نیشکر، مؤثرترین گیاه زراعی تولیدکننده اکسیژن و تثبیت‌کننده گازکربنیک

◆محمد باقرگلستان Golestan@sugercane.ir
مدیریت محیط زیست، شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی

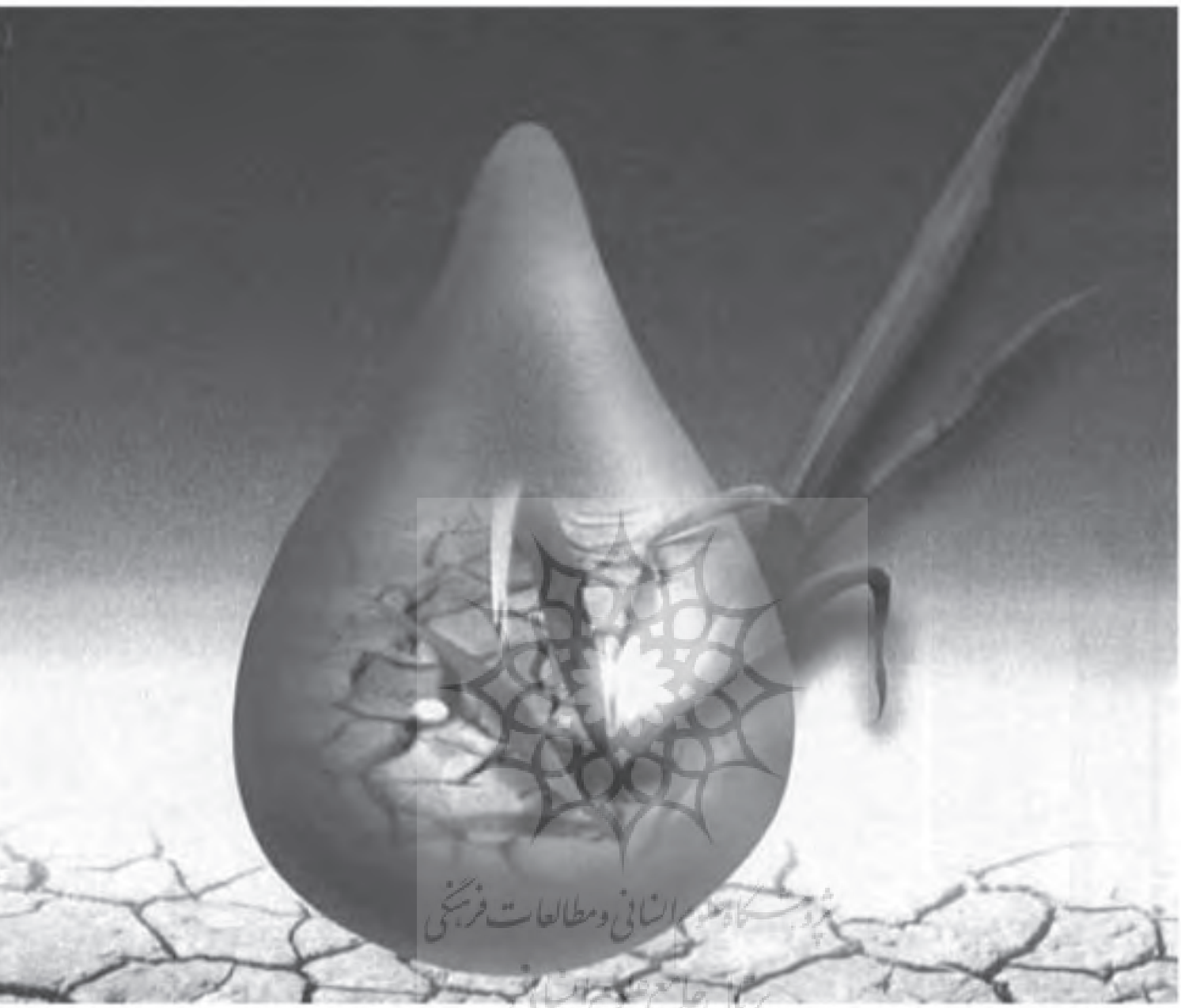
پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مقدمه

در حال حاضر فضای سبز ایجاد شده بوسیله گیاه نیشکر در استان خوزستان بالغ بر ۵۰۰.۰۰۰ هکتار می‌باشدکه معادل ۴۱/۶٪ وسعت کل اراضی آبی و دیم استان را شامل می‌گردد.

نیشکر از مهمترین گیاهان تبدیل‌کننده انرژی خورشید به مواد مغذی بوده و میزان کالری که تولید می‌کند نسبت به گیاهان دیگر بیشتر است. در این راستا تثبیت گاز کربنیک اتمسفر در اثر پدیده فتوسنتز نقش مهمی را در تداوم حیات ایفاء می‌نماید که در نتیجه آن CO_2 بکمک انرژی خورشید با آب ترکیب شده و هیدرات کربن و اکسیژن را بوجود می‌آورد.

