مجله پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد شانزدهم، شماره سوم، ۱۳۸۸
www.gau.ac.ir/journals

بررسی تبعیض ایزوتوپ‌های کربن (^{13}C و ^{12}C) برای برآورد تنش رطوبتی ذرت

*منصور موحدی
مربی گروه فیزیک، دانشگاه گلستان
تاریخ دریافت: ۸۷/۶/۱۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۸/۲/۳۰

چکیده

تنش رطوبتی موجب بسته شدن روزنه‌های برگ گیاه و کاهش جذب کربن می‌گردد و این عمل باعث کاهش عملکرد در کشاورزی دیم می‌شود. نسبت کربن ۱۳ (^{13}C) به کربن ۱۲ (^{12}C) اتمسفر که توسط گیاه جذب می‌شود به‌مدت زمان باز بودن روزنه‌های گیاه که به نوبه خود به‌میزان تنش رطوبتی بستگی دارد، وابسته می‌باشد. هدف از این مطالعه بررسی تبعیض ایزوتوپ‌های کربن (^{13}C و ^{12}C) برای برآورد تنش رطوبتی ذرت می‌باشد. مزرعه محل آزمایش در اراضی کالج امپریال در منطقه وای از استان کنت، انگلستان، بود. نتایج نشان داد تبعیض ایزوتوپ‌های ^{13}C و ^{12}C اختلاف معنی‌داری بین تیمارها ندارد اما تنها اثر زمان معنی‌دار بود ($P=۰/۰۰۱$) به‌طوری‌که افزایش دلتا با گذشت زمان، افزایش جذب دی‌اکسیدکربن با افزایش سن گیاه را نشان داده اگرچه افزایش عملکرد در تیمارهای ۱۰۰ تن در هکتار مالچ و ۵۰ تن در هکتار کمپوست مخلوط ممکن است به درصد پوشش بیشتر آنها نسبت به شاهد مربوط باشد ولی میزان عملکرد بالا در تیمار ۵۰ تن در هکتار مالچ با درصد پوشش مشابه با تیمارهای شاهد و نیترات آمونیوم به جذب بیشتر دی‌اکسیدکربن مربوط است و مقادیر دلتا در تیمار ۵۰ تن در هکتار با تیمارهای شاهد و نیترات آمونیوم متفاوت نیست. بین تبادل روزنه‌ای و رطوبت موجود در خاک و گیاه رابطه‌ای مستقیمی برقرار است و از آنجایی‌که تبادل روزنه‌ای محدودیتی در جذب کربن برای برای تیمار ۵۰ تن در هکتار مالچ سطحی ایجاد نکرد، بنابراین این امر

* مسئول مکاتبه: mansoormovahedi@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

نشان می‌دهد عوامل دیگری غیر از هدایت آبی روزنه‌ها و آب قابل استفاده گیاه، جذب کربن و رشد گیاه را محدود می‌نمایند. بنابراین، افزایش عملکرد ذرت با کاربرد کمپوست به‌دلیل افزایش ذخیره آب خاک با این تیمار نبود بلکه دیگر عوامل تغذیه باید در نظر گرفته شوند.

واژه‌های کلیدی: ایزوتوپ‌های ۱۲ و ۱۳ کربن، تنش رطوبتی، کمپوست، مالچ و ذرت

مقدمه

روزنه‌های گیاه و آنزیم‌های اولیه سازنده گروه‌های کربوکسیلی[1] در فرآیند جذب دی‌اکسیدکربن از راه‌های فتوسنتزی C3 و C4، میل بیشتری به جذب (^{13}C) نسبت به (^{12}C) دارند و هرچه طول مدت باز بودن روزنه‌ها افزایش یابد، نسبت (^{13}C) به (^{12}C) بیشتر می‌شود و به مواد طبیعی مثل هوا نزدیک‌تر می‌گردد (اهلرینگر، ۱۹۹۱). این نسبت در مواد طبیعی ۱/۱۰۸ درصد می‌باشد. تنش رطوبتی روزنه‌ها را می‌بندد و افزایش رطوبت خاک آنها را باز نگه می‌دارد. به همین جهت مقدار تبعیض کربن که با ΔC نشان داده می‌شود معیاری از تبادل روزنه‌ای گیاه در طول حیاتش می‌باشد. با افزایش جذب (^{13}C)، ΔC کاهش می‌یابد. مونوکس و همکاران (۲۰۰۷) با استفاده از این روش لاین‌های مقاوم به خشکی ذرت را جدا نمودند. دو روش برای اندازه‌گیری فاکتور تبعیض کربن (ΔC) وجود دارد:

