اهمیت گیاه زرشک گونه *Berbrries thunbergii* DC. در ذخیره کربن و مقایسه مقدار آن در اندام‌های مختلف

*سمیه ناصری[۱]، طاهره پروانه[۲]، سحر اخلاق پور [۳]

۱عضو هیات علمی بخش تحقیقات جنگل و مرتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، سمنان، ایران.

۲عضو هیات علمی بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان(شاهرود)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شاهرود، ایران.

۳ دانش آموخته کارشناسی ارشد مهندسی کشاورزی علوم خاک- مدیریت حاصلخیزی و زیست فناوری خاک، گرایش شیمی و حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه- کارشناس آزمایشگاه.

*نویسنده مسئول: s.naaseri@gmail.com

چکیده

جذب کربن در اندام‌های گیاهان و یا ذخیره آن در خاک محل رویش آن‌ها، یکی از ارزان‌ترین راهکارهای مقابله با تغییرات اقلیمی ناشی از افزایش گازهای گلخانه‌ای و اثرات منفی آن بر آب و هوای کره زمین به شمار می‌رود. توان گونه‌های مختلف و حتی هر یک از اندام‌های گیاهی در جذب و ذخیره کربن متفاوت است. گونه زرشک زینتی، درختچه‌ای است که به طور گسترده در فضای سبز شهری مورد استفاده قرار می‌گیرد. لذا با هدف تعیین مقدار اهمیت آن در جذب و ذخیره کربن، آزمایشی بدین صورت انجام شد که پس از تکمیل مرحله رشد رویشی و در زمان ظهور میوه‌ها در اوایل پاییز، تعدادی از درختچه‌های این گونه، از سطح شهر سمنان به صورت تصادفی انتخاب و نمونه‌برداری از برگ، شاخه‌های یکساله، شاخه‌های چند ساله، میوه و ریشه انجام گرفت. درصد کربن آلی در نمونه‌ها با روش احتراق خشک در کوره الکتریکی اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که از نظر مقدار کربن ذخیره شده در اندام‌های مختلف گیاه، برگ زرشک، کمترین مقدار کربن (۰/۵۲ گرم) را داشت و با سایر اندام‌ها از این نظر اختلاف معنی‌دار نشان داد. بیشترین مقدار ذخیره کربن به‌ترتیب در شاخه‌های چند ساله، ریشه، میوه زرشک و شاخه یکساله اندازه‌گیری شد. هرچه چگالی اندام گیاهی بیشتر باشد، مقدار ذخیره کربن در آن افزایش می‌یابد، لذا علاوه بر کاربردهای زینتی این گونه زرشک، با توجه به شاخساره گسترده و همچنین ریشه سخت آن، کشت آن به عنوان گونه هدف جهت اهداف تجارت کربن قابل توصیه است.

کلمات کلیدی: زرشک زینتی، زیتوده گیاهی(بیومس)، ذخیره کربن، گرمایش جهانی

مقدمه

در سال‌های اخیر، پدیده تغییر اقلیم به عنوان نگرانی عمده جوامع بشری در سطح جهان مطرح بوده است. تغییر اقلیم به صورت مستقیم و غیرمستقیم تاثیرات بسیار زیادی بر اکوسیستم‌ها، تامین امنیت غذایی و اقتصادی کشورهای جهان داشته است. نمونه‌هایی از این قبیل اثرات شامل تغییر در عملکرد کمی و کیفی پوشش گیاهی، میزان تجزیه، تغییر در فصل رویش، تغییر در مرز بین علفزارها، بوته‌زارها، جنگل‌ها و دیگر اکوسیستم‌ها، تغییر در چرخه فتوسنتز، تغییر در تبخیر و تعرق و رواناب، افزایش فرسایش پذیری خاک و کاهش کیفیت آن، اثرات آن بر فراوانی آتش‌سوزی، تغییر در بهره‌وری دام و تولید مواد غذایی، درآمد و سودآوری در سطوح محلی، منطقه‌ای و ملی می‌باشند (کمبرز و پلانت، ۲۰۰۸).