سطح سبز ایجادشده توسط گیاه نیشکر بدلیل تعداد انبوه، سطح وسیع برگ‌ها و مقدار سطح سبز ایجادشده در مقایسه با سایر گیاهان زراعی از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار می‌باشد. با توجه به اینکه مقدار سطح برگ در گیاهان بعنوان منبع اصلی تولید مواد فتوسنتزی و تثبیت‌کننده دی‌اکسیدکربن بشمار می‌رود، شاخص سطح برگ نیشکر بعنوان معیاری جهت اندازه‌گیری توسعه برگ بمنظور دریافت هر چه بیشتر نور و تولید مواد آلی در نیشکر مورد استفاده قرار می‌گیرد که عبارت از مقدار مساحت برگ تولید شده بر مساحت زمین زیر کشت می‌باشد، بطوریکه مقدار شاخص سطح برگ در زمان حداکثر فعالیت گیاه به ازاء هر هکتار از اراضی کشت نیشکر، بمیزان ۶ تا ۸ هکتار سطح سبز برگ اندازه‌گیری شده است. با توجه به سطح زیر کشت نیشکر در استان خوزستان که حدوداً ۷۰.۰۰۰ هکتار خواهد شد، سطح سبزی بوسعت حدود ۵۰۰.۰۰۰ هکتار از طریق تولید برگ‌های نیشکر بوجود خواهد آمد وبا توجه به وسعت کل اراضی تحت کشت آبی و



دیم استان خوزستان که حدوداً ۱.۲۰۰.۰۰۰ هکتار می‌باشد، مجموعاً معادل ۴۱/۶٪ وسعت کل اراضی تحت کشت آبی و دیم استان را شامل می‌گردد.

نیشکر از جمله گیاهان چهار کربنه بوده که در نتیجه پدیده فتوسنتز حدوداً ۹۰-۵۰ میلی‌گرم بر دسی‌مترمربع در ساعت گازکربنیک موجود در هوا را جذب می‌نماید، با اتکاء به آزمایشات و تعمیم بخشی از نتایج آن به شرایط اجرائی، می‌توان نقش مثبت سطح سبز نیشکر را در تصفیه و پالایش گازهای آلاینده و نامطلوب بخوبی استنباط نمود، چنانچه نیشکر از نظر حجم بالای مصرف گازکربنیک، تولید اکسیژن و برقراری تعادل در اتمسفر از موقعیت ممتازی برخوردار بوده و کشت آن می‌تواند بعنوان یک گیاه استراتژیک در زمینه کاهش اثرات گازهای گلخانه‌ای و جلوگیری از گرم شدن زمین مدنظر قرار گیرد. از سوی دیگر فرآیند تولید اکسیژن در گیاه نیشکر مورد توجه است و طبعاً مصرف بیشتر گازکربنیک، افزایش حجم اکسیژن اتمسفر کره زمین را بدنبال خواهد داشت. میزان تاثیرگذاری گیاهان چهار کربنه بویژه نیشکر در ایجاد تعادل گازی در اتمسفر ارتباط زیادی به مجموعه سطح زیر کشت این گیاهان دارد و طبیعی است هر چه سطح زیر کشت نیشکر بیشتر باشد، این تاثیرات نیز بمراتب بیشتر خواهد شد.

نیشکر از مهمترین گیاهان تبدیل‌کننده انرژی خورشید به مواد مغذی بوده و میزان کالری که تولید می‌کند نسبت به گیاهان دیگر بیشتر است. در این راستا تثبیت گاز

سایت اینترنتی انجمن متخصصان محیط زیست ایران : www.irsen.org

کربنیک اتمسفر در اثر پدیده فتوسنتز نقش مهمی را در تداوم حیات ایفاء می‌نماید که در نتیجه آن CO_2 بکمک انرژی خورشید با آب ترکیب شده و هیدرات کربن و اکسیژن را بوجود می‌آورد. از سوی دیگر سطح سبز ایجادشده توسط گیاه نیشکر بدلیل تعداد انبوه، سطح وسیع برگ‌ها و مقدار سطح سبز ایجادشده در مقایسه با سایر گیاهان زراعی از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار میباشد، چون میزان سطح برگ در گیاهان بعنوان منبع اصلی تولیدکننده مواد فتوسنتزی و تثبیت‌کننده دی‌اکسیدکربن بشمار می‌رود، شاخص سطح برگ نیز بعنوان معیاری جهت اندازه‌گیری توسعه برگ جهت دریافت هر چه بیشتر نور و تولید مواد آلی در نیشکر مورد استفاده قرار می‌گیرد که عبارت از مقدار مساحت برگ تولید شده بر مساحت زمین زیر کشت می‌باشد، بطوریکه مقدار شاخص سطح برگ در زمان حداکثر فعالیت گیاه به ازاء هر هکتار از اراضی کشت نیشکر، بمیزان ۶ تا ۸ هکتار سطح سبز برگ اندازه‌گیری شده است. با احتساب ۸۴۰۰۰ هکتار اراضی شرکت توسعه نیشکر که شامل ۷ واحد ۱۲۰۰۰ هکتاری و در هر واحد ۱۰.۰۰۰ هکتار زیر پوشش کامل کشت نیشکر خواهد بود، بر این اساس خواهیم داشت:

۸۰/۰۰۰ تا ۶۰ ≠ (برابر سطح برگ سبز)

۸ تا ۶ ×۱۰.۰۰۰ هکتار

هکتار سطح سبز ایجاد شده در هر واحد کشت و صنعت

۵۰۰/۰۰۰≠ واحد ۷×۸۰.۰۰۰تا۶۰ هکتارسطح سبز

هکتار سطح سبز ایجادشده در ۷ واحد کشت و صنعت نیشکر

با توجه به وسعت استان خوزستان که در حدود ۵.۰۰۰.۰۰۰ هکتار می‌باشد ملاحظه می‌کنیم سطح برگ سبز تولیدی واحدهای هفتگانه توسعه نیشکر در شمال و جنوب اهواز مجموعاً معادل ۱۰٪ وسعت کل استان خوزستان می‌باشد که این وسعت سبز بطوریکه در مطالب بعدی

ملاحظه می‌گردد همواره با استفاده از انرژی خورشید و عمل تنفس و فتوسنتز در حال دریافت و تثبیت CO_2 و رهاسازی O_2 می‌باشد. بی شک یکی از مهمترین واکنش‌های شیمیایی کره زمین واکنش‌های متابولیسم کربن می‌باشد که در آن دی‌اکسیدکربن اتمسفر بعنوان منبع کربن برای سنتز قندها و نهایتاً تمام مواد آلی موجودات زنده مورد استفاده قرار می‌گیرد که به مجموعه این واکنش‌ها فتوسنتز اطلاق میشود. فتوسنتز مهمترین واکنش حیاتی کره زمین است چرا که با به گردش درآوردن چرخه‌های عظیم جذب دی‌اکسیدکربن و آزادی اکسیژن زندگی را برای نوع بشر و همه جانداران خاکی امکانپذیر می‌سازد. فتوسنتز بصورت خیلی ساده فرآیندی است که در طی آن سلول گیاهی با استفاده از دی‌اکسیدکربن و آب در حضور نور خورشید ماده آلی و اکسیژن تولید می‌نماید. این فرآیند بصورت ساده ومختصرعبارت است از: $6CO_2 + 6H_2O + \text{نور} \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$

گیاهان برای انجام فرآیندهایی مثل ساختن مواد اندوخته‌ای ساختمانی و ترکیبات متابولیکی و همچنین اعمالی چون انتقال مواد فتوسنتزی و عناصر غذایی به انرژی نیازمند هستند. گیاهان این انرژی را از فرآیندی بنام تنفس کسب می‌کنند. این فرآیند بصورت ساده و مختصر عبارت است از: انرژی + $6H_2O + 6CO_2 \longrightarrow 6O_2 + 6H_2O$

این معادله عکس رابطه‌ای است که برای توصیف فرآیند فتوسنتز بکار می‌رود. از نظر شیمیایی تنفس عکس فتوسنتز می‌باشد. اختلاف این دو فرآیند در آن است که در فتوسنتز حرکت از پایین به بالا بوده و به مقادیری انرژی آزاد خارجی نیاز دارد. بر عکس در تنفس حرکت از بالا به پایین بوده و نه تنها به چنان انرژی احتیاج نیست بلکه خود مولد انرژی آزاد نیز هست. در فتوسنتز بدلیل جذب دی‌اکسیدکربن باعث افزایش وزن خشک گیاه میشود در صورتیکه فرآیندهای تجزیه‌ای تنفس باعث آزاد شدن دی‌اکسیدکربن و کاهش وزن خشک گیاه می‌گردد.

همانطور که بیان شد فرآیند فتوسنتز در ارتباط با جذب CO_2 از محیط است. امروزه بدلیل استفاده بشر از سوخت‌های فسیلی، سوزاندن جنگل‌ها و دیگر فعالیت‌های صنعتی، غلظت CO_2 در اتمسفر افزایش یافته است. بطوریکه در طی ۱۰۰ سال گذشته غلظت آن از ۲۹۰ppm به ۳۴۰ppm رسیده است. غلظت CO_2 در اتمسفر سالانه در حدود ۱ قسمت در میلیون افزایش می‌یابد. عواقب این افزایش CO_2 موضوعی است که سخت مورد توجه دانشمندان و کارگزاران دولتی در کشورهای مختلف جهان قرار گرفته است. اگر چه CO_2 بدلیل نقشی که در فتوسنتز گیاهان داشته و بعنوان ماده اولیه غذاسازی مطرح است نمی‌توان آنرا بطور مطلق در زمره آلاینده‌های اتمسفر قرار داد با این حال افزایش CO_2 با وجود نقشی که در افزایش فتوسنتز گیاهان دارد می‌تواند موجبات دگرگونی در اتمسفر کره زمین را فراهم آورد. بدین‌صورت که کره زمین در معرض تابش مستقیم نور خورشید قرار دارد و در حالت معمول بخشی از انرژی تابشی