۱. در روش اول، نسبت $^{13}C/_{12}C$ در هوا (Ra) به همان نسبت در کربن آلی گیاه (Rp) تقسیم می‌شود و یک واحد از آن کسر می‌شود، یعنی ($\Delta = Ra/Rp - 1$)

۲. در روش دوم، میزان غنی‌شدگی[2] کربن ^{13}C موجود در گیاه نسبت به‌میزان آن در استاندارد PDB[3] که آن را با δ نشان می‌دهند، اندازه‌گیری می‌شود و سپس با استفاده از فرمول زیر Δ محاسبه می‌شود:

$$\Delta = \frac{\delta PDB \quad air - \delta PDB \quad plant}{1 + \delta PDB \quad plant} \qquad (۱)$$

کسر $^{13}C/_{12}C$ در هوا (Ra) و در گیاه (Rp) از رابطه ۲ محاسبه می‌گردد:

$$R = \frac{(atom \quad \%^{13}C \quad from \quad mass \quad spectromet\ er)}{100 - atom \quad \%^{13}C} = \frac{^{13}C}{^{12}C} \qquad (۲)$$

1- Carboxylating Enzymes
2- Enrichment
3- Peedee Belemnite

Archive of SID

www.SID.ir

درصد اتمی ^{13}C در هوا (شرایط عادی) ۱/۱۰۸ در نظر گرفته می‌شود. بنابراین در رابطه بالا R=۰/۰۱۱۲۰٤۱٤۱ است. مقدار δPDB نیز از رابطه ۳ برآورد می‌گردد (اهلرینگر، ۱۹۹۱):

$$\delta PDB = ((R \times 1000) - 11.2372) \times \frac{1}{11.2372} \quad (۳)$$

در اینجا $^{13}C/_{12}C$ ایزوتوپ استاندارد PDB=۱۱/۲۳۷۲ و برای هوا δ PDB =-۲/۹٤ هست.

مقدار ΔC با هدایت روزنه‌ای در کل مدت زندگی گیاه رابطه مستقیم و با جذب دی‌اکسیدکربن و راندمان مصرف آب در طول مدت حیات گیاه رابطه غیرمستقیم دارد. راندمان مصرف آب که تابعی از میزان هدایت روزنه‌ها است و با ΔC نسبت مستقیم دارد، معادل نسبت جذب دی‌اکسیدکربن به آب مصرف شده برای تعرق می‌باشد. ربتزک و همکاران (۲۰۰۲) ارتباط قوی این تبعیض و رشد گندم را نشان داده‌اند.

با استفاده از روش تبعیض ایزوتوپ کربن می‌توان دریافت که آیا اثر کاهش تنش رطوبتی بر افزایش عملکرد نهایی گیاه در تیمارهای کاهش‌دهنده تبخیر خاک از طریق تأثیر بر عملکرد روزنه‌های گیاه و جذب کربن است و یا باید علت را در عوامل دیگر جستجو کرد. به‌عنوان مثال، افزایش رطوبت خاک ممکن است از طریق افزایش انتشار عناصر غذایی به‌سمت ریشه نیز باعث افزایش عملکرد گیاه گردد که در این صورت به‌جای کاربرد آبیاری در کشت‌های دیم و تبدیل آنها به اراضی آبی، با روش‌های دیگری از قبیل کوددهی نیز می‌توان به عملکردهای بالاتر دست یافت و در غیر این‌صورت، تنها راه افزایش عملکرد، حفظ رطوبت در خاک و یا آبیاری است. آراس و همکاران (۲۰۰۳) و کاندون و همکاران (۱۹۹۳) به بررسی ارتباط عملکرد گندم دوروم (گندم ماکارونی) و دیم و تبعیض ایزوتوپی کربن پرداختند. سودمندی افزودن کمپوست معمولاً به آزادسازی مواد غذایی (لی، ۱۹۹۷) و (هورنیک، ۱۹۸۸) یا نگهداری رطوبت آب (یوسان و کوک، ۱۹۹۵) نسبت داده می‌شود. کلی و همکاران (۲۰۰۲) نقش تنش رطوبتی و ارتباط آن با تبعیض ایزوتوپی کربن را نشان دادند. گجری و همکاران (۱۹۹٤) و امباگو (۱۹۹۱) نشان دادند که مالچ‌های کمپوست علاوه‌بر افزایش دمای خاک، سطح خاک را نیز مرطوب نگه می‌دارند.

