اگرچه صنوبر کاران در کشت‌های سنتی در هر هکتار حدود ۷۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰ قلمه صنوبر کاشت می‌کنند، به واسطه تراکم زیاد و رقابت طبیعی بین نهال‌ها و درختان حاصل، درصد زنده‌مانی درختان بسیار کم (۳۶ درصد) است و عملاً بیش از نیمی از درختان، پیش از رسیدن به مرحله بهره‌برداری حذف می‌شوند. (Asadi et al., 2019) هم درصد زنده‌مانی درختان اغلب صنوبر کاری‌های محلی مازندران را به واسطه رعایت نکردن فاصله مناسب کاشت کمتر از ۵۰ درصد گزارش کردند. محققان (Ozcelik & Eler, 2009; Benomar et al., 2012) کاشت (تراکم مناسب درختان) را در تولید درختان خوش‌فرم با تنه راست و کم‌گره و نیز افزایش نرخ زنده‌مانی نهال‌ها و افزایش قطر و حجم درختان به واسطه افزایش نور دریافتی و فتوسنتز و همچنین کاهش رقابت ریشه‌های درختان برای دسترسی به مواد معدنی و آب مؤثر دانسته‌اند. نتایج بررسی تأثیر فاصله کاشت بر ویژگی‌های سه توده دست کاشت صنوبر تبریزی در سه فاصله کاشت

معادل ۴۰، ۵۴ و ۴۵ درصد درختان صنوبر اصلاح‌شده با فاصله ۳×۳ متر (اختصاص فضای ۹ مترمربع به هر درخت) و زمان بهره‌برداری در آنها ۲/۵ برابر صنوبرهای اصلاح‌شده بوده است.

### نتیجه‌گیری

در مجموع، علی‌رغم وجود درخت صنوبر در بیشتر مناطق استان کردستان، نتایج تحقیق حاضر مؤید آن است که در استان کردستان صنوبرکاری و صنوبرکار به معنای واقعی وجود ندارد. آنچه هست تک‌درختان، ردیف‌ها یا قطعات کوچک و پراکنده درختان صنوبر است که در بیشتر موارد به‌عنوان کشت مکمل (و نه زراعت اصلی)، در حاشیه رودخانه‌ها، اطراف و بین مزارع و باغ‌ها یا به‌صورت توده‌ای بسیار متراکم و نامنظم (بیشه) با ارقام محلی صنوبر و روش‌ها و دانش سنتی و با درصد زیاد تلفات وجود دارند. همین موضوع سبب کاهش عملکرد چوب و کاهش درآمد و سود صنوبرکاری شده است. بدون شک یکی از عوامل کاهش صنوبرکاری‌های کشور و استان، نبود رقابت صنوبرکاری سنتی با زراعت‌های آبی مرسوم منطقه در عملکرد اقتصادی آن است که باید در طرح‌های اجرایی زراعت چوب مدنظر قرار گیرد.

### سپاسگزاری

تحقیق حاضر با حمایت مالی و فنی موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور انجام شده است. بدینوسیله از مسئولین محترم موسسه قدردانی می‌گردد.

*nigra* را در حاشیه رودخانه‌های استان کرمانشاه بین ۱۰/۳۵ تا ۳۸ متر مکعب در هکتار و Soheili (2014) و Esfahani & Fallah (2014) رویش حجمی کبوده شیرازی را در اصفهان بیشتر از ۲۲ متر مکعب در سال و در هکتار گزارش دادند.

نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش در خصوص میانگین رویش حجمی سالانه صنوبرکاری‌های مورد بررسی (۱۷/۷۳ متر مکعب در سال در هکتار) و دامنه آن (حدود ۷/۳ تا ۲۷/۵ متر مکعب) از فرضیه تحقیق که ۱۰ تا ۱۵ متر مکعب بوده بیشتر است، اما در مقایسه با مقادیر گزارش‌شده رویش ارقام اصلاح‌شده صنوبر در عرصه‌های پژوهشی کشور بین ۱۷ تا ۵۴ متر مکعب در سال در هکتار برای *P. nigra* ( Hemmati & Modir - Rahmati, 2002, 2005; Noori et al., 2010) و همچنین عملکرد صنوبرکاری‌های محلی کشورهایی مانند ترکیه با متوسط ۲۶/۶ متر مکعب (Tunctaner & Ozel, 2008) و کانادا با رویش بین ۲۶/۳ تا ۴۹/۹ متر مکعب در سال در هکتار (Gagnon et al., 2012) کمتر است. با مقایسه میانگین رویش و سن صنوبرکاری‌های محلی استان در تحقیق حاضر با نتایج آزمایش سازگاری ارقام مختلف صنوبر در سنج با میانگین صفات قطر، ارتفاع و حجم چوب درخت در سال هفتم آزمایش (۱۳۸۶) به‌ترتیب ۰/۱۹ متر، ۱۱/۵۱ متر و ۰/۱۶ متر مکعب (در تاج بازها) و ۰/۱۶ متر، ۱۰ متر و ۰/۱۳ متر مکعب (در تاج بسته‌ها) (Yousefi & Modir Rahmati, 2011) روشن می‌شود که میانگین سالانه رویش قطری، ارتفاعی و حجم چوب درختان محلی به‌ترتیب

## References

- Asadi, F., & Bagheri, R. (1999). Investigation on poplar cultivated area change by aerial photographs and land control. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 3(1), 89-108.
- Asadi, F., Noori, F., & Yousefi, B. (2015). Growth variations in poplar (*Populus nigra* L.) plantations in riverbanks of Kermanshah Province. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 23(2), 209-221.

- Asadi, F., Espahbodi, K., & Sadati, S.E. (2019). Evaluation of technical defects of poplar farmings in Mazandaran province. *Iranian Journal of Forest*, 11(3), 401-414.
- Bagheri, R., Modir-Rahmati, A., Nomeirian, M., & Zobeiri, M. (2001). Qualitative, Quantitative Study of Zanjanroud Region Poplar Plantations. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 7, 35-36.
- Benomar, L., Des Rochers, A., & Larocque, G.R. (2012). The effects of spacing on growth, morphology and biomass production and allocation in two hybrid poplar clones - growing in the boreal region of Canada. *Trees*, 26(3), 939-949.
- Eslam Doost, J., Sohrabi, H., Hosaini, S.M. & Moradi, Z. (2015). Evaluation of different methods of determining the coefficient of shape to estimate the volume of planted *Populus* trees (Galadeh area-Mazandaran province). *Journal of Applied Ecology*, 4(12), 67-76.
- Faal-Khah, I., Ramezan Kakroudi, E., Alijanpour, A., & Banch Shafiei, A. (2016). The effect of spacing on quantitative and qualitative characteristics of black poplar (*Populus nigra* L.). *Journal of Forest Research and Development*, 2(4), 337-351.
- FAO (2012). Poplar and willows sustainable livelihoods and rural development. *International Poplar Commission, 24th session Dehradun, India*, 226pp.
- FAO (2016). Poplar and other fast growing trees renewable resources for future green economics. *International Poplar Commission, 25th session Berlin, Germany*, 106pp.
- Gagnon, D., Fortier, J., Truax, B., & Lambert, F. (2012). High yield and carbon storage in 9- year-old hybrid poplar riparian buffers in southeastern Canada. *24th Session of International Poplar Commission*, 30 Oct-Nov 2012, India, Dehradun, 228p.
- Ghasemi, R., & Modirrahmati, A. (2003). Experiment of adaptation & study of poplar (closed crown colonies) different colonies wood production level in Karaj region. *Periodical of Iran's Forest & Poplar Researches*, 11(3), 359-390.
- Ghasemi, R. (2008). *Final report of the research project on the adaptation of suitable clones in the Karaj region*. Research Institute of Forests and Rangelands of Iran, 75 pp.
- Hanafi, A., & Hatami, I. (2013). Preparation of Kurdistan province climate map using geographic information systems. *Quarterly Journal of Geographic Information Technology Sepehr*, 22, 28-24.
- Heshmatol Vaezin, S.M., Khezriyan, B., Namiranian, M., Hajjarian, M., Janat Babaii, M., & Shaykhanlooy Milan, M. (2020). Determining the economically optimal planting interval, planting pattern and rotation age for high-yielding black poplar (*Populus nigra* L.) clones in West Azerbaijan province, Iran. *Iranian Journal of Forest*, 129(2), 233-256.
- Hemmati, A., & Modir-Rahmati, A.R. (2002). Results of adaptation trial for high yielding poplar clones in west of Kermanshah's paper industries. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 8, 59-86.
- Hemmati, A., & Modir-Rahmati, A.R. (2005). Effects of spacing on yield of various clones of *Populus nigra* (L.). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 13, 343-352.
- Jahanpour, F., Badehian, Z., & Soosani, J. (2019). Investigating the efficiency of the carbon sequestration in above-ground biomass of some populous clones. *Iranian Journal of Forest*, 11(2), 195-205.
- Kazemi Najafi, S., Sadaty, S.A., & Ebrahimi, A. (2012). The effect of planting and planting distance on tensile stress in spruce trees. *Forest and Products of Wood (Natural Resources of Iran)*, 65(2), 187-197.
- Marcel, V., & Oscar, F. (2000). *History of the International Poplar commission (IPC)*, FAO United Nation. Rome, Italy.

- Modir-Rahmati, A.R. (2016). The development of wood farming is inevitable and vital to the country. Publications of the Institute of Forestry and Rangelands of Iran. *Nature of Iran Journal*, 1(1), 14-21.
- Noori, F., Asadi, F., & Modir - Rahmati, A.R. (2010). Growth and wood production of 10 poplar clones (*Populus nigra*) at the second harvesting period in Kermanshah. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 17(4), 534-543.
- Organization of Management and Planning of Kurdistan Province (OMPK). (2018). *Statistical Journal of Kurdistan Province*, 2017. First volume (land and climate), second (population), seventh (industry), and tenth (commercial and hotel), 308 pp.
- Ozcelik, R., & Eler, U. (2009). Effects of release cutting on the development of young natural Lebanon cedar (*Cedrus libani* A. Rich) stands of western Mediterranean region of Turkey. *Journal of Environmental Biology*, 30(2), 179-182.
- Ragauskas, A., Williams, C.K., Davison, B., Britovsek, G., Cairney, J., Eckert, C.A., Frederick, - WJ., Hallett, J., Leak, D.J., Liotta, C.L., Meilenz, J.R., Murphy, R., Templer, R., & Tschaplinski, T. (2006). The path forward for biofuels and biomaterials. *Science*, 311, 484– 489.
- Rowland, D.L., Biagini, B., & Evans, A.S. (2000). Variability among five riparian cottonwood (*Populus fremontii* Wats.) populations: An examination of size, density, and spatial distribution. *Western North American Naturalist*, 60(4), 384-393.
- Sabeti, H. (1994). Forests, trees and shrubs of Iran. *University of Yazd, Yazd, I.R. Iran*, 810 pp.
- Salari, A. (1999). *The final report of the research project on the adaptation of suitable poplar clones in West Azarbaijan*. Research Institute of Forest and Rangelands, 78 pp.
- Sharifi, M. (2015). *Detailed results of agricultural census in Kurdistan province*. Organization of Management and Planning of Kurdistan Province. 101 pp.
- Sobhani Fard, Y. (2018). *Advanced statistical analysis*. University Press of Imam Sadegh. second edition, 426 pp.
- Soheili Esfahani, S., & Fallah, A. (2014). Quantitative and qualitative characteristics of *Populus alba* L.) and *Populus nigra* L. trees in hand-planted stands in the west of Isfahan province. *Journal of Forests and Wood Products, Iranian Journal of Natural Resources*, 7(1), 244-233.
- Tunctaner, K., & Ozel, H.B. (2008). Adaptation of some poplar clones to the lake district in Turkey. *SUD Orman Fakultesi Dergisi*, 1, 61 – 67.
- Yemshanov, D., & McKenney, D. (2008). Fast-growing polar plantations as a bioenergy supply source for Canada. *Biomass Bioenergy*, 32, 185–197.
- Valizadeh, M., & Moghaddam, M. (1994). *Experimental plans in agriculture*. Pishtaz e Elm Publications, Tabriz, 350 pages.
- Yousefi, B. (2009). *Poplar; botany, importance, agriculture and its development plan*. Agricultural Research Center and Natural Resources of Kurdistan. 29 pp.
- Yousefi, B., & Modir-Rahmati, A. (2011). Survey on adaptation and wood yield of *Populus nigra* clones in comparative populetum of Sanandaj (final stage). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 19(3), 283-299.
- Yousefi, B., Kalagari, M., & Mardani, F. (2020a). *Investigation of poplar plantations in different regions of the country - first phase (Kurdistan province)*. Research Institute of Forest and Rangeland (RIFR), No, 6723.
- Yousefi, B., Haydari, M., & Vafaei, S. (2020b). *Survey of distribution and surveying of poplar cultivations in the country using Sentinel 2 satellite data - First phase (Kurdistan province)*. Research Institute of Forest and Rangeland (RIFR), No, 6794.



*Research Article*

## Survey of qualitative and quantitative characteristics of local *Populus spp.* trees (Case study: Kurdistan province)

B. Yousefi<sup>1\*</sup> and M. Kalagari<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Associate prof., Research Division of Natural Resources, Kurdistan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center (AREEO), Sanandaj, I. R. Iran

<sup>2</sup> Associate prof., Poplar and Fast growing Trees Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, I. R. Iran

(Received: 26 September 2020, Accepted: 20 September 2021)

### Abstract

Due to the lack of documentation on local poplar farms, 50 sample plots in Kurdistan province were random-systematically- selected and their habitat and vegetative characteristics were recorded in 2018. For quantitative vegetative traits such as tree diameter and height, 30 trees within sample plot were randomly measured and data were analyzed based on nested design (including the factors of city, poplar plot within the city and trees within the plot in the city) and for qualitative traits, their frequencies were calculated. The results showed that 92% of the poplars in the province belonged to the *Populus nigra* and 8% of them belonged to *P. alba*. About 80% of the poplars in the province were closed crown with right trunk and 20% had a wide crown with wavy trunk and multi-stemmed. About 90% of the sprouts were directly planted with 50- 150 cm (Khalf) cuttings in groups, cultivated at the margins of the river, agriculture and garden, and were more than 6 years old. The average age of poplar stands was 17.2 years old and about 65% of them were second or third stage sprout farms. The average of poplar areas was 1628 m<sup>2</sup> with average of 1481 trees per hectare, average survival rate of trees 35.8%. The mean of tree DBH and height were 0.17 and 14.2 m, respectively and mean of tree volume and wood volume per hectare equal to 0.21 and 308.43 m<sup>3</sup>, respectively. Also, the mean of the average annual volume growth was 17.73 (range: 7.3-27.5) m<sup>3</sup>/ha and there were significant differences ( $p \leq 0.01$ ) among the cities of the province as well as the stands in the cities for the mentioned quantitative characteristics. The results showed that the time of exploitation of the native poplar stands was 2.5 times more than modified and industrial farms, the planting density of trees was 8-10 times higher but the diameter, height and volume of wood of the native stands were 40%, 54% and 45% respectively of them. In addition, based on the results, most of poplar farms of Kurdistan province were as a complementary cultivation with traditional planting methods and low wood yield and non-competitive with conventional cultures, thus, should be improved in the wood cultivation and production programs.

**Key words:** Condition assessment, *Populus spp.*, wood farming, wood production.