خورشید که به زمین تابیده است به سمت اتمسفر زمین انعکاس یافته و از آن خارج می‌شود و این شامل آن بخش از طیف نور که دارای طول موج بلند بوده و اثر گرمازایی (نور مادون قرمز) دارد نیز می‌گردد.

افزایش میزان CO_2 اتمسفر در نهایت منجر به ایجاد وضعیتی می‌گردد که اثر گلخانه‌ای (Greenhouse effect) نام دارد. در این حالت گاز CO_2 بمانند یک لایه عایق عمل کرده و مانع از خروج طیف حرارتی نور می‌گردد و در نتیجه این موضوع، اتمسفر هوا گرم شده و بدنبال آن درجه حرارت کره زمین افزایش می‌یابد که این افزایش نیز به نوبه خود می‌تواند منشاء تغییرات شگرف اقلیمی از جمله تغییر در میزان بارندگی و حتی ذوب شدن یخ‌های قطبی و زیر آب رفتن بخشی از خشکی‌ها و اراضی کشاورزی و یا کاهش ظرفیت تولیدی گیاهان زراعی باشد. از این‌رو گیاهان با انجام عمل فتوسنتز و تثبیت دی‌اکسیدکربن نه تنها غلظت CO_2 و O_2 را کنترل و ثابت نگه می‌دارند بلکه غذا و انرژی تمام موجودات غیرگیاهی را نیز تامین می‌نمایند.

در جدول شماره ۱ تخمین‌هایی از مقدار تثبیت سالانه گازکربنیک توسط گیاهان درج گردیده است

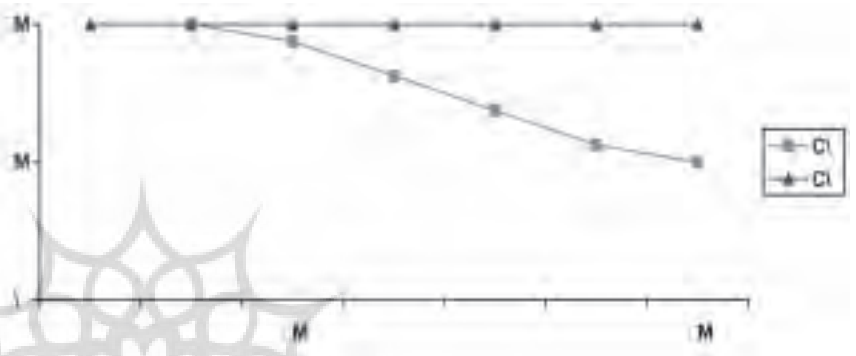
جامعه گیاهی (۱)	مساحت کیلومترمربع (۲)	کربن تثبیت شده کیلوگرم بر مترمربع در سال (۳)	کیلوگرم در سال (۴)
جنگل‌ها	۲۲×۱۰	۱/۲	۰/۶۲×۱۰
زمین شخم خورده	۳۲×۱۰	۰/۹۱	۰/۳۱×۱۰
جنگل	۲۷×۱۰	۰/۹۱	۰/۲۵×۱۰
کویر	۳۳×۱۰	۰/۰۲۵	۰/۰۱۵×۱۰
تونجرا	۲۲×۱۰	۰/۰۲	۰/۰۰۵×۱۰
کل خشکی	۱۴۹×۱۰		۱/۱×۱۰
رودخانه‌ها و دریاچه‌های شیرین	۱/۲×۱۰	۱/۱	۰/۰۱×۱۰
اقیانوس‌ها	۳۶۱×۱۰	۰/۰۸	۰/۲۹×۱۰
کل زمین	۵۱۰×۱۰	۰/۳۷	۱/۳۹×۱۰

دو نوع تخمین در جدول فوق نشان داده شده است. مقادیر ستون سوم اندازه‌گیری سرعت تثبیت کربن بوده و مقدار کربن تثبیت شده در واحد سطح در سال را نشان می‌دهد. مقادیر ستون چهارم بیانگر مقدار کل کربن تثبیت شده در سال است. جدول فوق نشان میدهد که میزان تثبیت کربن در بین جوامع مختلف گیاهی تفاوت نسبتاً زیادی دارد. مقداری از این اختلاف ناشی از تفاوت‌های عملی موجود در بین خود فرآیند فتوسنتز است. اگر اعداد جدول فوق به تن تبدیل شوند، گیاهان خاکزی سالانه 11×10^{10} تن وگیاهان آبزی $2/9\times10^{10}$ تن کربن در سال تثبیت می‌نمایند که مجموعاً بالغ بر $13/9\times10^{10}$ تن کربن در سال می‌گردد. از طرف دیگر سالانه $0/3\times10^{10}$ تن کربن بصورت ذغال، نفت و گاز طبیعی توسط انسان به مصرف می‌رسد. بروشنی می‌توان دریافت که فتوسنتز گیاهی تجارت بسیار عظیمی است.