اهداف این تحقیق عبارتند از:

- بررسی تأثیر افزایش کمپوست به‌صورت مخلوط و مالچ بر میزان رطوبت خاک در مزارع ذرت.
- در صورت افزایش عملکرد ذرت با افزایش رطوبت خاک، با بررسی تبعیض ایزوتوپ کربن مشخص شود که آیا این افزایش عملکرد از طریق تأثیر رطوبت بر روزنه‌ها و جذب کربن است و یا آن‌که ساز و کار دیگری برای تأثیر افزایش رطوبت خاک بر عملکرد گیاه وجود دارد.

Archive of SID

www.SID.ir

مواد و روش‌ها

مزرعه محل آزمایش در اراضی کالج امپریال در منطقه وای از استان کنت انگلستان (بـه مختـصات ٥١ درجه عرض و ١ درجه طول جغرافیایی و ارتفاع ٤٠ تا ٥٠ متری از سطح دریا) واقع بـود. متوسـط بارندگی سالیانه (بین سال‌های ١٩٩٦-١٩٦٧) ٧٥٠ میلی‌متر بود. تیمارهای آزمایشی به شرح زیر بودند:

فقط کشت ذرت (BC)، مصرف کمپوست به‌صورت مالچ و به‌میزان ٥٠ تن در هکتـار بـا حـضور گیاه (CM)، مصرف کمپوست به‌صورت مالچ و به‌میزان ١٠٠ تن در هکتـار بـا حـضور گیـاه (DM)، مصرف کمپوست پس از شخم به‌میزان ٥٠ تن در هکتار و اختلاط آن با خاک با استفاده از پاور هـارو[1] با حضور گیاه (I)، فقط خاک بدون حضور گیاه (B)، کاربرد N به‌صورت نیترات آمونیـوم و بـه‌میـزان ١٠٠ کیلوگرم در هکتار با حضور گیاه (F)، مصرف کمپوست پس از شخم به‌میزان ٥٠ تن در هکتار و اختلاط آن با خاک با استفاده از پاور هارو بدون حضور گیاه (NI) و مصرف کمپوست به‌صورت مالچ و به‌میزان ١٠٠ تن در هکتار بدون حضور گیاه (NC2).

خاک مورد آزمایش یک خاک قهوه‌ای آرجیلیک تیپیک (سری همبـل)[2] بـا بافـت لـومی سـیلتی بـود (جارویس و همکاران، ١٩٨٤). قبل از اعمـال تیمارهـا، زمـین در اوایـل آوریـل ١٩٩٦ شـخم زده شـد و تیمارهای کمپوست در ٢٤ آوریل اعمال گردیدند. بذرهای ذرت در چهار ردیف در هر کرت و در عمـق ٥ سانتی‌متری به تعداد صد هزاردانه در هر هکتار کشت گردید و غلطک زده شد. فاصله بین ردیف‌ها ٧٥ سانتی‌متر و فاصله بین بذور ١٣ سانتی‌متر بود. برای اعمال تیمارهای مـالچ (CM، DM و NC)، قبـل از بذرکاری، توسط دستگاهی که به ایـن منظور ساخته شده بود (اسپردر[3]) کمپوست به‌طور یکنواخـت روی سطح کرت‌ها پخش گـردید. در مـورد تیمارهایی که کمپوست می‌بایست بـا خـاک آمیختـه مـی‌شـد (I، NI)، نخست کمپوست با استفاده از همان ماشین به‌طور یکنواخت پخش شد و سپس با استفاده دسـتگاه از پاور هارو تا عمق ٢٠٠ میلی‌متری با خاک مخلوط گردید. همه کرت‌ها بـا علـف‌کـش آتـرازین تیمـار شدند و برای تیمار F از ١٠٠ کیلوگرم N در هکتار از منبـع کـود نیتـرات آمونیـوم استفاده شـد (٩ مـی ١٩٩٦). از آفت‌کش درازا (٤ درصـد وزنـی متیوکـارب) بـرای کنتـرل راب و از آفـت‌کـش رگـور L40 (400g dimethoate L^{-1}) برای کنترل شته‌ها استفاده گردید (١٠ ژولای ١٩٩٦).