در تجارت کربن، برای آن ارزش اقتصادی در نظر گرفته می‌شود و افراد، شرکت‌ها یا کشورهای مختلف امکان تجارت آن را خواهند داشت. اگر کشوری کربن بخرد، در حال خرید حق سوختن آن است و کشوری که کربن می‌فروشد، از حقوق سوختن آن دست می‌کشد. مقدار کربن بر اساس توانایی کشور در ذخیره‌سازی آن یا جلوگیری از انتشار آن در جو است و هرچه ذخیره آن بهتر انجام گیرد، هزینه بیشتری بابت آن پرداخت خواهد شد.

راهکارهایی چون به دام انداختن و ذخیره کربن از منابع بی‌ثبات در منابع پایدار و ماندگار همچون خاک و گیاهان به عنوان روشی مقرون به صرفه و سازگار با محیط زیست بسیار مورد توجه است (یوسفی و همکاران، ۱۳۹۶). در این زمینه یکی از مهم‌ترین اقدامات، توسعه کشت گیاهان و ایجاد فضاهای سبز برای استفاده از تاثیرات فیزیکی و طبیعی این فضاها در سیستم شهری و بازدهی‌های مختلف اکولوژیکی، اجتماعی و اقتصادی آن‌ها است (امینیان و امینیان، ۱۳۹۳). سرانه پیشنهادی سازمان ملل برای کاربری فضای سبز ۲۵–۲۰ مترمربع و سرانه پیشنهادی سازمان مسکن و شهرسازی ۱۲–۷ مترمربع است (عسگری، ۱۳۸۰). بنابراین با توجه به حجم و گستردگی قابل‌توجه این اراضی در کشور، مقدار ترسیب کربن در این اکوسیستم‌ها می‌تواند قابل توجه باشد.

زرشک زینتی (*Berberis thunbergii* DC.) گیاهی است که به طور گسترده در توسعه فضای سبز شهری مورد استفاده قرار می‌گیرد. این گیاه، بومی ژاپن و نقاط معتدل نیمکره شمالی به صورت درختچه‌ای تیغ‌دار با شاخه های چوبی قرمز، قهوه‌ای یا زرد است. درختچه زرشک زینتی عموما ارتفاعی به اندازه یک تا دو متر با برگ‌های تخم مرغی و سرنیزه‌ای به رنگ سبز، قرمز و زرشکی دارد. گل‌های زرد رنگ این درختچه به صورت خوشه‌ای و در اواخر بهار ظاهر می‌شوند و میوه‌های کاملا رسیده سرخ رنگ در پاییز به چشم می آیند. کاربرد درختچه‌های زرشک مقاوم به سرما و کم آبی می تواند به صورت پرچین و یا تک درخت‌های زینتی باشد (کنشلو، ۱۳۹٤).

نتایج تحقیقات مختلف نشان می‌دهد که توان گونه-های مختلف در میزان جذب و ذخیره‌سازی کربن با یکدیگر متفاوت است. بنابراین در شرایط یکسان و با در نظر داشتن نیازهای اکولوژیکی گیاهان، انتخاب گونه‌هایی که توان بالایی در جذب و ذخیره کربن دارند، باید به‌طور ویژه مد نظر قرار گیرد. لذا آگاهی از نقش انواع گیاهان در ترسیب کربن، می‌تواند در برنامه‌ریزی جهت طراحی فضای سبز شهری و انتخاب گونه‌های مناسب جهت تامین این رویکرد در کنار طراحی مناسب مناظر شهری مد نظر قرار گیرد. لذا با هدف ترویج و آگاهی بخشی اقشار مختلف جامعه با مقوله روش های مقابله با اثرات مخرب تغییر اقلیم و ترسیب کربن به عنوان یکی از راهکارهای روبرویی با این معضل مقاله حاضر به نحوه اندازه‌گیری و تعیین مقدار کربن ذخیره شده در اندام‌های مختلف زرشک زینتی پرداخته است.

مواد و روش

اندازه گیری کربن ذخیره شده

دانستن مقدار زیتوده کل گیاه و از جمله ریشه برای محاسبه ذخیره کربن در هر گیاه ضروری است، حال آنکه استخراج کامل ریشه برخی گیاهان از جمله گونه‌های درختچه‌ای مانند زرشک بسیار دشوار است و باعث نابودی گیاه می‌شود که با اهداف زیست محیطی نیز مغایرت دارد، بدین منظور برای تخمین مقدار زیتوده ریشه بهتر است از روش‌های غیرمستقیم مانند تخمین زیتوده ریشه گیاهان با استفاده از روش‌های غیرتخریبی برآورد ریشه استفاده نمود. بـرای برآورد کربن زیتوده زیرزمینی گیاهان با روش‌های غیـرمخرب، بر اسـاس روابـط ذکر شده در برخی پژوهش‌ها و با داشتن مقدار زیتوده هوایی، یا براساس روابط نسبی ابعاد اندام‌های گیاه مـی‌توان مقدار زیتوده زیرزمینی و در نتیجـه کـربن ذخیـره شده در آنرا به‌طور منطقی تخمین زد (پونس و همکاران، ۲۰۰٤). لذا جهت اندازه گیری مقدار کربن آلی ذخیره شده در گیاه زرشک زینتی، در این پژوهش حجم مشخصی از گیاه شامل شاخه‌های یکساله و چندساله، برگ و میوه در ده تکرار از پایه‌های مختلف برداشت شده و وزن آن به کل گیاه تعمیم داده شد. پس از تعیین زیتوده کل گیاه لازم است از هر قسمت برای تعیین مقدار کربن آلی نمونه‌برداری صورت گیرد. در زیتوده هوایی گیاه زرشک زینتی به علت اینکه ضخامت شاخه‌ها در تمام قسمت‌های گیاه یکسان نیست، نمونه‌برداری از شاخه‌های یکساله و چند ساله با ضخامت‌های مختلف و همچنین برگ و میوه انجام شد. همچنین مقدار کربن ذخیره شده در ریشه نیز با نمونه‌برداری از آن مشخص گردید و مقدار ذخیره کربن با ترکیب رابطه حجم، دانسیته خشک و ضریب کربن محاسبه شد. نمونه‌هـای گیـاهی پس از شستشو، خشک، توزین و آسیاب شـدند و درصد رطوبت آنها با قراردادن در آون ۷۵ درجـه به مدت ۲٤ ساعت اندازه‌گیری شد. بـرای تعیـین درصـد کربن آلی در هر گرم از نمونه از روش احتراق خشک در کوره الکتریکی با دمای ٤۵۰ درجه سانتیگراد و به مدت سه ساعت استفاده گردید(استوکمن و همکاران، ۲۰۱۳، جعفری حقیقی، ۱۳۸۲). تفاضل وزن پس از قـرار دادن در کـوره و وزن اولیه معرف مقدار خاکستر گیاهی و میـزان کـاهش وزن ماده بجا مانده در کوره طبق رابطه زیر برابر ماده آلی اسـت: $\% OM = \frac{DW-AW}{DW} \times 100$

رابطـه (۱)

که در آن OM ماده آلی (درصد)، AW وزن خاکستر (گرم) و DW وزن خشک نمونه (گرم) است. بررسی‌ها نشان می‌دهد کربن آلی برابر ۰/۵۸ ماده آلی موجود در گیاه است، بنابراین : $\% OC = \%OM \times 0.58$

رابطه (۲)

برای انجام تجزیه و تحلیل‌های آماری و تعیین معنی-داری اختلاف موجود و مقایسه میانگین بین اندام‌های مختلف گیاه از آزمون دانکن استفاده شد.

نتایج

نتایج این بررسی نشان داد که اندام‌های با چگالی بیشتر، دارای بیشترین مقدار ذخیره کربن بوداند و بیشترین مقدار آن به ترتیب در شاخه‌های چند ساله، ریشه، میوه زرشک و شاخه یکساله مشاهده شد. اگرچه بین مقدار کربن در هر گرم از ماده خشک ریشه‌ها، شاخه‌های یکساله، میوه و شاخه چندساله اختلاف معنی-داری مشاهده نشد اما بافت برگ با مقدار ۰/۵۲ گرم کربن آلی در هر گرم وزن خشک گیاه با اختلاف معنی‌داری دارای کمترین مقدار ذخیره کربن بود(جدول ۱). وزن خشک زیتوده هوایی گیاه به‌طور متوسط ٤/٤۵ کیلوگرم برآورد گردید و بر اساس روابط ارائه شده وزن خشک ریشه گیاه ۰/۹۱ کیلوگرم تخمین زده شد. بدین ترتیب براساس محاسبات به‌طور متوسط هر پایه از گیاه زرشک زینتی قابلیت ذخیره ۲/۹۲ کیلوگرم کربن آلی را در اندام-های خود داراست (جدول ۲).

جدول ۱) مقایسه مقدار کربن آلی در اندام‌های مختلف گیاه زرشک زینتی

فاکتور مورد بررسی	مقدار (گرم)
میانگین کربن آلی در هر گرم برگ	۰/۵۲۰ [b]
میانگین کربن آلی در هر گرم شاخه یکساله	۰/۵٤۱ [a]
میانگین کربن آلی در هر گرم میوه	۰/۵٤۵ [a]
میانگین کربن آلی در هر گرم ریشه	۰/۵٤۷ [a]
میانگین کربن آلی در هر گرم شاخه چند ساله	۰/۵۵۳ [a]
میانگین کربن آلی در هر گرم از گیاه *زرشک زینتی*	۰/۵٤۰ [a]

میانگین های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی داری ندارند.

جدول ۲) نتایج برآورد زیتوده گیاه و ذخیره کربن در هر پایه از گیاه زرشک زینتی

فاکتور مورد بررسی	مقدار (گرم)	درصد
وزن خشک کل زیتوده هوایی (گرم)	٤٤۵۰	83
وزن خشک کل زیتوده ریشه (گرم)	۹۱۰	17
میانگین کربن ذخیره شده در کل اندام هوایی (گرم در پایه)	۲٤۳۰	83.22
میانگین کربن ذخیره شده در ریشه (گرم در پایه)	٤۹۰	16.78

پژوهشهای بسیاری در زمینه نسبت ترسیب کربن در ریشه به ساقه گیاه وجود دارد. در این رابطه می‌توان به پژوهش برت و دانجون (۲۰۰٦) اشاره نمود که با مطالعه ترسیب کربن در گونه‌های کاج در جنوب غربی فرانسه نشان دادند که ترسیب کربن در ساقه حدود ۵۳ ٪ و در ریشه کمتر و حدود ۵۱ ٪ است. ریتسون و سوچاکی (۲۰۰۳) در مطالعه گونه‌های *Pinus pinaster* بیان نمودند که ترسیب کربن در ساقه این گیاهان بیش از ریشه است. که نتایج پژوهش حاضر نیز هم راستا با نتایج تحقیقات پیشین و موید آنهاست. طیبی و همکاران (۱۳۹۸) میزان توانمندی دو گونه یکساله که در طرح‌های توسعه فضای سبز به‌طور گسترده استفاده می‌شوند، را از جهت ذخیره کربن مورد بررسی قرار دادند. نتایج بررسی ایشان نشان داد درصد کربن موجود در گیاهان اطلسی(*Petunia hybrida*) و جعفری (*Tagetes patula*) به ترتیب در برگ ٪ ۳۵/٦۹، ٪۴۱/۳۱ ، در ساقه ٪ ٤٤/۲۳ و ٪ ٤۳/٤۱ و در ریشه ٪ ٤۵/۵۷ و ٪ ۳۸/۱٦ بوده است. عملکرد ذخیره کربن در ساقه و ریشه گیاه اطلسی نسبت به جعفری کارایی بالاتری را نشان داده است و گیاه اطلسی در طرحهای گسترش فضای سبز شهری منجر به ذخیره بیشتر کربن در مقایسه با گل جعفری شده است. نتایج این پژوهش نشان‌دهنده برتری اندامهای مختلف گیاه زرشک زینتی از نظر ذخیره کربن در مقایسه با دو گیاه یکساله جعفری و اطلسی بوده است.

توصیه ترویجی

با توجه به اینکه در شرایط یکسان، کشت گیاهان درختی و درختچه‌ای نظیر گونه زرشک زینتی که گیاهانی چند ساله هستند و نیازی به عملیات خاکورزی هرساله ندارند، در مقایسه با گیاهان یکساله (با میزان بیومس تولیدی بیشتر)، ظرفیت بیشتری برای ذخیره کربن در خاک را مهیا کرده و از دیدگاه اقتصادی نیز مقرون به-صرفه و از نظر زیست محیطی، پایدارتر است، لذا توسعه کشت آن در فضای سبز کشور با دیدگاه تجارت کربن می‌تواند مورد توجه قرار گیرد. البته تحقیقات متعدد گویای آن است که گیاهان مختلف دارای قابلیتهای متفاوتی از نظر ذخیره کربن هستند وفرم رویشی گیاهان، دوره رویشی آنها (یکساله یا چند ساله بودن گیاهان)، تراکم کاشت، عملیات خاکورزی از جمله مهمترین مواردی هستند که بر مقدار کربن ذخیره شده در گیاهان و خاک اثرگذار خواهد بود. در این میان، ریشه‌ها نقش کلیدی در فرآیند ترسیب کربن در اکوسیستم‌ها دارند و بزرگترین منبع ورود کربن به خاک هستند، بنابراین هرچه چگالی ریشه گیاهان بیشتر باشد، مقدار کربن ذخیره شده در آن نیز افزایش می‌یابد. توسعه کاشت و پرورش گیاهان

با ریشه‌های عمیق‌تر و متراکم‌تر به‌طور همزمان می‌تواند باعث بهبود ساختار و ذخیره کربن در خاک شود. لذا علاوه بر کاربردهای زینتی و استفاده از گونه زرشک زینتی در طراحی منظر، با توجه به شاخساره گسترده و همچنین ریشه سخت این گیاه، کشت آن به‌عنوان گونه هدف جهت مقاصد تجارت کربن قابل توصیه است.

فهرست منابع

۱. ارزانی ح. عابدی م. ۱۳۹٤. ارزیابی مرتع: اندازه گیری پوشش گیاهی (جلد دوم). انتشارات دانشگاه تهران. چاپ دوم. ۳۰۵ صفحه.

۲. امینیان، محسن.، امینیان، مهدی. ۱۳۹۳. توسعه ی پایدار فضای سبز شهری با رویکرد مدیریت یکپارچه شهری. ششمین همایش ملی برنامه ریزی و مدیریت شهری ،با تاکید بر مولفه های شهر اسلامی، مشهد. ۱۲ و ۲۲ آبان.

۳. بیژن زاد، م . ۱۳۸۰توصیه‌هایی در مورد مکان یابی، طراحی و نگهداری پارک‌ها و فضای سبز. انتشارات سازمان پارک‌ها و فضای سبز. چاپ اول. تهران.

٤. جان پرور، حسین.، سالارپور، ماشاالله.، پورمردان ،وحید. ۱٤۰۰. برآورد منافع اقتصادی حاصل از ترسیب کربن در اراضی زراعی گندم دشت سیستان. فصلنامه پژوهش های علوم کشاورزی پایدار. ۱(۲) .۹۰-۷۷.

۵. جعفری حقیقی، م. ۱۳۸۲. روش‌های تجزیه خاک: نمونه‌برداری و تجزیه‌های مهم فیزیکی و شیمیایی با تاکید بر اصول تئوری و کاربردی. انتشارات ندای ضحی. چاپ اول. ۲٤۰صفحه.

٦. طیبی، سید شهاب الدین.، برق جلوه، شهیندخت.، سلیمانی، ساردو. ۱۳۹۸. سنجش عملکرد ذخیره کربن گونه‌های اطلسی (*Petunia hybrida*) و جعفری (*Tagetes patula*) جهت تدوین الگوی برنامه‌ریزی بهینه در فضای سبز شهری (کلانشهرکرمان). فصلنامه علوم محیطی. ۱(۳). ۷٤-٦۱.

۷. عسگری، ع. رازانی، اسد.، رخشانی، پدرام. ۱۳۸۱. طرح جامع شهر تهران. برنامه ریزی کاربری اراضی شهری. چاپ اول، انتشارات نورقلم.

۸. کریمی، ج. ۱۳۸۹. فضای سبز شهری از نگاه برنامه ریزی شهری، چاپ اول، انتشارات بادبادک، تهران.

۹. کنشلو، هاشم. ۱۳۹٤. جنگل‌کاری در مناطق خشک، جلد دوم: معرفی گونه‌های مناسب ناحیه ایرانو – تورانی. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور. چاپ اول. ۵۱۲ صفحه.

۱۰. یوسفی، محمد.، خرمی وفا، محمود.، مهدوی دامغانی، عبدالمجید.، محمدی، غلامرضا.، بهشتی آل آقا، علی. ۱۳۹٦. 'ارزیابی ترسیب کربن و ارزش اقتصادی آن در جنگل‌های بلوط ایرانی: بررسی موردی در منطقهٔ حفاظت‌شده بیستون. فصلنامه علوم محیطی. (۳) ۱۵. ۱۳٤-۱۲۳.

11. Bert, D., Danjon, F. 2006. Carbon concentration variations in the roots, stem and crown of mature *Pinus pinaster* (Ait.). Forest Ecology and Management, 222(1-3), pp.279-295. Chambers Jeanne C., Mike Pellant. 2008. Climate Change Impacts on Northwestern and Intermountain United
12. States Rangelands. Rangelands. Vol. 30, No. 3, pp. 29-33.
13. Javadi, S.A., Naseri, S., Jafari, M. and Zadbar, M., 2011. Estimating the production in two shrub species of Atriplex *canescens* and *Haloxylon ammodendron* using some morphological parameters. African Journal of Agricultural Research, 6(2), pp.313-317.
14. MacDicken, K.G. 1997. A guide to monitoring carbon storage in forestry and agroforestry projects. Forest Carbon Monitoring Program. USA, Winrock International Institute for Agricultural Development.
15. Ponce-Hernandez, Raul., Koohafkan, Parviz., Antoine, Jacques. 2004. Assessing carbon stocks and modelling win-win scenarios of carbon sequestration through land-use changes. Food & Agriculture Org., Dey 11, 1382 AP - Business & Economics - 156 pages.
16. Ritson, P. and Sochacki, S., 2003. Measurement and prediction of biomass and carbon content of *Pinus pinaster* trees in farm forestry plantations, south-western Australia. Forest Ecology and Management, 175(1-3), pp.103-117.
17. Stockmann U. Adams MA. Crawford JW. Field DJ. Henakaarchchi N. Jenkins M. Minasny B. McBratney AB. Courcelles VR. Kanika S. Wheeler I. Abbott L. Angers DA. Baldock J. Bird M.

Brookes PC. Chenu C. Jastrow JD. Lal R. Lehmann J. O'Donnell AG. Parton WJ. Whitehead D. Zimmermann M. 2013. The knowns, known unknowns and unknowns of sequestration of soil organic carbon. Agriculture, Ecosystems and Environment. 164. 80– 99.