همانطور که بیان شد تثبیت CO_2 و یا فرآیند فتوسنتز در گیاهان به چند طریق صورت می‌گیرد که مبنای طبقه‌بندی گیاهان نیز بشمار آمده و بر حسب آن گیاهان را به گونه‌های ۳ کربنه (C_3) و ۴ کربنه (C_4)

تقسیم‌بندی می‌نمایند. اکثر گیاهان زراعی ازجمله جو، گندم، سویا، چغندرقند سه کربنه و گیاهانی چون ذرت، نیشکر و سورگوم چهارکربنه بحساب می‌آیند. طی بررسی‌ها و تحقیقات بعمل آمده مشخص شده است که گونه‌های چهار کربنه C_4 مثل نیشکر نسبت به گونه‌های C_3 از بازده فتوسنتزی بیشتری برخوردار هستند. هر چند که بین گونه‌های C_3 و C_4 تفاوت‌های آناتومیکی و فیزیولوژیکی زیادی دیده می‌شود. علت افزایش راندمان گیاهان چهار کربنه C_4 مربوط به مکانیسم پیشرفته فتوسنتزی در این گونه گیاهان می‌باشد که بطور اختصار به آن اشاره می‌شود:

در چرخه کالوین آنزیمی با نام عمومی RuBisco (Ribulose Biphosphate Carboxylase Oxygenase) وجود دارد. این آنزیم دارای ماهیت دوگانه بوده و با CO_2 و O_2 میل ترکیبی داشته و واکنش انجام می‌دهد. این آنزیم در شرایطی که غلظت CO_2 افزایش یابد تبدیل به RUBP کربوکسیلاز گردیده و CO_2 را به کمک ماده RUBP تثبیت می‌نماید.



اما در شرایط کاهش غلظت CO_2 آنزیم مذکور تبدیل به RUBP اکسیژن گردیده و باعث انجام تنفس نوری می‌گردد. بررسی‌های بعمل آمده نشان می‌دهد تنفس نوری انرژی قابل استفاده‌ای برای گیاه بوجود نمی‌آورد و باعث اتلاف CO_2 تثبیت شده می‌شود. بعبارت دیگر در ساختار گیاهی و به موازات چرخه کلوین یک سیستم نشت‌کننده وجود دارد که از طریق آن قسمتی از CO_2 تثبیت‌شده، مجدداً و به سرعت به گازکربنیک تبدیل می‌گردد. یکی از مشخصات بارز برگ‌های گیاهان C_4 (نیشکر، ذرت و سورگوم) آرایش سلول‌های کلروفیل‌دار اطراف دستجات آوندی می‌باشد. سلول‌هایی که اطراف دستجات آوندی را احاطه کرده و مجموعاً به سلول‌های غلاف آوندی معروفند از یک یا چند حلقه سلول‌های بزرگ استوانه‌ای که دیواره‌های ضخیم و کلروپلاست زیادی دارند تشکیل شده‌اند که محل انجام چرخه کالوین و تجمع قند می‌باشد.

در حالی که این سلول‌ها در گونه‌های C_3 فاقد کلروپلاست هستند. یکی دیگر از ویژگی‌های بارز فتوسنتز گیاهان چهار کربنه C_4، تقسیم کارمتابولیسم کربن بین سلول‌های مزوفیل و سلول‌های غلاف آوندی می‌باشد. CO_2 اتمسفری ابتدا در سلول‌های مزوفیل با اسید فسفوانول پیرووِیک (PEP) ترکیب می‌شود. این واکنش کربوکسیلاسیون توسط آنزیمی کاتالیز شده و منجر به تشکیل یک اسید ۴ کربنه می‌گردد.

اسیدهای ۴ کربنه به سلول‌های غلاف آوندی منتقل شده و در آنجام تحت واکنش دکربوکسیلاسیون قرار می‌گیرند. CO_2 آزادشده از این واکنش بوسیله آنزیم ریبولوز بی‌فسفات کربوکسیلاز در چرخه احیای فتوسنتزی کربن در سلول‌های غلاف آوندی دوباره تثبیت می‌شود. ماده سه کربنه حاصل از واکنش دکربوکسیلاسیون در غلاف آوندی دوباره به سلول‌های مزوفیل منتقل شده و مجدداً در واکنش کربوکسیلاسیون شرکت می‌نماید.