1- Power Harrow
2- Typical Argillic Brown Earth (=Hamble Series)
3- Spreader

Archive of SID

www.SID.ir

به‌منظور اندازه‌گیری رطوبت حجمی خاک، میله‌های هادی امواج تی‌دی‌آر[1] به‌طور افقی در عمق‌های ۰/۰۵، ۰/۲۰، ۰/۴۰ و ۰/۶۰ متری در وسط هر کرت قرار داده شدند. رطوبت حجمی خاک با استفاده از رینگ‌های ۱۵۰ سانتی‌متر مکعبی در اعماق ۰ تا ۰/۰۷۵ و ۰/۰۷۵ تا ۰/۱۵۰ متری نیز اندازه‌گیری شد. میزان آب قابل استفاده خاک (AWC)[2] مابین پتانسیل‌های ۵- و ۱۵۰۰- کیلوپاسکال با استفاده از تمپی‌سل[3] و پرشرپلیت[4] تعیین گردید.

نمونه‌هایی از کل اندام گیاهی به‌منظور محاسبه تبعیض ایزوتوپ کربن (ΔC) در ۱۲ ژوئن و ۲۶ ژولای و ۱۲ سپتامبر سال ۱۹۹۶ تهیه شدند. ارتفاع گیاه و درصد پوشش گیاهی توسط سان فلک سپتومتر[5] برای تیمارهای مختلف اندازه‌گیری شد. عدد تبعیض ایزوتوپ کربن (ΔC) مدت زمانی‌که روزنه‌ها در طول مدت عمر گیاه باز می‌مانند و امکان کربن‌گیری وجود دارد را تخمین می‌زند (اهرلینگر، ۱۹۹۱). در این مطالعه، ΔC برای مقایسه میزان تعرق در تیمارهای مختلف مورد استفاده قرار گرفت.

در هنگام برداشت محصول، با استفاده از یک دستگاه برداشت تک‌ردیفی ذرت علوفه‌ای، دو ردیف از مرکز کرت‌های ۸ متری برداشت شدند. یک نمونه نیم کیلویی از مواد خرد شده و مخلوط شده از هر کرت به‌منظور تعیین مقدار ماده خشک و دیگر آنالیزها مانند اندازه‌گیری نسبت وزن ماده خشک بلال‌ها به‌صورت درصدی از وزن کل ماده خشک، مورد استفاده قرار گرفت.

به‌منظور آنالیز داده‌ها از نرم‌افزار آماری SAS (۱۹۸۹)، مدل خطی عمومی (GLM)[6]، مقایسه‌های ارتوگونال[7]، تکرار اندازه‌گیری‌های آنالیز واریانس[8] استفاده شد.

فاکتور تبعیض کربن (ΔC): سه نمونه از کل گیاه که در تاریخ‌های ۱۲ ژوئن، ۲۶ ژولای و ۱۲ سپتامبر برداشت شده بودند برای دومین بار در کپسول‌های فولادی با استفاده از یک آسیاب پیستونی آسیاب شدند. دو تکرار مشابه از هر نمونه به‌منظور تعیین میزان تبعیض حقیقی مورد استفاده قرار گرفت. نمونه‌ها در ظروف توزین خاک مربوطه توزین شدند و درصد اتمی کربن ۱۳ با استفاده از یک

1- TDR Waveguides
2- Available Water Capacity
3- Temp Pressure Cells
4- Pressure Plate Apparatus
5- Sunflec Ceptometer
6- General Linear Model
7- Orthogonal Contrasts
8- Repeated Measures of Analysis of Variance

Archive of SID

www.SID.ir

اسپکترومتر جرمی ایزوتوپ‌های پایدار تعیین گردید. یک آرد مرجع بـا مقـدار مـشخص کـل کـربن و درصد اتمی کربن ١٣ به‌عنوان مرجع دستگاه اسپکترومتر جرمی مورد استفاده قرار گرفت. هر نمونه بـه گونه‌ای وزن شد که حاوی ١٠٠٠ میکروگرم کربن باشد.

نتایج و بحث

ظرفیت آب قابل استفاده خاک فوقانی برای تیمار شاهد ١٥/١ درصد شـد و افـزایش مقـدار آن (١٧/١ درصد) برای تیمار مخلوط کمپوست با خاک همراه با کشت گیاه (I2) معنی‌دار بود (P=٠/٠٤٧٩). براساس جدول ١، اختلاط کمپوست با خاک بدون کشت گیاه (NI) و تیمار مالچ بدون کشت گیـاه (NC) هـر دو موجب کاهش متوسط میزان تبخیر در طول فصل رشد شدند (P=٠/٠١٥٢). رطوبت خاک در تیمـار فقـط کشت ذرت (BC) به‌طور معنی‌داری (P=٠/٠٠١٧) از تیمارهای ٥٠ تن در هکتار مالچ با حضور گیاه ذرت (CM) و ١٠٠ تن در هکتار مالچ با حضور گیاه ذرت (DM) کمتر بود، اما تأثیر تیمار I در مقایسه با BC و CM در مقایسه با DM معنی‌دار نبود. در تیمارهای مخلوط با خاک در مقایسه با کلیه تیمارهای حـاوی گیاه، رطوبت خاک به‌طور معنی‌داری (P=٠/٠١٨٥) در آخر فصل رویش (ماه اوگست) کاهش یافت زیرا با توجه به درصد بالای پوشش گیاهی، تبخیر و تعرق در این تیمارها بیشتر بود.

جدول ١- متوسط درصد آب خاک هر تیمار در زمان‌ها و اعماق مختلف با نمونه‌برداری با رینگ. (ف- عمق فوقانی ٠/٠٧٥-٠/٠٠٠ متر، ت- عمق تحتانی ٠/١٥٠-٠/٠٧٥ متر).

تیمار	تاریخ نمونه‌برداری											
	١٩٩٦/٠٥/٣١		١٩٩٦/٠٦/١٩		١٩٩٦/٠٧/٠٩		١٩٩٦/٠٧/٣٠		١٩٩٦/٠٨/١٨		١٩٩٦/٠٩/٠٧	
	ف	ت	ف	ت	ف	ت	ف	ت	ف	ت	ف	ت
B	١٥/٣	٢٤/٧	١٠/٢	٢٢/٢	١٣/٥	٢٤/٠	١٤/٢	٢٥/٦	١٥/٢	٢٥/٨	١٦/٨	٢٧/٩
NI	١٥/٧	٢٤/٦	١٢/٢	٢٤/٤	١٤/٣	٢٦/٢	١٥/٥	٢٧/٧	١٦/١	٢٧/٩	١٧/٦	٢٦/٤
NC	١٥/٥	٢٤/٨	١٠/٩	٢١/٢	١٥/٤	٢٥/٥	١٦/٠	٢٤/٥	١٦/٧	٢٧/١	١٩/١	٢٧/٤
BC	١٢/٩	٢٤/٥	٨/٢	٢٣/٦	١١/٦	٢٣/٧	١١/٦	١٧/٨	١٦/٢	٢٤/٥	١٨/٦	٢٦/٣
F	١٣/٣	٢٣/٨	١٠/٣	٢١/٩	١٢/٧	٢٣/٢	١٢/٢	١٦/٦	١٦/٩	٢٢/٩	٢٠/٢	٢٥/٣
I	١٤/٢	٢٥/١	٩/٦	٢١/٧	١٣/١	٢٢/٨	١٢/٨	١٨/٦	١٥/١	١٩/٧	٢٠/٧	٢٦/١
CM	١٥/٦	٢٥/١	١١/٩	٢٤/٢	١٤/٧	٢٥/٣	١٣/٤	١٦/١	١٧/٨	٢٤/٩	٢٠/٤	٢٦/٦
DM	١٧/٣	٢٧/٠	١١/٦	٢١/٠	١٤/٩	٢٢/٦	١٢/٠	١٧/٩	١٩/٢	٢٢/٨	٢٠/٨	٢٥/٤

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲ درصد پوشش گیاهی تیمارها را برای شش اندازه‌گیری در طول فصل رشد نشان می‌دهد. تیمارهای I و DM درصد پوشش گیاهی را نسبت به تیمارهـای BC، F و CM بـه‌طـور معنـی‌داری افزایش دادند (P=۰/۰۰۱۲). نسبت این اختلافات در اوایل فصل رشد بیشتر بود.

جدول ۳ میانگین عملکرد خشک در تیمارهای مختلف را نشان می‌دهد. افزایش عملکـرد خـشک در تیمارهای حاوی کمپوست (DM، I و CM) نسبت به تیمارهـای حـاوی کـود ازت (F) و شـاهد (B) به‌میزان نسبتاً معنی‌داری[1] (P=۰/۰۹۹) بیشتر بود در حالی‌که نسبت درصد ماده خشک بـلال بـه کـل وزن خشک در تیمارهای حاوی کمپوست نسبت به تیمارهای کود ازت و شاهد کمتر بود (P=۰/۰۵۷۹).