پائین بودن نقطه جبران CO_2:

در نقطه جبران CO_2 گازکربنیک تولیدشده در تنفس درست برابر گازکربنیک مصرف شده در فتوسنتز می‌باشد یعنی سرعت تولید CO_2 حاصل از تنفس کاملاً سرعت تثبیت آن را در فتوسنتز جبران می‌کند. در آن صورت فتوسنتز حاصل در نقطه جبران CO_2 برابر صفر است فقط در صورتی که غلظت بیرونی CO_2 بالاتر از غلظت آن در نقطه جبران باشد فتوسنتز خالص مقداری مثبت خواهد شد. اندازه‌گیری‌های فراوانی در مورد نقطه جبران CO_2 برای هزاران گونه گیاهی در طول سال‌های گذشته بعمل‌آمده است. اگر درجه حرارت ۲۵ درجه سانتی‌گراد و میزان اکسیژن ٪۲۱ باشد، نقطه جبران CO_2 برای گیاهان سه کربنه C_3 در حدود ۶۰-۴۰ppm و برای گیاهان چهار کربنه C_4 مثل نیشکر در حدود ۵-۱ppm است. بنابراین می‌توان گفت که CO_2 بسیار کمی از گیاهان C_4 به اتمسفر بیرونی وارد می‌شود.

عدم حساسیت فتوسنتز گیاهان چهار کربنه C_4 نسبت به اکسیژن:

هنگامیکه غلظت O_2 در اتمسفر بیرونی از حدود ٪۲ تا حدود طبیعی ٪۲۱ بالا میرود، فتوسنتز خالص در یک گیاه چهار کربنه C_4 تغییر نمیکند. این ویژگی در شکل شماره ۱ نشان داده شده است که در آن غلظت CO_2 در حد ۳۰۰ppm نگه داشته شده و شدت نور اپتیمم بوده است. از طرف دیگر سرعت فتوسنتز خالص در یک گیاه سه کربنه C_3 به میزان قابل ملاحظه‌ای در غلظت ٪۲۱ اکسیژن در مقایسه با غلظت ٪۲ آن کاسته می‌شود. در حقیقت هر قدر غلظت اکسیژن افزایش یابد سرعت فتوسنتز خالص گیاهان C_3 نیز کاهش می‌یابد.

یکی دیگر از ویژگی‌های گیاهان چهار کربنه (نیشکر و ذرت)، غلظت درونی بسیار پایین CO_2 در برگ‌های تحت نور آنان است. ارقام انتشار یافته در این مورد برای

سایت اینترنتی انجمن متخصصان محیط زیست ایران : www.irsen.org

این گیاهان در حدود ۱۰۰ ppm و برای گیاهان سه کربنه تقریباً ۲۰۰ ppm می‌باشد. نیشکر و سایر گیاهان چهار کربنه این توانایی را دارند که CO_2 را با کارآیی بیشتری از محیط خارجی جذب نمایند. این موضوع در شکل شماره ۲ نشان داده شده است. در گیاه سه کربنه اشباع سرعت تثبیت CO_2 در غلظتی معادل ۵۰۰ ppm روی می‌دهد. بر عکس در گیاه چهار کربنه به حد اشباع خود در غلظتی بسیار پایین‌تر و معادل ۱۵۰ ppm می‌رسد. شکل شماره ۲ نشان می‌دهد که غلظت اتمسفری CO_2 (۳۰۰ ppm) برای گیاه چهار کربنه مثل نیشکر اشباع‌کننده است ولی از غلظت اشباع یک گیاه سه کربنه مثل سویا و چغندر قند فاصله دارد. کارآیی فراوان جذب CO_2 از اتمسفر خارجی توسط نیشکر و سایر گیاهان چهار کربنه، نه تنها به خاطر وجود مکش CO_2 در سلول‌های مزوفیل می‌باشد بلکه بخاطر کاهش فشار نسبی CO_2 در حین فتوسنتز نیز هست. در نتیجه شیب CO_2 از اتمسفر خارجی به محل تثبیت آن در داخل برگ برای گیاهان چهار کربنه C_4 تندتر از گیاهان سه کربنه C_3 است، وجود چنین شرایطی است که به گیاهان چهار کربنه C_4 امکان می‌دهد تا CO_2 را از محیط خارجی بربایند. درجه حرارت مناسب برای فتوسنتز گیاهان C_4 در محدوده کمتر از ۲۵ درجه سانتیگراد می‌باشد در صورتیکه برای گیاهان C_4 در محدوده ۳۰ الی ۳۵ درجه سانتیگراد است. در این درجه حرارت، سرعت فتوسنتز خالص گیاهان چهار کربنه در حدود ۲ برابر گیاهان سه کربنه خواهد بود. سرعت فتوسنتز در نور زیاد در گونه‌های C_4 بیشتر از گونه‌های C_3 است. فاکتور اصلی که در گونه‌های چهار کربنه مثل نیشکر و ذرت باعث افزایش بازده فتوسنتز می‌شود عدم وجود تنفس نوری قابل محاسبه می‌باشد در صورتیکه در گونه‌های سه کربنه مثل گندم و سویا تنفس نوری عامل اصلی دفع CO_2 در نور می‌باشد.