جدول ۲- درصد متوسط پوشش گیاهی در پنج تیمار و شش تاریخ مختلف نمونه‌برداری.

تیمار	تاریخ نمونه‌برداری					
	۱۹۹۶/۰۵/۱۱	۱۹۹۶/۰۶/۱۱	۱۹۹۶/۰۷/۰٤	۱۹۹۶/۰۷/۱۸	۱۹۹۶/۰۸/۰۵	۱۹۹۶/۰۸/۱۹
BC	۰	۲/۸	٤٤/۳	۵۳/۹	٦۳/۵	٦٦/۲
CM	۰	۳/۵	۳۷/۳	۵٦/۰	٦۵/۸	٦۷/۲
DM	۰	٤/۰	۵٦/۹	٦٤/۱	٦٦/۷	۷۰/۰
I	۰	۳/۸	٤۵/٦	۵۸/۳	٦۹/٤	٦۸/۸
F	۰	۲/٦	٤۳/۵	۵۲/٦	٦۵/۸	٦۷/۲

جدول ۳- متوسط عملکرد خشک (کیلوگرم بر هکتار) و نسبت وزن خشک بلال به کل وزن خشک ذرت در تیمارهای مختلف.

تیمار	نسبت وزن خشک بلال به کل وزن خشک ذرت	عملکرد علوفه خشک
BC	٦٦/٤[b]	۱۱۵۲۷[b]
CM	٦٦/۰[b]	۱۳۲۳۳[a]
DM	٦۳/۳[c]	۱۳۲۷٤[a]
I	٦٦/٤[b]	۱۲۳۳۵[a]
F	٦۸/۵[a]	۱۱۸۱٦[b]

حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد برای میانگین‌های موجود در هر ستون.

1- Marginally Significant

Archive of SID

www.SID.ir

صرف‌نظر از روش استعمال و میزان کمپوست مصرفی، کاربرد کمپوست موجب افزایش میزان محصول ذرت گردید و با کاربرد ١٠٠ تن در هکتار مالچ و اختلاط کمپوست با خاک، درصد پوشش گیاهی افزایش یافت.

تیمارهای مالچ رطوبت خاک سطحی را بیش از اختلاط کمپوست با خاک افزایش دادند. به‌عبارت دیگر مالچ در کنترل تبخیر بسیار مؤثر است. لی (١٩٩٧) و هورنیک (١٩٨٨) گزارش دادند کاربرد مالچ در مناطق نیمه‌خشک موجب افزایش عملکرد محصول و نگهداری رطوبت بیشتر در زمان رشد ریشه و بهبود خصوصیات شیمیایی و وضعیت تغذیه می‌شود. با وجود افزایش رطوبت قابل استفاده خاک در تیمار اختلاط کمپوست با خاک (٥٠ تن در هکتار)، تأثیر کمتر آن بر افزایش رطوبت خاک نسبت به تیمار مالچ (٥٠ تن بر هکتار)، احتمالاً ناشی از رصد بیشتر پوشش گیاهی و سطح تبخیر بیشتر آن بود.

جدول ٤ داده‌های مربوط به تبعیض ایزوتوپ کربن و نیز میانگین آن را برای تیمارهای مختلف و در سه تاریخ مختلف نمونه‌برداری نشان می‌دهد. تبعیض ایزوتوپ‌های ^{12}C و ^{13}C اختلاف معنی‌داری بین تیمارها نشان نداد اما تنها اثر زمان معنی‌دار بود ($P=٠/٠١٠$) و افزایش دلتا با گذشت زمان، افزایش جذب دی‌اکسیدکربن را با افزایش سن گیاه نشان داد. این نتایج با نتایج مورگان و همکاران (١٩٩٣) در گندم زمستانه مغایر بود. هدف از روش تبعیض ایزوتواپ کربن این بود که وجود هر گونه ارتباط بین هدایت آبی روزنه‌ها و جذب کربن با عملکرد نهایی تیمارها مورد بررسی قرار گیرد. تبعیض ایزوتوپی در گیاهان مختلف متفاوت است. هندرسون و همکارن (١٩٩٨) نتیجه گرفتند که تبعیض ایزوتوپ کربن در سورگوم از سایرگیاهان C3 بیشتر می‌باشد.

هر ستون جدول نشان‌دهنده این واقعیت است که فرق معنی‌داری بین تیمارهای گوناگون از نظر شدت تعرق وجود ندارد بنابراین عامل دیگری غیر از کاهش تنش رطوبتی توسط کمپوست در افزایش محصول و جذب کربن دخیل بوده است.

جدول ٤- مقادیر متوسط $\Delta^{13}C$ برای تیمارها (δ) و مقادیر تبعیض (Δ) در سه تاریخ نمونه‌گیری.

تیمار	تاریخ نمونه‌برداری							
	١٩٩٦/٠٦/١٢		١٩٩٦/٠٨/٢٦		١٩٩٦/٠٩/١٢		میانگین	
	δ	Δ	δ	Δ	δ	Δ	δ	Δ
BC	٨/٩٨	-١١/٨٢	٨/٩٨	-١١/٨٣	٨/٨٩	-١١/٦٣	٨/٨٩	-١١/٨٣
F	٩/٠٠	-١١/٨٤	٩/٠٥	-١١/٨٨	٨/٨٤	-١١/٥٨	٨/٩٣	-١١/٨٨
M	٩/٠٢	-١١/٨٦	٩/٠٣	-١١/٨٦	٨/٨٢	-١١/٥٦	٨/٩٢	-١١/٨٦
C	٩/٠١	-١١/٨٥	٨/٩٨	١١/٨٢	٨/٨٣	-١١/٥٨	٨/٩١	-١١/٨٥
D	٩/١٠	-١١/٩٣	٨/٩٤	-١١/٨٨	٨/٨٠	-١١/٥٥	٨/٩١	-١١/٨٥

Archive of SID

www.SID.ir

اگرچه افزایش عملکرد در تیمارهای ۱۰۰ تن در هکتار مالچ و ۵۰ تن در هکتار کمپوست مخلـوط ممکن است به درصد پوشش بیشتر آن‌ها نسبت به شاهد مربوط باشد ولی میزان عملکرد بالا در تیمـار ۵۰ تن در هکتار مالچ با درصد پوشش مشابه با تیمارهای شاهد و نیتـرات آمونیـوم بـه جـذب بیـشتر دی‌اکسیدکربن مربوط است و با توجه به جدول ٤ مقادیر دلتا در تیمار ۵۰ تن در هکتار بـا تیمارهـای شاهد و نیترات آمونیوم متفاوت نیست. بنابراین، ممکن است فرآیندهای فیزیولوژیکی دیگـری غیـر از تغییر هدایت روزنه‌ای ناشی از کاربرد کمپوست، بر جذب کربن مـؤثر باشـد. بـین تبـادل روزنـه‌ای و رطوبت موجود در خاک و گیاه رابطه‌ای مستقیم برقرار است و از آنجایی‌که تبادل روزنه‌ای محدودیتی برای جذب کربن در تیمار ۵۰ تن در هکتار مالچ سطحی ایجاد نکرد، بنابراین احتمالاً عوامـل دیگـری غیر از هدایت آبی روزنه‌ها و آب قابل استفاده گیـاه، جـذب کـربن و رشـد گیـاه را محـدود نمودنـد. به‌عبارت دیگر، افزایش عملکرد ذرت در اثر کاربرد کمپوست به‌دلیل افزایش ذخیره آب خاک ناشی از این تیمار نبود بلکه سایر فاکتورهای تغذیه باید در نظر گرفته شوند.

سپاسگزاری

نویسنده مایل است از جناب دکتر سیدعلیرضا موحدی‌نایینی برای راهنمایی‌های ایشان تشکر کند.

منابع

1.Araus, J.A., Villegas, D., Aparicio, N., Garcı´a del Moral, L.F., Hani, Y., Rharrabti, S.El., Ferrio, J.P., and Royo, C. 2003. Environmental factors determining Carbon Isotope discrimination and yield in durum wheat under mediterranean conditions. Crop Sci. 43: 170-180.

2.Clay, D.E., Engel, R.E., Long, D.S., and Liu, Z. 2001. Nitrogen and water stress interact to influence carbon-13 discrimination in wheat. Soil Sci. Soc. Am. J. 65: 1823-1828.

3.Candon, A.G.A., Richards, R.A., and Aruhar, G.D. 2003. Relationships between carbon isotope discrimination, water use efficiency and transpiration efficiency for dryland wheat. Aust. J. Agric. Res. 44: 1693-1711.

4.Ehleringer, J.R. 1991. $^{13}C/^{12}C$ pfractionation and its utility in terrestrial plant studies. In: Carbon Isotope Techniques, Coleman, D.C., and Fry, B. (Eds), Academic press, inc. (Harcourt brace Jovanovich, publishers), U.S.A., Pp: 187-200.