جمع‌بندی:

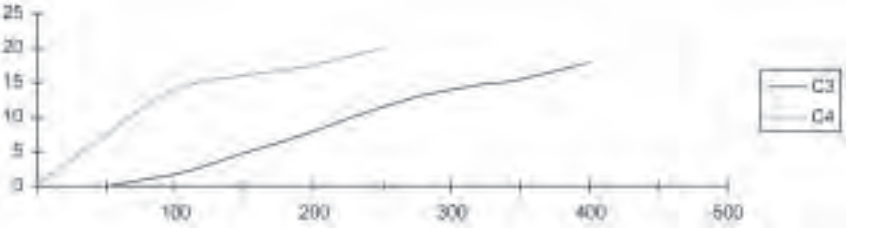
با عنایت به آنچه درباره ویژگی‌های گونه‌های گیاهی سه کربنه C_3 و چهار کربنه C_4 بیان گردید می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمود:

۱ـ گیاهان چهار کربنه C_4 از نظر جذب CO_2 در مقایسه با گیاهان سه کربنه C_3 پتانسیل بالاتری داشته و در نتیجه بازده فتوسنتزی آنان نیز بیشتر است.

۲ـ اتلاف و یا نشت CO_2 تثبیت شده در گیاهان C_4 به جهت فقدان و یا ناچیز بودن تنفس نوری دیده نشده و یا بسیار ناچیز می‌باشد که در نهایت موجب افزایش میزان فتوسنتز خواهد شد.

۳ـ گونه گیاهی C_4 نسبت به گیاهان C_3 از نظر جذب نور واکنش متفاوتی از خود نشان داده و به نقطه اشباع نوری معادل نور کامل خورشید میزان فتوسنتز در گیاهان چهار کربنه افزایش می‌یابد.

۴ـ گونه‌های گیاهی چهار کربنه C_4 با توجه به توانایی خاصی که در جذب CO_2 از خود نشان می‌دهند در غلظت پایینی از CO_2 نیز قادر به انجام فتوسنتز می‌باشند. علاوه بر آن با افزایش غلظت CO_2 از میزان فتوسنتز بالاتری نسبت به گونه‌های سه کربنه C_3 برخوردار هستند.



۵ـ از نظر سازگاری به شرایط محیطی نیز گونه‌های گیاهی C_3 و C_4 متفاوتند بطوری که گونه‌های چهار کربنه C_4 به شرایط گرم و خشک و مرطوب ولی گونه‌های سه کربنه C_3 به شرایط سرد و مرطوب سازگارند.

بنابراین گونه‌های گیاهی چهار کربنه C_4 در مجموع دارای قدرت زیادی در زمینه جذب CO_2 بوده و از طرفی در زمره گیاهان پر محصول قرار گرفته و از طرف دیگر نسبت به گونه‌های سه کربنه C_3 میزان بیشتری از CO_2 اتمسفر را جذب و در مسیر فتوسنتز قرار داده و در نتیجه باعث کاهش بیشتر میزان CO_2 اتمسفر می‌گردند و از آنجائیکه از طریق فرآیند فتوسنتز علاوه بر مواد آلی (قند) اکسیژن نیز تولید می‌گردد این دسته از گیاهان از نظر افزایش میزان O_2 اتمسفر از گونه‌های C_3 پیشی می‌گیرند. گیاهان کره زمین بعنوان مصرف‌کننده CO_2 از یک طرف موجبات تولید غذا و ادامه حیات را فراهم نموده و از طرف دیگر عاملی در جهت کاهش اثر گلخانه‌ای نیز بشمار می‌روند و با عنایت به موضوعات مطروحه گونه‌های گیاهی چهار کربنه C_4 در این زمینه از پتانسیل بالاتری نسبت به گیاهان سه کربنه C_3 برخوردار می‌باشند و بعبارت دیگر گیاهان چهار کربنه C_4 می‌توانند با مصرف بیشتر CO_2 اتمسفر غذای بیشتری تولید و بعنوان یک راه حل اساسی در جهت کاهش اثرات تخریبی افزایش CO_2 محیط در نظر گرفته شوند. گیاه نیشکر نیز بعنوان یک گونه گیاهی چهار کربنه C_4 می‌تواند با بهره‌برداری از نور تا میزان تابش کامل نور خورشید شدت فتوسنتز بالایی داشته و ماده خشک قابل توجهی تولید نماید. همچنین این گیاه از خصوصیات برتر دیگری نیز بشرح ذیل برخوردار است: تنفس پوشش گیاهی نیشکر در معرض نور بشدت کاهش یافته و بعبارت دیگر اتلاف CO_2 به حداقل ممکن رسیده و راندمان تولید افزایش می‌یابد.

بطوریکه بررسی‌ها نشان میدهد تنفس در برگ‌های نیشکر در ۴۰ درجه سانتی‌گراد

تقریباً برابر ٪۲۵ حداکثر میزان فتوسنتز است. بعبارت دیگر میزان تنفس این گیاه در دماهای بالا در سطح محدودی باقیمانده و در نتیجه اتلاف CO_2 کمتر است.

نیشکر با برخورداری از طول دوره رشد طولانی طبیعتاً توان بالقوه بیشتری در مصرف CO_2 اتمسفر به نسبت سایر گیاهان از خود نشان میدهد.

هر چند میزان تنفس در گیاه نیشکر با افزایش دما به سرعت افزایش می‌یابد، با این‌حال بنظر می‌رسد گیاه نیشکر از این نظر نیز دارای برتری نسبی است.

ردیف	گونه گیاه	حداکثر میزان CO_2 تثبیت در برگ در اثر فتوسنتز (میلیگرم بر دسی‌مترمربع در ساعت)
گیاهان سه کربنه (C۳)	گیاهان چندساله (گیاهان کویری - مرکبات)	۱۰-۱۰
	گیاهان چوبی همیشه سبز	۵-۱۵
	گیاهان چوبی برگ ریز	۱۵-۳۰
	گیاهان یکساله (گندم، سویا، جعفری، قندلفانکیزان)	۲۰-۵۰
گیاهان چهار کربنه (C۴)	گیاهان گرمسیری (نیشکر، ذرت)	۵۰-۹۰

در جدول شماره ۲ مقایسه حداکثر فتوسنتز بر حسب میزان میلی‌گرم CO_2 تثبیت‌شده در یک ساعت در یک دسی‌مترمربع از سطح برگ در گیاهان مختلف نشان داده شده است.

بررسی اعداد جدول فوق بیانگر این مطلب می‌باشد که گیاه نیشکر در طول دوره رشد نسبتاً طولانی خود می‌تواند میزان قابل توجهی از CO_2 اتمسفر را جهت فتوسنتز تثبیت نماید. همچنین تعمیم این مسئله با زیر کشت رفتن حداقل ۷۰ هزار هکتار از ۸۴ هزار هکتار اراضی شرکت توسعه نیشکر خود بیانگر افزایش حجم انبوهی از جذب و تثبیت گاز CO_2 می‌باشد.

در یک جمع‌بندی می‌توان چنین اظهار نظر کرد که گیاه نیشکر بعنوان یک گونه گیاهی چهار کربنه C_4 در شرایط اقلیمی خاص از جمله شدت نور و درجه حرارت بالا از توان و پتانسیل بالایی در راستای بهره‌برداری و مصرف طولانی مدت (در خلال دوره رشد) CO_2 اتمسفر برخوردار بوده و از این نظر حتی در مقایسه با سایر گونه‌های گیاهی C_4 نیز منحصر بفرد تلقی می‌گردد. (حتی در مقایسه با گیاهانی مثل ذرت و سورگوم) همچنین با توجه به این خصوصیات، نیشکر از نظر حجم بالای مصرف CO_2 و برقراری تعادل در اتمسفر از موقعیت ممتازی برخوردار بوده و کشت آن می‌تواند بعنوان یک گیاه استراتژیک در زمینه کاهش اثرات گلخانه‌ای و جلوگیری از گرم شدن زمین مدنظر قرار گیرد. از سوی دیگر فرآیند تولید اکسیژن آن نیز مورد توجه است و طبعاً مصرف بیشتر CO_2 افزایش حجم O_2 اتمسفر کره زمین را بدنبال خواهد داشت. بدیهی است میزان تاثیرگذاری گیاهان چهار کربنه C_4 و از جمله نیشکر در ایجاد تعادل گازی در اتمسفر بستگی زیادی به مجموعه سطح زیر کشت این گیاهان دارد و طبیعی است هر چه سطح زیر کشت بیشتر باشد، این تاثیرات نیز بیشتر خواهد بود.

منابع:

فتوسنتز و تنفس در گیاهان، انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه، مجید نوجوان، ۱۳۷۴.

فیزیولوژی گیاهان زراعی (ترجمه)، انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه مشهد، غلامحسین سرمدنیا، عوض کوچکی، ۱۳۶۹.

فیزیولوژی گیاهی ۳ (مبحث فتوسنتز و تنفس)، مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، حسن ابراهیم‌زاده، ۱۳۶۷.

فتوسنتز و تولید در شرایط متغیر محیط (ترجمه)، سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهر تهران، حمید رحیمیان، علیرضا کوچکی، اسکندر زند، ۱۳۷۹.

سایت اینترنتی انجمن متخصصان محیط زیست ایران : www.irsen.org