5.Gajri, P.R., Arora, V.K., and Chaudhary, M.R. 1994. Maize growth responses to deep tillage, straw mulching and farmyard manure in coarse textured soils of N.W. India. Soil use and management, 10: 15-20.

Archive of SID

www.SID.ir

6.Henderson, S.A., Von Caemmerer, A.D.S., Farquhar, A.G.D., Wade, B.L., and Hammer, C.G. 1998. Correlation between carbon isotope discrimination and transpiration efficiency in lines of the C4 species *Sorghum bicolor* in the glasshouse and the field. Aust. J. Plant Physiol. 25: 111-123.
7.Hornick, S.B. 1988. Use of organic amendments to increase the productivity of sand and gravel spoils: effect on yield and composition of sweet corn. American journal of alternative agriculture, 3: 4. 156-162.
8.Jarvis, M.G., Allen, R.H., Fordham, S.J., Hazelden, J., Moffat, A.J., and Sturdy, R.G. 1984. Soil survey of England and Wales. In: bulletin no. 15: Soil and their use in south east England, whistable, Kent, U.K., 405p.
9.Lee, H.C. 1997. Inorganic and organic fertiliser use strategies in cereals. Aspects of applied biology, 50: 1-7.
10.Mbagwu, J.S.C. 1991. Influence of different mulch materials on soil temperature, soil water content and yield of three cassava cultivars. Journal of the Science of Food and Agriculture, 54: 569-577.
11.Monneveux, P., Sheshshayee, M.S., Akhter, J., and Ribaut, A. 2007. Using carbon isotope discrimination to select maize (*Zea mays* L.) inbred lines and hybrids for drought tolerance. Plant Science, 173: 4. 390-396.
12.Morgan, J.A., Morgan, D., Le Cain, D.R., McCaig, T.N., and Quick, J.S. 1993. Gas exchange, carbon isotope discrimination and productivity in winter wheat, Crop Sci. 33: 178-186.
13.Rebetzke, G.J., Condon, A.G., Richards, R.A., and Farquhar, G.D. 2002. Selection for reduced carbon isotope discrimination increases aerial biomass and grain yield of rainfed bread wheat, Crop Sci. 42: 739-745.
14.SAS. 1989. Sas/stat user's guide version 6. SAS Institute Inc. Cary, NC, U.S.A., 638p.
15.Uson, A., and Cook, H.F. 1995. Water relations in a soil amended with composted organic waste. In: Cook, H.F., and Lee, C. (Eds.), Sustainable Agriculture, Wye College Press, Great Britain, Pp: 453-460.

Archive of SID

www.SID.ir

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Plant Production, Vol. 16(3), 2009
www.gau.ac.ir/journals

^{13}C to ^{12}C molar ratio carbon assimilation for estimating water stress by maize

***M. Movahedi**
Instructor, Dept. of Physics, Golestan University

Abstract

Stomata are closed by moisture stress, reducing carbon assimilation and yield production with dry land agriculture. Relative ^{13}C to ^{12}C molar ratio assimilation by a plant is a function of time stomata remain open during plant life time, itself a function of moisture stress. The purpose of this study was to test the existence of any relationship between stomatal conductance and assimilation rate and final yield of treatment. The field experiment was established in Why College Estate, Kent, England. Employing the repeated measures method for statical analysis suggests no significant differences between subjects and no significant time interaction effects, The only significant subject was time effect itself (P=0.0001), suggesting an increasing Delta value for maize as a consequence of age and consequently accumulation carbon dioxide in crop. Although the extra yield production by heavy mulch and incorporation could be attributed to their extra canopy production (ground cover), the extra yield by light mulch with the same canopy cover as control and ammonium nitrate fertilizer (compost mulch treatment, at 100 t/ha versus compost incorporation treatment, at 50 t/ha) requires greater rates of carbon dioxide assimilation, which in this experiment is not attribute to the Delta value and hence stomotal conductance, (i.e. other unknown physiological processes might enhance carbon assimilation without affecting stomotal conductance). If the result from carbon discrimination in this experiment are reliable, they elude other factors involved in carbon dioxide assimilation rather than stomotal conductance.

Keywords: $^{13}C/^{12}C$ assimilation by maize, Compost incorporation and mulch, Bare soil evaporation

* Corresponding Author; Email: mansoormovahedi@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir