نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 1، شماره 1، پاییز 1388، ص. 12-1

Journal of Agroecology
Vol. 1, No. 1, Fall 2009, p. 1-12

بررسی تامین امنیت غذایی بر اساس مفاهیم مبادله آب مجازی و رد پای بوم شناختی آب (مطالعه موردی استان خراسان رضوی)

اعظم عربی یزدی*[1]، امین علیزاده[2] و سعید نی‌ریزی[3]

تاریخ دریافت: 88/9/15
تاریخ پذیرش: 88/10/30

چکیده

استان خراسان رضوی با متوسط بارندگی سالانه 225 میلی‌متر و بیش از 1087466 هکتار سطح زیر کشت انواع محصولات زراعی و باغی جایگاه تعیین کننده‌ای در اقتصاد استانی و ملی دارد. فقدان جریان‌های سطحی دائمی در حوضه‌های آبریز دشت‌های این استان موجب شده که سالانه بالغ بر 1/06 میلیارد متر مکعب اضافه برداشت از سفره‌های آب زیرزمینی استان صورت گیرد بطوریکه از تعداد 39 دشت استان بالغ بر 35 دشت ممنوعه و 12 دشت بحرانی است. از آنجائی که در سال‌های اخیر تجارت آب مجازی به عنوان راهکاری جدید جهت مقابله با بحران آب و کم آبی مورد توجه مجامع علمی جهان قرار گرفته است، در مطالعه حاضر صادرات و واردات آب مجازی، تراز تجاری آب مجازی و ردپای اکولوژیک آب در این استان مورد مطالعه و به دنبال آن بررسی امکان تامین امنیت غذایی با توجه به مفاهیم آب مجازی و آب مصرفی پایه صورت گرفته است. حجم کل آب مجازی که از طریق واردات و صادرات محصولات عمده کشاورزی در سال 85 به استان وارد و خارج شده است، به ترتیب بالغ بر 771/7 و 434 میلیون مترمکعب می‌باشد که خالص واردات آب مجازی به استان در سال 85 قریب 338 میلیون مترمکعب است. کل حجم رد پای آب استان 9/6 میلیارد مترمکعب است که به ازاء هر نفر 1740 متر مکعب در سال برآورد گردید. نتایج حاکی از آن است که در شرایط فعلی استان خراسان رضوی از نظر بهره برداری از منابع آبی در وضعیت مطلوبی قرار نداشته و در آینده‌ای نزدیک در تامین امنیت غذایی جمعیت رو به افزایش استان با مشکلات مواجه خواهد بود.

واژه های کلیدی: آب مصرفی پایه، تراز تجاری آب مجازی، رد پای آب

مقدمه

تأمین غذای جمعیت رو به رشد کشور، نیاز به تخصیص بیشتر منابع آب دارد. با توسعه شهرنشینی و گسترش صنایع تا سال 2025، میزان آب قابل تخصیص برای بخش کشاورزی، در کل جهان محدودتر خواهد شد (Ehsani & Khaledi, 2003). بنا بر پیش بینی‌های انجام شده، جمعیت ایران تا سال 1400 شمسی ممکن است به مرز 100 میلیون نفر برسد، که برای تأمین نیازهای غذایی این جمعیت، به حدود 150 میلیارد متر مکعب آب خواهد بود (Alizadeh & Keshavarz, 2005).

استفاده از آب کشاورزی، عنصری اساسی در افزایش تولید غذا به ویژه در بسیاری از کشورهای در حال توسعه است ، بخش کشاورزی در اقتصاد ملی ایران حدود 13 درصد تولید ناخالص ملی، 23 درصد اشتغال و تأمین بیش از 80 درصد غذای کشور را به خود اختصاص داده است. در این راستا محدودیت منابع آبی همواره یکی از مهمترین موانع توسعهٔ بخش کشاورزی، به عنوان بستر اصلی نیل به خودکفایی مواد غذایی بوده است (Ghasemzadeh & Mojaveri, 2000).

درحال حاضر برداشت از منابع آب ایران قابل توجه است و تلاش‌های اخیر در راستای خودکفایی در تولید محصولات استراتژیک، فشار بیشتری بر منابع آب وارد کرده است. هم‌اکنون، تلاش برای بهبود مدیریت منابع آب و به اجرا درآوردن آن، به عنوان بخشی از تغییرات اجتماعی- اقتصادی ایران در جریان است که شامل تغییرات عمده‌ای در ساختار سیستم اقتصاد ملی و سازوکار عرضه و تقاضای آب می‌گردد (Ardakanian, 2005). این تحول، محصول آگاهی و باور مجامع ملی و بین‌المللی به واقعیت‌های زمان می‌باشد، زیرا منابع طبیعی محدود بوده و تولید مجدد و احیای آن بسیار پرهزینه و طولانی‌تر از حفاظت آنهاست. مدیریت تأمین و توسعه منابع آب به عنوان عاملی پویا و موثر در جهت سیاست‌گذاری، برنامه ریزی

1 و 2- به ترتیب کارشناس ارشد و عضو هیأت علمی گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(* نویسنده مسئول: E-mail : zamarabi@gmail.com)
3- عضو هیأت علمی دانشگاه صنعت آب و برق

و ایجاد امکانات لازم برای بهره گیری از منابع آب توجه عمده خود را به توسعه منابع آب، موضوعات زیست محیطی، سیاسی، حقوقی و سازمانی معطوف کرده است (Mahmoodi, 1999).

توزیع غیر یکنواخت آب در طول مکان و زمان، وجود بیشترین تقاضای آب در زمان وقوع کمترین بارندگی، عدم توازن بین عرضه و تقاضای آب و خصوصاً افزایش تقاضای آب به دلایل ذکر شده و محدودیت منابع آبی از جمله عواملی است که مدیریت منابع آب کشور را پیچیده کرده است. یکی از اهداف بلندمدت مدیریت راهبردی آب کشور تعادل برقرار کردن بین تقاضای آب و منابع آب موجود با کمترین هزینه ممکن می‌باشد (national water script guideline,2003)، در بیشتر کشورهای جهان علاوه بر مدیریت عرضه (تأمین منابع آب)، موضوع مدیریت تقاضا و حفظ منابع آبی نیز مورد توجه قرار گرفته است. در این راستا مفهوم آب مجازی[1] و ردپای آب[2] در فرایند مدیریت و تخصیص منابع محدود آب نقش مهم و بسزایی خواهد داشت. از آنجا که تولید هر نوع محصول و خدمات نیازمند آب است، آب مصرفی در فرآیند تولید یک محصول کشاورزی و یا صنعتی را اصطلاحاً "آب مجازی" می‌نامند. این مفهوم در اوایل دهه 1990 توسط Allen مطرح گردید. طبق این تعریف، مبادلات جهانی کالاها یک جریان بین‌المللی از آب مجازی را بوجود می‌آورد. زیرا مبادلات آب حقیقی به دلیل فاصله گرفتن تدریجی منابع قابل دسترس از مراکز جمعیتی وصرف هزینه‌های بالا، در سطح گسترده ممکن نیست. کشورهای کم‌آب می‌توانند با واردات محصولات آب‌بر، آبی که برای تولید آنها نیاز است را در بخش‌های دیگر مصرف کنند (Chapagin & Hoekstra, 2003).

مطالعات مختلفی در زمینه تجارت آب مجازی در سطح بین‌المللی صورت گرفته که می‌توان به مطالعات Allan (1998)، (Hoekstra & Hung(2002، Hoekstra ،Chapagain & Hoekstra(2003) (2003)، Chapagain et al., (2005)، Hoekstra & Hung (2005)، Chapagain et al., (2006)، Verma et al., (2008) اشاره کرد. مطالعات مذکور با تکیه بر نقش آب به عنوان یکی از عوامل کلیدی در تولید محصولات آب بر انجام پذیرفته است و همواره به بهره‌گیری از راهکار مبادله آب مجازی برای کشورهای کم آب پرداخته است. با این دیدگاه که می‌توان با حفظ منابع آبی برای تولید محصولات کلیدی به جای محصولات آب‌بر و سرمایه گذاری در بخش‌های اقتصادی در تخصیص و استفاده بهینه از آن تلاش کرد. این نگاه جدید به آب می‌تواند بسیاری از الگوهای مصرف آب را در اصلاح کند.

طبق مطالعات انجام شده می‌توان نتیجه گرفت که مبادلات آگاهانه آب مجازی نه تنها منجر به حفظ و پایداری منابع آبی شده، بلکه به عنوان راه حلی کارآمد، در راستای تامین نیازهای غذایی آینده قلمداد می‌شود. واردات آب مجازی به عنوان یک منبع آب مازاد محسوب شده و به منابع آب داخلی کشور اضافه می‌شود. بر این اساس، کشور وارد کننده، علاوه بر کالا، آب مصرفی که در تولید آن کالا مورد نیاز بوده است را نیز دریافت می‌کند. به تعبیری اگر محصولات کشاورزی را از مناطقی با بهره‌وری آب بالا به مناطقی با بهره‌وری آب پایین منتقل نمائیم، در مصرف آب صرفه‌جویی شده است. از طرفی، چون حجم کل آب مصرفی در داخل یک کشور، معیار دقیقی از نیاز واقعی کشور به منابع آبی نیست، داشتن یک شاخص واقعی از الگوی مصرفی آب کشور[3] (WF)، یک ضرورت به شمار می‌رود. رد پای آب یا به عبارتی آب مصرفی پایه، به کل حجم آبی اطلاق می‌شود که برای تولید کالا یا خدمات مصرفی توسط مردم کشور مصرف می‌شود. به عبارت دیگر با دانستن میزان آب مجازی کالاها و خدمات مصرفی در هر منطقه، می‌توان به کل حجم آب مصرفی آن منطقه دست یافت. آب مصرفی پایه، در سال 2002 توسط Hoekstra و Hung معرفی گردید. آنها اظهار کردند که برای داشتن تصویر درستی از نیاز واقعی یک کشور به منابع آب جهانی، باید حجم آب مجازی وارداتی به کل مصرف آب در داخل یک کشور افزوده و حجم آب مجازی صادر شده، از حجم مصرف آب داخلی کسر شود. ارائه مفهوم آب مصرفی پایه به منظور نشان دادن میزان آب مصرفی هر کشور در ارتباط با الگوی مصرفی مردم است که به عنوان یک شاخص جامع در ارتباط با نیاز آبی یک کشور مطرح می‌شود. آب مصرفی پایه شاخصی از مصرف منابع آب سطحی و زیرزمینی(آب آبی) و حجم نزولات ذخیره شده در خاک (آب سبز) است.

در مطالعات انجام شده توسط Hoekstra & Hung (2003) و (2002)، Hoekstra & ،Chapagain & Hoekstra (2004) Chapagain & ، Hoekstra (2006) ،Chapagain (2005) Hoekstra (2007)، آب مصرفی پایه کشورهای مختلف و متوسط آب مصرفی پایه جهان برآورد شده است. در این مطالعات عوامل موثر در میزان شاخص آب مصرفی پایه در هر کشور نیز مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت. تفاوت در میزان WF در کشورهای مختلف، تحت تأثیر اقلیم هر منطقه، میزان تولیدات و واردات کالا در هر کشور، الگوی مصرفی مردم، عملیات کشاورزی و راندمان کاربرد آب در هر کشور متغیر است. لذا WF را می‌توان برای هر گروه تعریف شده‌ای از مصرف‌کنندگان مانند خانواده، اصناف، جمعیت روستایی، شهری، استانی، ایالتی و کشوری محاسبه نمود (Ma et al., 2006). پیشنهاد (Chapagain et al., 2006,2007) نیز برای تعیین WF هر کالا، فعالیت و خدمات خاص بوده که بر حسب میزان آب مصرفی در سال محاسبه می‌شود.

افزایش روز افزون جمعیت، خشکسالی‌های پیاپی در دو دهه اخیر از یک سو و عدم توجه به استفاده بهینه و بهره‌برداری صحیح مصرف

1- Virtual Water
2- Water footprint
3- Water Footprint

کنندگان از سوی دیگر بحران آب را در ایران را بسیار جدی نموده است (Rangani & mohamadi, 2007). در حال حاضر بیشتر استان‌های کشور در معرض کم آبی شدید قرار دارند. این موضوع در نیمه شرقی کشور که منطقه‌ای خشک و بارندگی آن کم می‌باشد، بیشتر خود را نمایان می‌سازد(Keshavarz & Sadeghzadeh, 2001). استان خراسان رضوی با متوسط بارندگی سالانه 225 میلی‌متر و بیش از 1087466 هکتار سطح زیر کشت انواع محصولات زراعی و باغی جایگاه تعیین کننده‌ای در اقتصاد ملی و استانی دارد. بخش کشاورزی استان در اغلب محصولات مهم رتبه‌های اول تا سوم کشور را دارا است که سهم ارزش افزوده آن از کل کشور 10/4 درصد است.

فقدان جریان‌های سطحی دائمی در حوضه‌های آبریز دشت‌های استان خراسان رضوی موجب شده که سالانه بالغ بر 1/06 میلیارد مترمکعب اضافه برداشت از سفره‌های آب زیرزمینی استان صورت می‌گیرد و اکثر دشت‌های استان به عنوان دشت‌های ممنوعه اعلام شده است، بطوریکه از تعداد 39 دشت استان بالغ بر 35 دشت ممنوعه و 12 دشت بحرانی است. با توجه به مشکلات قابل ملاحظه مذکور، مطالعه حاضر به دنبال تعیین میزان مبادلات آب مجازی استان خراسان رضوی از طریق صادرات و واردات محصولات کشاورزی، تراز تجاری آب مجازی و بررسی امکان تامین امنیت غذایی استان با تکیه بر مفاهیم مبادلات آب مجازی و برآورد شاخص آب مصرفی پایه استان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در برآورد آب مصرفی پایه و میزان مبادلات آب مجازی استان از طریق واردات و صادرات محصولات کشاورزی از روابط زیر مطابق با Hoekstra and Hung (2002) استفاده می‌شود:

در رابطه1 ، متوسط نیاز آبی[1] هر محصول در سطح استان، با استفاده از روش میانگین وزنی محاسبه می‌شود:

$$\overline{CWR_c} = \frac{\sum_{i=1}^{n} CWR_{c,i} * A_{c,i}}{TA_c} \qquad (1)$$

که در آن $\overline{CWR_c}$ متوسط نیاز آبی در سطح استان برای محصول c (مترمکعب در هکتار)، $CWR_{c,i}$ نیاز آبی محصول c در دشت i (مترمکعب در هکتار)، $A_{c,i}$ سطح زیر کشت محصول c در دشت i (هکتار) و TA_c کل سطح زیر کشت محصول c در تمام دشت‌های استان است. کلیه محصولات کشاورزی مورد بررسی تحت کشت آبی هستند (چون قریب 90% محصولات خام کشاورزی از زمین‌های فاریاب حاصل می‌شود). برای داشتن تصویر واقعی از حجم آب مصرفی کشاورزی، تلفات آبیاری در قالب راندمان آبیاری در هر دشت استان در محاسبات نیاز آبی هر محصول وارد می‌شود.

در رابطه2، نیاز ویژه آبی[2] یا به عبارتی آب مجازی هر محصول، به صورت نسبتی از متوسط نیاز آبی به متوسط عملکرد آن محصول محاسبه می‌شود:

$$SWD_c = \frac{\overline{CWR_c}}{\overline{CY_c}} \qquad (2)$$

که در آن SWD_c نیاز ویژه آبی گیاه c (مترمکعب آب به ازاء هر تن محصول) و $\overline{CY_c}$ متوسط عملکرد محصول در استان (تن در هکتار) است. همچنین آب مجازی هر واحد تولیدات دامی بر اساس میزان متوسط آب مصرفی جهانی آن در نظر گرفته خواهد شد. بدین ترتیب SWD_c برای کلیه محصولات محاسبه می‌گردد. SWD_c به عنوان شاخص آب مصرفی هر تن محصول cام بر حسب مترمکعب است. در واقع بیانگر کل آبی است که بایستی مصرف شود تا یک تن محصول cام تولید شود.

مبادله آب مجازی استان به ازاء واردات یا صادرات هر محصول، از حاصل ضرب مقدار کمی واردات یا صادرات آن محصول، در میزان آب مجازی آن محصول مطابق با روابط3 و4 بدست می‌آید:

$$VWI_C = I_C * SWD_C \qquad (3)$$

$$VWE_C = E_C * SWD_C \qquad (4)$$

در روابط فوق VWI_c واردات آب مجازی محصول c (مترمکعب در سال)، VWE_C صادرات آب مجازی محصول c (مترمکعب در سال)، I_C و E_C به ترتیب مقدار واردات و صادرات سالانه محصول c (تن در سال) می‌باشد. آب مجازی هر محصول، به نیاز آبی ویژه گیاه در استان وارد کننده وابسته است، به عبارت دیگر به ازاء واردات محصولات، مقدار آبی که برای تولید محصول مورد نیاز بوده است، ذخیره می‌گردد.

کل واردات و صادرات ناخالص آب مجازی($TVWI$ و $TVWE$) از حاصل جمع کل واردات و صادرات استان به صورت روابط 5 و 6 به دست می‌آید:

$$TVWI = \sum_C VWI_C \qquad (5)$$

$$TVWE = \sum_C VWE_C \qquad (6)$$

تراز تجاری یا خالص واردات آب مجازی($NWVI$) که از اختلاف بین کل واردات و صادرات آب مجازی بدست می‌آید، به صورت رابطه 7 می‌باشد:

$$NVWI = TVWI - TVWE \qquad (7)$$

برای محاسبه ارزش ریالی هر مترمکعب آب مجازی صادر و وارد شده($VWVE$ و $VWVI$) از روابط 8 و 9 استفاده میشود.

1- Crop water requirement

2- Specific water demand

$$VWVE = \frac{TVPE}{TVWE} \quad (8)$$

$$VWVI = \frac{TVPI}{TVWI} \quad (9)$$

که در آن $TVPE$ ارزش کل صادرات محصولات صادراتی منتخب و $TVPI$ ارزش کل واردات محصولات وارداتی منتخب است. حال می‌توان با مقایسه حجم آب مجازی وارد و صادر شده از کشور و ارزش هر مترمکعب آنها و با توجه به ترکیب محصولات صادراتی، نقش تجارت آب مجازی را در مقابله با کم آبی و کاهش فشار بر منابع آبی کشور از نظر اقتصادی ارزیابی کرد.

Vanoel et al., (2008) برای محاسبه آب مصرفی پایه[1] ملی یا منطقه ای، دو روش Bottom-up و Top-down را معرفی کردند که یکی با استفاده از مجموع کالا و خدمات مصرفی ضربدر مقادیر آب مجازی مرتبط با آنها و دیگری با استفاده مجموع منابع آب داخلی مصرف شده برای تولید کالاها و خدمات و خالص واردات آب مجازی می‌باشد که در این مطالعه از روش دوم استفاده می‌شود و به صورت رابطه10 تعریف شده است.

$$WF = WU + NVWI \quad (10)$$

که در آن WF آب مصرفی پایه (مترمکعب در سال)، WU کل آب مصرفی داخل استان(مترمکعب در سال) و $NVWI$ خالص واردات آب مجازی (مترمکعب در سال) است. WU مجموع آب آبی (آبهای سطحی و زیرزمینی مصرفی) و آب سبز (نزولات جوی) است، اما از آنجا که اطلاعات مربوط به مصرف آب سبز استان نیاز به مطالعات گسترده‌ای دارد، برای دستیابی به جواب‌های عملی، در این مطالعه، WU معادل منابع مصرفی آب آبی درنظر گرفته شده است.

در این پژوهش فرض بر این است که با وارد کردن آب مجازی بتوان نیازهای آبی منطقه را تأمین نمود. برای این منظور به محاسبه شاخص‌هایی پرداخته شده که بتوان ارتباط کمبود آب منطقه، خودکفایی یا وابستگی به واردات آب مجازی منطقه را بررسی نمود.

به منظور تعیین شدت مصرف آب WS[2] ، از نسبت کل مصارف آبی استان در بخش کشاورزی WU (متر مکعب در سال)، به کل منابع آب در دسترس استان WA[3] (متر مکعب در سال) بهره می‌گیریم که در رابطه (11) ارائه شده است:

$$WS = \frac{WU}{WA} \times 100 \quad (11)$$

در رابطه (11)، WS شدت مصرف آب (بر حسب درصد)، WU، کل آب مصرفی استان(متر مکعب در سال) و WA منابع آب در دسترس استان است که منابع آب تجدیدپذیر سالانه حاصل از نزولات جوی که قابل استفاده است، به عنوان معیاری برای منابع آب در دسترس استان در نظر گرفته شده است. از آن‌جا که این پژوهش بر پایه مطالعات محصولات بخش کشاورزی استوار است، لذا WS مربوط به بخش کشاورزی محاسبه شده و WU معادل حجم مصرفی منابع آب آبی در بخش کشاورزی در نظر گرفته شده است. WS می‌تواند بین 0 تا 100 متغیر باشد. هر چه WS به سمت 100 میل کند بدین معنی است که شدت مصرف آب کشور در بخش کشاورزی بیشتر است.

شاخص وابستگی به واردات آب مجازی یا به اختصار وابستگی به آب[4]، وابستگی به منابع آب خارج از استان را نشان می‌دهد و به صورت نسبت واردات خالص آب مجازی به کل آب تخصیص یافته در بخش‌های مختلف استان تعریف می‌شود. در این تحقیق شاخص وابستگی به واردات آب مجازی از بعد محصولات کشاورزی مورد پژوهش و منابع آبی مصرفی در بخش کشاورزی مورد بررسی قرار گرفته و در رابطه (12) ارائه شده است:

$$WD = \begin{cases} \dfrac{NVWI}{WU + NVWI} \times 100 & if \quad NVWI \geq 0 \\ 0 & if \quad NVWI < 0 \end{cases} \quad (12)$$

محدوده این شاخص بین 0 تا 100 متغیر است. اگر $WD = 0$، یعنی واردات و صادرات ناخالص آب مجازی در تعادل بوده و یا اینکه ما صادر کننده آب مجازی هستیم. در صورتی که وابستگی به آب یک استان به 100 درصد نزدیک شود، آنگاه منطقه مورد نظر کاملاً به واردات آب مجازی وابسته است.

در مقابل شاخص وابستگی به آب، شاخص خودکفایی آب[5]، طبق رابطه (13) تعریف می‌شود:

$$WSS = \begin{cases} \dfrac{WU}{WU + NVWI} \times 100 & if \quad NVWI \geq 0 \\ 100 & if \quad NVWI < 0 \end{cases} \quad (13)$$

در واقع شاخص WSS در سطح استان، مبین آنست که استان تا چه حدی می‌تواند نیازهای آبی ساکنان خود را در رابطه با تولید کالا و خدمات از منابع داخلی تأمین نماید. در حالتی که $WSS = 100$، استان کل منابع آبی مورد نیاز برای تولید کالاها و خدمات را در داخل مرزهای خود در اختیار دارد و اگر $WSS = 0$ یعنی استان به شدت به واردات منابع آبی به فرم مجازی وابسته است

داده‌های مورد استفاده در این مطالعه از منابع مختلفی جمع آوری شده است. نیاز آبی گیاهان بر اساس سند ملی آب ایران، راندمان آبیاری بر اساس اطلاعات کسب شده از دفتر تامین آب کشاورزی ، معاونت آب و خاک وزارت جهاد کشاورزی، اطلاعات مربوط به منابع آبی استان (1386) از اداره آمار و برنامه‌ریزی استان خراسان رضوی،

1- Water footprint
2- Water use intensity
3- National water availability
4- Water dependency (%)
5- Water self-sufficiency(%)

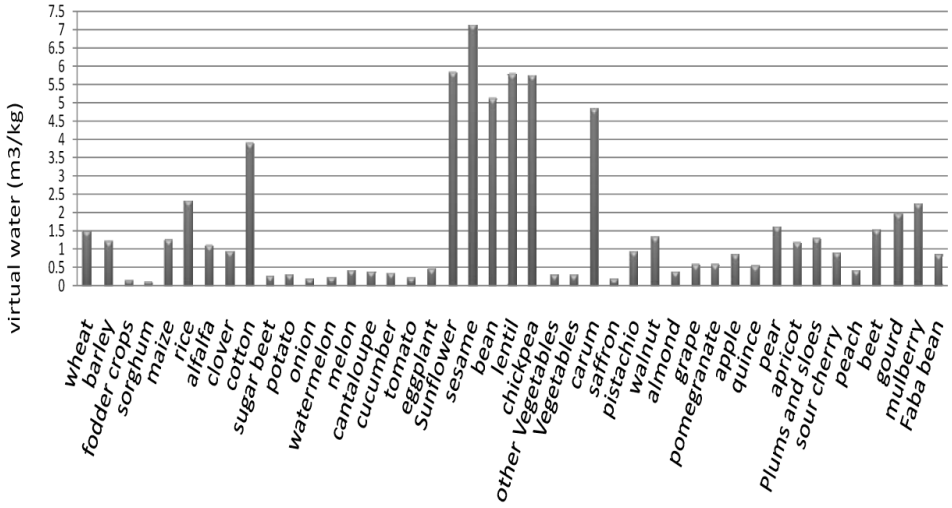
اطلاعات مربوط به صادرات و واردات محصولات کشاورزی استان (1385) از اداره گمرک خراسان رضوی، داده‌های مربوط به سطح زیر کشت، تولید و عملکرد محصولات کشاورزی از سازمان جهاد کشاورزی خراسان رضوی و نیازهای غذایی جمعیت استان مطابق با الگوی پیشنهادی بهینه در طرح امنیت غذایی کشور (1381)، گردآوری شده است.

نتایج و بحث

شکل1 نتایج محاسبات مربوط به آب مجازی در محصولات زراعی و باغی را نشان می‌دهد.

همانطور که قبلا اشاره شد آب مجازی هر محصول متأثر از عامل میزان مصرف آب در طی مراحل تولید و عملکرد آن محصول است. مشاهده می‌شود که محصولات کنجد، آفتابگردان، حبوبات و پنبه دارای بیشترین مقدار آب مجازی هستند که در محصول آفتابگردان مربوط به عملکرد پایین آن و در محصول پنبه به علت مصرف بالای آب در طی مراحل تولید آن می‌باشد. آب مجازی محصول زعفران، 238/64 m^3/kg محاسبه شده که بالا بودن مقدار آب مجازی آن به علت عملکرد پایین محصول است.

در جدول1 آمار مربوط به میزان تولید محصولات دامی و طیور استان و در شکل 2 میزان آب مجازی مرتبط با آنها ارائه گردیده است.



شکل 1- میزان آب مجازی برخی محصولات کشاورزی(m^3/kg) در استان خراسان رضوی

Fig. 1- Virtual water content of selected agricultural products in m^3/kg in Khorasan Razavi Province

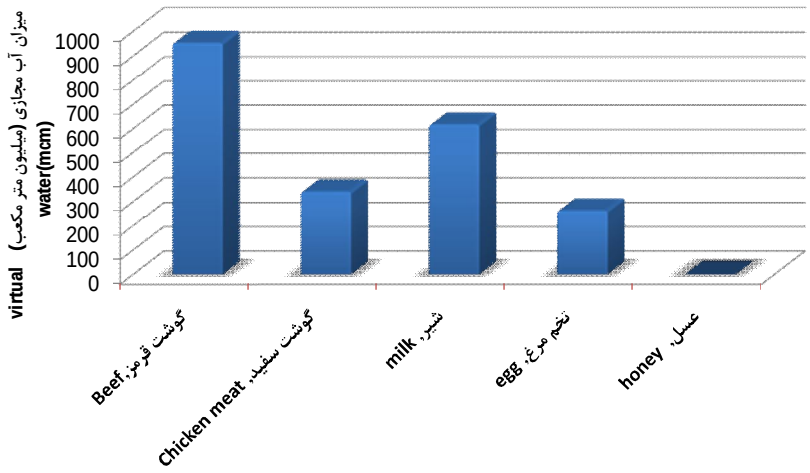
جدول1- میزان تولیدات دام و طیور(تن) در استان خراسان رضوی

Table 1- Livestock and livestock products content in (t) In Khorasan Razavi Province (2006-2007)

میزان تولیدات دامی (تن) Livestock product content (t)	محصولات دامی Livestock and livestock products
68067.8	گوشت قرمز beef meat
86891	گوشت سفید chicken meet
623599.3	شیر Milk
78043	تخم مرغ Egg
493.1	عسل Honey

مأخذ: اداره آمار و برنامه ریزی استان خراسان رضوی،1386

source: statistical office and chematization of Khorasan Razavi Province(2006-2007)



شکل 2- میزان آب مجازی محصولات دامی و فراوری شده(میلیون متر مکعب)

(مأخذ: آمار میانگین جهانی آب مجازی محصولات دامی و طیور (www.waterfootprint.org) و محاسبات تحقیق)

Fig. 2- Virtual water content (mcm) of a few major livestock products

Source: according to the. Chapagain and Hoekstra study, 2003 (www.waterfootprint.org) and research calculation

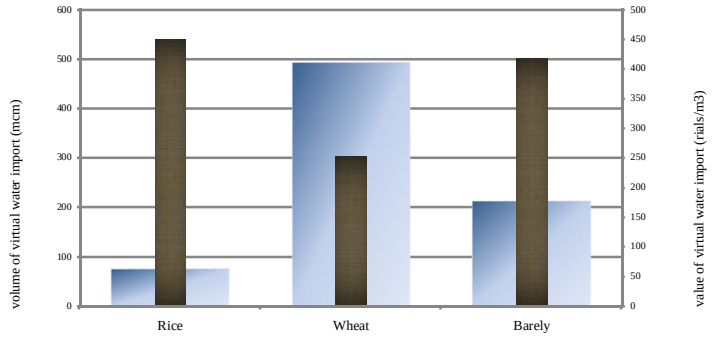
جدول2- مقدار و ارزش محصولات وارداتی به استان

Table 2- Value and imported product content to Khorasan Razavi Province (2007)

ارزش محصولات وارداتی (هزار ریال) Imported products value(1000 riyals)	مقدار کیلوگرم Content(kg)	محصولات Products
32045696	10668707	برنج Rice
122864907	114218315	گندم Wheat
86768724	59515222	جو Barely
241679327	184402244	کل Total

مأخذ: اداره گمرک استان خراسان رضوی،1386

source: Khorasan Razavi Province's Customs administration(2007)



شکل 3- حجم و ارزش آب مجازی وارداتی به استان خراسان رضوی

Fig. 3- Imported virtual water volume (mcm) and value at Khorasan Razavi Province (2006-2007)

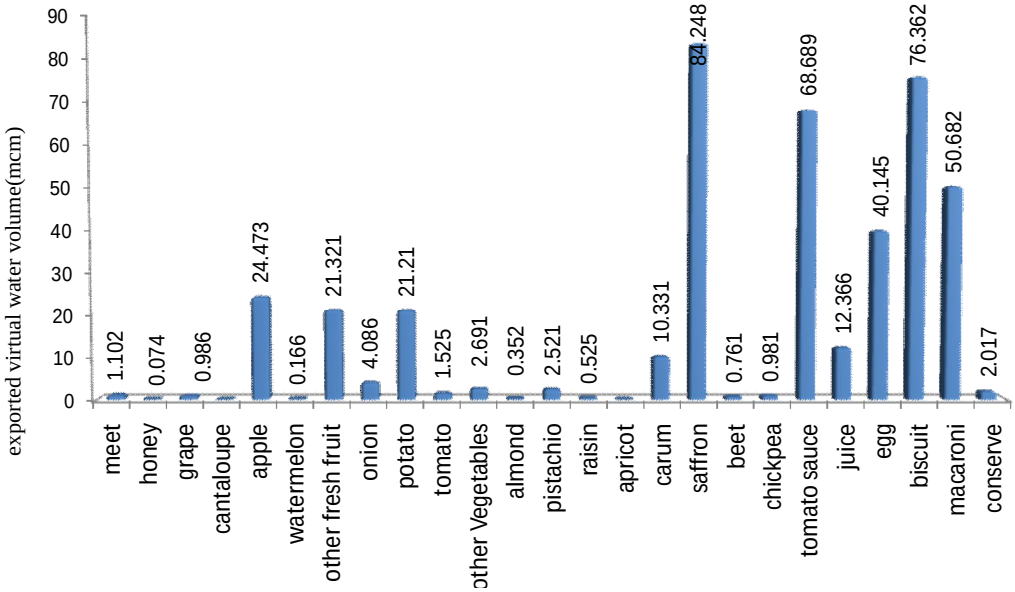
همانطور که در شکل2 آورده شده است، مشاهده می‌شود که برای تولید محصولات دامی نسبت به محصولات کشاورزی به مراتب نیاز به مصرف آب بیشتری است که این امر با توجه به تعریف آب مجازی قابل توجیه است. زیرا علاوه بر مصرف آب با هدف بهداشت و شرب دام، آب مجازی تولید خوراک مصرفی دام نیز در طول دوره زندگی دام باید در نظر گرفته شود. با توجه به اینکه حجم بسیار زیادی از منابع آبی هر کشوری صرف تولید محصولات کشاورزی و مرتبط با آن می‌شود و سهم محصولات صنعتی غیر مرتبط با کشاورزی از مصارف منابع آبی بسیار ناچیز است، در مطالعه حاضر برای محاسبه صادرات و واردات آب مجازی استان از کالاهای غیر مرتبط با کشاورزی صرف نظر شده است.

در جدول2 مقدار و ارزش محصولات عمده کشاورزی وارداتی به استان و در شکل 3 معادل حجم و ارزش آب مجازی وارداتی به استان محاسبه شده است

همانطور که در شکل 3 آورده شده است، بیشترین حجم واردات آب مجازی به ترتیب مربوط به واردات محصولات گندم، جو و برنج و بیشترین ارزش آب مجازی وارداتی نیز به ترتیب مربوط به واردات محصولات برنج، جو و گندم است. کل حجم آب مجازی وارداتی استان از واردات محصولات حدود 771 میلیون مترمکعب در سال و متوسط وزنی ارزش آب مجازی وارداتی حدود 315 ریال به ازای هر مترمکعب می‌باشد. به این معنا که ارزش هر مترمکعب آب مجازی وارداتی حدود 315 ریال است.

در شکل 4 حجم آب مجازی صادراتی که به واسطه صادرات محصولات در بخش کشاورزی از استان صورت گرفته، محاسبه گردیده است. کل حجم آب مجازی صادراتی استان از صادرات محصولات منتخب حدود 428 میلیون مترمکعب در سال و متوسط وزنی ارزش آب مجازی صادراتی حدود 5503 ریال به ازای هر مترمکعب می‌باشد. همانطور که در شکل 4 نشان داده شده است، بیشترین درصد حجم صادرات آب مجازی به ترتیب مربوط به صادرات محصولات زعفران، بیسکویت، رب گوجه فرنگی، ماکارونی، تخم مرغ، میوه ها، سبزیجات و خشکبار بوده است. بیشترین ارزش آب مجازی صادراتی نیز به ترتیب مربوط به صادرات محصولات پسته و مغز پسته، عسل، هندوانه، بادام و مغز بادام، زعفران و کشمش است. میزان آب مجازی محصولات فرآوری شده با استفاده از ضریب تبدیل محصولات خام اولیه به محصولات فرآوری شده محاسبه گردیده که اطلاعات مورد نیاز آن از کارشناسان صنایع غذایی در واحدهای تولید کننده گردآوری شده است.

نتایج نشان می‌دهد که حجم واردات آب مجازی از صادرات آب مجازی بیشتر بوده و استان خراسان رضوی از نظر تراز تجاری آب مجازی، وارد کننده آب مجازی است و خالص واردات آب مجازی که از تفاضل کل حجم واردات و صادرات آب مجازی بدست می‌آید، برابر 344 میلیون مترمکعب در سال می‌باشد.



شکل 4- حجم آب مجازی صادراتی(میلیون متر مکعب) محصولات کشاورزی از استان خراسان رضوی در سال 1385

Fig. 4- Exported virtual water volume related agricultural products (mcm) from Khorasan Razavi Province (2006-2007)

در جدول3 خلاصه شاخص‌های محاسبه شده مربوط بـه واردات، صادرات و تجارت آب مجازی نشان داده شده اند. ارقام جدول3 نشان می‌دهد که ترکیب محصولات صادراتی در مقایسه بـا واردات، دارای آب کمتر ولی ارزش افزوده بیشتری هستند. یعنی تولید محصولات با آب کمتر و ارزش افزوده اقتصادی بالاتر در الگوی تجارت خارجی آن دارای مزیت نسبی است و جایگاه بـالایی دارد. متوسـط آب مجـازی مصرف شده به ازای هر تن صـادرات معـادل 3159/5 مترمکعـب در سال و برای واردات معادل 4184/87 مترمکعـب در سـال مـی‌باشـد. مقایسه شاخص‌های صادرات و واردات نشان می‌دهد که وزن واردات 1/36 برابـر صـادرات اسـت در حالیکـه ارزش واردات حـدود 0/157 صادرات است. با توجه به این ارقام، جهت نیل به خودکفایی غذایی با فرض قطع کردن واردات 184402/2 تن مـواد غـذایی، بایـد 771/7 میلیون مترمکعب در سال آب مصرف شود تا از طریق تولیـد داخلـی این مقدار واردات به صفر تنزل کند. در حالیکـه اگـر مقـدار صـادرات محصولات مورد بحث این تحقیق 1/157 برابر شود، کل آب مصرفی در داخل برای تولیـد ایـن مقـدار محصـول صـادراتی 67/2 میلیـون مترمکعب در سال خواهد بود و با ارزش این مقدار محصول می‌تـوان کمبود مواد غذایی فوق را از خارج جبران کرد که در نتیجه آن حـدود 704/5 میلیون مترمکعب در سال آب صرفه جویی کرد.

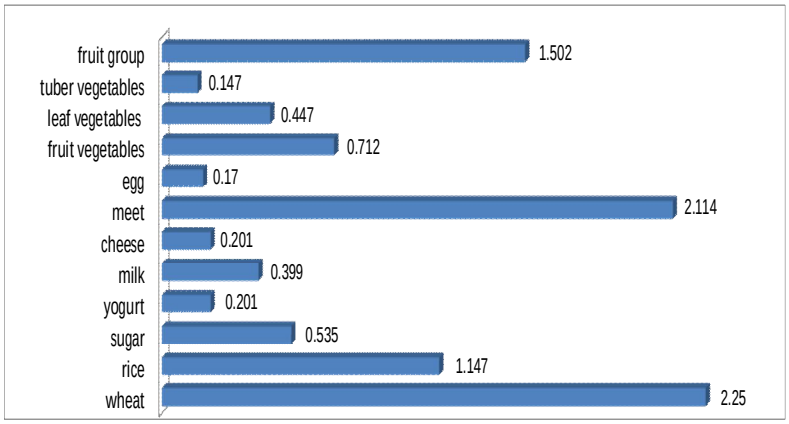
متوسط آب مجازی به ازای هر تن (مترمکعب) در شکل 5 میزان آب مجازی مورد نیاز برای تـامین نیازهـای غـذایی جمعیـت اسـتان متناسب با الگوی بهینه غذایی ارائه شده است. این الگو تأمین کننـده 2600 کیلو کالری انرژی و 80 گرم پروتئین در روز است که بر اساس هرم رژیم غذایی مطلوب از طرف متخصصان امر تغذیه تدوین گردیده است (Mazaheri, 2002). برای تأمین امنیت غذایی و رعایت الگوی غذایی بهینه در استان، با جمعیت 5515980 نفر در سـال 1385، بـه 9/825 میلیارد متر مکعب آب در بخش کشاورزی و صنایع وابسته نیاز است که با افزودن حجم آب مصرفی در بخش‌های صنعت و شرب (9 درصد منابع آب استان)، سالانه به 10/79 میلیارد مترمکعب آب برای تامین نیازهای غذایی، خدماتی، بهداشتی و صنعتی نیاز است که سرانه هر نفر 1956 مترمکعب در سال می‌باشد. این در حالی است که حجم کل نزولات استان حدود 26 میلیارد مترمکعب می‌باشد کـه بـیش از دوسوم آن در اثر تبخیر از دسترس خارج می‌گردد و تنها یک سوم آن یعنی حدود 8/6 میلیارد مترمکعب حجم منابع آب تجدید شونده استان می‌باشد که 2/5 میلیارد مترمکعب آن آبهای سطحی و 6/1 میلیـارد مترمکعب منابع آب زیرزمینی می‌باشد. میزان بهره‌برداری از منابع آب استان حدود 9/26 میلیارد مترمکعب است کـه بـیش از 0/6 میلیـارد مترمکعب اضافه برداشت از سفره‌های آب زیرزمینی صورت می‌گیـرد. لازم به ذکر است که 91 درصد منابع آب استان در بخش کشاورزی، 2/3 درصد در بخش صنعت و خدمات و 6/7 درصد در بخش شرب به مصرف می‌رسد.

جدول4 نتایج مربوط به محاسبات شـاخص‌هـای کلـی و سـرانه ردپای آب، شدت مصرف آب، وابستگی و خودکفـایی بـه واردات آب مجازی را نشان می‌دهد. مقادیر محاسبه شده مربوط به شاخص‌های کلی و سرانه ردپای آب استان به ترتیب برابر 9/6 میلیارد مترمکعـب در سال و 1741 مترمکعب در سال به ازای هر نفـر اسـت. یعنـی در شرایط فعلی بهره برداری از منابع آبی که اکثر دشت‌هـای اسـتان در شرایط بحرانی بسر می‌برند و اضافه برداشت از مخازن آب زیرزمینی صورت می‌گیرد، هر نفر در سال 1741 مترمکعب آب مصرف می‌کند که این رقم تحت تأثیر مستقیم اقلیم منطقـه، الگـوی کشـت، رژیـم غذایی و راندمان آبیاری منطقه می‌باشد.

جدول3- شاخص‌های محاسباتی در مورد صادرات، واردات و مبادله مجازی آب

Table 3- Virtual water export, import and trad parameters (2006-2007)

واردات Import	صادرات Export	شرح Topic
184402.204	135337.75	وزن کل(تن) Total weight (t)
241679327	1536410350	ارزش کل(هزار ریال) Value of virtual water(1000 Rials)
771.1	427.6	کل آب مجازی(میلیون مترمکعب) Virtual water content (mcm)
4184.87	3159.503	متوسط آب مجازی به ازای هر تن(مترمکعب) Virtual water average(m^3/t)
0.315	5.503	متوسط بهای آب مجازی به ازای هر مترمکعب(هزار ریال) Average of virtual water value(1000 rials/m^3)



شکل 5- حجم آب مجازی مورد نیاز (میلیارد مترمکعب) به تفکیک هر گروه غذایی در الگوی بهینه غذایی

(مأخذ: طرح امنیت غذایی کشور(1381) و محاسبات تحقیق

Fig. 5- Virtual water content in (bcm) for supplying optimized alimentary pyramid

Sources: National Food Security Project (2002) and Research Calculation

جدول4- شاخص‌های محاسبه شده در مورد منابع آب استان(1385)

Table 4- Water footprints, water scarcity, water self-sufficiency and water dependency of Khorasan Razavi Province in (2006-2007)

محاسبات calculation	شرح Topic
8.66	کل منابع آبی در دسترس(میلیارد مترمکعب در سال) Total available water resources(bcm/yr)
9.26	کل منابع آبی مصرف شده (میلیارد مترمکعب در سال) Total water withdrawal (bcm/yr)
8.43	کل منابع آبی مصرف شده در بخش کشاورزی(میلیارد مترمکعب در سال) Agricultural water withdrawal (bcm/yr)
427.6	صادرات آب مجازی(میلیون مترمکعب در سال) Virtual water export(mcm/yr)
771.7	واردات آب مجازی(میلیون مترمکعب در سال) Virtual water import(mcm/yr)
344.1	خالص واردات آب مجازی(میلیون مترمکعب در سال) Net virtual water import(mcm/yr)
9.604	شاخص کلی ردپای آب(میلیارد مترمکعب در سال) Water foot print (bcm/yr)
1741	شاخص سرانه ردپای آب(مترمکعب در سال به ازای هر نفر) Water foot print (m^3/yr/cap)
110.9	شاخص شدت مصرف آب(درصد) Water use intensity(%)
3.6	شاخص وابستگی به واردات آب مجازی(درصد) Water dependency(%)
96.4	شاخص خودکفایی واردات آب مجازی(درصد) Water self-sufficiency(%)

همچنین از آنجا که ضریب امنیت غذایی کشور حدود 95 درصد بوده (Samadi, 2008) و چنانچه قبلا گفته شد برای تامین الگوی غذایی بهینه در شرایط بهره برداری از منابع آبی، سرانه ردپای آب استان بایستی به حدود 1956 مترمکعب در سال به ازاء هر نفر افزایش یابد. بنابراین با توجه به مطالب گفته شده می‌توان بیان کرد که در شرایط فعلی استان خراسان رضوی از نظر بهره برداری از منابع آبی در وضعیت خوبی قرار نداشته و در آینده‌ای نزدیک در تامین امنیت غذایی جمعیت رو به افزایش استان با مشکلات مواجه خواهد شد.

مطابق نتایج جدول4، شاخص شدت مصرف منابع آبی استان حدود 110 درصد است که نشان می‌دهد که شدت مصرف آب در این استان بسیار بالاست و مصرف منابع آب بیشتر از منابع آبی تجدید شونده سالانه است. در جدول7، شاخص وابستگی به واردات آب مجازی 3/6 درصد محاسبه شده و بیان کننده این مطلب است که واردات آب مجازی سهم بسیار کمی از منابع آبی مورد نیاز برای تامین کالاها و خدمات مصرفی استان را به خود اختصاص داده است. بنابراین مطابق طبقه بندی هوکسترا و همکاران (2005) که درجه خودکفایی را در شش گروه 20-0، 50-20، 70-50، 90-70، 99-90 و 100 طبقه‌بندی کرده‌اند، مشاهده می‌شود استان در درجه بالایی از خودکفایی قرار دارد و نشان دهنده این مطلب است که مدیریت‌ها و برنامه‌ریزی‌ها به سمت خودکفایی بیشتر است به ندرت از منابع آب خارجی استفاده شده است. ماده 18 برنامه چهارم توسعه ایران، این واقعیت را به وضوح بیان می‌کند و توسعه بخش کشاورزی را مبتنی بر خودکفایی در تولید محصولات کشاورزی اساسی، امنیت غذایی، تولید اقتصادی و گسترش صادرات محصولات کشاورزی می‌داند. در عین حال رشد فزاینده جمعیت، آلودگی منابع آب، افزایش تقاضا برای مواد غذایی و بهبود رژیم‌های غذایی، آسیب‌پذیری نسبت به تغییرات ناگهانی آب و هوا، شامل دما و بارندگی عواملی هستند که واردات آب مجازی را برای مناطقی مانند استان خراسان رضوی یک راهکار موثر در کاهش فشار وارده بر منابع آبی قلمداد می‌کنند.

پیشنهادات برای سیاستگذاری

به رغم سرمایه گذاری‌های انجام شده در بهینه سازی الگوی کشت منطقه‌ای مبتنی بر منابع آبی موجود، تأثیر عواملی از قبیل برداشت بی‌رویه از برخی منابع آب موجود، عدم تغذیه مناسب سفره‌های آب سطحی و زیرزمینی عدم رعایت مسائل مربوط به حفاظت محیط زیست از یک طرف و رشد جمعیت و متناسب با آن رشد روزافزون تقاضا در بخشهای مختلف به منظور تامین نیازهای جمعیت روز به روز شدت بیشتری می‌یابد.

از طرف دیگر هر کشوری و به تبع آن هر استان در جهت نیل به رفاه عمومی و امنیت غذایی، به مسئله خودکفایی در تولیدات خود توجه خاصی را مبذول می‌دارد. نکته قابل توجه اینست که آیا منابع موجود در هر منطقه خود به تنهایی میتواند جوابگوی نیازهای جمعیتی باشد و این مسئله با توسعه پایدار در بخشهای مختلف خصوصا بخش کشاورزی هماهنگ است؟ در صورتی که در یک منطقه کم آب میتوان با یافتن نقطه تعادل بین تامین امنیت غذایی و بهره‌گیری از پتانسیل‌ها با واردات مواد غذایی پیدا کنند. این هدف با عنایت به مسئله مبادلات آب مجازی که دید وسیعی از منابع آب مصرفی را در مبادلات محصولات مختلف در اختیار ما قرار می‌دهد قابل حل است. بهره‌گیری از راهکار مبادله آب مجازی در کنار اعمال روش‌های بهینه سازی مصرف و استحصال منابع میتواند بخشهای اقتصادی، اجتماعی و محیط زیست را در هر منطقه به سوی پایداری منابع آبی سوق دهد.

در یک نگاه کلی، اصلاح شیوه تولید در بخش کشاورزی، بهبود راندمان ابیاری و ارتقاء سطح بهره‌وری در مصرف آب می‌تواند تا حدی مشکل کمبود منابع آبی مناطق کشور را حل نموده و به عنوان یکی از راهکارهای کاهش ردپای آب نیز قلمداد می‌شود.

از دیگر عوامل موثر در کاهش شاخص ردپای آب(آب مصرفی مردم) اصلاح الگوی تغذیه‌ای جامعه به سوی الگوی بهینه است که این امر با استفاده از روشهای آموزشی و بالا بردن آگاهیهای مردم صورت می‌گیرد. اگر بتوان الگوی مصرفی مردم را به سمتی سوق داد که از محصولات و خدمات با آب مصرفی کمتر استفاده کنند، و یا کالاها و محصولات آب بر را از مناطقی با کاربری آب بالا به منطقه وارد کنیم، ردپای آب منطقه کاهش می‌یابد. افزون بر این با تغییر و تعدیل الگوهای کشت موجود در منطقه می‌توان به حفظ محیط زیست، توسعه پایدار کشاورزی، خودکفایی و حفظ امنیت غذایی نیز نائل شد. همچنین ضمن تاکید بر کاهش رشد جمعیت، باید از هم اکنون سیاست‌ها و راهبردهای استفاده کارا از منابع آب همراه با پیش بینی فناوریهای مورد نیاز جهت مقابله با این عامل مهم مدنظر قرار گیرد، زیرا بی توجهی به این امر کشور را با بحران آب مواجه خواهد ساخت.

منابع

1- Alizadeh, A., Keshavarz, A., 2005. Status of agricultural water use in Iran. Water Conservation, Reuse and Recycling: Proc. of an Iranian-American Workshop, from http//:www.nap.Edu/catalog/1124.html.
2- Hoekstra, A. Y. (Ed.). 2003. Virtual water trade: processing of the international expert meeting on virtual water

trade. Value of the Water Research Report Series. No. 12, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands.
3- Hoekstra, A. Y., Hung. P.Q., 2002. Virtual water trade: A quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade. Value of the Water Research Report Series. No. 11, UNESCO-IHE, Delft.
4- Allan, J. A., 1998. Virtual water: A strategic resource, global solution to regional deficits, Groundwater 36, 545-546,.
5- Chapagain, A. K, Hoekstra, A. Y., Savenije. H. H. G., 2006. Water saving through international trade of agricultural product.Hydrol. Earth Syst. 10, 455-468.
6- Chapagain, A. K, Hoekstra, A. Y., Savenije. H. H. G., Gautam. R., 2006. The water footprint of cotton consumption : An assessment of the impact of worldwide consumption of cotton products on the water resources in the cotton producing countries. Ecological Economics. 60, 186-203.
7- Chapagain, A. K., Hoekstra, A.Y., Savenije, H. H. G., 2005. Saving water through global trade. Value of Water Research Report Series No. 17, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands.
8- Chapagain, A. K., Hoekstra. A.Y., 2004. Water footprint of nations. Value of the Water Research Report Series No. 16, UNESCO-IHE, Delft., the Netherlands.
9- Ehsani, M., Khledi, H., 2003. Agricultural water productivity. IRNCID.Tehran.
10- Ghasem Zadeh Mojaveri, F., 2000.Water economic: Early condition of green economic, Green economic. April.
11- Hoekstra, A. Y., Hung. P.Q., 2005.Globalization of water resources : International virtual water flows in relation to crop trade. Glob. Environ. Change. 15, 45-56
12- Hoekstra, A.Y., Chapagain. A. K., 2007. Water footprint of nations :water use by people as a function of their consumption pattern. Water Resource Management 21(1):35-48.
13- Keshavarz, A., Sadeghzadeh, K., 2001. Management of water consume in agriculture.Shekarshekan. 38, 32-57.
14- Khorasan Razavi Province s Customs administration. 2007, from http://www.khorasancustoms.ir.
15- Ma, J., Hoekstra, A. Y., Wang, H., 2006. Virtual versus real water transfers within China. Philos.Transac. of the Royal Socie. 361, 835-842.
16- Mahmoodi, S., 1999. Management of water demand and water supply, two basis axis of sustainable development in water section. Water Environ. 18. 9-6.
17- Mazaheri, D., 2002. Food Security in Iran. Science Academy Islamic Republic of Iran.
18- Organization of Jihad–Agriculture of Khorasan Razavi Province.2007, from http://www.koaj.ir.
19- Rangani Jahromi, A., Mohamadi, R., 2006. Productivity study and water demand function on water agriculture (Jahrom City). Develop. Product. No 5.2.
20- Samadi, 2008.Assistance of planning & economics. Planning & Economical agriculture research institute. April. 7.
21- Van Oel, P.R., Mekonnen M.M., Hoekstra, A.Y., 2008.' The external water footprint of the Netherlands: Quantification and impact assessment. Value of Water Research Report Series. No. 33, UNESCO-IHE, Delft. The Netherlands.

Journal of Agroecology
Vol. 1, No. 1, Fall 2009, p. 1-12

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 1، شماره 1، پاییز 1388، ص. 12-1

Study of food security based on the concept of virtual water trade and ecological water foot print

(Case study: Khorasan Razavi Province)

A. Arabi Yazdi*, A. Alizadeh and S. Nairizi[1]

Abstract

Khorasan Razavi province with the total precipitations of less than 225 mm/year and total area of irrigated area of 1087466 hectare is considered as one of the most important agricultural region in Iran. This province has also important role in local and national economy. Lack of Perennial River and little amount of surface water has caused 1.06 billion cubic meter of over withdrawn from ground water resources. For this reason 35 ground water basins out of 39 have been banned for more exploitation. 12 basins are also in a very critical condition. Since virtual water trade has been accepted as a tool for combating water scarcity, this research project was conducted to study the import-export of virtual water as well as its balance, and ecological water foot print in this province. Khorasan Razavi, has imported 771.7 mcm and exported 434 mcm of virtual water through international agricultural crops trade. Net virtual water of Khorasan Razavi was about 338 mcm in 2006. Agricultural water footprint of Iran in 2006 has estimated to be about 9.6 bcm or 1740 m3/yr/cap. The results show that water resources situation in this province is not in a good condition and in a near future providing food security will be faced with problems if not any solution be implemented.

Key words: Net virtual water import, Virtual water trade, Water footprint

1- A Contribution from College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad and Water and Power University
(* - Corresponding author Email: zamarabi@gmail.com)

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 1، شماره 1، پاییز 1388، ص. 23-13

Journal of Agroecology
Vol. 1, No. 1, Fall 2009, p. 13-23

ارزیابی جذب و کارایی مصرف نور توسط کانوپی کشت مخلوط ذرت و لوبیا

علیرضا کوچکی[1]، مهدی نصیری محلاتی[2]، فرزاد منذنی*[3]، حسن فیضی[4] و شهرام امیر مرادی[5]

تاریخ دریافت: 88/10/5
تاریخ پذیرش: 88/10/30

چکیده

سیستم‌های کشت مخلوط یکی از روش‌های مدیریت صحیح تولید محصولات زراعی است که منجر به بهبود جذب و کارایی مصرف منابع توسط گیاهان می‌شود. با همین هدف به منظور ارزیابی اثرات کشت مخلوط نواری بر میزان جذب و کارایی مصرف نور ذرت و لوبیا آزمایشی در سال 1388 در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در غالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با 3 تکرار و 6 تیمار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل کشت خالص ذرت، کشت خالص لوبیا، عرض نوار 2، 3، 4 و 5 ردیف کاشت ذرت و لوبیا بود. آزمایش در یک سیستم کم نهاده اجرا شد و از مصرف هر گونه مواد شیمیایی (کودهای شیمیایی و آفت‌کش‌ها) خود داری شد. هرکرت آزمایشی به ابعاد 4 متر طول در 7/5 متر عرض بود که تیمارهای مورد آزمایش، به صورت جایگزینی در آنها اعمال شد. نتایج آزمایش نشان داد که شاخص سطح برگ، میزان جذب نور، تجمع مادهٔ خشک و کارایی مصرف نور ذرت و لوبیا در تمام تیمارهای کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی افزایش پیدا کرد. افزایش عرض نوار در تیمارهای کشت مخلوط نسبت به تیمار عرض نوار 2 ردیفی، به استثنای کارایی مصرف نور (8/3 و 14/5 درصد) منجر به کاهش شاخص سطح برگ (34/2 و 5/5 درصد)، میزان جذب نور (20/5 و 11/2 درصد) و تجمع مادهٔ خشک (13/1 و 1/5 درصد) به ترتیب در ذرت و لوبیا شد. با افزایش عرض نوار مقادیر صفات نام برده در ردیف‌های مرکزی نسبت به ردیف‌های حاشیه‌ای کاهش بیشتری یافت. اثرات تسهیل و تکمیل‌کنندگی کشت مخلوط بر صفات مورد بررسی هم در ردیف‌های حاشیه‌ای و هم در ردیف‌های مرکزی برای ذرت بیشتر از لوبیا بود. میانگین کارایی مصرف نور ذرت و لوبیا در طول فصل رشد به ترتیب از 1/65 و 0/98 در تیمار کشت خالص تا 1/94 و 1/15 گرم بر مگاژول تشعشع فعال فتوسنتزی در تیمار عرض نوار 2 ردیفی، متغیر بود.

واژه های کلیدی: کشت مخلوط نواری، جذب نور، شاخص سطح برگ، مادهٔ خشک کل

مقدمه

از زمان شروع انقلاب صنعتی رشد جمعیت بطور چشمگیری افزایش یافته است و این موضوع همراه با افزایش سطح انتظارات بشر منجر به بهره برداری شدیدتر و نامطلوب‌تر از زمین‌های قابل کشت شده است. با این حال در سیستم‌های مدرن تولید گیاهان زراعی روش‌های مدیریتی بکار رفته توسط کشاورزان، برای رسیدن به تولیدی بالاتر در حال بهبود است. از رایج‌ترین این روش‌ها افزایش کارایی مصرف منابعی همچون آب، عناصر غذایی، سطح زمین، تشعشع خورشید و دی‌اکسیدکربن اتمسفر است. در بین منابع مصرفی برخی از آنها، همچون نور خورشید، دارای اهمیت بیشتری می‌باشد. شدت نور خورشید در یک منطقه نسبتاً ثابت است و می‌توان از آن بعنوان منبعی نام برد که بطور کارآمدتری نسبت به سایر منابع مصرفی بر تولید محصولات زراعی تأثیر گذار است. فراوانی شدت نور خورشید در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری یک فرصت مناسب برای افزایش مصرف آن در تولید بهتر محصولات زراعی می‌باشد (Awal et al., 2006.).

یکی از روش‌های مدیریت صحیح تولید محصولات زراعی که منجر به بهبود کارایی مصرف منابع می‌شود، سیستم‌های کشت مخلوط است (Black & Ong, 2000). در کشورهای در حال توسعه کشت مخلوط نقش مهمی در تولید غذا و معیشت مردم ایفا می‌کند. در این کشورها سیستم‌های کشت مخلوط اغلب بطور سنتی در مزارع کوچک توسط کشاورزان مدیریت می‌شوند (Tsubo & Walker, 2002). کشت مخلوط به کشت دو یا تعداد بیشتری محصولات زراعی با یکدیگر در یک قطعه زمین در یک زمان گفته می‌شود (Xin & Tong, 1986). نتایج برخی آزمایشات نشان دهندهٔ افزایش کارایی مصرف نور (Awal et al., 2006; Tsubo et al., 2001)، عناصر

1 و 2- اعضای هیأت علمی گروه زراعت دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
3، 4 و 5- دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email:fa_mo300@stu-mail.um.ac.ir)

غذایی (Rowe et al., 2005)، آب (Walker & Ogindo, 2003) و زمین (Dhima et al., 2007) در سیستم‌های کشت مخلوط نسبت به تک کشتی می‌باشد. نور جزء مهمترین منابع مصرفی در رشد و نمو گیاهان می‌باشد. نور رسیده به بالای کانوپی توسط برگ‌ها و دیگر اندام‌های سبز گیاهان جذب شده و سپس در فرایند فتوسنتز به کار رفته و منجر به تولید مواد فتوسنتزی و درنهایت تجمع ماده خشک می‌شود. تجزیه و تحلیل این فرایند در شرایط محیطی مختلف برای ارزیابی میزان رشد و تولید گیاهان زراعی بسیار مهم می‌باشد (Tsubo et al., 2001). کشت مخلوط یکی از راهکارهای زراعی برای افزایش جذب و مصرف نور است که منجر به بهبود تولید محصولات زراعی و افزایش عملکرد اقتصادی می‌شود (Gao et al., 2008).

در بین سیستم‌های کشت مخلوط، ترکیب گیاهان غلات و بقولات از جمله معمول ترین و قدیمی‌ترین این سیستم‌ها در نقاط مختلف دنیا به ویژه در کشورهای در حال توسعه می‌باشد (Ofori & Stern, 1987). به سیستم‌های کشت مخلوطی که در آنها یکی از گونه‌های مخلوط دارای تثبیت بیولوژیکی نیتروژن است، کشت مخلوط کلاسیک نیز گفته می‌شود. در این شرایط گیاه غیر بقولات از نیتروژن تثبیت شده در غده‌های موجود در ریشه گیاه بقولات استفاده خواهد کرد. از آنجا که یک رابطه مستقیم بین میزان نیتروژن برگ، فعالیت آنزیم‌های کربوکسیلازکننده و میزان فتوسنتز در گیاهان وجود دارد، بنابراین نیتروژن تثبیت شده در سیستم‌های مخلوط نقش فراوانی بر میزان کارایی فیزیولوژی گیاه غیربقولات و در نتیجه میزان تولید آنها ایفا می‌کند. شاید در اینجا این موضوع مطرح شود که می‌توان به این ویژگی از طریق مصرف مستقیم کودهای‌شیمیایی نیتروژنه دست یافت. اما باید به این نکته اشاره کرد که نیتروژنی که توسط فرایند تثبیت بیولوژیکی تولید و فرآهم می‌شود، به علت اینکه بطور تدریجی آزاد شده و میزان فراهمی آن نیز تا حدود زیادی با نیاز گیاه غیر بقولات (در صورت انتخاب صحیح گیاهان) منطبق است، بنابراین به مراتب تأثیر بسیار بیشتری بر کارایی مصرف منابع و تولید گیاهان خواهد داشت. به نظر می‌رسد در بین کارایی‌های مصرف منابع، کارایی مصرف نور به علت اینکه بطور مستقیم با محتوای نیتروژن برگ در ارتباط است، تأثیر بیشتری از همجواری یک گیاه بقولات و غیر بقولات می‌پذیرند.

یکی از عوامل موثر بر میزان تثبیت بیولوژیکی نیتروژن توسط گیاهان خانوادهٔ بقولات میزان فراهمی نیتروژن در خاک است که هرچه میزان نیتروژن در خاک بیشتر باشد، میزان تثبیت بیولوژیکی نیتروژن کمتر می‌شود. مشاهده شده است که در سیستم‌های کشت مخلوط یک گیاه بقولات با غیربقولات، مصرف نیتروژن توسط گیاه غیربقولات به علت تهی شدن نیتروژن خاک، منجر به تحریک فعالیت باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن شده و در نتیجه میزان تثبیت نیتروژن توسط گیاهان بقولات در سیستم‌های کشت مخلوط در مقایسه با تک کشتی افزایش می‌یابد (Gao et al., 2008).

در مجموع کشت مخلوط نسبت به تک کشتی دارای تولید بالاتری است. اما انتخاب نادرست گیاهان در سیستم‌های کشت مخلوط منجر به افزایش رقابت بین گونه‌ای و در نتیجه کاهش تولید می‌شود. یکی از مهمترین اصول کشت مخلوط برای رسیدن به یک میزان عملکرد مطلوب بدون استفاده از نهاده‌های خارجی، کاهش فشار رقابت بین گونه‌ای از طریق افزایش رقابت درون گونه‌ای است. دسترسی به این هدف تنها با انتخاب گیاهان مناسب در کشت مخلوط امکان پذیر است. از دیر باز کشت مخلوط ذرت و لوبیا در نقاط مختلف دنیا توسط کشاورزان اجرا می‌شده است. به نظر می‌رسد یکی از دلایل موفقیت و ماندگاری این سیستم، کاهش رقابت بین گونه‌ای از طریق انتخاب صحیح ذرت و لوبیا در کنار همدیگر باشد (Gliessman S.R, 1995). کشت مخلوط ذرت و لوبیا ثبات عملکرد را بهبود بخشیده و منجر به افزایش کارایی مصرف منابع شده، در نتیجه کاهش مصرف نهاده‌های خارجی در سیستم‌های تولید محصولات زراعی را به همراه دارد (Keatings & Carberry, 1993).

در طی 3 دهه گذشته مطالعات زیادی روی کارایی مصرف نور در سیستم‌های کشت مخلوط با دامنهٔ وسیعی از ترکیب گیاهان زراعی در سایر نقاط دنیا صورت گرفته است (Corlett et al., 1992; Carberry, 1993; Black & Ong, 2000). با این حال کمبود این نوع مطالعات در ایران کاملاً محسوس است. بنابراین با توجه به اهمیت موضوع، این تحقیق با هدف ارزیابی جذب و کارایی مصرف نور در کشت مخلوط نواری ذرت و لوبیا در شرایط آب و هوایی مشهد اجرا شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال 1388 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، واقع در 10 کیلومتری جنوب شرقی شهر مشهد (عرض جغرافیایی، 36 درجه و 15 دقیقه شمالی و طول جغرافیایی، 56 درجه و 28 دقیقه شرقی، ارتفاع از سطح دریا 985 متر) انجام شد. متوسط بارندگی سالیانه 286 میلی‌متر و حداکثر و حداقل دمای مطلق سالانه در این منطقه به ترتیب 42 و 27/8- درجه سانتی‌گراد می‌باشد. آب و هوای منطقه بر طبق روش تقسیم بندی اقلیمی آمبرژه سرد و خشک می‌باشد (Hossienpanahi F, 2008).

آماده سازی مزرعه شامل شخم نیمه عمیق، سپس دیسک و کودپاشی (30 تن کود دامی کاملاً پوسیده در هکتار) در بهار 1388 انجام گرفت. آزمایش در یک سیستم کم نهاده اجرا شد و از مصرف هر گونه مواد شیمیایی (کودهای شیمیایی و آفت‌کش‌ها) در هنگام آماده سازی زمین و طی فصل رشد خود داری شد. وجین علف‌های‌هرز بصورت دستی و در هنگام لزوم انجام گرفت.

از طرح بلوک‌های کامل تصادفی با 3 تکرار و 6 تیمار استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل کشت خالص ذرت، کشت خالص لوبیا، عرض نوار 2، 3، 4 و 5 ردیف کاشت ذرت و لوبیا در هر کرت بود. در این آزمایش از ذرت علوفه‌ای سینگل گراس 704 و لوبیا رقم درخشان استفاده شد. هرکرت آزمایشی به ابعاد 4 متر طول در 7/5 متر عرض بود که تیمارهای مورد آزمایش به صورت جایگزینی در آنها اعمال شدند، بگونه‌ای که در تمام تیمارهای کشت مخلوط نصف تراکم بوتهٔ هر کرت مربوط به ذرت و نصف دیگر آن به لوبیا مربوط بود. فاصله ردیف‌های کاشت ذرت و لوبیا به ترتیب 75 و 35 سانتیمتر و فاصلهٔ بوته‌ها روی ردیف 12 و 20 سانتیمتر بود. بذور بصورت دستی و در عمق یکسان روی ردیف‌ها در تاریخ 88/2/20، کاشته شدند. تراکم نهایی در تیمارهای کشت خالص به ترتیب برای ذرت و لوبیا 111 و 143 هزار بوته در هکتار بود و برای کشت مخلوط نصف این تراکم برای هر 2 گیاه بود، در نتیجه تراکم نهایی تیمارهای کشت مخلوط با توجه به جایگزینی بودن طرح، با کشت خالص یکسان بود.

برای نمونه برداری از 2 هفته پس از کاشت تا مرحله رسیدگی، نمونه‌های تصادفی (در هر کرت و برای هر کدام از گیاهان 2 بوته) جهت محاسبات تغییرات سطح برگ و وزن خشک، برداشت شد. جهت تعیین اثر خطوط حاشیه (مجاورت ذرت و لوبیا)، 2 بوته از هر گیاه، از خطوط حاشیه و 2 بوته از خطوط مرکز هر تیمار برداشت و سپس بطور جداگانه شاخص سطح برگ و مادهٔ خشک آنها اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری سطح برگ از دستگاه Leaf Area Meter (مدل Licow) استفاده شد و جهت اندازه‌گیری وزن خشک، نمونه‌ها در آون در دمای 70 درجه سانتی‌گراد به مدت زمان کافی قرار گرفتند.

میزان تشعشع روزانه خورشیدی برای عرض جغرافیایی مشهد به روش ارائه شده توسط Goudriaan & Van Laar (1993) محاسبه گردید. سپس این مقادیر بر اساس تعداد ساعات آفتابی استخراج شده از داده‌های ایستگاه هواشناسی مرکز اقلیم‌شناسی خراسان (سایت هواشناسی استان خراسان رضوی، 1388) اصلاح و نور جذب شده روزانه برای هر دو گونه بر اساس معادلات 1 تا 3 محاسبه شد (Tsubo et al., 2005):

$$I_{abs} = I_0 * (1 - P) * (1 - \exp(-K_C * LAI_C) + (-K_B*LAI_B)))$$ معادلهٔ (1)

$$I_C = I_{abs} * ((K_C * LAI_C) / ((K_C * LAI_C) + (K_B*LAI_B))$$ معادلهٔ (2)

$$I_B = I_{abs} - I_C$$ معادلهٔ (3)

I_{abs}؛ نور جذب شده توسط کانوپی مخلوط (مگاژول بر مترمربع)، I_0؛ نور رسیده به بالای کانوپی (مگاژول بر مترمربع)، P؛ ضریب انعکاس که برای ذرت و لوبیا 0/08 منظور شد، K_C و K_B؛ به ترتیب ضریب خاموشی نور ذرت (0/6) و لوبیا (0/65)، و LAI_C و LAI_B؛ به ترتیب شاخص سطح برگ ذرت و لوبیا است. برای برآورد مقادیر شاخص سطح برگ روزانه از برازش معادله زیر استفاده شد:

$$LAI = a + b * 4 * (\exp(-(x-c)/d))/(1+\exp(-(x-c)/d))^2$$ معادلهٔ (4)

که در آن a؛ عرض از مبداء، b؛ زمان رسیدن به حداکثر LAI، c؛ حداکثر LAI و d؛ نقطه عطف منحنی است که در آن رشد سطح برگ وارد مرحله خطی می‌شود و x؛ زمان بر حسب روزهای پس از کاشت است.

سپس تشعشع جذب شده در هر مرحله از حاصل‌ضرب نور ورودی شبیه‌سازی شده در درصد نور جذب شده بدست آمد و مقدار کل تشعشع جذب شده به صورت تجمعی از طریق حاصل‌ضرب نور ورودی شبیه‌سازی شده در انتگرال کسر تشعشع فعال فتوسنتزی (PAR[1]) جذب شده نسبت به زمان محاسبه شد. کارایی مصرف نور (RUE[2]) بر حسب گرم بر مگاژول، از طریق محاسبه شیب خط رگرسیون بین ماده خشک (گرم بر مترمربع) و میزان تشعشع فعال تجمعی (مگاژول بر مترمربع) محاسبه شد.

برای برآورد مقادیر تجمع مادهٔ خشک روزانه نیز از برازش معادله زیر استفاده شد:

$$TDM = a / (1 + b * \exp(-c * x))$$ معادلهٔ (5)

در اینجا TDM؛ تجمع مادهٔ خشک بر حسب گرم در مترمربع، a؛ حداکثر تجمع ماده خشک، b؛ ثابت معادله، c؛ سرعت رشد نسبی و x؛ زمان بر حسب روز پس از کاشت است. داده‌های آزمایش توسط نرم افزار SAS آنالیز و مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن در سطح 5 درصد انجام شد. برای رسم اشکال نیز از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

شاخص سطح برگ

نتایج این آزمایش حاکی از روند مشابه تغییرات شاخص سطح برگ ذرت و لوبیا در طول فصل رشد صرفنظر از عرض نوار، برای تمامی تیمارها بود (شکل1). بطوری‌که در ابتدای دورهٔ رشد با گذشت زمان شاخص سطح برگ به کندی افزایش یافت و در ادامه افزایش شاخص سطح برگ روند خطی پیدا کرد و به ترتیب برای ذرت و لوبیا در حدود 75 و 60 روز پس از کاشت به حداکثر مقدار خود رسید. پس از آن به دلیل پیری و ریزش برگها روند نزولی در پیش گرفت. کانوپی کشت مخلوط نسبت به حالت تک‌کشتی هر یک از گیاهان، دارای شاخص سطح برگ بالاتری بود (شکل 1). وجود اثرات تسهیل کنندگی و تکمیل کنندگی ذرت و لوبیا در کنار یکدیگر منجر به

1- Photosyntheticaly Active Radiation
2- Radiation Use Efficiency

افزایش شاخص سطح برگ هر یک از گیاهان به تنهایی شد. Rostami et al. (2010) نیز نشان دادند که کشت مخلوط ذرت و لوبیا منجر به افزایش شاخص سطح برگ می‌شود. محققان دیگر نیز افزایش شاخص سطح برگ گیاهان مخلوط شده نسبت به حالت تک کشتی آنها را گزارش کردند (Mukhala et al., 1999).

شاخص سطح برگ ذرت نسبت به لوبیا بیشتر تحت تأثیر تیمارهای مختلف کشت مخلوط قرار گرفت (شکل 1). به نظر می‌رسد علت این موضوع فراهمی نیتروژن برای ذرت از طریق تثبیت بیولوژیکی نیتروژن توسط لوبیا بود (Tsubo et al., 2001). از آنجا که این آزمایش در یک سیستم کم نهاده اجرا شد، بنابراین این موضوع دور از انتظار نبود. البته لازم به ذکر است که علت افزایش شاخص سطح برگ لوبیا در تیمارهای کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی نیز به علت توزیع مطلوب‌تر نور توسط کانوپی ذرت و استفادهٔ لوبیا از ذرت به عنوان قیم بود. اما با افزایش عرض نوار به تدریج این اثرات کاهش یافته و شاخص سطح برگ ذرت و لوبیا نیز کاهش می‌یابد (شکل 1). کاهش شاخص سطح برگ ذرت بسیار شدیدتر از لوبیا بود به گونه‌ای که حداکثر شاخص سطح برگ لوبیا در تیمار عرض نوار 5 ردیفی نسبت به 2 ردیفی، 5/5 درصد کاهش یافت، این در حالی بود که حداکثر شاخص سطح برگ ذرت 34/2 درصد کاهش یافت. در تمامی تیمارهای کشت مخلوط بیشترین شاخص سطح برگ کانوپی مخلوط به تیمار عرض نوار 2 ردیفی (3/3) و کمترین آن به تیمار عرض نوار 5 ردیفی (2/6) مربوط بود (شکل 1).

ردیف‌های حاشیه‌ای نسبت به مرکزی دارای شاخص سطح برگ بالاتر بودند، بطوری‌که با افزایش فاصلهٔ ردیف‌های مرکزی از ردیف اول حاشیهٔ هر تیمار، شاخص سطح برگ کاهش بیشتری یافت (شکل 1). شاخص سطح برگ در ردیف‌های حاشیه‌ای در تیمارهای مختلف کشت مخلوط به میزان بسیار کمی (12/1 درصد کاهش) نسبت به ردیف‌های مرکزی (21/2 درصد کاهش) تحت تأثیر قرار گرفت که این کاهش عمدتاً مربوط به شاخص سطح برگ ذرت بود. شکل 1 همچنین نشان می‌دهد که شاخص سطح برگ ذرت نسبت به لوبیا در انتهای دورهٔ رشد کاهش کمتری یافته است، بنابراین این موضوع منجر به افزایش طول دورهٔ جذب نور توسط کانوپی مخلوط نسبت به تک کشتی شد (شکل 2).

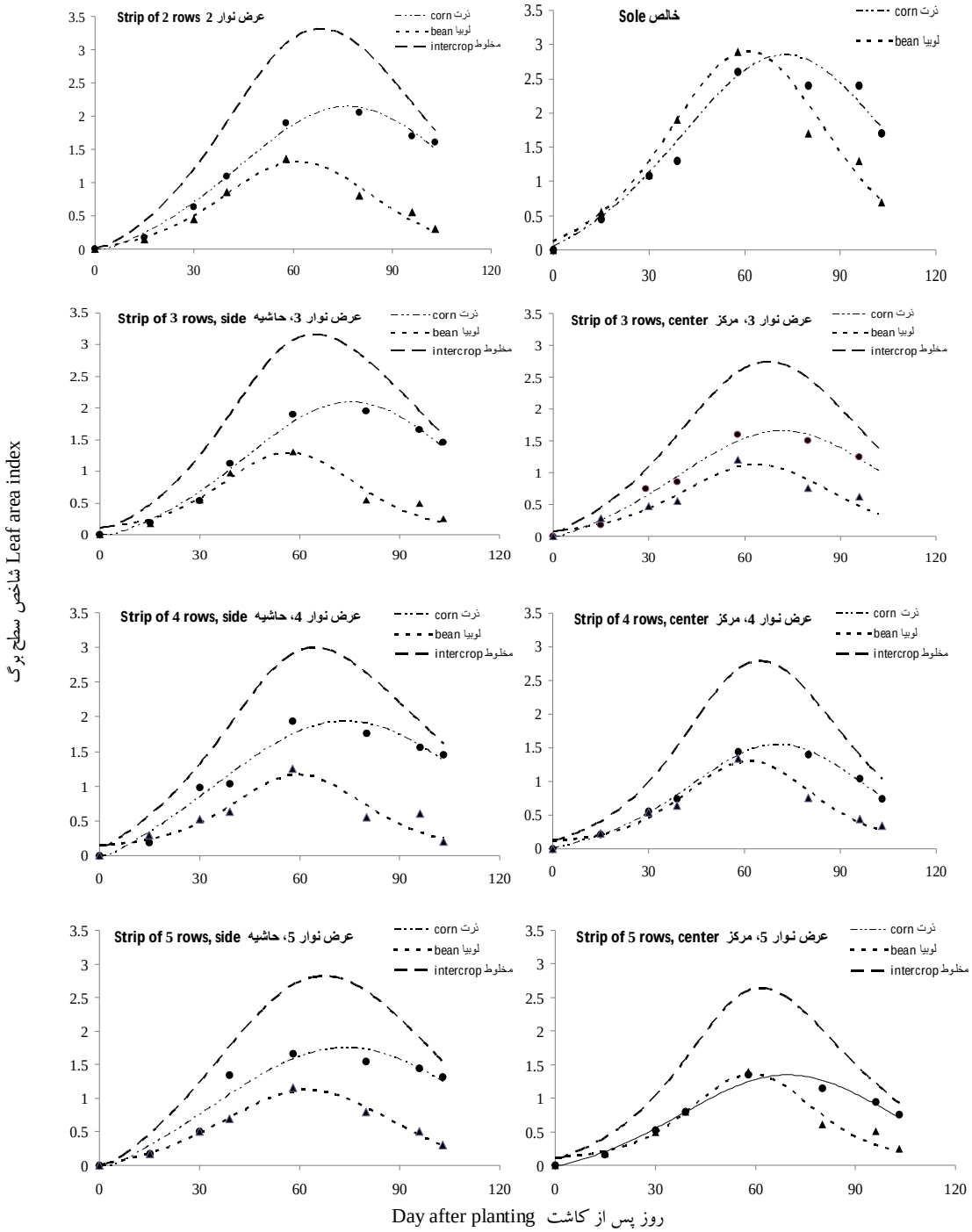
تیمارهای عرض نوار 4 و 5 خطی از نظر شاخص سطح برگ با کشت خالص ذرت تفاوت چندانی نداشتند. از آنجا که سطح برگ هر گیاه مهمترین عضو دریافت کنندهٔ نور توسط آن گیاه می‌باشد، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که کشت مخلوط یکی از مدیریت‌های زراعی مناسب جهت افزایش سطح برگ گیاهان زراعی است. Morgado & Willey (2003) در بررسی کشت مخلوط ذرت و لوبیا بیان کردند که شاخص سطح برگ در کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی بیشتر بود.

روند جذب نور

نتایج نشان داد که متناسب با افزایش شاخص سطح برگ میزان نور جذب شده توسط کانوپی ذرت، لوبیا و کشت مخلوط نیز به تدریج افزایش یافت و در حدود 60 روز پس از کاشت به حداکثر میزان خود رسید و سپس به علت کاهش شاخص سطح برگ تا انتهای دورهٔ رشد روند نزولی در پیش گرفت (شکل 2). بیشترین میزان جذب نور به تیمار عرض نوار 2 ردیفی (حدود 95 درصد) و کمترین آن به کشت خالص (به ترتیب حدود 71 و 63 درصد برای ذرت و لوبیا) مربوط بود. جذب نور توسط کانوپی کشت مخلوط نسبت به خالص بیشتر بود که به نظر می‌رسد به علت تغییر ساختار کانوپی ذرت و لوبیا از طریق مجاورت در کنار یکدیگر باشد (شکل 2). حضور لوبیا در زیر کانوپی ذرت منجر به جذب طول موج‌های انتقال یافته و منعکس شده توسط کانوپی ذرت می‌شود و این موضوع باعث افزایش جذب نور کانوپی کشت مخلوط نسبت به خالص در تمامی تیمارهای کشت مخلوط نواری، در تمام طول دورهٔ رشد شد. از آنجا که در انتهای دورهٔ رشد شاخص سطح برگ ذرت بالاتر از لوبیا بود (شکل 1)، بنابراین این موضوع منجر به افزایش طول دورهٔ جذب نور کانوپی مخلوط نسبت به تک کشتی شد (شکل 2).

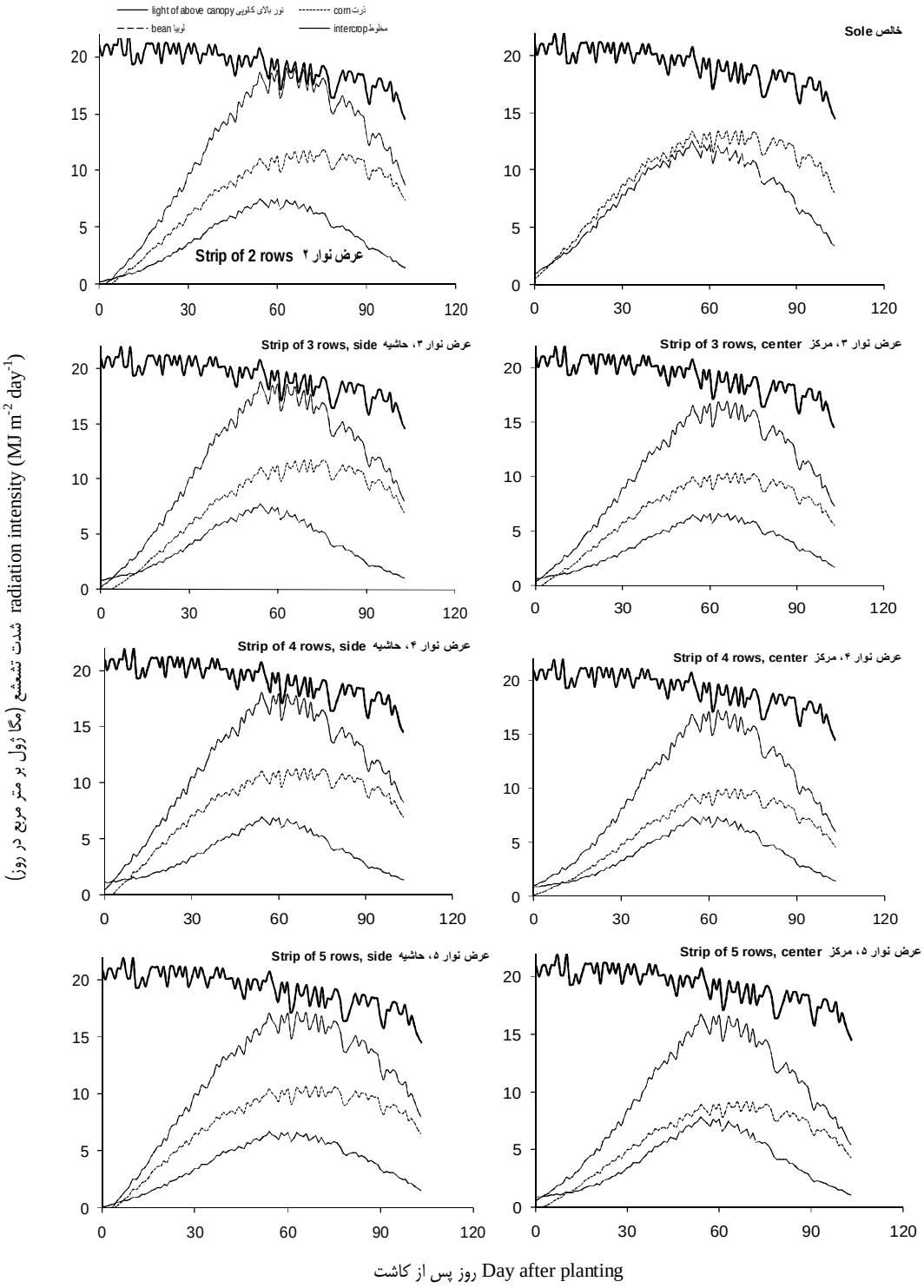
محققان دیگر نیز افزایش جذب سایر منابع مصرفی از جمله نور را در کشت مخلوط نسبت به خالص گزارش کردند (Rodrigo et al., 2001; Willey,1990). نامبردگان اظهار داشتند استفاده از سیستم‌های کشت مخلوط یک امر ضروری برای بهبود کارایی جذب و مصرف منابع برای توسعه پایدار تولید محصولات زراعی می‌باشد. بنابراین در سیستم‌های کشت مخلوط منابعی همچون زمین، عناصر غذایی، آب و نور خورشید می‌تواند با کارایی بیشتر در زمان و مکان بکار برده شوند. از آنجا که در بین منابع مورد نیاز برای رشد گیاهان، نور دارای نقش اساسی است، بنابراین مطالعه چگونگی جذب و مصرف نور توسط گیاهان دارای اهمیت بیشتری است (Tsubo et al., 2001).

نتایج نشان داد که در تمامی تیمارهای کشت مخلوط نواری، ردیف‌های مرکزی نسبت به ردیف‌های حاشیه‌ای دارای جذب نور کمتری می‌باشند. بطوری‌که با افزایش فاصلهٔ ردیف‌های مرکزی از ردیف اول حاشیهٔ هر تیمار، جذب نور توسط ردیف‌های مرکزی به تدریج کاهش یافت و در تیمارهای عرض نوار 4 و 5 ردیفی نسبت به تیمارهای عرض نوار 2 و 3 ردیفی میزان جذب نور در مقایسه با تیمار کشت خالص تفاوت چندانی نکرد (شکل 2). از آنجا که در تیمارهای عرض نوار 4 و 5 ردیفی، خطوط مرکزی از مجاورت گیاهان در کنار یکدیگر تأثیری نمی‌پذیرند، بنابراین این موضوع دور از انتظار نیست. اما در تیمارهای عرض نوار 2 و 3 ردیفی چون تأثیر مجاورت گیاهان کاملاً مشهود است، بنابراین گونه‌های مخلوط شده از طریق تغییر ساختار کانوپی یکدیگر (لوبیا در پائین کانوپی جذب نور کرده و ذرت در بالا) منجر به افزایش جذب نور کانوپی مخلوط شدند.



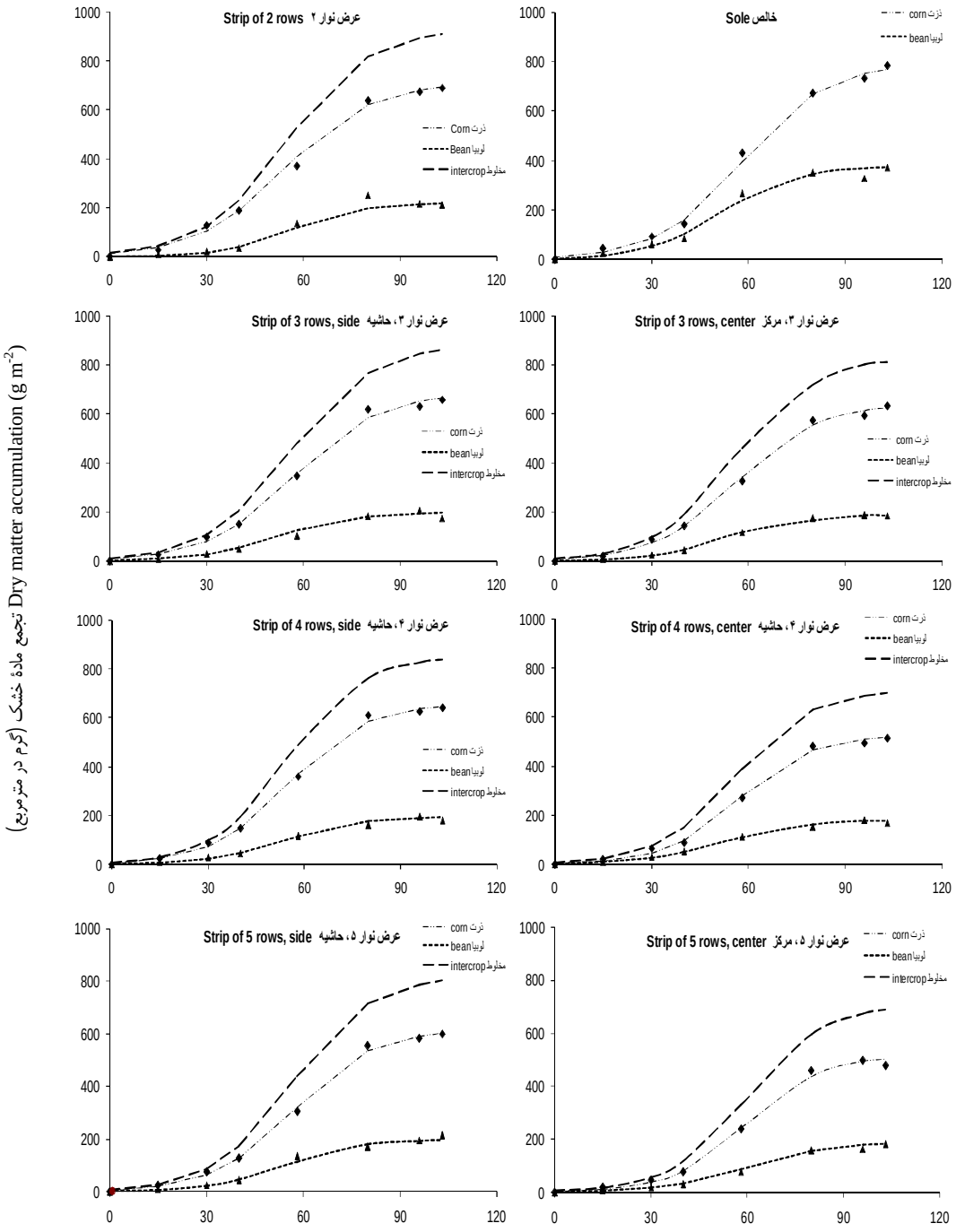
شکل1- اثر تیمارهای کشت مخلوط بر روند شاخص سطح برگ ذرت و لوبیا طی روزهای بعد از کاشت، در خطوط حاشیه و مرکزی

Fig 1- The effect of intercropping treatments on maize and bean leaf area index at days after planting in the side and the centeral rows



شکل2- اثر تیمارهای کشت مخلوط بر روند جذب نور ذرت و لوبیا طی روزهای بعد از کاشت، در خطوط حاشیه و مرکزی

Fig 2- The effect of intercropping treatments on maize and bean light absorption at days after planting in the side and the centeral rows



شکل3- اثر تیمارهای کشت مخلوط بر روند تجمع مادهٔ خشک کل ذرت و لوبیا طی روزهای بعد از کاشت، در خطوط حاشیه و مرکزی

Fig 1- The effect of intercropping treatments on maize and bean total dry weight at days after planting in the side and the centeral rows

تجمع مادهٔ خشک

در ابتدای دورهٔ رشد به دلیل کوچک بودن بوته‌ها تفاوت چندانی بین تیمارهای مختلف کشت مخلوط از نظر روند افزایش وزن خشک کل ذرت و لوبیا مشاهده نشد. ولی از حدود 30 روز پس از کاشت، تجمع مادهٔ خشک کل وارد مرحلهٔ رشد خطی شده و به سرعت شروع به افزایش نمود و در حدود 80 روز پس از کاشت (مرحله حصول حداکثر مادهٔ خشک کل)، به حداکثر میزان خود رسید و سپس روند تقریباً ثابتی را در پیش گرفت (شکل 3).

نتایج نشان داد که تجمع مادهٔ خشک ذرت و لوبیا تحت تأثیر تیمارهای مختلف کشت مخلوط قرار گرفت. بیشترین میزان تجمع مادهٔ خشک به تیمار عرض نوار 2 ردیفی (مجموع تجمع مادهٔ خشک ذرت و لوبیا،910 گرم در مترمربع بود) و کمترین آن در کشت خالص (به ترتیب770 و 370/5 گرم در مترمربع برای ذرت و لوبیا) بود، بنابراین با افزایش عرض نوار به تدریج تجمع مادهٔ خشک کاهش یافت (شکل 3). کشت مخلوط نسبت به کشت خالص دارای تجمع مادهٔ خشک بیشتری بود که این موضوع می‌تواند به علت جذب نور بیشتر توسط کانوپی کشت مخلوط (شکل 2) از طریق مجاورت در کنار یکدیگر باشد (شکل 3). محققان دیگر نیز افزایش تجمع مادهٔ خشک را در کشت مخلوط نسبت به تک کشتی گزارش کردند (Hossienpanahi, 2008; Rostami et al., 2010). افزایش مادهٔ خشک گیاهان زراعی در سیستم‌های کشت مخلوط، اغلب از طریق بهبود ظرفیت گونه‌های مخلوط برای افزایش جذب و مصرف فیزیولوژیکی منابع توسط آنها حاصل می‌شود (Jahansooz et al., 2007).

افزایش تجمع ماده خشک در کشت مخلوط نسبت به تک کشتی را می‌توان به افزایش فراهمی نیتروژن از طریق تثبیت بیولوژیکی نیتروژن توسط لوبیا نسبت داد. از آنجا که نیتروژن یکی از عناصر غذایی موثر بر میزان فعالیت آنزیم‌های فتوسنتزی و در نتیجه میزان تجمع ماده خشک گیاهان می‌باشد، بنابراین حضور لوبیا در کنار ذرت منجر به افزایش تجمع مادهٔ خشک کل در کانوپی کشت مخلوط شد. در تمام تیمارهای مختلف کشت مخلوط سهم نسبی ذرت در افزایش تجمع مادهٔ خشک بیشتر از لوبیا بود که این نتایج تأئیدی بر یافته‌های دیگر محققان است (Anil et al., 1998; Wall et al., 1991).

در تمامی تیمارهای کشت مخلوط نواری، ردیف‌های مرکزی نسبت به ردیف‌های حاشیه‌ای دارای تجمع مادهٔ خشک کمتری بودند (شکل 3). با افزایش فاصلهٔ ردیف‌های مرکزی از ردیف اول حاشیهٔ هر تیمار تجمع مادهٔ خشک ردیف‌های مرکزی به تدریج کاهش یافت، به گونه‌ای که در تیمارهای عرض نوار 4 و 5 ردیفی، میزان تجمع مادهٔ خشک تقریباً با کشت خالص یکسان بود (شکل 3). کاهش تجمع مادهٔ خشک در این تیمارها به علت عدم مجاورت گیاهان بود. اما در تیمارهای عرض نوار 2 و 3 ردیفی چون تأثیر مجاورت گیاهان کاملاً مشهود است، بنابراین گونه‌های مخلوط شده از طریق تغییر ساختار کانوپی یکدیگر (لوبیا در پائین کاوپی جذب نور کرده و ذرت در بالا) منجر به افزایش جذب نور و فتوسنتز شده و در نتیجه تجمع ماده خشک در این تیمارها افزایش یافت. Rezvan-bidokhti, (2004) نیز گزارش کردند هرچه از سمت کشت مخلوط ردیفی به سمت کشت مخلوط نواری که به شرایط تک کشتی نزدیک‌تر است نزدیک می‌شویم، عملکرد مادهٔ خشک به تدریج کاهش می‌یابد.

کارایی مصرف نور

در تمامی تیمارهای کشت مخلوط تجمع مادهٔ خشک ذرت و لوبیا ارتباط خطی با میزان تشعشع فعال فتوسنتزی تجمعی داشت و در همه موارد ضریب همبستگی بیشتر از 0/9 بود. شیب این ارتباط بیانگر کارایی مصرف نور است که میانگین آن در طول فصل رشد برای ذرت و لوبیا به ترتیب از 1/65 و 0/98 در تیمار کشت خالص تا 1/94 و 1/15 گرم بر مگاژول در تیمار کشت مخلوط عرض نوار 2 خطی متغیر بود و کارایی مصرف نور سایر تیمارها حد واسط این دو تیمار بود (جدول 1 و 2). افزایش عرض نوار منجر به کاهش معنی دار کارایی مصرف نور شد، به گونه‌ای که در ذرت و لوبیا بیشترین کارایی مصرف نور به تیمار عرض نوار 2 (به ترتیب 1/94 و 1/15) و کمترین آن به تیمار عرض نوار 5 ردیفی (به ترتیب 1/74 و 0/98) مربوط بود (جدول 1 و 2).

نتایج نشان داد که در تمام تیمارهای کشت مخلوط نواری کارایی مصرف نور ذرت و لوبیا در ردیف‌های حاشیه‌ای (جدول 1) نسبت به ردیف‌های مرکزی (جدول 2) بیشتر می‌باشند. با افزایش عرض نوار کارایی مصرف نور ذرت و لوبیا در ردیف‌های مرکزی به میزان 10/5 و 14/8 درصد در تیمار عرض نوار 2 نسبت به عرض نوار 5 ردیفی کاهش یافت (جدول 2). این در حالی بود که افزایش عرض نوار در خطوط حاشیه به ترتیب میزان 6/5 و 13/5 درصد کارایی مصرف نور را در ذرت و لوبیا کاهش داد (جدول1). جدول 1 و 2 همچنین نشان می‌دهند که تیمارهای عرض نوار 2 و 3 ردیفی از نظر کارایی مصرف نور نسبت به تیمارهای عرض نوار 4 و 5 ردیفی، از نظر آماری اختلاف معنی داری هم در ردیف‌های حاشیه‌ای و هم در ردیف‌های مرکزی با یکدیگر ندارند.

Awal et al. (2006) نشان دادند که در مخلوط ذرت با گیاهانی که ارتفاع کمتری نسبت به ذرت دارند، ساختار هندسی کانوپی ذرت و میزان جذب نور آن تحت تأثیر گیاه همراه قرار نمی‌گیرد. چون ذرت گیاه غالب بوده و بخش عمده جذب نور خود را در لایه‌های بالای کانوپی گیاه همراه جذب می‌کند، بنابراین کارایی مصرف نور ذرت در

مخلوط مشابه با تک‌کشتی است که این یافته‌ها مغایر با نتایج این آزمایش می‌باشد. به نظر می‌رسد در تیمارهای عرض نوار 2 و 3 خطی افزایش کارایی مصرف نور از طریق اثرات تکمیل کنندگی کشت مخلوط بدست می‌آید، بگونه‌ای که سایه اندازی ذرت روی لوبیا باعث کاهش اشباع نوری و تنفس نوری شده و فراهمی نیتروژن از طریق تثبیت بیولوژیکی نیتروژن لوبیا نیز منجر به بهبود میزان فتوسنتز ذرت و درنتیجه تجمع مادهٔ خشک نسبت به نور جذب شده می‌شود که این موضوع منجر به افزایش کارایی مصرف نور ذرت و لوبیا در کشت مخلوط می‌شود. Beheshti, (2002) نیز گزارش کردند که توزیع بهتر نور در کانوپی سبب افزایش کارایی مصرف نور می‌شود.

تولید ماده خشک گیاهان اغلب همبستگی مثبت با مقدار تشعشع جذب شده توسط گیاهان زراعی هم در تک کشتی (Monteith, 1977) و هم در سیستم‌های کشت مخلوط (Sinclair & Muvhow, 1999) دارد. بنابراین یکی از راهکارهای مدیریت محصولات زراعی که ممکن است باعث تغییرات کارایی مصرف نور در گیاهان شود کشت مخلوط می‌باشد. مطالعات مختلفی افزایش و یا کاهش کارایی مصرف نور اجزای گیاهی در مخلوط را گزارش کرده‌اند و برخی مطالعات نیز تأثیر کشت مخلوط بر کارایی مصرف نور را ناچیز دانسته‌اند. اما در هر صورت آنچه که بسیار اهمیت دارد بهبود بهره‌وری تولید در سیستم‌های مخلوط، در ارتباط با نور می‌باشد. بهره‌وری می‌تواند از طریق افزایش جذب تشعشع خورشیدی (شکل 2)، کارایی مصرف نور (جدول 1 و 2) یا ترکیبی از هر دو بهبود یابد (Zhang et al., 2008). البته در مجموع اعتقاد بر این است که کشت‌های مخلوط بیشتر به واسطه افزایش جذب نور، از طریق افزایش طول دوره جذب نور (شکل 2) یا در نتیجه پوشش بیشتر سطح خاک (Awal et al. 2006) سبب افزایش بهره‌وری سیستم‌های زراعی می‌شوند. در واقع در زراعت‌های تک‌کشتی همواره مقادیری از تشعشع فتوسنتزی به دلیل وجود فضاهای خالی در کانوپی تلف می‌شود. مقدار این تلفات در زراعت‌های مخلوط به دلیل پوشش بیشتر سطح خاک کاهش یافته و در نتیجه میزان جذب تشعشع کل نسبت به تک‌کشتی بیشتر می‌شود که این مسئله به تنهایی می‌تواند سبب افزایش عملکرد گردد، گرچه ممکن است کارایی مصرف نور تحت تأثیر قرار نگرفته و یا حتی در مواردی نیز دچار کاهش گردد (Hossienpanahi, 2008).

بطور کلی نتایج نشان داد که کشت مخلوط نواری ذرت و لوبیا منجر به بهبود شاخص سطح برگ، میزان جذب نور، تجمع مادهٔ خشک و کارایی مصرف نور ذرت و لوبیا می‌شود. در تمامی صفات مورد بررسی کشت مخلوط اثر بیشتری بر ذرت نسبت به لوبیا داشت که این نشان‌دهندهٔ تأثیر مثبت لوبیا بر ذرت است. از آنجا که این آزمایش در سیستم کم نهاده اجرا شد، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که کشت مخلوط یکی از راهکارهای مناسب برای دسترسی به عملکرد مطلوب با حداقل مصرف یا بدون مصرف نهاده‌های خارجی است که این در طولانی مدت منجر به کاهش یا عدم وابستگی سیستم‌های زراعی به انرژی‌های فسیلی و افزایش پایداری آنها می‌شود. در پایان برای اطمینان بیشتر از نتایج بدست آمده از این تحقیق، پیشنهاد می‌شود این آزمایش در یک سال دیگر و در مناطق دیگر نیز اجرا شود.

جدول 1- اثر تیمارهای کشت مخلوط بر کارایی مصرف نور ذرت و لوبیا در خطوط حاشیه‌ای بر حسب گرم بر مگاژول

Table 1- The effect of intercropping treatments on maize and bean radiation use efficiency (g MJ^{-1}) in the side rows

عرض نوار (Width of strip)					
خالص (sole)	5-5	4-4	3-3	2-2	
1.65 c	1.81 b	1.85 b	1.89 a	1.94 a	ذرت (Corn)
0.98 B	0.99 B	1.02 B	1.11 A	1.15 A	لوبیا (Bean)

توضیح: مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد و میانگین‌های با حروف مشترک در هر ردیف در سطح 5 درصد دارای اختلاف معنی‌داری نمی‌باشند

Statement Means with same letters for each row are not significantly different at α=0.05 by Duncan's Multiple Range.

جدول 2- اثر تیمارهای کشت مخلوط بر کارایی مصرف نور ذرت و لوبیا در خطوط مرکزی بر حسب گرم بر مگاژول

Table 2. The effect of intercropping treatments on maize and bean radiation use efficiency (g MJ^{-1}) in the central rows

عرض نوار (Width of strip)					
خالص (sole)	5-5	4-4	3-3	2-2	
1.65 c	1.74 b	1.74 b	1.89 a	1.94 a	ذرت (Corn)
0.98 B	0.98 B	0.99 B	1.01 B	1.15 A	لوبیا (Bean)

توضیح: مقایسه میانگینها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شده و میانگین‌های با حروف مشترک در هر ردیف در سطح 5 درصد دارای اختلاف معنی‌داری نمی‌باشند

Statement Means with same letters for each row are not significantly different at α=0.05 by Duncan's Multiple Range.

منابع

1- Anil, L., Park, J., Phipps, R.H., Miller, F.A., 1998. Temperate intercropping of cereals for forage: a review of the potential for growth and utilization with particular reference to the UK. Grass. Forage. Sci. 53, 301-317.
2- Awal, M.A., Koshi, H., Ikeda, T., 2006. Radiation interception and use by maize/peanut intercrop canopy. Agr. Forest. Meteorol. 139, 74–83.
3- Black, C., Ong, C., 2000. Utilization of light and water in tropical agriculture. Agr. Forest. Meteorol. 104, 25–47.
4- Beheshti, A., 2002. Effect of pattern of planting on light absorption and use efficiency in the corn canopy. Ph.D. Thesis. Fac. Agric. Ferdowsi Univ_ Mashhad., Iran. (In Persian with English summary).
5- Corlett, J.E., Black, C.R., Ong, C.K., Monteith, J.L., 1992. Above- and below-ground interactions in a leucaena/millet alley cropping system. II. Light interception and dry matter production. Agr. Forest. Meteorol. 60, 73–91.
6- Gao, Y., Duan, A., Sun, J., Li, F., Liu, Z., Liu, H., Liu, Z., 2009. Crop coefficient and water-use efficiency of winter wheat/spring maize strip intercropping. Field. Crops. Res. 111, 65-73.
7- Gliessman, S.R., 1995. Agroecology, Researching the Ecological Basis for Sustainable Agriculture. Springer-Verlag, New York, Inc. 380 pp.
8- Goudriaan, J., Van Laar, H.H., 1993. Modelling potential crop growth processes. Kluwer Academic Press.
9- Hossienpanahi, F., 2008. Evaluation of yield and component yield in the corn and bean intercropping. Ms.C. Thesis. Fac. Agric. Ferdowsi Univ_ Mashhad., Iran. (In Persian with English summary).
10- Jahansooz, M.R., Yunusa, I.A.M., Coventry, D.R., Palmer, A.R., Eamus, D., 2007. Radiation- and water-use associated with growth and yields of wheat and chickpea in sole and mixed crops. Eur. J. Agron. 26, 275–282.
11- Keating, B.A., Carberry, P.S., 1993. Resource capture and use in intercropping: solar radiation. Field. Crop. Res. 34, 273–301.
12- Monteith, J.L., 1977. Solar radiation and productivity in tropical ecosystems. J. Appl. Ecol. 9, 747-766.
13- Morgado, L.B., Willey, R.W., 2003. Effects of plant population and nitrogen fertilizer on yield and efficiency of maize-bean intercropping. Pesq. Agropec. Bras., Brasilia, 38: 1257-1264.
14- Mukhala, E., Juger, J.M., Vanrensburg, L.D., 1999. Dietary nutrient deficiency in small-scale farming communities in South Africa benefits of intercropping maize and beans. Nutr. Res. 19, 629-641.
15- Ofori, F., Stern, W.R., 1987. Cereal–legume intercropping systems. Adv. Agron. 41, 41–90.
16- Rezvan-bidokhti, S., 2004. Comparison to compounds of intercropping in corn and bean intercropping. Ms.C. Thesis. Fac. Agric. Ferdowsi Univ_ Mashhad., Iran. (In Persian with English summary).
17- Rodrigo, V.H.L., Stirling, C.M., Teklehaimanot, Z., Nugawela, A., 2001. Intercropping with banana to improve fractional interception and radiation-use efficiency of immature rubber plantations. Field. Crop. Res. 69, 237–249.
18- Rostami, L., Mondani, F., Khuramdel, S., Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., 2010. Effect of various corn and bean intercropping densities on weed populations. Weed. Res. J. Article in press. (In Persian with English summary).
19- Rowe, E.C., Noordwijk, M.V., Suprayogo, D., Cadisch, G., 2005. Nitrogen use efficiency of monoculture and hedgerow intercropping in the humid tropics. Plant. Soil. 268, 61–74.
20- Sinclair, T.R., Muvhow, R.C., 1999. Radiation use efficiency. Adv. Agron. 65, 215-265.
21- Tsubo, M., Walker, S., Ogindo, H.O. 2005. A simulation model of cereal–legume intercropping systems for semi-arid regions I. Model development. Field. Crop. Res. 93, 10-22.
22- Tsubo, M., Walker, S., 2002. A model of radiation interception and use by a maize–bean intercrop canopy. Agr. Forest. Meteorol. 110, 203–215.
23- Tsubo, M., Walker, S., Mukhala, E., 2001. Comparisons of radiation use efficiency of mono-/inter-cropping systems with different row orientations. Field. Crop. Res. 71, 17–29.
24- Walker, S., Ogindo, H.O., 2003. The water budget of rainfed maize and bean intercrop. Phys. Chem. Earth. 28, 919–926.
25- Wall, G.J., Pringle, E.A., Sheaed, R.W., 1991. Intercropping red-clover with silage corn for soil erosion control. Can. J. Plant Sci. 71, 137-145.
26- Willey, R.W., 1990. Resource use in intercropping systems. Agric. Water. Manage. 17, 215–231.
27- Xin, N.Q., Tong, P.Y., 1986. Multiple cropping system and its development orientation in China (a review). Sci. Agric. Sinica. 4, 88–92.
28- Zhang, L., Vander Werf, W., Bastiaans, L., Zhang, S., Li, B., Spiertz, J.H., 2008. Light interception and utilization in relay intercrops of wheat and cotton. Field Crops Res. 107: 29-42.

Journal of Agroecology
Vol. 1, No. 1, Fall 2009, p. 13-23

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 1، شماره 1، پاییز 1388، ص. 23-13

Evaluation of radiation interception and use by maize and bean intercropping canopy

A. Koocheki, M. Nassiri Mahallati, F. Mondani*, H. Feizi and S. Amirmoradi[1]

Abstract

Intercropping is one of the management methods for crop production and leads to improvement of resource absorption and use by plants. Based on this purpose the present field study was conducted to evaluate radiation absorption and uses efficiency in corn and bean strip intercropping at the farm of the Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran during 2009. The experiment was set up in completely randomized block with three replications. The experiment constituted 6 treatments: sole crops of maize and bean, maize/bean strip intercropping of 2, 3, 4 and 5 rows of maize and bean plants. This experiment was conducted in the low input production system. Each plot was 4×7.5 m in which within each plot the experimental treatments were based on replacement design. Results indicated that leaf area index, light absorption, total dry matter and radiation use efficiency of maize and bean increased in all intercropping treatments in comparison with sole cropping. Increasing of width of strip in the intercropping treatments in comparison with strip of 2 rows, with the exception of the radiation use efficiency (14.5% and 8.3%), lead to decreased leaf area index (34.2% and 5.5%), light absorption (20.5% and 11.2%) and total dry matter (1.5% and 13.1%) in maize and bean, respectively. With increasing width of strip, all of the measured traits decreased more in the central rows than the side rows. In both side rows and the central rows intercropping complementary effects was more on maize than bean in the measured traits. Average of maize and bean radiation use efficiency was from 1.65 & 0.98 in the sole cropping to 1.94 & 1.15 gMJ^{-1} in the strip of 2 rows, respectively.

Keywords: Strip intercropping, Light absorption, Leaf area index, Total dry

1- A Contribution from College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
(* - Corresponding author Email: fa_mo300@stu-mail.um.ac.ir)

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 1، شماره 1، پاییز 1388، ص. 32-25

Journal of Agroecology
Vol. 1, No. 1, Fall 2009, p. 25-32

نقش تلقیح مضاعف باکتری‌های آزوسپریلوم و سودوموناس در بهبود جذب عناصر غذایی در ذرت

سمیه نظارت[1] و احمد غلامی[*2]

تاریخ دریافت: 88/9/25
تاریخ پذیرش: 88/10/30

چکیده

باکتری‌های محرک رشد گیاه به عنوان مکمل و جایگزین کودهای شیمیایی شناخته می‌شوند که می‌توانند سبب افزایش حاصلخیزی خاک و تولید محصول شوند. این مطالعه با هدف بررسی اثرات منفرد و دو گانه سویه‌های باکتری آزوسپیریلوم و سودوموناس بر رشد گیاه و جذب عناصر غذایی ذرت به صورت آزمایش فاکتوریل و در قالب بلوک‌های کامل تصادفی اجرا گردید. عامل اول سویه‌های مختلف باکتری *Azospirillum* شامل سه سطح A_1: شاهد (بدون تلقیح)، A_2: *A.lipoferum*DSM1691 و A_3 : *A.brasilense*DSM1690 و عامل دوم سویه‌های مختلف باکتری *Pseudomonas* شامل پنج سطح P_1 : شاهد (بدون تلقیح) ، P_2: *P.putida* strain R-168، P_3: *P. fluorescens* strain R-93، P_4: *P.fluorescens* DSM 50090 و P_5: *P.putida* DSM 291 بود. نتایج نشان داد تیمارهای آزمایش وزن خشک کل بوته، وزن خشک بلال، وزن خشک دانه، وزن صد دانه و تعداد دانه در هر بوته ذرت را در مقایسه با شاهد به طور معنی داری افزایش داد. میزان جذب عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن، روی و مس نیز به طور معنی داری با کاربرد باکتری‌های محرک رشد افزایش یافت. همچنین نتایج آزمایش نشان داد که تلقیح توأم باکتری‌ها در مقایسه با کاربرد منفرد هر یک از آنها موثرتر بود.

واژه‌های کلیدی: باکتری‌های محرک رشد گیاه، کود بیولوژیک، همزیستی

مقدمه

در اکوسیستم‌های طبیعی و کشاورزی وجود رابطه‌ی متقابل میان گیاهان و ریزموجودات خاک تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر ساختار خاک، چرخه زیست زمین شیمیایی عناصر غذایی، رشد گیاه و سازگاری آن با تغییرات محیط دارد (Bashan et al., 2004). در بین ریزجانداران خاک به آن دسته از باکتری‌های ریزوسفری که فعالیت آنها بر رشد و تغذیه گیاه تأثیر مثبتی داشته و می‌توانند تضمین کننده سلامت گیاه و حاصلخیزی خاک باشند باکتری‌های محرک رشد گیاه[3] اطلاق می‌گردد (Wue et al., 2005). عمده باکتری‌های محرک رشد گیاه که استفاده از آنها در تحقیقات سال‌های اخیر مورد توجه بوده به جنس‌های *Pseudomonas*، *Azospirillum*، *Azotobacter* و *Bacillus* مربوط می‌باشند (Yasari and ardhan, 2007) .

هرچند چگونگی ارتباط و تحریک رشد گیاهان توسط این باکتری‌ها به طور کامل شناخته شده نیست اما اثرات سودمند آنها می‌تواند در نتیجه عواملی همچون سنتز آنتی بیوتیک‌ها و سیدروفورها، هورمون‌های گیاهی، تثبیت زیستی N_2، کاهش پتانسیل الکتریکی غشاء ریشه ها، تولید انواع آنزیم‌ها مانند Acc deaminas و افزایش قابلیت دسترسی به عناصر غذایی باشد (Egamberdiyeva, 2007., Bashan et al., 2004). Glick et al. (2001) نشان دادند که باکتری‌های PGPR از طریق تولید هورمون‌ها باعث افزایش رشد گیاهان، درصد جوانه زنی بذور وگسترش ریشه می‌شوند. در ذرت تلقیح بذر با سویه هایی از آزوسپیریلوم سبب افزایش سطح ریشه، وزن خشک اندام‌های هوایی و در نهایت عملکرد گردید (Fulchieri & Frioni, 1994). Saatovich (2006) با بررسی تأثیر سویه‌های مختلف آزوسپیریلوم نشان داد که این باکتری‌ها می‌توانند مقاومت گندم را به شوری افزایش داده و عملکرد گیاه را تا 63/4 درصد نسبت به شاهد افزایش دهند. بررسی‌ها نشان دادندکه کاربرد سویه‌های باکتری سودوموناس می‌تواند سبب افزایش طول ریشه و اندام‌های هوایی در کلزا، کاهو و گوجه فرنگی گردد (Glick et al., 1997). در بسیاری از مطالعات مشخص شده است که تلقیح توأم باکتری‌های

1 و 2 - به‌ترتیب کارشناس ارشد مرکز تحقیقات کشاورزی شاهرود و عضو هیأت علمی دانشگاه صنعتی شاهرود
(* - نویسنده مسئول: (Email: gholami@shahroodut.ac.ir

3- Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR)

محرک رشد اثرات بیشتر و سودمندتری بر رشد و عملکرد گیاهان در مقایسه با کاربرد منفرد آنها دارد (Bashan & Holguin, 1997). Piao et al. (2005) نیز گزارش کردند که در نتیجه تلقیح توأم دو باکتری *Azotobacter armeniacus* و *Azotobacter nigricans* ، عملکرد برنج در مقایسه با شاهد و تلقیح هر یک از سویه ها، افزایش معنی داری یافت. Sharaan & El-Samie (1999) گزارش کردند که کاربرد توأم باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپیریلوم، سبب افزایش تعداد و طول سنبله، تعداد و وزن دانه در هر سنبله و عملکرد گندم شد. بررسی‌ها نشان داده اند که تلقیح همزمان دو یا چند سویه از باکتری‌های سودوموناس نیز سبب افزایش تحریک رشد گیاه در مقایسه با تلقیح هر یک از آنها می‌شود (Siddiqui & Shaukat, 2002). براساس نتایج تحقیقات پیشین به نظر می‌رسد ترکیب انواع باکتری‌های محرک رشد می‌تواند امکان برقراری رابطه‌ای سینرژیست و تشدید کننده را فراهم نماید که نتیجه آن افزایش اثرات مفید باکتری‌ها بر رشد گیاه و در نهایت تولید بیشتر محصول در گیاه باشد. برهمین اساس تحقیق حاضر به منظور ارزیابی تأثیر سویه‌های مختلفی از آزوسپیریلوم و سودوموناس و تلقیح توأم آنها بر رشد و جذب عناصر غذایی در گیاه ذرت اجرا شد.

مواد و روش ها

آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه صنعتی شاهرود، به صورت فاکتوریل با دو عامل در قالب طرح پایه بلوکهای کامل تصادفی و با سه تکرار انجام شد. عامل اول سویه‌های باکتری *Azospirillum* شامل سه سطح A_1 : شاهد (بدون تلقیح)، A_2: *A.lipoferumDSM1691* و A_3 : *A.brasilenseDSM1690* و عامل دوم سویه‌های باکتری *Pseudomonas* شامل پنج سطح P_1: شاهد، P_2: *P.putida* strain R-168، P_3: *P. fluorescens* strain R-93، P_4: *P.fluorescens* DSM 50090 و P_5: *P.putida* DSM 291 بود.

پیش از اقدام به کاشت بذور ذرت رقم 647، برای اطمینان از عدم آغشته بودن بذور به هر گونه آلودگی، چندین بار شستشو و ضدعفونی شدند. ضدعفونی سطحی بذرها به مدت 10 دقیقه با محلول هیپوکلریت سدیم 2 درصد انجام شد. سپس مایه تلقیح هر باکتری (با جمعیت تقریبی 10^8 cfu) به بذور افزوده و با استفاده از صمغ عربی 20 درصد بطور کامل با بذور مخلوط شدند. به منظور جلوگیری از کاهش جمعیت باکتری‌ها بلافاصله پس از تلقیح نسبت به کشت بذور اقدام شد. در این آزمایش هر کرت شامل 4 ردیف کاشت به طول 9 متر و با فواصل 0/7 متر از یکدیگر بود. فاصله بذور روی ردیفها 20 سانتی متر و عمق کشت 5 سانتی متر در نظر گرفته شد. برای جلوگیری از عمل تداخل و آلودگی باکتری‌ها یک خط به صورت نکاشت به عنوان محافظ بین کرت‌های اصلی قرار گرفت. بعلاوه جوی‌های آبیاری به نحوی تعبیه شد که آب آبیاری اضافی هر کرت توسط یک جوی خروجی در انتهای هرکرت از مزرعه خارج شود. در زمان تهیه بستر بذر بر اساس نتایج حاصل از آزمون خاک، کودهای سوپر فسفات تریپل، سولفات پتاسیم و اوره به ترتیب هر کدام 150 ، 50 و130 کیلوگرم در هکتار به خاک اضافه و 170 کیلو گرم از اوره باقیمانده نیز در آغاز رشد زایشی به زمین اضافه شد. آبیاری مزرعه با فواصل 10 روز یکبار بصورت نشتی انجام شد. در انتهای دوره رشد برای اندازه گیری عملکرد و اجزای عملکرد بوته‌های ذرت از دو خط وسط با حذف نیم متر از طرفین هر خط برداشت شدند. به منظور تعیین مقدار عناصر موجود در بذر نمونه آسیاب شده بذور به آزمایشگاه موسسه تحقیقات آب و خاک تهران ارسال شد. به این منظور نیتروژن با روش کجلدال، پتاسیم و فسفر با روش اسپکتروفوتومتری و همچنین مقدار آهن، منگنز، روی و مس با دستگاه جذب اتمی اندازه گیری شد. برای تجزیه واریانس اعداد خام از نرم افزار SAS استفاده و مقایسات میانگین داده‌ها با استفاده از روش دانکن، با سطح احتمال 0/05 درصد انجام شد.

نتایج و بحث

خصوصیات رشدی ذرت : در جدول 1 نتایج تجزیه واریانس داده‌های حاصل از صفات رشدی ذرت در زمان برداشت آورده شده است. نتایج نشان داد که اثر کاربرد باکتری‌های آزوسپیریلوم و سودوموناس بر وزن خشک کل بوته و وزن خشک بلال معنی دار ($p<0/01$) بود (جدول1). تلقیح توأم سویه‌های آزوسپیریلوم و سودوموناس نیز به طور معنی داری ($p<0/01$) این دو صفت را افزایش دادند. مطابق مقایسه میانگین صفات در جدول 2، تلقیح با تیمارهای مختلف باکتری، وزن خشک کل بوته را از 66/5 درصد در ترکیب A.lipoferumDSM1691× P.fluorescens strainR-93 (تیمار A2P3) تا 129/4 درصد در ترکیب *A.lipoferum*DSM1691× *P.putida* strain R-168 (تیمار A_2P_2) در مقایسه با شاهد افزایش داد. نتایج این بررسی نشان داد که تمام سویه‌های باکتری وزن خشک بلال را در مقایسه با شاهد افزایش دادند. بیشترین وزن خشک بلال از تلقیح همزمان *A.brasilenseDSM1690* و *P.fluorescens* DSM 50090 (A_3P_4) به میزان 323/3 گرم در بوته و کمترین مقدار از شاهد به مقدار 133/7 گرم در بوته بدست آمد. براساس نتایج تجزیه واریانس، اثر باکتری‌های آزوسپیریلوم و سودوموناس و اثر تلقیح توأم سویه‌های باکتری‌ها بر وزن خشک دانه و وزن صد دانه معنی دار بود (جدول1). بررسی مقایسات میانگین کاربرد همزمان باکتری‌ها نشان داد که ترکیب *A.brasilenseDSM1690* و *P.fluorescens* DSM

50090 (تیمار A_3P_4) بیشترین و شاهد کمترین مقدار وزن خشک دانه را تولید نمودند (به ترتیب 271 و 109 گرم در بوته). نتایج این تحقیق نشان داد که تیمار A_1P_4 بیشترین تأثیر را بر وزن صد دانه در بوته‌های ذرت داشت و مقدار این صفت را 44/8 درصد در مقایسه با شاهد افزایش داد (جدول2). براساس نتایج این آزمایش مشخص شد که اثرکاربرد منفرد دو باکتری بر تعداد دانه در بوته معنی دار نبود (جدول1). اما این صفت به طور معنی داری تحت تأثیر کاربرد توأم باکتری‌های آزوسپیریلوم و سودوموناس قرار گرفت ($p<0/01$). بیشترین تعداد دانه از ترکیب *P.putida* strain R-168 و *A.lipoferum*DSM1691 (تیمار A_2P_2) بدست آمد (81/4 درصد افزایش در مقایسه با شاهد - جدول2). Carlier et al. (2008) نشان دادند که تلقیح گندم با باکتری‌های محرک رشد می‌تواند سبب افزایش 6 درصدی وزن هزار دانه، 13 درصدی تعداد سنبله و 30 درصدی تعداد دانه در هر سنبله شود. مطالعات محققین دیگر نیز نشان دادکه باکتری‌های ریزوسفری سبب افزایش رشد و عملکرد ذرت می‌شود (Egamberdiyeva, 2007). Zaied et al. (2007) اظهار داشتند که سویه‌های آزوسپیریلوم می‌توانند با ترشح هورمون‌های گیاهی شرایط مناسبی برای رشد ذرت فراهم آورند. Shaharoona et al. (2006) با مطالعه اثر سویه‌های مختلف سودوموناس بر رشد ذرت و در شرایط مختلف کودی نشان دادند که سویه‌های مختلف این باکتری می‌توانند وزن خشک بلال را با توجه به میزان کود نیتروژن بین 15/2 تا 19/7 درصد در مقایسه با شاهد افزایش دهند. افزایش میزان تولید در گیاهان می‌تواند در نتیجه توانایی باکتری‌ها در حذف عوامل بیماریزای خاکزی، تولید تنظیم کننده‌های رشد گیاهی مانند جیبرلینها، سیتوکینین‌ها و اکسین، افزایش قابلیت دسترسی به عناصر غذایی و توسعه سیستم ریشه‌ای به منظور دستیابی بیشتر به منابع آب و مواد غذایی باشد Rudresha et al., 2005).

جذب عناصر غذایی : نتایج تجزیه واریانس عناصر غذایی در دانه ذرت در جدول 3 آمده است. نتایج نشان داد که تأثیر سطوح آزوسپیریلوم و سودوموناس بر مقدار نیتروژن در دانه در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. بیشترین میزان نیتروژن در دانه از تلقیح با سویه‌های *A.brasilense* DSM1690 (به میزان 5/78 گرم در کیلوگرم دانه) بدست آمد که 35/8 درصد بیشتر از مقدار نیتروژن در بوته‌های شاهد بود (جدول4). بیشترین مقدار نیتروژن در دانه در بین سویه‌های سودوموناس از تلقیح با باکتری *P.putida* strainR-168 و کمترین مقدار از شاهد بدست آمد (به ترتیب به میزان 6/46 و 3/97 گرم در کیلوگرم). تلقیح توأم باکتری‌های آزوسپیریلوم و سودوموناس بر مقدار نیتروژن در دانه ذرت معنی دار نبود (جدول3). Baldani et al. (1987) در سه آزمایش مزرعه‌ای نشان دادند که بیشترین میزان نیتروژن در اندامهای هوایی و دانه از تلقیح گندم با باکتری *A. brasilense* Sp245 حاصل شد. برخی محققین معتقدند افزایش میزان نیتروژن و عملکرد دانه به سه دلیل عمده شامل ترشح انواع هورمون‌ها که سبب افزایش رشد ریشه و جذب نیتروژن از خاک می‌شود (De Salomone&Dobereiner,1996)، تأثیر بر جذب NO_3^- با احیاء این ترکیب توسط باکتری‌ها در ناحیه ریشه (Ferreira et al,1987) و در نهایت از طریق تثبیت N_2 (Okon *et al*,1983) صورت می‌گیرد.

اثر تلقیح با سویه‌های آزوسپیریلوم بر مقدار فسفر دانه معنی دار نبود (جدول3). اما سویه‌های سودوموناس مقدار فسفر دانه را به طور معنی داری ($p<0/01$) افزایش دادند. در بین سویه‌های سودوموناس بیشترین مقدار فسفر دانه از تلقیح با *P. putida* strain R-168 حاصل شد که 54/3 درصد بیشتر از مقدار آن در شاهد بود (جدول4). اثر کاربرد توأم سویه‌های آزوسپیریلوم و سودوموناس بر مقدار فسفر دانه معنی دار بود (جدول 3). بیشترین میزان فسفر دانه به میزان 0/98 گرم در کیلوگرم وزن خشک دانه از کاربرد همزمان *P.fluorescens* DSM 50090 × A. brasilense DSM 1690 (تیمار A_3P_4) و کمترین مقدار (0/31 گرم در کیلوگرم وزن خشک در دانه) از شاهد بدست آمد (جدول4). تأثیر مثبت تلقیح با باکتری بر مقدار فسفر و وزن خشک دانه می‌تواند در نتیجه توانایی سویه‌های مورد بررسی در این آزمایش بر انحلال فسفات‌های غیرمحلول و یا تولید انواع مختلفی از هورمون‌های گیاهی باشد. مطالعات نشان داده‌اند باکتری‌های PGPR می‌توانند با استفاده از روش‌هایی چون اسیدیفیکاسیون، تشکیل کلات و انواع واکنش‌های تبادلی، فسفات نامحلول را به فرم محلول درآورند(Bhattacharya, 1986).

مقدار پتاسیم در دانه به طور معنی داری ($p<0/01$) تحت تأثیر سویه‌های آزوسپیریلوم قرار گرفت. میزان پتاسیم در سویه‌های *A.brasilense* DSM1690 و *A. lipoferum* DSM1691 با مقدار 0/73 گرم در کیلوگرم با مقدار این عنصر در شاهد(0/59 گرم در کیلوگرم) اختلاف معنی دار نشان داد (جدول4). اثر باکتری سودوموناس بر مقدار پتاسیم در دانه معنی دار نبود (جدول3). مقدار پتاسیم در دانه به طور معنی داری تحت تأثیر تلقیح توأم دو باکتری قرار گرفت (جدول3). تأثیر سطوح مختلف تیمارهای تلقیحی بر میزان پتاسیم دانه ذرت سبب شد تا میزان این عنصر 106 تا 178 درصد در مقایسه با شاهد افزایش یابد (جدول4). نتایج تجزیه واریانس آزمایش نشان داد اثر عامل آزوسپیریلوم بر مقدار آهن در سطح احتمال 5 درصد معنی دار بود(جدول 3). بیشترین مقدار آهن در دانه به میزان 13/29 میلی گرم در کیلوگرم از تلقیح توسط سویه‌های *A.brasilense* DSM1690 وکمترین مقدار از شاهد (10/24 میلی‌گرم در کیلوگرم) بدست آمد (جدول 4). تأثیر کاربرد سو یه‌های سودوموناس بر مقدار آهن در دانه معنی دار بود ($p<0/01$). مقایسات میانگین نشان داد که بیشترین مقدار آهن دانه از تلقیح با باکتری

P. putida strain R-168 و کمترین میزان از بوته‌های شاهد بدست آمد (به ترتیب با مقادیر 14/36 و 9/61 میلی گرم در کیلوگرم). نتایج نشان داد اثر تلقیح توأم سویه‌های سودوموناس و آزوسپیریلوم بر مقدار آهن در دانه ذرت در سطح 5 درصد معنی دار بود(جدول3). براساس مقایسات میانگین در جدول 4 به جز تیمار A_1P_3 سایر تیمارهای تلقیحی مقدار آهن دانه را در مقایسه با شاهد به طور معنی‌دار افزایش دادند. محققین نشان دادند سویه هایی از *Azotobacter*، *Pseudomonas* و *Bacillus* توانایی تولید ترکیبی به نام سیدروفور دارند. سیدروفورها کلاتها یا ترکیبات آلی با وزن مولکولی پایین و با میل ترکیبی شدید و اختصاصی برای کمپلکس شدن با برخی کاتیونها از جمله آهن هستند. گیاهان می‌توانند از سیدروفورهای تولید شده توسط باکتری‌ها به عنوان عاملی برای تأمین آهن مورد نیاز خود استفاده کنند(Ahmad et al, 2006).

هرچند سویه‌های باکتری آزوسپیریلوم مقدار روی در دانه را در مقایسه با شاهد افزایش دادند ولی این افزایش از نظر آماری معنی دار نبود و مقدار این عنصر تحت تأثیر تلقیح با سویه‌های آزوسپیریلوم قرار نگرفت (جدول3). اثر تلقیح با باکتری سودوموناس بر مقدار روی دانه در سطح احتمال 5 درصد معنی دار بود (جدول 3). مقایسات میانگین نشان داد بیشترین مقدار روی از تلقیح بذور ذرت با سویه *P.putida* strain R-168 (به میزان 7/67 میلی گرم در کیلوگرم) و کمترین مقدار از شاهد (به مقدار 5/17 میلی گرم در کیلوگرم) بدست آمد (جدول4). مطالعه اثر تلقیح منفرد و توأم *Azotobacter* و قارچ *Glomus* بر رشد و غلظت عناصر در گوجه فرنگی نشان داد که غلظت روی در گیاه تنها درترکیب *Azotobacter + Glomus* در مقایسه با شاهد افزایش یافت. اثر سینرژیستی این دو میکروارگانیسم سبب شد تا علاوه بر میزان روی، بیشترین وزن خشک اندام‌های هوایی و ریشه حاصل شود (Bagyaraj et al, 1987).

نتایج تجزیه واریانس آزمایش نشان داد اثر باکتری آزوسپیریلوم بر مقدار مس در دانه در سطح احتمال 5 درصد معنی دار بود (جدول 3). براساس مقایسات میانگین در جدول 4 بیشترین مقدار مس در دانه از تلقیح بذور با سویه‌های *A.brasilense* DSM1690 (به مقدار2/52 میلی گرم در کیلوگرم) بدست آمد که با شاهد (به میزان 1/62 میلی گرم در کیلوگرم دانه) اختلاف معنی دار نشان داد. اثر تلقیح توسط باکتری سودوموناس بر مقدار مس دانه معنی دار بود (جدول3). بیشترین مقدار مس در دانه از کاربرد باکتری *P.fluorescens* DSM 50090 و کمترین میزان از شاهد حاصل شد (به ترتیب با مقادیر 2/70 و 1/55 میلی گرم در کیلوگرم). مطالعه اثر سویه‌های مختلف آزوسپیریلوم بر مقدار یونهای موجود در بافت‌های گندم و سویا نشان داد که سویه‌های *A.brasilense* قادرند مقادیر یون‌های مختلف را در بافت‌های گیاهان تغییر داده و بر تعادل موجود بین یونها موثر باشند. بر این اساس باکتری‌ها بر مقدار یون‌هایی مانند K^+ , Mg^{2+}, P, Ca^{2+} Fe^{2+}, S, B تأثیر مثبت داشته ولی بر مقدار یون‌های Na^+ ، Mn^{2+}، Cu^{2+} و Zn^{+2} تأثیری نداشتند(Bashan et al., 1990).

در مجموع نتایج این آزمایش نشان داد که کاربرد باکتری‌های محرک رشد سبب افزایش رشد ومیزان عناصر غذایی در دانه شد. این افزایش عمدتا به دلیل تولید تنظیم کننده‌های رشد گیاه توسط باکتری و اثر آنها بر رشد ریشه بوده که جذب آب و مواد غذایی را از خاک بهبود می‌بخشد (Egamberdiyevaa *et al*, 2003). بنظر می‌رسد که افزایش در میزان جذب عناصر غذایی توسط گیاه می‌تواند منجر به افزایش تجمع ماده خشک و مواد معدنی در ساقه‌ها و برگهای گیاه شود. به این ترتیب در طول دوره زایشی مواد معدنی تجمع یافته می‌توانند به اندامهای زایشی منتقل و در نهایت منجر به افزایش عملکرد شوند.

جدول 1- تجزیه واریانس صفات زراعی در ذرت

Table1- Analysis of variance of agronomic traits for maize

		میانگین مربعات (MS)				
منابع تغییر SOV	درجه آزادی Df	وزن خشک کل بوته TDM	وزن خشک بلال EDM	وزن خشک دانه SDM	وزن 1000 دانه 100DM	تعداد دانه در بوته Number of seed per plant
بلوک (R)	2	1838.3 ^{ns}	814.23 ^{ns}	797.07 ^{ns}	4.793 ^{ns}	6609.37 ^{ns}
آزوسپیریلوم (A)	2	20157.4**	11887.9**	7789.10**	22.743*	29941.63 ^{ns}
سودوموناس (P)	4	9129.49**	5139.99*	3283.78*	17.014*	27697.80 ^{ns}
A×P	8	7328.99**	5.12.12**	4120.21**	24.156**	45899.9**
خطا (E)	28	2176.15	1487.41	1206.43	5.891	10265.24

**، * و ns به ترتیب معنی دار در سطح احتمال یک و پنج درصد و غیر معنی دار

** : P<0.01, * : P<0.05, ns: non-significan

جدول2- میانگین اثرات متقابل سطوح آزوسپیریلوم و سودوموناس بر صفات زراعی در ذرت

Table2- Interaction effects of *Azospirillum* and *Pseudomonas* on agronomic traits.

تیمار Treatment	وزن خشک کل بوته TDM (g per plant)	وزن خشک بلال EDM (g per plant)	وزن خشک دانه SDM (g per plant)	وزن 1000 دانه 100DM (g)	تعداد دانه در بوته Number of seed per plant
A_1P_1	193.0b	1333.7b	109.0b	21.41c	209.6d
A_2P_1	389.0a	281.0a	231.1a	28.41ab	814.8abc
A_3P_1	356.0a	259.6a	205.0a	29.99ab	685.5abcd
A_1P_2	340.7a	241.4a	195.2a	25.84abc	761.4abcd
A_1P_3	351.9a	267.2a	226.4a	2435.abc	867.4abc
A_1P_4	355.5a	258.3a	203.6a	31.00a	769.6abc
A_1P_5	331.2a	235.2a	190.6ab	30.31ab	616.9cd
A_2P_2	442.7a	321.7a	264.2a	28.67ab	924.4a
A_2P_3	321.4a	229.8a	186.9ab	26.35ab	707.6abcd
A_2P_4	345.7a	241.7a	187.3ab	28.74ab	652.0bcd
A_2P_5	352.6a	261.1a	221.2a	26.90abc	826.4abc
A_3P_2	404.4a	298.2a	239.5a	30.55ab	784.4abc
A_3P_3	360.8a	252.3a	202.8a	29.22ab	694.8abcd
A_3P_4	428.7a	323.3a	271.3a	29.97ab	905.1ab
A_3P_5	367.6a	271.6a	224.7a	25.51abc	826.3ab

حروف مشترک در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار براساس آزمون دانکن می‌باشد

A_1 :Control ،A_2: *A. lipoferum* DSM 1691 ،A_3: *A. brasilense* DSM 1690 و P_1: شاهد، P_2:*P. putida* strain R-168 ،P_3: *P. fluorescens* strain R-93 ، P_4 : *P. fluorescens* 50090، P_5 : *P. putida* DSM 291

جدول 3- تجزیه واریانس مقدار عناصر غذایی در دانه ذرت تحت تأثیر عوامل آزمایش

Table3: Analysis of variance of seed nutrient content of maize.

منابع تغییر SOV	درجه آزادی Df	میانگین مربعات					
		نیتروژن (N)	فسفر (P)	پتاسیم (K)	آهن (Fe)	روی (Zn)	مس (Cu)
بلوک (R)	2	2.215^{ns}	0.015^{ns}	0.036^{ns}	4.291^{ns}	0.287^{ns}	0.203^{ns}
آزوسپیریلوم (A)	2	10.167^{**}	0.071^{ns}	0.101^{**}	45.423^{*}	6.428^{ns}	3.192^{*}
سودوموناس (P)	4	7.464^{**}	0.104^{**}	0.034^{ns}	41.948^{**}	7.702^{*}	2.010^{*}
A×P	8	3.183^{ns}	0.069^{*}	0.064^{**}	22.857^{*}	3.241^{ns}	1.484^{ns}
خطا (E)	28	1.608	0.024	0.017	9.968	2.567	0.695

**، * و ns به ترتیب معنی دار در سطح احتمال یک و پنج درصد و غیر معنی دار ** : P<0.01, * : P<0.05, ns: non-significan

جدول4- میانگین سطوح آزوسپیریلوم و سودوموناس و اثرات متقابل آنها برعناصر غذایی در دانه ذرت

Table4- Interaction effects of *Azospirillum* and *Pseudomonas* on seed nutrient content.

مس Cu ($g.kg^{-1}$)	روی Zn ($g.kg^{-1}$)	آهن ($g.kg^{-1}$) Fe	پتاسیم K ($g.kg^{-1}$)	فسفر P ($g.kg^{-1}$)	نیتروژن N ($g.kg^{-1}$)	تیمار Treatment
						Azospirillum
1.62b	5.49	10.24b	0.59b	0.58	4.25b	A_1
2.25a	6.53	13.22a	0.73a	0.65	5.55a	A_2
2.52a	6.70	13.29a	0.73a	0.72	5.78a	A_3
						Pseudomonas
1.55c	5.17b	9.61b	0.59	0.52b	3.97b	P_1
2.45ab	7.67a	14.36a	0.76	0.80a	6.46a	P_2
2.16abc	5.76b	10.29ab	0.70	0.65ab	4.81ab	P_3
2.70a	6.37ab	13.84ab	0.71	0.71ab	5.39.ab	P_4
1.78bc	6.23ab	13.15ab	0.65	0.59ab	5.36ab	P_5
1.08	3.03	3.75c	0.33b	0.31d	2.44	A_1P_1
1.43	6.08	11.91ab	0.80a	0.67bc	5.27	A_2P_1
2.13	6.41	13.15a	0.64ab	0.57cd	4.19	A_3P_1
1.71	6.86	12.47ab	0.60ab	0.74abc	5.22	A_1P_2
1.86	5.83	6.72bc	0.80a	0.75abc	5.04	A_1P_3
2.11	6.60	13.66a	0.62ab	0.62bc	5.17	A_1P_4
1.32	5.12	13.60a	0.60ab	0.49cd	3.40	A_1P_5
3.81	8.48	17.14a	0.92a	0.89ab	7.79	A_2P_2
2.30	5.93	12.72ab	0.58ab	0.58cd	4.15	A_2P_3
2.18	5.13	12.39ab	0.66ab	0.53cd	4.49	A_2P_4
1.52	7.04	11.93ab	0.68a	0.58cd	6.37	A_2P_5
1.83	7.67	12.47ab	0.74a	0.75abc	6.66	A_3P_2
2.33	5.51	11.42ab	0.72a	0.61bc	5.23	A_3P_3
3.80	7.36	15.47a	0.87a	0.98a	6.50	A_3P_4
2.49	6.53	13.91a	0.68a	0.69bc	6.32	A_3P_5

حروف مشترک در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار براساس آزمون دانکن می‌باشد

Similar letters at each column explain non significancy based on Duncan examination.

A_1 :control ،A_2: *A. lipoferum* DSM 1691 ،A_3: *A. brasilense* DSM 1690 و P_1: شاهد، P_2:*P. putida* strain R-168 ،P_3: *P. fluorescens* strain R-93 ، P_4 : *P. fluorescens* 50090، P_5 : *P. putida* DSM 291

منابع

1- Ahmad, F., Ahmad, I., Khan, M.S., 2006. Screening of free-living rhizospheric bacteria for their multiple plant growth promoting activities. Microbial. Res. 36:1-9.

2- Bagyaraj, D.J., Menge, J.A., 1978. Interaction between a VA mycorrhiza and *Azotobacter* and their effects on rhizosohere microflora and plant growth. New Phytol. 80: 567-573.

3- Baldani, V.L.D., Alvarez, M.A.B., 1987.Establishment inoculated *Azospirillum* Spp. in the rhizosphere and in roots of field grown wheat and sorghum. Plant Soil. 90: 35-45.

4- Bashan, Y., Holguin, G., 1997. *Azospirillum*-plant relationships: environmental and physiological advances. Can. J. Microbiol. 43: 103-121.

5- Bashan, Y., Holguin, G., de-Bashan, L., 2004. *Azospirillum*-plant relationships: physiological, molecular, agricultural, and environmental advances. Can. J. Microbiol. 50: 521–577.

6- Bashan, Y., Harrison, S.K., Whitmoyer, R.E., 1990. Enhanced growth of wheat and soybean plants inoculated with *Azospirillum brasilense* is not necessarily due to general enhancement of mineral uptake. Appl. Environ. Microbiol. 56(3): 769-775.

7- Carlier**,** E**.**, Rovera, M., Jaume, A. R., Rosas, S. B., 2008. Improvement of growth, under field conditions, of wheat inoculated with *Pseudomonas chlororaphis* subsp. *Aurantiaca*. World. J. Microbiol. Biotech. 24(11): 2653-2658.

8- De Salomone, G., Dobereiner, J., 1996. Maize genotype effects on the response to *Azospirillum* inoculation. Biol. Fertil. Soils. 21: 193-196.

9- Egamberdiyeva, D., 2007. The effect of plant growth promoting bacteria on growth and nutrient uptake of maize in two different soils. Appl. Soil. Eco. 36: 184-189.

10- Egamberdiyevaa, D., Hoflich. G., 2003. Influence of growth-promoting bacteria on the growth of wheat in different soils and temperatures. Soil Biol. Biochem. 35: 973–978.

11- Ferreira, M.C.B., Fernandes, M.S., Dobereiner, J., 1987. Role of *Azospirillum brasilense* nitrate reductase in nitrate assimilation by wheat plants. Biol. Fertil. Soils. 4: 47-53.
12- Fulchieri, M., Frioni,L., 1994. *Azospirillum* inoculation on maize (*Zea mays*): effect on yield in a field experiment in central Argentina. Soil biol. biochem.26: 921-923.
13- Glick, B.R., Penrose, D., Wendo, M., 2001. Bacterial promotion of plant growth. Biotech. adv. 19:135-138.
14- Glick, B. R., Liu ,C., Ghosh, S., Dumbroff, E. B., 1997. Early development of canola seedlings in the presence of the plant growth-promoting rhizobacterium *Pseudomonas putida* GR12-2. Soil Biol. Biochem. 29: 1233–1239.
15- Okon, Y., Heytler, P.G., Hardy, R.W.F., 1983. N_2 fixation by *Azospirillum brasilense* and its incorporation into host *Setaria italica.* Appl.Environ. Microbiol. 46: 694-697.
16- Piao, Z., Cui, Z., Yin, B., Hu, J., Zhou, C., Xie, G., Su, B., Yin, S., 2005. Changes in acetylene reduction activities and effects of inoculated rhizosphere nitrogen-fixing bacteria on rice. Biol. Fertil. Soils.41: 371–378.
17- Rudresha, D.L., Shivaprakasha, M.K., Prasad, R.D., 2005. Effect of combined application of *Rhizobium*, phosphate solubilizing bacterium and *Trichoderma* spp. on growth, nutrient uptake and yield of chickpea (*Cicer aritenium* L.).Appl. Soil. Eco. 28:139–146.
18- Saatovich, S.Z., 2006. *Azospirilli* of Uzbekistan soils and their influence on growth and development of wheat plants. Plant & Soil. 283:137-145.
19- Sharaan, A. N., El-Samie, F.S.A., 1999. Response of wheat varieties to some environmental influences. 1. Effect of seeding rates and N fertilization levels on growth and yield of two wheat varieties (*Triticum aestivum* L.). Ann. Agric. Sci. 44: 589–601.
20- Siddiqui,I. A., Shaukat, S. S., 2002. Mixtures of plant disease suppressive bacteria enhance biological control of multiple tomato pathogens. Biol. Fertil. Soil. 36: 260–268.
21- Wue, S.C., Cao, Z.H., Li, Z.G., Cheung, K.C., Wong, M. H., 2005. Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. Geoderma. 125: 155–166.
22- Yasari, E., Patwardhan, A.M., 2007. Effects of *Aztobacter* and *Azospirillium* inoculations and chemical fertilizers on growth and productivity of Canola. Asi. J. Plant. Sci. 6:77-82.
23- Zaied, K.A., Abd El-Hady, A.H., Sharief, A.E., Ashour, E.H., Nassef, M.A., 2007. Effect of Horizontal DNA Transfer in *Azospirillum* and *Azotobacter* Strains on Biological and Biochemical Traits of Non-legume Plants. J. Appl. Sci. Res. 3(1): 73-86.

Journal of Agroecology
Vol. 1, No. 1, Fall 2009, p. 25-32

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 1، شماره 1، پاییز 1388، ص. 32-25

The effects of co-inoculation of *Azospirillum* and *Pseudomonas* rhizobacteria on nutrient uptake of maize (*Zea mays* L.)

S. Nezarat[*] and A. Gholami[1]

Abstract

Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) has been identified as an alternative to chemical fertilizer to increase soil fertility and crop production in sustainable agriculture. The objective of this study was to investigate the effects of single and co-inoculation of *Azospirillum* and *Pseudomonas* strains on plant growth and nutrient uptake of maize as a factorial experiment. Treatments included control, *Azospirillum lipoferum* DSM 1691, *A.brasilense* DSM 1690, *Pseudomonas putida* strain R-168, *P.fluorescens* strain R-93, *P.fluorescens* DSM 50090 and *P.putida* DSM291. Bacterial treatment significantly increased shoot, ear and seed dry weight, 100 seed weight and number of seeds per ear. Plants nutrient uptake of N, P, K, Fe and Cu were also significantly influenced by application of PGPR(s). Also, the experimental results show that inoculation consortia apparently work better when different bacteria were combined with each other.

Keywords: Maize, PGPR, *Azospirillum*, *Pseudomonas*, Nutrient uptake.

1- A Contribution from Agricultural Research station of Shahrood and Industrial University of Shahrood
(* - Corresponding author Email: gholami@shahroodut.ac.ir)

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 1، شماره 1، پاییز 1388، ص. 40-33

Journal of Agroecology
Vol. 1, No. 1, Fall 2009, p. 33-40

ارزیابی اثر کاربرد سویه‌هایی از باکتری سودوموناس برعملکرد و اجزای عملکرد گندم در سطوح مختلف فسفر

شهرام رضوان بیدختی*[1]، علیرضا دشتبان[2]، محمد کافی[3] و سارا سنجانی[4]

تاریخ دریافت: 88/10/5
تاریخ پذیرش: 88/10/30

چکیده

کاربرد کودهای زیستی به ویژه باکتری‌های محرک رشد گیاه به جای مصرف کودهای شیمیایی از مهمترین راهبردهای تغذیه‌ای در مدیریت پایدار بوم نظام‌های کشاورزی می‌باشد. در این تحقیق به منظور ارزیابی اثر باکتری‌های سودوموناس در سطوح مختلف فسفر بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم رقم کویر آزمایشی در مزرعه آموزشی پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد دامغان اجرا شد. آزمایش بصورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا درآمد. عامل اصلی شامل 5 سطح کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل (P_0، P_1، P_2، P_3 و P_4) به ترتیب (0، 60 ، 90 ، 120 و 150 کیلوگرم در هکتار) و عامل فرعی شامل چهار سطح (S_0، S_1، S_2 و S_3) به ترتیب (تیمار بدون تلقیح (شاهد) و سه سطح سویه‌های *سودوموناس پوتیدا* 21 ، *سودوموناس پوتیدا* 158 و *سودوموناس فلورسنس* 168) بود. نتایج نشان داد که تعداد سنبله، تعداد دانه، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و عملکرد ماده خشک به طور معنی داری تحت تأثیر سطوح مختلف کود فسفر، باکتری و اثر متقابل آن‌ها قرار گرفتند. حداکثر عملکرد دانه به مقدار 7633 کیلوگرم در هکتار از تیمار تلقیح با *سودوموناس فلورسنس* 168 به همراه مصرف 90 کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل حاصل شد. با توجه به عملکرد مناسب سودوموناس فلورسنس 168 می‌توان چنین نتیجه گرفت که در شرایط کاهش استفاده از کودهای فسفاته، این سویه قادر است ماده خشک تولیدی و عملکرد دانه را در حد قابل قبولی افزایش دهد.

واژه‌های کلیدی: باکتری‌های *سودوموناس*، سوپر فسفات تریپل، عملکرد ، *Triticum aestivum*

مقدمه

در اکثر نقاط دنیا از جمله ایران مصرف افراطی کودهای شیمیایی برای دستیابی به عملکرد بالا در محصولات زراعی و میزان کمبود منابع خصوصاً فسفر باعث افزایش هزینه‌های تولید همراه با تخریب منابع خاکی، آبی و زیستی شده است. جدی بودن تخریب محیط زیست در اثر کاربرد روش‌های غلط موجب جلب توجه و علاقمندی متخصصین به نظام‌های زراعی سالم و بادوام از نظر اکولوژیکی گردیده است بطوریکه امروزه در اکثر محافل علمی صحبت از توسعه سیستم‌های پایدار کشاورزی به میان آمده است (Ardakani, 2001). در این راستا نظام‌های کشاورزی اکولوژیک و کم نهاده می‌توانند به عنوان جایگزینی برای سیستم‌های رایج در نظر گرفته شده و باعث توسعه کشاورزی پایدار و حفظ سلامت محیط زیست گردند (Poudel et al., 2002; Arun, 2002).

فسفر از عناصر اصلی مورد نیاز گیاه بوده و یکی از مهمترین کودهای شیمیایی مورد استفاده در سیستم‌های زراعی است. کمبود غلظت فسفات قابل جذب خاک‌های زراعی معمولا باعث می‌شود تا برای رفع کمبود فسفر مورد نیاز گیاهان، این عنصر به صورت کودهای شیمیایی فسفردار به خاک اضافه شود. با این وجود مقادیر زیادی از فسفر موجود در کودهای شیمیایی بعد از ورود به خاک نامحلول شده و در خاک‌های آهکی به ترکیبات نامحلول کلسیم و منیزیم و در خاک‌های اسیدی به فسفات آهن و آلومینیوم تبدیل شده و از دسترس گیاه خارج می‌شود (Whtelaw et al., 1999).

در این راستا به کارگیری باکتری‌های حل کننده فسفات برای بهبود جذب فسفر و کاهش مصرف کودهای فسفاته یکی از راهکارهای اساسی برای جبران کمبود فسفر مورد نیاز گیاهان است. میکروارگانیسم‌های حل کننده فسفات به گروهی از ریز جانداران خاکزی اطلاق می‌شود که به عنوان اجزای مکمل چرخه فسفر قادرند

1 و 2- مربی دانشگاه آزاد اسلامی واحد دامغان
(* - نویسنده مسئول: Email: sharamrezvan@yahoo.com)
3 و 4- به ترتیب عضو هیأت علمی و دانشجوی دکتری گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

از طریق مکانیسم‌های مختلف، فسفر را از منابع نامحلول آزاد کنند (Saleh-Rastin, 2001). باکتری‌های تسهیل کننده جذب فسفات و قارچ‌های حل کننده فسفات از جمله ارگانیسم‌های موثر در این فرایند شناخته شده اند (Reys et al., 1999).

باکتری‌های جنس سودوموناس از مهمترین باکتری‌های محرک رشد گیاه (PGRP)[1] به شمار می‌روند. باکتری‌های سودوموناس، هوازی و میله‌ای شکل هستند (Vazqueseta et al., 2002).

Rasouli Sadaghiani et al. (2006) گزارش کردند که سودوموناس‌ها و بالاخص *سودوموناس فلورسنت* از مهمترین ارگانیسم‌های ریزوسفری به شمار رفته و اثرات مثبت ناشی از تلقیح آنها بر رشد به اثبات رسیده است. بسیاری از این باکتری‌ها با تولید آنزیم‌های فسفاتاز، آزاد شدن فسفر را از ترکیبات آلی فسفردار موجب می‌شوند. باکتری‌های تسهیل کننده جذب فسفات نه تنها رها سازی فسفر، بلکه تولید مواد بیولوژیک دیگر از جمله هورمون‌های رشد مثل اکسین و جیبرلیک اسید و همچنین ویتامین‌ها را موجب می‌شوند. این مواد با انحلال فسفات همبستگی مثبت دارند (Saleh Rastin, 2001). به طورکلی افزایش تعداد و تنوع میکروارگانیسم‌ها و اثرات متقابل جوامع میکروبی باعث افزایش تعداد و تنوع اسیدهای آلی موثر در فرایند انحلال فسفات‌های نامحلول می‌شود (Sharma, 2002).

باکتری‌های سودوموناس پتانسیل قابل توجهی در بهبود کارایی جذب فسفر از خود نشان داده و به علت وسعت انتشار، تنوع گونه‌ای و مقاوم بودن برخی از گونه‌های آن به تنش‌های محیطی توانسته اند به عنوان کود زیستی مناسب از جایگاه و اهمیت ویژه‌ای برخوردار گردند (Kim et al., 1989; Loheurte & Betrthlin, 1988). استفاده از کودهای زیستی بخصوص در کشت‌های فشرده و خاک‌های فقیر از لحاظ عناصر غذایی، ضرورتی اجتناب ناپذیر برای حفظ ارزش کیفی خاک است. در حالیکه مصرف غیر اصولی و بلند مدت کودهای شیمیایی نتیجه‌ای جز تخریب تدریجی کیفیت خاک، کاهش ارزش کیفی محصول، بهم زدن تعادل طبیعی اکوسیستم و گسترش آلودگی‌های زیست محیطی در پی نخواهد داشت (Saleh- Rastin, 2005).

کودهای زیستی در مقایسه با مواد شیمیایی مزایای قابل توجهی دارند. از جمله این که در چرخه غذایی تولید مواد سمی و میکروبی نمی‌نمایند، قابلیت تکثیر خودبخودی دارند، باعث اصلاح خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک می‌شوند (Moalem & Eshghizadeh, 2007) و از نظر اقتصادی مقرون به صرفه و از دیدگاه زیست محیطی قابل پذیرش هستند. از آنجا که دستیابی به کشاورزی پایدار جزء اهداف اصلی متخصصان کشاورزی به‌شمار می‌رود، برای نیل به این هدف و اقتصادی کردن امر تولید، استفاده از کودهای زیستی، مصرف بهینه و صحیح کودهای شیمیایی، سموم و افزایش مواد آلی خاک و حفاظت از محیط زیست لازم به‌نظر می‌رسد. لذا با توجه به مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی و با نظر به اهمیت گندم به عنوان یک محصول استراتژیک، این مطالعه با هدف تعیین بهترین سطح کود فسفاته به هنگام کاربرد سویه‌هایی از باکتری سودوموناس از طریق بررسی عملکرد و اجزای عملکردگندم اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه آموزشی پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد دامغان با عرض جغرافیایی 36/08 درجه و طول شرقی 54/19 درجه و ارتفاع 155/4 متر از سطح دریا اجرا شد. متوسط بارندگی سالیانه منطقه 150 میلیمتر بوده و حداکثر درجه حرارت محل اجرای آزمایش 43 و حداقل آن 13- درجه سانتی گراد گزارش شده است. محل آزمایش سال قبل از آزمایش به صورت آیش بوده است. قبل از انجام آزمایشات مزرعه‌ای، به منظور تعیین خصوصیات خاک، نمونه‌برداری از خاک محل تحقیق انجام گرفت. خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک در جدول 1 نشان داده شده است.

آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. پنج سطح کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل شامل: P_0: شاهد (بدون کود)، P_1:60، P_2:90، P_3:120 و P_4: 150 کیلوگرم در هکتار درکرت‌های اصلی و سویه‌های باکتری *سودوموناس پوتیدا* 21 (S_1)، *سودوموناس پوتیدا* 158 (S_2)، *سودوموناس فلورسنس* 168 (S_3) و یک سطح شاهد بدون باکتری (S_0) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند.

عملیات تهیه زمین مطابق عرف منطقه با اجرای شخم عمیق و دو دیسک عمود بر هم قبل از کاشت انجام شد. عملیات کاشت در تاریخ بیست وششم آبان ماه انجام گرفت. کود نیتروژن به مقدار 250 کیلوگرم در هکتار بصورت اوره در سه نوبت، یک سوم در هنگام کاشت، یک سوم در زمان ساقه دهی و باقی مانده قبل از مرحله تورم غلاف برگ پرچمی مصرف شد. رقم مورد استفاده در این آزمایش گندم رقم کویر بودکه مقاوم به شوری و خشکی و بادزدگی آخر فصل بوده و بیشتر در مناطق گرم و خشک توصیه می‌شود. مایه تلقیح این باکتری‌ها از بخش تحقیقات بیولوژی خاک موسسه تحقیقات خاک و آب تهیه شد. برای تلقیح بذرها میزان 15 گرم مایه تلقیح که جمعیت آنها 10^8× 5 سلول در گرم بود، مورد استفاده قرار گرفت. همچنین از محلول صمغ عربی برای چسبندگی بهتر مایه تلقیح به بذرها استفاده شد. هنگام کاشت، بذور ابتدا با سویه‌های ذکر شده به طور جداگانه تلقیح شده و پس از مشخص نمودن محدوده هر کرت، بذرهای هر تیمار به صورت دستی در 6 خط کاشت در کرت هایی به ابعاد 1/5 × 5 متر و در عمق 2/5 سانتی متری کشت شدند. بین کرت‌های

1- Plant Growth Promoting Rhizobacteria

اصلی سه ردیف نکاشت در نظر گرفته شد. فاصله خطوط کاشت 25 سانتی متر در نظر گرفته شد. آبیاری به صورت نشتی و با توجه به شرایط اقلیمی و وضعیت رطوبتی خاک در زمان‌های مورد نیاز انجام شد.

برداشت در تاریخ پانزدهم تیرماه با در نظر گرفتن مساحتی معادل دو مترمربع از ارتفاع پنج سانتیمتری سطح زمین به منظور تعیین عملکرد صورت گرفت. برای اندازه گیری اجزای عملکرد 10 بوته به طور تصادفی از هر کرت انتخاب شد. پس از توزین کل محصول برداشت شده در هر کرت، دانه‌ها توسط کمباین آزمایشی از کاه و کلش جدا شد و پس از خشک نمودن در آون با دمای 70 درجه سانتی‌گراد به مدت 24 ساعت، وزن هزار دانه محاسبه شد. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزارهای Minitab-ver.1.3 و MSTATC و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال یک و پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

عملکرد دانه

نتایج نشان داد که اثر کود فسفر بر عملکرد دانه معنی دار ($p<0/05$) بود (جدول2). بیشترین عملکرد دانه (6192 کیلوگرم در هکتار) با مصرف 120 کیلوگرم در هکتار فسفر بدست آمد که با مصرف 90 کیلوگرم در هکتار از نظر آماری تفاوت معنی داری نداشت. کمترین عملکرد دانه (3802 کیلوگرم در هکتار) در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول 3). بین سویه‌های باکتری اختلاف معنی داری دیده شد و این سویه‌ها در گروه‌های مختلفی قرار گرفتند به طوریکه S_2 (سویه 168) بیشترین عملکرد دانه (6421 کیلوگرم در هکتار) را به خود اختصاص داد که البته تفاوت معنی‌داری با S_3 (سویه 158) نداشت. کمترین عملکرد دانه (2715 کیلوگرم در هکتار) در تیمار شاهد (بدون باکتری) بدست آمد که یک کاهش 57 درصدی را نسبت به S_2 نشان داد (جدول 3). در مطالعات انجام شده بر روی نخود فرنگی و سورگوم افزایش عملکرد دانه به استفاده از باکتری‌های تسهیل کننده جذب فسفر نسبت داده شده است (Redy & Ahlawat, 1988; Patidar, 2001).

اثر متقابل کود و باکتری بر عملکرد دانه معنی دار شد (جدول 2) و حداکثر عملکرد دانه (7633 کیلوگرم در هکتار) مربوط به سویه 168 با مصرف 90 کیلوگرم در هکتار کود فسفر بدست آمد و کمترین عملکرد دانه مربوط به تیمارهای بدون باکتری (شاهد) می‌باشد که بازگوکننده کارایی بالای باکتری‌های تسهیل کننده جذب فسفر می‌باشد (جدول4). افزایش آزادسازی فسفر از منابع نامحلول و همچنین تولید هورمون‌های گیاهی نظیر اکسین و سیتوکنین و سنتز و تولید سیدروفورهای کمپلکس کننده آهن توسط فعالیت باکتری‌های تسهیل کننده جذب فسفر در چهار هفته رشد اولیه بویژه برای غلات از جمله گندم سبب بهبود استقرار گیاه، گسترش سیستم ریشه ای، توسعه اندام‌های گیاهی، افزایش پنجه زنی و شکل گیری دانه و نهایتاً باعث افزایش عملکرد دانه می‌شود (Ardakani, 2000). Zabihi et al. (2009) گزارش کردند که تلقیح با کلیه سویه‌های باکتری‌های ریزوسفری محرک رشد گیاه باعث افزایش عملکرد گندم در کلیه سطوح فسفر شد.

افزایش عملکرد دانه گندم، جو و برنج با استفاده از باکتری‌های تسهیل کننده جذب فسفر در بسیاری از مطالعات گزارش شده است (Wagar et al., 2004; Sharma & Prasad, 2003; Fikrettin et al., 2004). Tohidi-Moghadam (2007) در آزمایشی روی ذرت نشان دادند که در حضور باکتری‌های حل کننده فسفات (سودوموناس پوتیدا و باسیلوس) میزان مصرف کودهای شیمیایی فسفات تا 50% کاهش یافت.

عملکرد ماده خشک

در بررسی اثر فسفر بر روی عملکرد ماده خشک مشاهده شد که بین سطوح مختلف فسفر از لحاظ این صفت اختلاف معنی دار آماری در سطح 5% وجود دارد (جدول 2). بیشترین عملکرد ماده خشک با مصرف 120 کیلوگرم در هکتار کود فسفر و کمترین مقدار آن در تیمار شاهد (بدون کود) به دست آمد (جدول 3). اثر باکتری نیز بر عملکرد ماده خشک معنی دار شد (جدول2). بیشترین عملکرد ماده خشک از سویه 158 به دست آمد که البته با سایر سویه‌های باکتری تفاوت معنی داری از لحاظ آماری نداشت و کمترین آن هم در تیمار شاهد (بدون باکتری) مشاهده شد (جدول3). Saleh-Rastin (2001) نشان داد که باکتری‌های سودوموناس قادر به تولید هورمونهای اکسین، جیبرلین و ویتامین‌ها است. بنابراین احتمالا افزایش عملکرد ماده خشک را می‌توان به این توانایی باکتری نسبت داد.Pamella & Steven (1982) اثر باکتری در افزایش عملکرد ماده خشک در گندم و سورگوم را به دلیل مصرف بهتر فسفر که توسط آزاد شدن آن از منابع نامحلول بوده،گزارش داد.

تعداد سنبله در متر مربع

کود فسفر اثر معنی داری بر تعداد سنبله در متر مربع داشت (جدول 2). بیشترین تعداد سنبله (662 سنبله در متر مربع) از تیمار 120 کیلوگرم در هکتار بدست آمد که با تیمار 90 و 150 کیلوگرم در هکتار فسفر تفاوت معنی داری نداشت و کمترین تعداد سنبله از تیمار شاهد (520 سنبله در مترمربع) به دست آمد (جدول3). کاربرد باکتری سبب افزایش تعداد سنبله در مترمربع شد (جدول2)، بطوریکه بیشترین سنبله (692 سنبله در متر مربع) با مصرف سویه 158 بدست آمد که با سویه 168 از لحاظ آماری تفاوت معنی داری نداشت و کمترین سنبله (507 سنبله در متر مربع) در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول 3).

همسو با نتایج این بررسی، افزایش تعداد سنبله در گندم و سورگوم به علت استفاده از باکتری در سایر مطالعات نیز گزارش شده است (Pamella & Steven, 1982; Zabihi et al., 2009). احتمالاً باکتری باعث می‌شود که فسفر بیشتری در دسترس گیاه قرار گیرد. اثر متقابل کود و باکتری نیز در سطح احتمال 5 درصد بر تعداد سنبله معنی دار شد (جدول2). بیشترین تعداد سنبله (753) مربوط به سویه 158 با مصرف 120 کیلوگرم در هکتار فسفر بود که تفاوت معنی داری با مصرف 90 کیلوگرم در هکتار فسفر نداشت (جدول4). Shah et al. (2001) گزارش دادند که کاربرد کود فسفر به همراه باکتری‌های سودوموناس نه تنها باعث افزایش مقدار فسفر در خاک، بلکه باعث تسریع مراحل رشد (پنجه زنی، گلدهی و بلوغ) در سویا می‌شود.

تعداد دانه در متر مربع

تعداد دانه علاوه بر اینکه به ژنوتیپ گیاه بستگی دارد، تحت تأثیر شرایط محیطی و زراعی نیز قرار می‌گیرد. سطوح مختلف کود فسفر به طور معنی داری ($p<0/01$) بر تعداد دانه تأثیر داشت (جدول2). بیشترین تعداد دانه در متر مربع (28880) در تیمار P3 با مصرف 120 کیلوگرم در هکتار فسفر به دست آمد که البته تفاوت معنی داری با تیمار P2 با مصرف 90 کیلوگرم در هکتار نداشت و کمترین مقدار آن در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول3). اثر باکتری بر تعداد دانه در متر مربع معنی دار بود. بیشترین تعداد دانه (30830) با استفاده از سویه 158 به دست آمد که نشان می‌دهد با استفاده از باکتری سویه 158 افزایش 58 درصدی در تعداد دانه نسبت به تیمار شاهد به دست می‌آید (جدول3). وجود باکتری تسهیل کننده جذب فسفر با توجه به نقشی که فسفر در تحریک رشد زایشی و تشکیل دانه در گیاه ایفا می‌کند، در این نتایج مشهود بود. اثر متقابل کود و باکتری نیز معنی دار بود (جدول 2). بیشترین تعداد دانه در مترمربع در تیمار با سویه 158 با مصرف 90 کیلوگرم در هکتار بدست آمد و کمترین آن هنگامی که باکتری استفاده نشد به دست آمد (جدول4).

فسفر یکی از عناصر اصلی مورد نیاز گیاه بوده و در تشکیل گل و دانه بندی اهمیت زیادی دارد و وجود باکتری‌های تسهیل کننده جذب فسفر سبب استفاده بهتر گیاه از فسفر غیر قابل جذب خاک شده و نشان دهنده این موضوع است که تامین فسفر کافی برای گندم سبب افزایش تعداد دانه در سنبله شده است.

جدول1- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک قطعه آزمایش

Table 1- Soil physico-chemical properties of experimental site

OC (%)	pH	نیتروژن Nitrogen (%)	پتاسیم potassium mg kg^{-1}	فسفر قابل جذب Absorbable phosphorus mg kg^{-1}	بافت خاک Soil texture	شن Sand (%)	سیلت Silt (%)	رس Clay (%)
0.4	8.5	0.04	190	5.5	شنی-لومی Sandy-Loamy	64.48	24	11.52

جدول2- تجزیه واریانس(میانگین مربعات) صفات مورد اندازه گیری

Table 2- Analysis of variance (Mean of square) for measurement traits

وزن هزار دانه Thousand seed weight	تعداد دانه در مترمربع Seed per m^2	تعداد سنبله در متر مربع Spike per m^2	عملکرد ماده خشک Biamass	عملکرد دانه Grain yield	درجه آزادی df	منابع تغییر S. O. V
13.86	3426286.6	9555.81	27523791.6	733187.1	2	بلوک Block
70.99**	215806385.8**	42777/77**	28334020.8*	11773965.05**	4	فسفر phosphorus
4.33	4963215.8	1703.71	6767020.8	57706.9	8	خطای اصلی Main error
61.71**	982957623.8**	114116.48**	123440944.4**	43215177.48**	3	سویه‌های باکتری Bacteria strains
9.76	14369494.7**	2704.64*	6989381.9	809858.35*	12	فسفر* باکتری Phosphorus*Bacteria
7.86	3504485.5	1221.44	5422986.1	404660.81	30	خطای فرعی Sub error
10.6	7.72	5.6	17.1	12.2		ضریب تغییرات CV

Ns، *و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns, * and ** are Non- significant, Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively

جدول 3- میانگین اثرات اصلی عملکرد و اجزای عملکرد

Table 3- Mean comparison of main effects of yield and yield components

وزن هزار دانه (گرم) Thousand seed weight (g)	تعداد دانه در مترمربع Seed per m^2	تعداد سنبله در مترمربع Spike per m^2	عملکرد ماده خشک (کیلوگرم در هکتار) Biomass (Kg\ha)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield (Kg\ha)	تیمارهای آزمایش Treatments
22.37 b	18600 c	520.3 c	12410 c	3804 d	P_0
25.64 a	21210 c	600.8 b	13430 ab	4645 c	P_1
27.82 a	27000 ab	644.8 ab	14170 ab	a 6029	P_2
28.46 a	28880 a	662.3 a	15880 a	6192 a	P_3
27.23 a	25590 b	659.5 ab	12020 b	5213 b	P_4
23.45 b	12780 d	507.9 c	9307 b	2715 c	S_0
26.39 a	24480 c	587.3 b	14660 a	5400 b	S_1
27.28 a	30830 a	694.2 a	15440 a	6170 a	S_2
28.1 a	28920 b	680.8 a	14920 a	6421 a	S_3

p_0 : شاهد بدون کود، p_1، p_2، p_3 و p_4 به ترتیب 60، 90، 120 و 150 کیلوگرم در هکتار کود فسفر و s_0 : شاهد بدون باکتری، s_1، s_2 و s_3 به ترتیب سویه 21، سویه 158 و سویه 168 باکتری می‌باشند. در هر ستون حرف مشترک نشان دهنده عدم تفاوت آماری در سطح احتمال پنج و یک درصد بر اساس آزمون دانکن می‌باشد.

P_0: control without fertilizer, P_1, P_2, P_3 and P_4 respectively 60, 90, 120 and 150 (Kg/ha) phosphate fertilizer, S0: control without bacteria, S_1, S_2 and S_3 respectively strain 21, strain 158 and strain 168. In each column means followed by similar letters are not significantly different (p=0.05 and 0.01).

جدول 4- میانگین اثرات متقابل عملکرد و اجزای عملکرد

Table 4- Mean comparison of interaction effects of yield and yield components

تعداد دانه در مترمربع Seed per m^2	تعداد سنبله در مترمربع Spike per m^2	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield (Kg\ha)	باکتری Bacteria	تیمارهای آزمایش Treatments
9227 k	442.7 h	2244 h	S_0	
19520 gh	519.3 g	3670 efg	S_1	P_0
23000 efg	559 efg	4633 de	S_2	
22640 efg	560 efg	4669 de	S_3	
11010 jk	496.7 gh	2233 de	S_0	
21800 fg	603.3 cdef	4422 def	S_1	P_1
25390 def	638 cd	5555 cd	S_2	
26640 de	665 bc	6371 bc	S_3	
13150 ijk	517.3 g	2660 gh	S_0	
29000 cd	595.7 def	6733 ab	S_1	P_2
39480 a	752.7 a	7090 ab	S_2	
33870 b	713.7 ab	7633 a	S_3	
15000 ij	542.7 fg	3433 fg	S_0	
26400 def	614.3 cde	6867 ab	S_1	P_3
34470 b	753 a	7233 ab	S_2	
32120 bc	739.3 a	7233 ab	S_3	
15530 hi	540 fg	3007 gh	S_0	
25700 def	603.7 cdef	5310 cd	S_1	P_4
31790 bc	768.3 a	6336 bc	S_2	
29330 cd	726 ab	6200 bc	S_3	

p_0 : شاهد بدون کود، p_1، p_2، p_3 و p_4 به ترتیب 60، 90، 120 و 150 کیلوگرم در هکتار کود فسفر و s_0 : شاهد بدون باکتری، s_1، s_2 و s_3 به ترتیب سویه 21، سویه 158 و سویه 168 باکتری می‌باشند. در هر ستون حرف مشترک نشان دهنده عدم تفاوت آماری در سطح احتمال پنج و یک درصد بر اساس آزمون دانکن می‌باشد.

P_0: control without fertilizer, P_1, P_2, P_3 and P4 respectively 60, 90, 120 and 150 (Kg/ha) phosphate fertilizer, S0: control without bacteria, S_1, S_2 and S_3 respectively strain 21, strain 158 and strain 168. In each column means followed by similar letters are not significantly different (p=0.05 and 0.01).

در مطالعه‌ای افزایش تعداد دانه در سنبله جو و گندم و افزایش تعداد و وزن غلاف در کلزا به وجود باکتری‌های تسهیل‌کننده جذب فسفر نسبت داده شده است (Freitas et al., 1997).

وزن هزار دانه

در این آزمایش وزن هزار دانه تحت تأثیر سطوح مختلف کود فسفر قرار گرفت (جدول2). کمترین وزن هزار دانه در تیمار شاهد و بیشترین آن در تیمار با مصرف 120 کیلوگرم در هکتار کود فسفر است که با سایر تیمارهای کود فسفر در یک گروه آماری قرار گرفته است، به طوریکه با افزایش میزان کود فسفر وزن هزار دانه افزایش یافت (جدول3).

اثر باکتری نیز بر وزن هزار دانه معنی دار بود، به طوریکه کلیه سویه‌های مورد استفاده باعث افزایش وزن هزار دانه شدند (جدول2). بیشترین وزن هزار دانه (28/1 گرم) با کاربرد سویه 168 به دست آمد

که با سایرها تفاوت معنی داری نداشت و کمترین مقدار آن در تیمار شاهد بدون باکتری مشاهده شد (جدول3). افزایش وزن هزار دانه در گیاه را می‌توان بواسطه نقش مثبت این میکروارگانیسم‌ها در جذب آب و عناصر غذایی و بویژه فسفر و انتقال آنها به سلول‌های گیاه دانست که سبب بهبود رشد و افزایش فتوسنتز گیاه شده است (Freitas et al., 1997). در نتیجه در مرحله پر شدن دانه، شیره پرورده به دانه‌ها انتقال داده شده و دانه‌های درشت با وزن قابل قبول تولید شده است، بنابراین وزن هزار دانه نیز افزایش یافته است. نتایج حاصل از این آزمایش حاکی از آن است که باکتری حل کننده فسفات قادر به ایفای نقش مهم در افزایش عملکرد و اجزای عملکرد در گندم است. بنابراین چنین بنظر می‌رسد که کاربرد این باکتری‌ها در کشت‌های فشرده و خاک‌های فقیر از لحاظ عناصر غذایی ضرورتی اجتناب ناپذیر بوده و در شرایط کاهش مصرف کود (سیستم‌های کشاورزی پایدار) دور نمای روشنی را در افزایش تولید محصولات کشاورزی نوید می‌دهد.

منابع

1- Ardakani, M.R., 2001. Ecology. Tehran University press, Iran, pp: 256. (In Persian with English summary).
2- Ardakani, M.R., 2000. Evaluation of application of biological fertilizers in sustainable wheat cultivation. Ph.D. Thesis. Islami Azad Univ Tehran., Iran. (In Persian with English summary).
3- Arun, K.S., 2002. A Handbook of Organic Farming Pub. Agrobios, India.
4- Fikrettin, S., Çakmakçi, R., Kantar, F., 2004. Sugar beet and barley yields in relation to inoculation with N_2-fixing and phosphate solubilizing bacteria. Plant. Soil. 7, 123-129.
5- Freitas, J.R.de., Banerjee, M.R., Germida, J.J., 1997. Phosphate-solubilizing rhizobacteria enhance the growth and yield but not phosphorus uptake of canola *(Brassica napus* L.*)*. Biol. Fert. Soils. 24, 358-364.
6- Kim, K.K., Jordan, D., MacDonald, G.A., 1989. Entro bacter agglomerans, phosphate solublizing bacterial activity in soil: effect of carbon sources. Soil. Biol. Biochem. 89, 995-1003.
7- Loheurte, F., Betrthlin, J., 1988 . Effect of a phosphate solublizing bacteria on maize grow and root exudation over four levels of lobile phosphorus. Plant. Soil. 105, 11-17.
8- Moalem, A.H., Eshghizade, H.R., 2007. Application of biological fertilizers: benefits and limitations. In: Second National Congress of Ecological Agriculture, Iran, Gorgan, pp: 47. (In Persian with English summary).
9- Pamella, A.C., Steven, S.H., 1982. Inorganic phosphate solubilization by rhizospher in a zostera marin community . Can. J. Microbiol. 28, 605 – 610.
10- Patidar, M., 2001 . Integrated nutrient management in sorghum (*Sorghum biclor*) and its resideul effect on wheat (*Triticum aestivum)*. Indian. J. Agr. Sci. 71, 587 – 590.
11- Poudel, D.D., Hoawath,W.R., Lanini, W.T., Temple, S.R. Van Bruggen, A.H.C., 2002. Comparison of soil N availability and conventional farming systems in northern California. Agr. Ecosyst. Environ. 90, 125-137.
12- Rasouli Sadaghiani, M.H., Khavazi, K., Rahimian, H., Malakouti, M.J., Asadi rhamani, H., 2006. An Evaluation of the potentials of indigenous Fluorescent Pseudomonads of wheat rhizosphere for producing siderophore. J. Soil. Water. Sci. 20, 134-143.
13- Saleh-Rastin, N., 2001. Biological fertilizers and their roles on sustainable agriculture.
14- Emergency of production biological fertilizers in Iran. Educational Agriculture press. Ministry of Jihad-e-Agriculture. Karaj, Iran. (In Persian with English summary).
15- Saleh-Rastin, N., 2005. Sustainable management from viewpoint of soil biology. Agricultural Research, Education & Extension Organization (AREEO). Agricultural Ministry, Tehran, Iran. (In Persian with English summary).
16- Redy, N.R.N., Ahlawat, l.P.S., 1998. Response of (*Cicer arietinum*) genotypes to irrigation and fertilizers under Late–sow conditions. Indian. J. Agron.7, 95-101.
17- Reyes, I., Brnir, L., Simard, R., Antoun, H., 1999. Characterstic of phosphate solubilization by an isolate of a tropical penicillium regulusum and uv-induced mutants. FEMS. Microbiol. Ecol. 23, 291-295.
18- Shah, P., Kakar, K.M., Zaha, K., 2001. Phosphorus use efficiency of Soybean as effected by Phosphorus application and Inoculation. Plant Nutrition Food Security and Sustainabiliy of Agro Ecosystem. 92, 670-671.
19- Sharma, A.K., 2002. Bifertilizers for sustainable agriculture. Agrobios Indian Publications .456.
20- Sharma, S., Prasad, N.R., 2003. Yield and P uptake by rice and wheat grown in a sequence as influenced by phosphate fertilization with diammonium phosphate and Mussoorie rock phosphate with or without crop residues and phosphate solubilizing bacteria. J. Agr. Sci. 141, 359-369.
21- Tohidi-Moghadam, H.R., Nassiri, M., Zahedi, H., Hamidi, A., Sharghi, Y., 2007. Application of phosphorus fertilization with phosphate solubilizing bacteria in variety of grain maize. In: Second National Congress of Ecological Agriculture, Iran, Gorgan, pp: 94. (In Persian with English summary).
22- Vazques, P., Holguin, G., Puente, M.E., 2000. Phosphate solubilizing micro organism associtated with the rizospherte of mangroves in semi arid coastallagoon. Biol. Fert. Soils. 30, 460-468.

23- Wagar, A., Shahroona, B., Zahir, Z.A., Arshad, M., 2004. Inoculation with Acc deaminase containing rhizobacteria for improving growth and yield of wheat. Pak. J. Agric. 41, 119-124.
24- Whitelaw, M.A., Harden, T.Y. Bender, G.L., 1999. Plant growth promotion of wheat inoculated with *penicillium radicum sp*. Nov. Aust. J. Soil. Res. 38, 291-300.
25- Zabihi, H.R., Savagebi, G.R., Khavazi, K., Ganjali, A., 2009. Responses of wheat growth and yield to application of plant growth promoting rhizobacteria at various levels of phosphorus fertilization. Iran. J. Field. Crop. Res. 7, 41-51. (In Persian with English summary).

Journal of Agroecology
Vol. 1, No. 1, Fall 2009, p. 33-40

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 1، شماره 1، پاییز 1388، ص. 40-33

Evaluating the effect of some *Pesodomonas* bacteria strains on wheat yield and its components at various levels of phosphorus fertilization

S. Rezvan Beidokhti*, A. Dashtban, M. Kafi and S. Sanjani[1]

Abstract

Application of biofertilizers, especially plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) is one of the most important strategies for plant nutrition compared to chemical fertilizers, especially in sustainable management of agroecosystems. In order to evaluate the effect of *Pesodomonas* bacteria strains and chemical phosphate fertilizer on yield and yield components of wheat the Kavir cultivar an experiment was conducted in experimental farm of the Agriculture Faculty of Azad University of Damghan. The treatments were arranged as split plots and were evaluated in a complete randomized block design with three replications. The chemical phosphate fertilizer levels of P_0 (control), P_1 (60 Kg/ha), P_2 (90 Kg/ha), P_3 (120 Kg/ha) and P_4 (150 Kg/ha) of super phosphate triple were allocated to the main plots. While the different bacteria strains of *Pseudomonas putida* 21 (S_1), *Pseudomonas putida* 158 (S_2), *Pseudomonas fluorescens* 168 (S_3) and non-inoculation control (S_0) were allocated to the sub plots. The results of the experiment indicated that the highest grain yield of 7633 Kg/ha was obtained with application of 90 kg/ha of phosphorus fertilizer accompanied with S_3 bacteria (strain No.168). The *Pseudomonas fluorescens*168 demonstrated a remarkable efficiency in dry matter and grain production in wheat with no chemical phosphate application.

Keywords: *Pseudomonas* bacteria, Super phosphate triple, *Triticum aestivum*, yield

1- A Contribution from Islamic Azad University of Damghan and Ferdowsi University of Mashhad
(* - Corresponding author Email: sharamrezvan@yahoo.com)

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 1، شماره 1، پاییز 1388، ص. 51-41

Journal of Agroecology
Vol. 1, No. 1, Fall 2009, p. 41-51

اثر قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد زایشی بر عملکرد، اجزای عملکرد و روغن سه رقم گلرنگ بهاره

بی بی الهه موسوی‌فر*[1]، محمد علی بهدانی[2]، مجید جامی الاحمدی[3] و محمد سعیدحسینی بجد[4]

تاریخ دریافت: 88/9/17
تاریخ پذیرش: 88/10/30

چکیده

با توجه به نقش مهم روغن در تغذیه بشر و همچنین محدودیت منابع آب و اثر آن بر تولید و عملکرد روغن در گیاهان دانه روغنی، آزمایشی به منظور بررسی پاسخ ارقام گلرنگ بهاره به سطوح قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد زایشی، به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و در چهار تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند در سال 1387 انجام شد. کرت‌های اصلی شامل چهار سطح قطع آبیاری (آبیاری کامل، آبیاری تا مرحله دانه‌بندی، آبیاری تا مرحله گلدهی و آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی) و کرت‌های فرعی، سه رقم گلرنگ بهاره (محلی اصفهان، اصفهان28 و IL111) بود. نتایج نشان داد که تیمار آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی باعث کاهش معنی‌دار تعداد طبق در بوته، تعداد طبق بارور در بوته، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، درصد و عملکرد روغن شد. در بین ارقام نیز رقم محلی اصفهان بیشترین تعداد طبق، تعداد طبق بارور و تعداد دانه در طبق را دارا بود و رقمIL111 در نقطه مقابل آن قرار گرفت. بیشترین و کمترین عملکرد دانه و روغن نیز به ترتیب مربوط به ارقام محلی اصفهان و IL111 بود. همچنین در بین اجزای عملکرد، تعداد طبق بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه داشت. به طور کلی نتایج این بررسی نشان داد که رقم محلی اصفهان در تمامی رژیم‌های قطع آبیاری عملکرد دانه بیشتری تولید نمود، بنابراین این رقم به دلیل بومی بودن و تطابق پذیری بیشتر آن به شرایط ایران، امکان تولید عملکردهای بالاتر را در مقایسه با سایر ارقام در شرایط کمبود آب فراهم می‌کند.

واژه‌های کلیدی: عملکرد دانه، روغن، گیاهان صنعتی

مقدمه

ایران به دلیل موقعیت مکانی (عرض جغرافیایی 25 تا 38 درجه شمالی)، اقلیمی و ساختار طبیعی خود جزء مناطق خشک (65 درصد) تا نیمه خشک (25درصد) محسوب می‌شود (Jazaeri Nushabadi & Rezaei, 2007). بنابراین خشکی یکی از مشکلاتی است که در بخش‌های زیادی از کشور تولید محصولات زراعی را به خصوص در مراحل انتهایی رشد (مرحله زایشی) حتی در گیاهانی مانند ارزن، دم روباهی، سورگوم و لوبیا چشم بلبلی که در نواحی خشک و نیمه خشک کشت می‌شوند، کاهش می‌دهد زیرا با عبور گیاه از مرحله رویشی به زایشی، محدودیت آبی منجر به کاهش بیشتر فتوسنتز در مقایسه با مرحله رویشی شده و با توجه به اینکه در این زمان تعداد دانه و وزن آن در حال شکل‌گیری است، از طریق تسریع پیری موجب کاهش دوره پر شدن دانه‌ها و وزن دانه می‌گردد که در نهایت کاهش عملکرد دانه را در پی دارد (Freeman& Duysen,1974). از جمله دلایل احتمالی اثرگذاری بیشتر تنش خشکی در مرحله زایشی عبارتند از: انتقال مجدد نیتروژن و کربوهیدرات‌ها از برگ به دانه با افزایش سن برگ، تخریب ساختمان کلروفیل و کمپلکس‌های برداشت‌کننده نور، افزایش میزان مقاومت روزنه‌ای با افزایش سن برگ و کاهش فعالیت رابیسکو و احیای مجدد RUB (Cabuslay et al., 2002).

علاوه بر کمبود آب و تنش خشکی در کشور، روند افزایش جمعیت در طی سال‌های اخیر و به تبع آن افزایش مصرف سرانه روغن خوراکی که یکی از محصولات غذایی عمده کشور است، موجب افزایش واردات روغن با صرف هزینه‌های هنگفت شده، به طوری که تنها حدود 7 درصد روغن مصرفی در داخل کشور تولید شده و بیش از 93 درصد آن از خارج وارد می‌شود (Tavakoli, 2002)، لذا نیاز به یک گیاه دانه روغنی و مقاوم به شرایط

1، 2 و 3– به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و اعضای هیأت علمی گروه زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند
(* - نویسنده مسئول: Email: e.moosavifar@yahoo.com)
4- عضو هیأت علمی گروه شیمی، دانشکده علوم دانشگاه بیرجند

کمبود آب در کشور احساس می‌شود.

گلرنگ[1] گیاهی دانه روغنی و از خانواده آستراسه[2] می‌باشد و به دلیل خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی ویژه‌ای که دارد (Leonard & French, 1969)، به عنوان گیاه مقاوم به شرایط خشکی شناخته شده و قادر است میزان روغن مناسب، که در شرایط مساعد بسته به رقم تا 45 درصد می‌رسد، تولید نماید (Tavakoli, 2002). از ویژگی‌های مطلوب و خاص این گیاه دانه روغنی می‌توان به این موارد اشاره کرد: غنای بالای کشور از لحاظ ذخائر ژنتیکی این گیاه به علت بومی بودن آن، مقاومت نسبتاً زیاد به تنش‌های غیر زیستی از جمله شوری، خشکی و سرمای زمستانه که در شرایط ایران احتمال بروز آنها زیاد است، انعطاف پذیری به سیستم کشت (دیم و آبی) و یا فصل رشد (بهاره، تابستانه و پاییزه)، زراعت نسبتاً ساده این گیاه با کمک ماشین‌آلات غلات، گیاه زراعی بسیار مناسب جهت تناوب با گندم، تولید روغن نباتی با کیفیت بالا به دلیل وجود بیش از 80% اسیدهای چرب غیر اشباع نظیر اسید اولئیک و لینولئیک، استفاده به عنوان مصارف دارویی و طبی، استفاده از گلچه‌های آن در رنگ غذا، لوازم آرایشی و رنگرزی، استفاده مستقیم از دانه جهت تغذیه پرندگان، تعلیف مستقیم توسط دام و یا به عنوان علوفه خشک و سیلویی، تولید کنجاله به عنوان مکمل غذایی مناسب برای دام و استفاده از ارقام بدون خار به عنوان گل‌های زینتی (Rashed Mohasel & Behdani, 1994; Behdani & Jami Al-Ahmadi, 2009).

کمبود آب و بروز تنش خشکی در محیط رشد گلرنگ باعث کاهش اندازه گیاه، تغییر رنگ برگ‌ها، کم شدن دوام سطح برگ‌ها و کاهش عملکرد می‌شود (Kafi & Rostami, 2008). Abel (1976) نیز بیان کرد که گیاه گلرنگ در شرایط تنش خشکی به دلیل کاهش تعداد طبق و تعداد دانه در طبق، عملکرد دانه کمتری تولید کرد.

Tavakoli (2002) گزارش کرد عدم آبیاری گلرنگ در مرحله گلدهی و قبل از آن باعث کاهش تعداد دانه در طبق می‌شود و هر چه زمان اعمال تنش به مرحله گلدهی نزدیک‌تر باشد اثر بیشتری بر تعداد دانه خواهد گذاشت. Rostami & Kafi (2008) و Mousavifar et al. (2009) نیز مقاومت به خشکی در گلرنگ را گزارش کرده و بیان کردند این گیاه قادر به تولید عملکرد دانه و روغن بالا در مناطق خشک و نیمه خشک ایران است.

با توجه به کاهش بارندگی در برخی از سال‌ها در اکثر مناطق ایران که منجر به بروز تنش خشکی به خصوص در مراحل انتهایی رشد اکثر گیاهان می‌شود که در نتیجه کاهش عملکرد نهایی آنها را در بردارد و نیز عکس‌العمل متفاوت ارقام به کمبود آب، اثر قطع آبیاری و رقم بر عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ در مراحل مختلف رشد زایشی مورد بررسی قرار گرفت تا ضمن تحقق اهداف فوق زمینه انجام تحقیقات بعدی فراهم گردد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در بهار و تابستان سال 1387، به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و در چهار تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند واقع در امیرآباد (عرض جغرافیایی32 درجه و 56 دقیقه شمالی و طول جغرافیایی 59 درجه و 13 دقیقه شرقی) اجرا شد. کرت‌های اصلی شامل چهار سطح قطع آبیاری (آبیاری کامل، آبیاری تا مرحله دانه‌بندی، آبیاری تا مرحله گلدهی و آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی) و کرت‌های فرعی شامل، سه رقم گلرنگ بهاره (محلی اصفهان، اصفهان28 و IL111) بود. عملیات تهیه بستر طبق عرف محل انجام شد. هر کرت آزمایشی شامل 5 ردیف کاشت به صورت جوی و پشته به طول 5 متر و با فاصله 50 سانتی‌متر بود. همچنین در یک بلوک فاصله کرت‌های اصلی 1/5 متر و فاصله بین دو بلوک 3 متر در نظر گرفته شد. کاشت در 27 فروردین ماه 1387 با دست در عمق 4 تا 5 سانتیمتری روی پشته و به صورت متراکم انجام شد و بلافاصله آبیاری صورت گرفت و از آن پس، طبق مراحل نموی گیاه تیمارهای آبیاری اعمال شد. در مرحله 4 تا 6 برگی گیاهچه‌ها بر اساس فاصله حدود 5 سانتیمتر (تراکم حدود 40 بوته در متر مربع) تنک گردیدند. به منظور اندازه‌گیری عملکرد و اجزای عملکرد در زمان برداشت، 5 بوته از هر کرت آزمایشی به طور تصادفی برداشت و وزن شد و سپس تعداد طبق در بوته، تعداد طبق بارور در بوته، تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه محاسبه شد. برای محاسبه عملکرد دانه در واحد سطح سه متر مربع از مساحت هر کرت، از ردیف‌های دوم، سوم و چهارم با رعایت حاشیه را برداشت کرده و پس از توزین، عملکرد دانه بر اساس رطوبت 14 درصد اصلاح شد. در آزمایشگاه، درصد روغن پس از آسیاب کردن دانه‌ها و تهیه نمونه‌ها با استفاده از دستگاه سوکسله انجام شد و عملکرد روغن نیز از حاصلضرب درصد روغن در عملکرد دانه هر تیمار محاسبه شد. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Genstat صورت گرفت و در صورت معنی‌دار بودن اثر تیمارهای آزمایشی از آزمون FLSD در سطح احتمال 5% برای مقایسه میانگین‌ها استفاده شد.

نتایج و بحث

تعداد کل طبق در بوته

قطع آبیاری تأثیر معنی‌داری بر تعداد کل طبق در بوته داشت (جدول1). تعداد طبق در بوته تنها در تیمار آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی

1- *Carthamus tinctorius*
2- Asteraceae

کاهش یافت و در بقیه تیمارها، تفاوت معنی‌داری از نظر آماری مشاهده نشد زیرا تعداد نهایی طبق در بوته تقریباً قبل از اعمال این سه تیمار آبیاری، مشخص شده بود (جدول2) و به نظر می‌رسد هر عاملی که فرصت رشد بیشتری در اختیار گیاه قرار دهد، مانند آبیاری، موجب شکل‌گیری مکان‌های بالقوه بیشتری جهت تولید طبق در روی گیاه، از طریق افزایش ارتفاع، انشعابات جانبی و دوره رشد خواهد شد (Behdani & Jami Al-Ahmadi, 2009). دیگر محققین نیز در گلرنگ کاهش تعداد طبق در بوته را در واکنش به کاهش میزان آب مشاهده کردند (Kafi & Rostami, 2008; Mousavifar et al., 2009 ; Abel ,1976).

بین ارقام نیز از نظر تعداد طبق در بوته تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول1). ارقام محلی اصفهان و IL111 به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد کل طبق در بوته را دارا بودند (جدول2). Prasad et al. (1992) تعداد کل طبق در گیاه را با تعداد کل شاخه‌های جانبی مرتبط دانسته‌اند. تفاوت ارقام از نظر تعداد طبق در بوته توسط دیگر محققین نیز گزارش شده است (Kafi & Rostami, 2008; Behdani & Jami Al-Ahmadi, 2009). تعداد طبق در بوته یکی از مهمترین اجزای عملکرد است (Rashed Mohasel & Behdani, 1994) و در این مطالعه نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه ($p<0/01$ و $r= 0/53$) داشت (جدول4). اثر قطع آبیاری بر تعداد کل طبق در بوته در هر سه رقم گلرنگ بهاره معنی‌دار بود (جدول1). کمترین تعداد طبق در تیمار آبیاری تا تکمه‌دهی و در رقم IL111 و بیشترین نیز در رقم محلی اصفهان و در تمام تیمارهای آبیاری جز تیمار آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی حاصل شد (جدول3). به طور کلی با افزایش مدت زمان قطع آبیاری از تعداد طبق در بوته هر سه رقم کاسته شد، زیرا کمبود آب موجب کاهش تعداد کل شاخه در بوته شد که در نهایت به کاهش تعداد کل طبق در گیاه انجامید.

تعداد کل طبق‌های بارور در بوته

تعداد کل طبق‌های بارور در بوته تحت تأثیر قطع آبیاری قرار گرفت (جدول1). تیمارهای آبیاری کامل و آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی به ترتیب، بیشترین و کمترین تعداد طبق بارور در بوته را دارا بودند (جدول2). از عوامل اصلی کاهش تعداد طبق بارور می‌توان به کمبود آب، درجه حرارت بالا، کاهش مواد فتوسنتزی و زودرسی اشاره کرد. مقایسه ارقام از نظر تعداد طبق بارور نیز بیانگر تفاوت معنی‌دار بین آنها بود (جدول1) به طوری که بیشترین و کمترین تعداد طبق بارور در بوته به ترتیب در ارقام محلی اصفهان و IL111 مشاهده شد (جدول2). با توجه به تعداد طبق کل بالاتر (جدول2) و نیز دوره رشد طولانی‌تر در رقم محلی اصفهان (107 روز)، این رقم از تعداد کل طبق بارور بیشتری برخوردار بود (جدول2). بررسی Mousavifar et al.(2009) نیز مبین آن است که ارقام گلرنگ از نظر تعداد طبق بارور با یکدیگر متفاوتند.

تأثیر قطع آبیاری بر تعداد طبق بارور در بوته در هر سه رقم گلرنگ بهاره نیز معنی‌دار بود (جدول1). به طوری که بیشترین تعداد طبق بارور در بوته در شرایط آبیاری کامل و در رقم محلی اصفهان و کمترین نیز در شرایط آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی و در رقم IL111 حاصل شد (جدول3). بنابراین در هرسه رقم با افزایش مدت زمان قطع آبیاری، کاهش در تعداد طبق بارور مشاهده شد.

متوسط تعداد دانه در طبق در بوته

متوسط تعداد دانه در طبق نیز تحت تأثیر قطع آبیاری قرار گرفت (جدول1). بیشترین تعداد دانه در طبق به طور مشترک در تیمارهای آبیاری کامل و آبیاری تا دانه‌بندی مشاهده شد (جدول2). در مطالعه Hasanzade (2005) نیز در گیاه کلزای پاییزه، بین تیمارهای آبیاری کامل و آبیاری تا دانه‌بندی از نظر متوسط تعداد دانه در خورجین تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. کمترین تعداد دانه در طبق نیز در شرایط آبیاری تا تکمه‌دهی حاصل شد (جدول2). در مطالعه Kafi & Rostami (2008) نیز کمترین تعداد دانه در طبق تحت شرایط آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی مشاهده شد. دیگر محققین نیز با بررسی اثر شرایط خشکی در گلرنگ کاهش تعداد دانه در طبق را گزارش کردند (Tavakoli, 2002; Mousavifar et al., 2009 ,1976 ,Abel). در دو تیمار آبیاری تا مرحله گلدهی و آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی، قطع آبیاری در مرحله گرده‌افشانی، منجر به عقیم شدن دانه‌های گرده و اختلال در فتوسنتز جاری و انتقال مواد ذخیره شده به دانه‌ها شد (Bradford, 1994) که کاهش تعداد دانه در این دو تیمار را در پی داشت.

بین ارقام مورد بررسی از لحاظ تعداد دانه در طبق اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (جدول1). بیشترین و کمترین تعداد دانه در طبق به ترتیب در ارقام محلی اصفهان و IL111 مشاهده شد (جدول2). در بررسی Kafi & Rostami (2008), Arsalan et al., (1997) و Cassato et al. (1997) نیز تعداد دانه در طبق تحت تأثیر رقم قرار گرفت.

بین سطوح مختلف قطع آبیاری در هر سه رقم گلرنگ بهاره از نظر تعداد دانه در طبق تفاوت معنی‌دار وجود داشت (جدول1). رقم محلی اصفهان بیشترین تعداد دانه در طبق را به طور مشترک در تیمارهای آبیاری کامل و آبیاری تا دانه‌بندی دارا بود (جدول3). در رقم IL111 نیز تحت شرایط آبیاری تا تکمه‌دهی، کمترین تعداد دانه در طبق مشاهده شد (جدول3). با افزایش مدت زمان قطع آبیاری تعداد دانه در هر سه رقم در دو تیمار آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی و آبیاری تا مرحله گلدهی کاهش یافت. کاهش تعداد دانه می‌تواند به دلیل اثر سوء کمبود آب بر گرده‌افشانی و سقط برخی گل‌ها باشد (Bradford, 1994).

جدول ۱- میانگین مربعات عملکرد دانه و روغن و اجزای عملکرد (تعداد طبق و طبق بارور در بوته، تعداد دانه هر طبق، وزن هزار دانه) در سه رقم گلرنگ بهاره تحت تأثیر قطع آبیاری

Table 1- Mean square of seed and oil yield and yield components (number of heads and fertile heads per plant, number of seeds per head, 1000- seed weight) in three spring safflower cultivars under 4 irrigation disruption levels

منابع تغییر Treatments	درجه آزادی df	تعداد کل طبق در بوته Num. of heads per plant	تعداد طبق بارور در بوته Num. of fertile head per plant	تعداد دانه در طبق Num. of seeds per head	وزن هزار دانه 1000-seedweight	عملکرد دانه seed yield	درصد روغن oil content	عملکرد روغن oil yield
تکرار replication	3	0.18 *	0.03 ns	0.18 ns	0.02 ns	10533.58. ns	1/31 ns	16055.83 ns
آبیاری Irrigation	3	30.42**	52.04**	227.44**	25.29**	3388327.28**	13/47**	343410.67**
خطای آبیاری Error irrigation	9	0.06	0.06	0.20	0.18	2345.13	0.40	5403.78
رقم cultivar	2	522.66**	171/15**	39.85**	593.03**	1293344.86**	405.09**	470564.78**
آبیاری× رقم cultivar × irrigation	6	1.48**	4.16**	3/07**	0.69**	8921.72**	0.28 ns	4422.73*
خطای رقم Error cultivar	24	0.03	0.05	0.13	0.09	1016.24	0.36	270.91

ns، * و ** به ترتیب نشانگر عدم معنی‌داری و معنی‌داری اثر عامل آزمایشی در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

ns, * and ** are no-Significant, Significant at the 0.05 and 0.01 level of probability, respectively.

جدول2- مقایسه میانگین اثرات اصلی قطع آبیاری و رقم بر عملکرد دانه و روغن و اجزای عملکرد (تعداد طبق و طبق بارور در بوته، تعداد دانه هر طبق، وزن هزار دانه) گلرنگ بهاره

Table 2- Mean compression of main effects of disruption irrigation and cultivar on Seed and oil yield and yield components (number of heads and fertile heads per plant, number of seeds per head, 1000- seed weight) of spring safflower

تیمارها Treatments	تعداد کل طبق در بوته Num. of heads per plant	تعداد طبق بارور در بوته Num. of fertile head per plant	تعداد دانه در طبق Num. of seeds per head	وزن هزار دانه (g)1000- seed weight	عملکرد دانه seed yield (kg/ha)	درصد روغن oil content (%)	عملکرد روغن oil yield (kg/ha)
Irrigation regimes							
آبیاری کامل full irrigation	14.57 a	12.50 a	25.29 a	32.22 a	2401.96 a	32.32 a	745.78 a
آبیاری تا دانه‌بندی Irri. until grain filling	14.50 a	11.89 b	25.04 a	31.18 b	2159.39 b	32.10 a	688.78 b
آبیاری تا گلدهی Irri. until flowering	14.37 a	11.37 c	18.83 a	30.27 c	1658.89 c	30.70 b	518.95 c
آبیاری تا تکمه‌دهی Irri. Until heading -bud	11.30 b	7.86 d	15.30 b	28.80 d	1209.37 d	30.15 b	373.07 d
Cultivar							
IL111	7.32 c	7.32 c	17.54 c	37.62 a	1548.86 c	25.71 c	399.26 c
Isfahan 28	15.38 b	11.67 b	21.66 b	26.55 c	1914.54 b	32.79 b	606.03 b
Mahali Isfahan	18.36 a	13.72 a	24.16 a	27.68 b	2108.81 a	35.45 a	739.64 a

مقایسه میانگین با استفاده از آزمون FLSD و در سطح احتمال 5 درصد انجام شده است.

Mean compression has done by FLSD test (P = 0.05)

متوسط وزن هزار دانه در بوته

اثر اصلی قطع آبیاری بر روی وزن هزار دانه معنی‌دار بود (جدول1). تنش خشکی شدید در اثر آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی، منجر به بیشترین کاهش در وزن هزار دانه شد و در شرایط آبیاری کامل نیز بیشترین وزن هزار دانه به دست آمد (جدول2). با توجه به این که عرضه مواد پرورده از فتوسنتز جاری یا از مواد ذخیره‌ای در طول پر شدن دانه‌ها از زمان پس از گلدهی تا رسیدگی فیزیولوژیکی تعیین‌کننده وزن دانه‌ها به هنگام برداشت می‌باشد و طول این دوره خود تحت تأثیر تنش‌های محیطی نظیر تنش خشکی قرار می‌گیرد (De Souza et al., 1997)، لذا کاهش در وزن هزار دانه هر سه تیمار قطع آبیاری (مراحل تکمه‌دهی، گلدهی و دانه‌بندی تا پایان دوره رشد گیاه) امری بدیهی به نظر می‌رسد. Rudra naik et al. (2001) بیان کردند که تنش خشکی باعث کاهش در وزن هزار دانه گلرنگ شد.

تفاوت بین ارقام از نظر وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول1). رقم خارجیIL111 به طور معنی‌داری وزن هزار دانه بیشتری داشت (جدول2). این رقم همچنین کمترین میزان تعداد دانه تولیدی را داشت که سبب شد مواد فتوسنتزی بین تعداد کمتری دانه توزیع شده و در نتیجه وزن هزار دانه افزایش یابد. به نظر می‌رسد کاهش وزن هزار دانه در ارقام محلی اصفهان و اصفهان 28 مربوط به بالا بودن تعداد طبق و تعداد دانه در بوته باشد، زیرا سهم مواد فتوسنتزی اختصاص یافته به هر طبق و هر دانه کم می‌شود و تکمیل دانه‌ها تا پتانسیل نهایی ژنتیکی اتفاق نمی‌افتد (همبستگی بین وزن هزار دانه با تعداد کل طبق و تعداد دانه در طبق به ترتیب و $r= -0/79$ ، $p<0/01$ و $r= -0/41$، $p<0/05$ می‌باشد (جدول4)).

تفاوت بین ارقام از نظر وزن هزار دانه در نتایج پژوهش‌های دیگر محققین (Rashed Mohasel & Behdani, 1994; Behdani & Jami Al-Ahmadi, 2009) نیز آمده است.

اثر متقابل قطع آبیاری و رقم نیز بر متوسط وزن هزار دانه در بوته معنی‌دار بود (جدول1). بیشترین وزن هزار دانه تحت شرایط آبیاری کامل و در رقم IL111 و کمترین نیز در تیمار آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی و در رقم اصفهان28 مشاهده شد (جدول3). بنابراین قطع آبیاری، کاهش در وزن هزار دانه هر سه رقم را در برداشت (جدول3). لذا در تیمار آبیاری کامل تأمین آب در مرحله گلدهی تا رسیدگی باعث افزایش طول دوره پر شدن دانه و در نتیجه افزایش وزن هزار دانه در هر سه رقم شد.

جدول۳- مقایسه میانگین عملکرد دانه و روغن و اجزای عملکرد (تعداد طبق و طبق بارور در بوته، تعداد دانه هر طبق، وزن هزار دانه) سه رقم گلرنگ بهاره تحت ٤ سطح قطع آبیاری

Table 3-Mean compression of seed and oil yield and yield components (number of heads and fertile heads per plant, number of seeds per head, 1000- seed weight) of three spring safflower cultivars under 4 irrigation disruption levels

رژیم‌های آبیاری Irrigation regimes	رقم cultivar	تعداد کل طبق در بوته Num. of heads per plant	تعداد طبق بارور در بوته Num. of fertile head per plant	تعداد دانه در طبق Num. of seeds per head	وزن هزار دانه 1000- seed weight (g)	عملکرد دانه seed yield (kg/ha)	درصد روغن oil content (%)	عملکرد روغن oil yield (kg/ha)
آبیاری کامل Full irrigation	IL111	7.85 e	7.85 h	21.29 d	39.11 a	2119.77 d	27.08 f	561.38 e
	Isfahan 28	16.35 b	13.85 d	25.84 b	28.28 f	2435.26 b	33.58 cd	761.59 c
	Mahali Isfahan	19.52 a	15.79 a	28.74 a	29.27 e	2650.84 a	36.30 a	914.36 a
آبیاری تا دانه‌بندی irrigation untilil grain filling	IL111	7.75 e	7.75 h	21.11 d	37.77 b	1777.05 f	26.53 f	468.10 g
	Isfahan 28	16.27 b	12.82 e	25.53 b	27.32 g	2260.82 c	33.43 d	711.53 d
	Mahali Isfahan	19.49 a	15.11 b	28.51 a	28.45 f	2440.30 b	36.33 a	886.70 b
آبیاری تا گلدهی irrigation until flowering	IL111	7.76 e	7.76 h	16.50 h	37.10 c	1349.55 h	25.02 g	337.75 i
	Isfahan 28	16.07 b	12.12 f	20.18 e	26.28 h	1708.96 f	32.27 e	551.62 f
	Mahali Isfahan	19.30 a	14.25 c	21.81 c	27.45 g	1918.17 e	34.80 b	667.49 e
آبیاری تا تکمه‌دهی irrigation until heading-bud	IL111	5.91 f	6.98 i	13.25 i	36.49 d	949.08 j	24.21 g	229.82 j
	Isfahan 28	12.85 d	9.64 h	15.09 g	24.33 j	1253.11 i	31.87 e	339.37 h
	Mahali Isfahan	15.15 c	11.35 g	17.57 f	25.57 i	1425.93 g	34.36 bc	490.01 g

مقایسه میانگین با استفاده از آزمون FLSD و در سطح احتمال ۵ درصد انجام شده است (P=۰/۰۵).

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار آماری در سطح ۵٪ هستند (P>۰/۰۵).

Mean compression has done by FLSD test (P = 0.05).

Means in the same column by the same letter do not differ significantly according to the FLSD test (P> 0.05).

جدول4- ضرایب همبستگی بین اجزای عملکرد (تعداد طبق و طبق بارور در بوته، تعداد دانه هر طبق، وزن هزار دانه) و عملکرد دانه و روغن گلرنگ
Table 4-correlation yield components (number of heads and fertile heads per plant, number of seeds per head, 1000- seed weight) and safflower seed and oil yield

متغیر Treatments	تعداد طبق بارور در بوته Num. of heads per plant	تعداد کل طبق در بوته Num. of fertile head per plant	تعداد دانه در طبق Num. of seeds per head	وزن هزار دانه 1000- seed weight	عملکرد دانه seed yield	عملکرد روغن oil yield
تعداد طبق بارور در بوته Num. of fertile head per plant	1					
تعداد کل طبق در بوته Num. of heads per plant	0.93**	1				
تعداد دانه در طبق Num. of seeds per head	0.91**	0.82**	1			
وزن هزار دانه 1000- seed weight	-0.57**	-0.79**	-0.41*	1		
عملکرد دانه seed yield	0.72**	0.53**	0.89**	-0.07 ns	1	
عملکرد روغن oil yield	0.04 ns	-0.23 ns	0.30*	0.66**	0.66**	1

ns، * و ** به ترتیب نشانگر عدم معنی‌داری و معنی‌داری اثر عامل آزمایشی در سطح احتمال 5 و 1 درصد می‌باشد.
ns, * and ** are no-Significant, Significant at the 0.05 and 0.01 level of probability, respectively

عملکرد دانه

بین ارقام تفاوت معنی‌داری از نظر عملکرد دانه در هکتار وجود داشت (جدول1) بیشترین و کمترین عملکرد دانه در واحد سطح به ترتیب در ارقام محلی اصفهان و در رقم IL111 مشاهده شد (جدول2). در مطالعه Ghorpade et al.(1993) نیز تفاوتهای معنی‌داری از لحاظ عملکرد دانه در واحد سطح بین ژنوتیپ‌های گلرنگ گزارش شده است که با توجه به تفاوت‌های موجود در بین ارقام از نظر خصوصیات مورفولوژیک و اجزای عملکرد، امری بدیهی است و از این تنوع ژنتیکی بین ارقام، می‌توان در برنامه‌های اصلاحی برای تولید ارقام اصلاح شده گلرنگ استفاده کرد.

همبستگی مثبت و معنی‌دار بین تعداد طبق و طبق بارور در بوته با عملکرد دانه مشاهده شد (جدول4)، به طوری که در این آزمایش بالاترین عملکرد دانه به رقم محلی اصفهان که بیشترین تعداد طبق و طبق بارور در بوته را دارا بود اختصاص یافت (جدول2). بین تعداد دانه در طبق با عملکرد دانه نیز همبستگی مثبت و معنی‌دار (p‹0/01 و r= 0/89) مشاهده شد (جدول4) به طوری که بیشترین تعداد دانه در طبق در رقم محلی اصفهان که دارای بالاترین عملکرد نسبت به دو رقم دیگر بود، مشاهده شد (جدول2).

بالاترین مقادیر وزن هزار دانه نیز در رقم IL111 مشاهده شد (جدول2). نتایج بررسی Behdani & Jami Al-Ahmadi, (2009) بر روی ژنوتیپ‌های گلرنگ نشان‌دهنده همبستگی مثبت بین وزن هزار دانه با عملکرد دانه بود درحالی که Harrigan & (1986) Steer این همبستگی را مشاهده نکردند. در این مطالعه نیز بین وزن هزار دانه با عملکرد دانه همبستگی مشاهده نشد (جدول4).

بین سطوح قطع آبیاری از نظر عملکرد دانه، اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت (جدول1). بیشترین عملکرد دانه در تیمار آبیاری کامل مشاهده شد (جدول2). میزان عملکرد دانه در آبیاری تا مرحله دانه‌بندی، آبیاری تا مرحله گلدهی و آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی نسبت به تیمار آبیاری کامل به ترتیب، 10، 30/9 و 50/3 درصد کاهش یافت (جدول2). Kafi & Rostami (2008) و Cabuslay et al. (2002) نیز افزایش محدودیت آب در طی دوران زایشی گیاه را در کاهش عملکرد دانه مؤثر دانستند.

کاهش عملکرد دانه در شرایط آبیاری محدود را می‌توان به اثر کمبود آب ناشی از قطع آبیاری، که با تسریع پیری و کاهش طول دوره رشد و پر شدن دانه گیاه همراه است و همین طور به علایم ارسالی از ریشه به برگ و القای بسته شدن روزنه‌ها و در نهایت کاهش فتوسنتز خالص نسبت داد (Clavel et al., 2005). Koutroubas et al. (2000) نیز علت کاهش عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی را به عدم دسترسی گیاهان به آب آبیاری نسبت دادند که در نتیجه آن افزایش رقابت بین گیاهان برای آب و کاهش در تعداد طبق در گیاه، تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه و افزایش درصد پوکی طبق اتفاق می‌افتد که همبستگی معنی‌دار و مثبت با عملکرد دانه دارند (جدول4).

اثر متقابل قطع آبیاری و رقم نیز بر روی عملکرد دانه معنی‌دار

بود (جدول1). در هر سه رقم قطع آبیاری تأثیر منفی و معنی‌داری بر عملکرد دانه در واحد سطح داشت و بیشترین عملکرد دانه در شرایط آبیاری کامل و در رقم محلی اصفهان و کمترین نیز در شرایط آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی و در رقم IL111 مشاهده شد (جدول3).

درصد روغن دانه

درصد روغن دانه در تیمارهای مختلف آبیاری تفاوت معنی‌داری داشت (جدول1). تیمار آبیاری کامل و آبیاری تا دانه‌بندی بیشترین درصد روغن را داشتند. تیمار آبیاری تا گلدهی و آبیاری تا تکمه‌دهی نیز در یک گروه از نظر آماری قرار گرفتند (جدول2). میزان روغن دانه در دامنه 24/21 تا 36/30 درصد قرار گرفت (جدول3).

درصد روغن دانه گلرنگ در اثر اعمال تیمارهای مختلف آبیاری تغییر اندکی می‌کند. دو دلیل ممکن برای تغییرات اندک درصد روغن مطرح است اولاً، مقدار روغن دانه صفت کمی است که توسط تعداد زیادی ژن کنترل می‌شود و بنابراین احتمال صدمه به تمامی ژن‌های کنترل کننده این صفت بسیار کم است. در ضمن درصد روغن، نسبت روغن موجود در دانه به کل وزن دانه است که شامل پوست و فیبر نیز می‌شود (Kafi & Rostami, 2008) در شرایط اعمال تنش، کل وزن دانه نیز کاهش می‌یابد و موجب می‌شود که با وجود کاهش میزان روغن دانه درصد روغن دانه تغییر زیادی نداشته باشد. در مطالعه Rudra naik et al. (2001) تنش خشکی باعث کاهش وزن دانه و درصد روغن دانه‌ها گردید، درحالی که در مطالعه Hashemi Dezfouli (1994) و Abel (1976) تنش خشکی تأثیر معنی‌داری روی درصد روغن دانه‌های گلرنگ نداشت. Leonard & French (1969) با آبیاری گلرنگ تحت تیمارهای مختلف مشاهده نمودند درصد روغن دانه در تیمارهای آبیاری تا زمان برداشت با تیمار قطع آبیاری در اواخر گلدهی تفاوت معنی‌داری نداشت. به نظر می‌رسد نتایج متفاوت به دست آمده در مورد نقش تنش خشکی بر میزان روغن دانه‌ها به خاطر تفاوت شرایط محیطی و شدت تنش در آزمایش‌های مربوطه باشد به طور مثال در مطالعه حاضر با توجه به این که تاریخ کاشت بهاره بود و مرحله زایشی گیاهان علاوه بر قطع آبیاری و تنش خشکی با درجه حرارت بسیار بالای تابستان همراه شد، بنابراین تنش خشکی به همراه تنش گرمایی تابستان توانسته است میزان روغن را در دانه‌ها کاهش دهد.

درصد روغن دانه، تفاوت معنی‌داری در بین ارقام داشت (جدول1)، به طوری که رقم محلی اصفهان بیشترین و رقم IL111، کمترین درصد روغن دانه را دارا بودند (جدول2). دانه‌های کوچک معمولاً درصد پوسته کم‌تر، درصد مغز و درصد روغن بیشتری دارند (Paramaswarapa, 1984) بنابراین به نظر می‌رسد که انتخاب ارقامی نظیر محلی اصفهان که دارای بذور کوچک با درصد پوسته کمتر و درصد مغز بیشتر هستند برای تولید روغن بیشتر در شرایط تنش خشکی و یا شرایط بدون تنش منطقی باشد. به طوری که Paramaswarapa (1984) و Corleto et al.(1997) نیز گزارش نمودند که بین پوسته دانه و میزان روغن دانه در گلرنگ همبستگی منفی و معنی‌داری وجود دارد و درصد روغن دانه در این محصول بستگی زیادی به درصد مغز دانه دارد.

عملکرد روغن

هدف اصلی کشت گیاهان روغنی از جمله گلرنگ، عملکرد روغن می‌باشد که در این مطالعه تحت تأثیر قطع آبیاری و رقم قرار گرفت و اثر متقابل آن نیز معنی‌دار شد (جدول1). بیشترین عملکرد روغن در تیمار آبیاری کامل و کمترین مقدار آن در شرایط آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی حاصل شد (جدول2). عملکرد روغن در تیمار آبیاری تا دانه‌بندی به طور معنی‌داری بیشتر از تیمارهای آبیاری تا گلدهی و آبیاری تا تکمه‌دهی بود. همچنین تیمار آبیاری تا گلدهی به طور معنی‌داری نسبت به تیمار آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی برتری داشت (جدول2).

بین ارقام نیز از نظر عملکرد روغن تفاوت معنی‌دار وجود داشت (جدول1). بیشترین و کمترین عملکرد روغن به ترتیب در ارقام محلی اصفهان و IL111 مشاهده شد (جدول2). با توجه به این که عملکرد روغن حاصل ضرب عملکرد دانه در درصد روغن دانه است بنابراین اختلاف بین ارقام از نظر عملکرد روغن بیشتر به تفاوت آنها در کاهش عملکرد دانه در شرایط تنش رطوبتی برمی‌گردد (جدول2). به عنوان مثال تیمارهای آبیاری کامل و قطع آبیاری در مرحله دانه‌بندی از نظر درصد روغن تفاوت معنی‌داری نداشتند و از نظر مقایسه میانگین در یک گروه آماری قرار گرفتند، بنابراین تفاوت مشاهده شده در عملکرد روغن بین این دو سطح آبیاری مربوط به کاهش عملکرد دانه در شرایط قطع آبیاری در مرحله دانه‌بندی است (جدول2). از آنجایی که در بین ارقام نیز تفاوت معنی‌داری از لحاظ عملکرد دانه وجود داشت بنابراین تفاوت بین ژنوتیپ‌ها از نظر عملکرد روغن امری بدیهی است. نتایج مطالعه Kafi & Rostami (2008) نیز بر این نکته تأکید دارد که تغییرات عملکرد روغن مشابه تغییرات عملکرد دانه است و همبستگی زیادی با آن دارد. اثر متقابل قطع آبیاری و رقم نیز بر روی عملکرد روغن معنی‌دار بود (جدول1) و در هر سه رقم قطع آبیاری تأثیر منفی و معنی‌داری بر عملکرد روغن داشت. بیشترین عملکرد روغن در شرایط آبیاری کامل و در رقم محلی اصفهان و کمترین نیز در شرایط آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی و در رقم IL111 مشاهده شد (جدول3).

در کل نتایج این بررسی نشان داد که وقوع تنش در مرحله زایشی با محدود کردن میزان آسیمیلات در دسترس و تشکیل

اندامهای زایشی می‌تواند روابط منبع- مخزن را مختل کرده و منجر به کاهش عملکرد شود. بعلاوه با وجود قطع آبیاری زود هنگام در مرحله تکمه‌دهی، هر سه رقم گلرنگ عملکرد قابل قبولی را تحت این شرایط به دست آوردند که بیانگر مقاومت زیاد این گیاه به شرایط گرم و خشک است و در مجموع می‌توان گفت با توجه به این که رقم محلی اصفهان از توده‌های محلی و بومی کشور است و با شرایط آب و هوایی ایران که عمدتاً گرم و خشک است تطابق دارد لذا قادر به استفاده حداکثر از شرایط محیطی بوده و عملکرد بالاتری را تولید کرد.

منابع

1- Behdani, M.A., Jami Al-Ahmadi, M., 2008. Evaluation of growth and yield safflower cultivars in different planting dates. Iran. Agron. Res. 6(2), 245-254. (In Persian with English summary).
2- Tavakoli, A., 2002. Evaluation of the effect of irrigation disruption in different growth stages on yield and components yield safflower plant. MSc. Thesis. Fac. Agric. Tehran Univ., Iran. (In Persian with English summary).
3- Jazaeri Nushabadi, M.R., Rezaei, A.M., 2007. Evaluation of relations between parameters in oat cultivars in water stress and non- stress conditions. Sci. and Met. Agri. and Nat. Sou. 11(1), 265-278. (In Persian with English summary).
4- Hasanzade, M., Naderi Darbaghshahi, M.R., Shiranirad, A.H., 2005. Evaluation of effects drought stress on yield and components yield of autumn canola productivity cultivars in Isfahan region. Res. Agri. 1(2), 51-62. (In Persian with English summary).
5- Rashed Mohasel, M.H., Behdani, M.A., 1994. Evaluation of the effect of cultivar and density on yield and components yield safflower plant. Sci. Agro. Indu. 8(2), 110-122.
6- Kafi, M., Rostami, M., 2008. Effect of drought stress in reproductive growth stage on yield and components yield and oil content three safflower cultivars in irrigation with salty water conditions. Iran. Agron. Res. 5(1), 121-131. (In Persian with English summary).
7- Mousavifar, B.E., Behdani, M.A., Jami Al-Ahmadi, M., 2009. Response of spring safflower cultivars to different irrigation intervals in Birjand condition. In: proceedings of regional congress on water crisis and drought. Rasht, Iran, pp. 670-675. (In Persian with English summary).
8- Abel, G.H., 1976. Effects of irrigation regimes, planting date, nitrogen levels, and spacing on safflower cultivar. Agron. J. 68, 448-451.
9- Arsalan, B., Yildirim, B., Ilbas, A., Dede, O., Okut, N., 1997. The effect of sowing date on yield and yield characters of varieties oe safflower (*Charthamus tinctorius L.*). pp. 125-131. Paper presented at the fourth International Safflower Conference Bary, Italy. June 2-7, 1997.
10- Bradford, K.J., 1994. Water stress and water relations of seed development: A critical review. Crop. Sci. 34, 1-11.
11- Cabuslay, G.S., Ito, O., Alejar, A.A., 2002. Physiological evaluation of responses of rice (*Oriza sativa L.*) to water deficit. Plant. Sci. 163, 815-827.
12- Cassato, E., Ventricelli, P., Corlto, A., 1997. Response of hybrid and open pollinated safflower to increasing doses of nitrogen fertility. Proceedings of the Fourth International Safflower Conference. Italy, Bari, 2-7 June. pp 98-103.
13- Clavel, D., Drame, N.K., Roy-Macauley, H., Braconnier, S., Laffray, D., 2005. Analysis of early responses to drought associated with field drought adaptation in four Sahelian groundnut (*Arachis hypogaea L.*) Cultivars. Environ. Exp. Bot. 54, 219-230.
14- Corleto, A., Cazzato, E., Verticelli, P., 1997. Performance of hybrid and O. P. safflower in two different mediteranean environments. Proceeding of the Fourth International Safflower Conference. Italy, Bari, 2-7 June. Pp. 215-218.
15- De Souza, P.I., Egli, D. B., Bruening, W.P., 1997. Water stress during seed filling and leaf senescence in soybean. Agron. J. 89, 807-812.
16- Duysen, M.E., Freeman, T.P., 1974. Effects of moderate water deficits on wheat seedling growth and plastid pigment development. Plant. Physiol. 31, 262. 266.
17- Ghorpade, D.S., Tambe, S.I., Shinde, P.B., Zore, R.E., 1993. Variability pattern in agromorphological characters in safflower (*Carthamus tinctorius L.)*. Indian. J. Genet. Pl. Br. 53, 264-268.
18- Hashemi Dezfouli, A., 1994. Growth and yield of safflower as affected by drought stress. Cop. Res. Hisar. 7 (3), 313-319.
19- Koutroubas, S.D., Papakosta, D.K., Doitsinis, A., 2000. Water requirments for castor oil crop (*Ricinnus communis L.*) in a Mediterranean climate. J. Agron. Crop. Sci. 14, 33-41.
20- Leonard, J.E., French, D.F., 1969. Growth yield and yield component of safflower as affected by irrigation regimes. Crop. Sci. 61, 111-113.
21- Paramaswarapa, K.G., 1984. Genetic analysis of oil yield and other quantitative characters in safflower. Agron. J. 17, 83-86.

22- Prasad, S., Agrawal, R.K., Chaudhary, B.K., 1992. Correlation and path coefficient studies in hybrids. Third International Safflower Conference Beijing. China. Pp. 69-75.
23- Rudra naik, V., Gulgangi, G.G., Mallapupr, C.P., Raju, S.G., 2001. Assosiathion analysis in safflower under rain fed condition. 5th International Safflower Conference, Montana, USA. July 23-27.
24- Steer, B.T., Harrigan, E.K.S., 1986. Rates of nitrogen supply during different developmental stages affect yield components of safflower (*Carthamus tinctorius L.*). Field. Crop. Res. 14, 221-23.

Journal of Agroecology
Vol. 1, No. 1, Fall 2009, p. 41-51

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 1، شماره 1، پاییز 1388، ص. 51-41

The effect of irrigation disruption in different reproductive growth stages on yield, yield components and oil content in three spring safflower cultivars

B.E. Moosavifar[*], M.A. Behdani, M. Jami Alahmadi and M.S. Hosaini Bojd[1]

Abstract

Oil has an important role in human food. An experiment was conducted in order to evaluate the response of spring genotypes of safflower to irrigation disruption in reproductive growth different stages, in a spilt plot arrangement based on randomized complete block design with four replications at Research Farm, Faculty of Agriculture, University of Birjand during 2008. Irrigation regimes (full irrigation = whole season irrigation, irrigation until grain filling, irrigation until flowering, and irrigation until heading-bud) and cultivars (Mahali Isfahan (a local variety), Isfahan28 and IL111) were arranged in main plots and subplots, respectively. Results showed that irrigation until heading-bud stage caused a significant reduction in number of total and fertile head per plant, number of seeds per head, 1000-seed weight, seed yield and oil content and yield. Among cultivars, Mahali Isfahan had the most number of total and fertile head per plant and number of seeds per head and IL111 showed just the reverse response. Also between yield components, number of total head per plant showed the highest correlation with yield. According to the results, Mahali Isfahan variety in all of the irrigation disruption regimes produced the highest kernel yield. Therefore, due to the nativeness of this cultivar and high adaptation to this arid climatic zone, provide an opportunity for producing higher yields in comparison with other cultivars under water stress.

Keywords: Industrial crop, Oil, Seed yield,

1- A Contribution from College of Agriculture, Birjand University
(* - Corresponding author Email: e.moosavifar@yahoo.com)

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 1، شماره 1، پاییز 1388، ص. 64-53

Journal of Agroecology
Vol. 1, No. 1, Fall 2009, p. 53-64

تأثیر باکتری‌های تثبیت کننده آزادزی و همزیست نیتروژن بر ویژگی‌های بذری و گیاهچه بذرهای سویا تولید شده در شرایط آبیاری محدود

حامد هادی*[1]، جهانفر دانشیان[2]، احمد اصغر زاده[3]، آیدین حمیدی[4]، پریسا جنوبی[5]، فرشاد قوشچی[6] و محمد نصری[7]

تاریخ دریافت: 88/10/12
تاریخ پذیرش: 88/10/30

چکیده

در این پژوهش تأثیر باکتری‌های تثبیت کننده آزادزی و همزیست نیتروژن بر ویژگی‌های گیاهچه و بذرهای سویای تولید شده در شرایط آبیاری محدود، در آزمایشگاه و مزرعه در سال 1385 ارزیابی گردید. در آزمایشگاه)، موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال کرج آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با چهار تکرار و در مزرعه آموزشی پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین به صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. تیمارها شامل بذرهای تولید شده در شرایط آبیاری محدود (آبیاری گیاهان مادری پس از مقادیر 50 (آبیاری مطلوب)، 100 (تنش متوسط)، 150 (تنش شدید) میلی متر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A)، رقم (منوکین، ویلیامز و لاین اس.آر.اف x تی3) و تلقیح بذر (تلقیح با برادی‌ریزوبیوم‌ژاپونیکوم، تلقیح با برادی‌ریزوبیوم‌ژاپونیکوم توأم با ازتوباکترکروکوکوم، عدم تلقیح) بود. نتایج نشان دادند که تنش خشکی باعث کاهش سرعت و عدم یکنواختی جوانه‌زنی و ظهور گیاهچه گردید. باکتری تأثیری بر ظهور گیاهچه نداشت ولی پس از رویش وزن خشک برگ و ساقه، سطح برگ و شاخص بنیه گیاهچه را نسبت به عدم تلقیح افزایش داد. در سطوح مختلف آبیاری، تیمارهای تلقیح با باکتری از ارتفاع، وزن خشک برگ، ساقه، گیاهچه و بنیه بیشتری نسبت به عدم تلقیح برخوردار بودند. تلقیح بذرهای حاصل از شرایط تنش شدید با برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم وزن خشک ریشه‌چه را نسبت عدم تلقیح افزایش داد. بنابراین کاربرد باکتری باعث افزایش بنیه گیاهچه بذرهای حاصل از شرایط آبیاری محدود گردید.

واژه‌های کلیدی: بنیه گیاهچه، ظهور گیاهچه، برادی‌ریزوبیوم‌ژاپونیکوم، ازتوباکترکروکوکوم

مقدمه

از آنجایی که کشور ما دارای آب و هوای نیمه خشک است و کمبود آب یکی از مشکلات اساسی کشاورزی ایران می‌باشد، بنابراین وقوع تنش خشکی در دوره رشد گیاهان زراعی امری اجتناب ناپذیر می‌باشد. Viera (1991) عنوان کرد کیفیت بذر سویا علاوه بر ژنتیکی بودن این صفت، تحت تأثیر عواملی است که در طی تولید بذر در مزرعه اتفاق می‌افتد که از جمله این عوامل نوسانات رطوبت شامل خشکی و دمای بالا می‌باشد. بررسی و ارزیابی کیفیت بذر از جایگاه ویژه‌ای در تولید، کنترل و گواهی بذر برخوردار است (Desai, 2004).

با توجه به اهمیت کیفیت بذر، حفظ و ارتقای آن دارای نقش ویژه‌ای در برنامه تولید و فرآوری موفق بذر می‌باشد. با توجه به تعریف ارتقای کیفیت بذر به تیمار بذر با استفاده از ترکیبات و فرآیندهایی اطلاق می‌شود که به کارگیری آنها موجب بهبود ویژگی‌هایی از قبیل حداکثر خلوص فیزیکی و قابلیت و سرعت جوانه زنی می‌گردد که بذر را در ایجاد بوته‌هایی که دستیابی به عملکرد کیفی و کمی محصول ممکن می‌سازند یاری می‌دهند (Helmer, 2000). ارتقای کیفیت بذر از جمله مهمترین راه‌های دستیابی به نظام‌های کشاورزی پایدار محسوب شده و تقویت زیستی بذر با افزودن باکتری‌های افزاینده رشد گیاه از جدیدترین روش‌های ارتقای کیفیت بذر می‌باشد (McQuilken et al., 1998) و روشهای مختلف عمل‌آوری فیزیولوژیکی و زیستی بذر در حال جایگزینی تدریجی تیمارهای شیمیایی می‌باشند (Callan, 1991). با توجه به اینکه این پژوهش تأثیر باکتری‌ها بر بذرهای سویای تولید شده در شرایط آبیاری محدود را مورد بررسی قرار می‌دهد لذا از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد.

1، 6 و 7- اعضای هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین
(* - نویسنده مسئول: Email: hamedhadi9@yahoo.com)
2- عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، بخش دانه های روغنی
3- عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات خاک و آب، بخش بیولوژی خاک
4- عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال
5- عضو هیأت علمی گروه زیست شناسی دانشگاه تربیت معلم

مـواد و روش‌ها

این پژوهش بصـورت آزمایشـگاهی و مزرعـه‌ای در سـال 1385 انجام شد. بخش آزمایشـگاهی در آزمایشـگاه کیفیـت بـذر موسسـه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال کرج و بخش مزرعه‌ای در مزرعه آموزشی- پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین اجرا گردیـد. در آزمایشگاه، به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی در چهار تکـرار و در مزرعـه بـه صـورت اسـپلیت فاکتوریـل در قالـب طـرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجـرا گردیـد. تیمارهـا شـامل بذرهای تولید شده در شرایط آبیاری محدود (آبیاری گیاهان مـادری پس از مقادیر 50 (آبیاری مطلوب)، 100 (تنش متوسط)، 150 (تنش شدید) میلی‌متر تبخیر از تشـت تبخیـر کـلاس A)، رقـم (منـوکین، ویلیـامز و لایـن اس.آر.اف۷ تـی3) و تلقـیح بـذر (تلقـیح بـا بـرادی‌ریزوبیـومژاپونیکـوم (بـاکتری همزیسـت)، تلقـیح بـا برادی‌ریزوبیوم‌ژاپونیکوم توأم با ازتوباکترکروکوکوم (باکتری آزادزی) و عدم تلقیح) بود. بذرها قبل از کاشت با مایـه تلقـیح مـایع و خـالص باکتری ازتوباکترکروکوکوم و برادی‌ریزوبیوم‌ژاپونیکوم (سویه تجـارتی ایران) که توسط بخش تحقیقات بیولوژی خـاک موسسـه تحقیقـات خاک و آب جدا و خالص سازی شده و مایه تلقیح در هـر میلـی‌لیتـر حاوی 10^9 سلول زنده و فعال بود تلقیح شدند و برای چسبندگی بهتر به بذر از محلول چسباننده و محافظ تولیدی این موسسه استفاده شد. در آزمایشگاه بذرها لابلای کاغذ جوانه‌زنی کشت و به مدت 7 روز در دمای 25 درجه سانتیگرداد قرار داده شد (ISTA, 2008). با شمارش روزانه بذرهای جوانه‌زده، متوسـط زمـان لازم بـرای جوانـه‌زنـی کـه شاخصی از سرعت و شتاب جوانه‌زنی محسوب می‌گردد با اسـتفاده از رابطه زیر محاسبه شد (Elis & Robert, 1981) :

$$MTG = \sum(nd) / \sum n \qquad [\text{رابطه } 1]$$

در این رابطه (n) تعداد بذر جوانه‌زده در طی d روز، (d) تعداد روزها و ($\sum n$) کل تعداد بذرهای جوانه زده می‌باشـد. متوسـط جوانـه‌زنـی روزانه[1] (MDG) که شاخصی از سرعت جوانه‌زنـی روزانـه اسـت، بـا استفاده از رابطه زیر تعیین گردید (Hunter et al., 1984):

$$MDG = FGP / D \qquad [\text{رابطه } 2]$$

در این رابطه درصد جوانه‌زنی نهایی[2] (FGP) و تعداد روزهای انجـام آزمایش[3] (D) می‌باشد. در پایان طول و وزن خشک گیاهچه[4] (SDV) اندازه‌گیری گردید. با استفاده از داده‌ها شاخص وزنی بنیـه گیاهچـه[5] (SVI) (Abdul Baghi & Anderson, 1973)، اندازه‌گیری گردید.

$$SVI = FGP \times SDV \qquad [\text{رابطه } 3]$$

در آزمایش مزرعه‌ای هر کرت از سه خط کاشت با فاصله 60 سـانتی متر و طول 4 متر تشیکل شده بود. در هر خـط کاشـت 160 بـذر بـا فاصله 5 سانتی‌متر، 2 بذر در هر حفـره قـرار داده شـد. ظهـور اولیـه گیاهچه‌ها (6 روز پس از کاشت)، درصد ظهور نهایی گیاهچه‌هـا (15 روز پس از کاشت)، در نظر گرفته شد. متوسط زمان ظهور گیاهچه‌ها[6] (MET) با استفاده از رابطه زیر تعیین شد (Orchard, 1977):

$$MET = \sum f x_i / F \qquad [\text{رابطه } 4]$$

در این رابطه fx_i تعداد گیاهچه‌های ظاهر شده در میانه دوره ظهـور گیاهچه‌ها x (روز هفتم) و F حداکثر تعداد گیاهچه‌های ظاهر شده در این دوره هستند. همچنـین، سـرعت ظهـور گیاهچـه‌هـا در مزرعـه[7] (FER) با در نظر گرفتن تاریخ نخستین آبیاری به عنوان تاریخ کاشت و با استفاده از رابطه زیر تعیین گردید:

$$FER = FFE / D \qquad [\text{رابطه } 5]$$

FFE، درصد ظهور نهایی گیاهچه‌ها[8] و D تعداد روزها از کاشـت تـا پایان یادداشت برداری می‌باشد. سرعت ظهـور تجمعـی گیاهچـه‌هـا درمزرعـه[9] (CER) نیـز بـا اسـتفاده از رابطـه زیـر مشـخص گردیـد (Orchard, 1977):

$$CER = \sum F / D \qquad [\text{رابطه } 6]$$

F تعداد گیاهچه‌های شمارش شده و D تعداد روز تا شمارش نخسـت می‌باشد. شاخص ظهور گیاهچه در مزرعه[10] با استفاده از رابطـه زیـر محاسبه گردید (Ram et al., 1989):

$$FEI = (FFE / FGP) \times 100 \qquad [\text{رابطه } 7]$$

ظهـور گیاهچـه در مزرعـه (FFE) و درصـد جوانـه‌زنـی (FGP) می‌باشد. وزن خشک هر گیاه را بـا قـرار دادن در آون بـه مـدت 48 ساعت در دمای 75 درجه سانتیگراد و توزین با ترازوی دقیق با دقت 0/01 ± گرم تعیین گردید. شاخص بنیه گیاهچـه در مزرعـه نیـز بـا استفاده از رابطه 3 تعیین گردیـد (Abdul Baghi and Anderson, 1973). به منظور ارزیابی گیاهچه در مزرعه، پس از استقرار گیاهچـه نمونه‌برداری و تعداد گره روی ساقه و ارتفاع گیاهچه بـا خـط کـش برحسب سانتیمتر اندازه گیری شد. وزن خشـک گیاهچـه بـا خشـک کردن در آون به مدت 48 سـاعت در دمـای 75 درجـه سـانتیگراد و توزین با ترازوی دقیق با دقت 0/01 ± گرم تعیین گردید. سطح برگ براساس رابطه ارائه شده توسط سـبحانی و همکـاران (Sobhahi et al., 2000) محاسبه گردید.

1- Mean Daily Germination
2- Final Germination Percentage
3- Day
4- Seedling Dry Weight
5- Seedling Vigor Index
6- Mean Emergence Time
7- Field Emergence Rate
8- Final Field Emergence
9- Cumulative Emergence Rate
10- Field Emergence Index

سطح برگ = 0/748523 × (طول × عرض) + 0/000767 × (طول × عرض)^2 [رابطه 8]

تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم افزار MSTAT-C (Ver 2.0) و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس ویژگی‌های بذر در آزمایشگاه نشان داد که اثر متقابل سه‌گانه تأثیر معنی‌داری بر متوسط زمان جوانه‌زنی، متوسط جوانه‌زنی روزانه، درصد جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، وزن خشک گیاهچه و شاخص بنیه داشت (جدول 1). بذرهای حاصل از شرایط تنش متوسط رقم منوکین در تلقیح با برادی‌ریزوبیوم‌ژاپونیکوم سریعتر از سایر تیمارها جوانه زدند. بذرهای حاصل از شرایط آبیاری مطلوب رقم ویلیامز در تلقیح با برادی‌ریزوبیوم‌ژاپونیکوم توأم با ازتوباکترکروکوکوم از متوسط جوانه‌زنی روزانه بالاتری برخوردار بودند (جدول 3). با توجه به اینکه متوسط زمان جوانه‌زنی شاخصی از سرعت جوانه‌زنی بذر بوده و معیاری از یکنواختی جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه محسوب می‌گردد (Hunter et al., 1984)، بروز تنش خشکی باعث عدم یکنواختی جوانه‌زنی و کاهش بنیه گیاهچه گردید تنش خشکی میزان جوانه‌زنی بذر در هر روز را کاهش داد. همچنین متوسط جوانه‌زنی روزانه شاخصی از سرعت جوانه‌زنی بذر می‌باشد (Marguir, 1962). با توجه به اینکه تأثیر باکتری‌های افزاینده رشد گیاه بر افزایش قابلیت جوانه زنی و بنیه گیاهچه گیاهان مختلف بررسی و مورد تائید قرار گرفته است (Biswas et al., 2000) بنابراین در این آزمایش نیز کاربرد باکتری، بنیه گیاهچه و سرعت جوانه‌زنی را افزایش داد. تنش خشکی در طول دوره پر شدن دانه، 6 درصد جوانه‌زنی سویا را نسبت به آبیاری مطلوب کاهش داد (Dorenbos et al., 1989). بذرهای حاصل از شرایط آبیاری مطلوب رقم ویلیامز در تلقیح با برادی‌ریزوبیوم‌ژاپونیکوم توأم با ازتوباکترکروکوکوم به ترتیب 9 و 8 درصد از جوانه‌زنی بالاتری نسبت به بذر شرایط تنش متوسط و شدید برخوردار بودند (جدول 3). قابلیت جوانه‌زنی بذرهای ذرت تلقیح شده با باکتری ازتوباکترکروکوکوم افزایش یافت (Apte & Shend, 1981). نتایج تجزیه واریانس ویژگی‌های گیاهچه در مزرعه نشان داد که اثر متقابل سه‌گانه تأثیر معنی‌داری بر تعداد گره، ارتفاع، وزن خشک برگ، ساقه، گیاهچه و شاخص بنیه گیاهچه داشت. اثر متقابل تنش و باکتری تأثیر معنی‌داری بر ظهور اولیه گیاهچه و متوسط زمان ظهور گیاهچه داشت (جدول 2). با توجه به اینکه پس از جوانه‌زنی و رشد قلاب گیاهچه به سطح خاک فشار وارد آورده و از سطح خاک خارج می‌شود 6 روز پس از کاشت، تعداد گیاهچه‌های ظاهر شده به عنوان ظهور اولیه منظور گردید و بذرهای حاصل از شرایط تنش شدید با توجه به اینکه خسارت ناشی از تنش کم‌آبی به جنین آسیب رسانده و از ظهور گیاهچه کمتری برخوردار است و بذرهای حاصل از شرایط تنش متوسط اندوخته کمتری را کسب نموده و اندازه کوچکتری داشتند لذا از ظهور بهتری برخوردار بودند. ظهور گیاهچه بذرهای حاصل از شرایط تنش متوسط با برادی‌ریزوبیوم‌ژاپونیکوم 37 درصد و با برادی‌ریزوبیوم‌ژاپونیکوم توأم با ازتوباکترکروکوکوم 38 درصد نسبت به عدم تلقیح افزایش یافت (جدول 6). برای نخستین بار Kloepper et al. (1986) سویه‌هایی از باکتری‌های افزاینده رشد گیاه را یافتند که در شرایط گلخانه درون گلدان‌های حاوی محیط کشت خاکی و نیز در مزرعه موجب افزایش ظهور گیاهچه‌های سویا و کلزا می‌شدند. ظهور سریعتر گیاهچه‌های ارقام پنبه بر اثر تلقیح بذر با باکتری‌های مختلف افزاینده رشد گیاه از جمله ازتوباکتر را گزارش شده و ترشح ایندول 3- استیک اسید توسط این باکتری را در بروز این پاسخ موثر دانسته‌اند (Hafeez et al., 2004). بذرهای شرایط تنش شدید لاین اس.آر.اف×تی3، 42 برابر سریعتر از بذرهای شرایط آبیاری مطلوب همین لاین از سطح خاک ظهور یافت (جدول 5) که دلیل این افزایش سرعت ظهور گیاهچه مربوط به کوچک شدن اندازه بذر بود همان طور که سایر محققان نیز نتیجه گرفتند بذرهای کوچکتر از ظهور گیاهچه بهتری نسبت به بذرهای درشت تر برخوردار می‌باشند. تنش خشکی در طی دوره تکامل بذر معمولا مانع تکامل و در نتیجه بذرهای برداشت شده کوچکتر می‌شود ارقام سویا با بذر ریز از کیفیت بالاتری نسبت به ارقام بذر درشت در شرایط تنش خشکی برخوردار است (Delouche, 1980). باکتری‌های افزاینده ظهور گیاهچه، سرعت ظهور گیاهچه‌ها در مزرعه و استقرار بوته را افزایش می‌دهند (Kloepper et al., 1991). ظهور سریعتر گیاهچه، امکان رهایی از خطر بیماری‌های گیاهچه و بهره برداری بیشتر از فصل رشد را فراهم می‌سازد (Kloepper et al., 1986). با توجه به اینکه گیاهچه سریعتر ظهور یافته از فصل رشد بیشتر استفاده می‌نماید، از اینرو مناسبتر می‌باشد. شاخص ظهور گیاهچه معیاری برای استقرار گیاه در مزرعه است (Ram et al., 1989). بذرهای شرایط تنش شدید 16 درصد نسبت به آبیاری مطلوب از استقرار گیاهچه کمتری برخوردار بودند (جدول 6). رقم ویلیامز در تلقیح با برادی‌ریزوبیوم‌ژاپونیکوم توأم با ازتوباکترکروکوکوم شاخص ظهور گیاهچه بالاتری داشت که نسبت به عدم تلقیح 11 درصد افزایش یافت (جدول 5). ظهور سریعتر گیاهچه‌های ارقام پنبه بر اثر تلقیح بذر با باکتری‌های مختلف افزاینده رشد گیاه، مهار بیمارگرهای گیاهی و بهبود تغذیه گیاه بر این خصوصیات را گزارش شده است (Hafeez et al., 2004). این اثر می‌تواند به تولید هورمون‌های افزاینده رشد گیاه از قبیل اکسین، اسید جیبرلیک و سیتوکنین بوسیله باکتری‌های افزاینده رشد مربوط باشد. برادی‌ریزوبیوم‌ژاپونیکوم 35 درصد و تلقیح با برادی‌ریزوبیوم‌ژاپونیکوم توأم با ازتوباکترکروکوکوم 48 درصد افزایش سطح برگ را نسبت به عدم تلقیح در پی داشت (جدول6). بررسی‌های انجام شده روی کلزا مشخص ساخت که تحت شرایط مزرعه نیز باکتری‌های افزاینده رشد بر ظهور گیاهچه موثر واقع می‌شوند و سرعت ظهور گیاهچه را افزایش می‌دهند. این افزایش همراه با توسعه قابل ملاحظه سطح برگ گیاهچه‌ها بوده است.

همچنین، مشخص گردید که باکتری‌های افزاینده ظهور گیاهچه به کار برده شده برای سویا و کلزا چنین اثری را در سایر محصولات زراعی از قبیل گوجه فرنگی، هویج، گندم، ذرت، لوبیا سفید و یونجه نیز نشان دادند (Kloepper et al., 1986). بذر شرایط آبیاری مطلوب رقم منوکین تلقیح شده با برادی‌ریزوبیوم‌ژاپونیکوم توأم با ازتوباکترکروکوکوم به ترتیب 38، 37 و 46 درصد ارتفاع، وزن خشک و شاخص بنیه گیاهچه را نسبت به عدم تلقیح افزایش داد (جدول 4). تحقیقات نشان داده‌اند که تلقیح توأم برادی‌ریزوبیوم‌ژاپونیکوم و ازتوباکترکروکوکوم باعث افزایش ارتفاع گیاه سویا می‌گردد (Vessey, 2003). وزن خشک گیاه معیاری اساسی برای ارزیابی استقرار بوته‌های برخوردار از بنیه قوی در مزرعه محسوب می‌شود (Martin et al., 1988). برادی‌ریزوبیوم‌ژاپونیکوم بر تربچه تأثیر معنی‌داری داشته و 15 درصد وزن خشک گیاه را نسبت به عدم تلقیح افزایش می‌دهد (Antoun, 1998)، همچنین گزارش شده که تلقیح با سویه‌های برادی‌ریزوبیوم باعث بهبود رشد رویشی در سویا می‌شود (Meghvansi et al., 2005). تلقیح بذر شرایط تنش متوسط رقم منوکین با برادی‌ریزوبیوم‌ژاپونیکوم و ازتوباکترکروکوکوم از بیشترین میزان وزن خشک ساقه در آزمایشگاه و وزن خشک گیاهچه در مزرعه برخوردار بود. ریزوبیوم‌ها با ترشح ترکیبات مختلفی مانند اکسین‌ها، سیتوکنین‌ها، ریبوفلاوین‌ها و ویتامین‌ها با نفوذ در ریشه گیاهان لگوم و غیر لگوم باعث القای افزایش رشد می‌شوند (Dakora, 2003). در واقع باکتری‌ها با تولید این ترکیبات، مخصوصاً تامین نیتروژن بیشتر، اثرات خود را بر گیاه میزبان اعمال می‌نمایند. تیمار بذرهای حاصل از شرایط تنش متوسط رقم ویلیامز با برادی‌ریزوبیوم‌ژاپونیکوم از تعداد گره ساقه اصلی و شاخص وزنی بنیه گیاهچه بیشتری در آزمایشگاه برخوردار بود. لومیکروم و لیپوکیتوالیگوساکاریدها که توسط ریزوبیوم تولید و به محیط ریزوسفری آزاد می‌شود، عاملی برای تحریک رشد گیاهان می‌باشد (Dakora, 2003). طول ساقه اولیه یکی از شاخص‌های بنیه گیاهچه محسوب می‌شود که از آن در آزمون تجزیه و تحلیل رشد گیاهچه جهت ارزیابی بنیه گیاهچه استفاده می‌گردد (Hampton & Tekrony, 2005). تلقیح بذرهای حاصل از شرایط تنش متوسط رقم منوکین با برادی‌ریزوبیوم‌ژاپونیکوم 17 درصد طول ساقه‌چه را نسبت به عدم تلقیح افزایش داد (جدول 3). تحقیقات دیگر محققان نیز نشان داده است که طول ساقه در اثر تلقیح با سویه‌های مختلف برادی‌ریزوبیوم‌ژاپونیکوم تحت تأثیر قرار می‌گیرد (Meghvansi et al., 2005). تحقیقات نشان داده که لومیکروم و لیپوکیتوالیگوساکاریدها که توسط ریزوبیوم آزاد می‌شود باعث تحریک رشد گیاهان می‌شود (Zhang et al., 2002) به نظر می‌رسد که لومیکروم‌ها و لیپوکیتوالیگوساکاریدها که توسط باکتری آزاد می‌شود باعث افزایش رشد و طول سلولهای اندام هوایی گردیده و در نتیجه از طول ساقه‌چه بیشتر گردیده است. با توجه به اینکه طول گیاهچه معیاری از بنیه گیاهچه محسوب شده و به عنوان یکی از شاخص‌های ارزیابی بنیه بذر و گیاهچه گیاهان زراعی مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد (Hampton & Tekrony, 2005). گیاهچه‌های رشد یافته از بذرهای رقم منوکین تلقیح شده با برادی‌ریزوبیوم‌ژاپونیکوم از طول بیشتری برخوردار بودند (جدول 4). افزایش طول گیاهچه بذرهای تلقیح شده با برادی‌ریزوبیوم‌ژاپونیکوم مشاهده شد (Biswas et al., 2000). اندازه گیری طول ریشه‌چه یکی از روش‌های ارزیابی بنیه بذر و گیاهچه می‌باشد (Hampton & Tekrony, 2005). ریشه‌چه رشد یافته از بذرهای رقم منوکین از طول بیشتری برخوردار بودند بنابراین نسبت به سایر ارقام، از بنیه بذر بالاتری برخوردار می‌باشند. وزن خشک ریشه‌چه از جمله معیارهای ارزیابی بنیه بذر و گیاهچه می‌باشند (Hampton & Tekrony, 2005). تلقیح بذرهای حاصل از شرایط تنش شدید با برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم باعث افزایش 15 درصدی وزن خشک ریشه‌چه نسبت به بذرهای شرایط آبیاری مطلوب گردید (جدول 5). بذرهای رقم منوکین در تیمارهای تلقیح شده با باکتری از وزن خشک ریشه‌چه بیشتری برخوردار بودند (جدول 6). تلقیح بذر برنج با برادی ریزوبیوم سبب افزایش وزن خشک ریشه‌چه می‌گردد (Biswas et al., 2000). این تحقیق نشان داد که کاربرد باکتری توانست خسارت ناشی از تنش کم‌آبی را تعدیل کند به طوری که بذرهای حاصل از شرایط تنش متوسط در تلقیح با برادی‌ریزوبیوم‌ژاپونیکوم 57 درصد و برادی‌ریزوبیوم‌ژاپونیکوم توأم با ازتوباکترکروکوکوم 56 درصد نسبت به عدم تلقیح بنیه گیاهچه را افزایش داد. بذرهای حاصل از شرایط تنش شدید در تلقیح با برادی‌ریزوبیوم‌ژاپونیکوم 37 درصد و تلقیح با برادی‌ریزوبیوم‌ژاپونیکوم توأم با ازتوباکترکروکوکوم 10 درصد نسبت به عدم مصرف با بنیه گیاهچه بیشتری ظاهر شدند (جدول 5).

تنش کم‌آبی باعث کاهش میزان و سرعت ظهور گیاهچه گردید. در حالیکه بذرهای حاصل از شرایط تنش متوسط از طول گیاهچه بالاتری نسبت به بذرهای حاصل از شرایط آبیاری مطلوب برخوردار بودند. تلقیح بذرهای حاصل از شرایط تنش متوسط، باعث بهبود ظهور گیاهچه گردید. بذرهای حاصل از شرایط تنش شدید ظهور اولیه ، متوسط زمان ظهور و شاخص ظهور گیاهچه کمتری نسبت به بذرهای حاصل از شرایط آبیاری مطلوب داشتند. تلقیح بذر با باکتری تأثیری بر ظهور گیاهچه نداشت ولی پس از رویش گیاهچه وزن خشک برگ و ساقه، سطح برگ و شاخص بنیه گیاهچه را در مقایسه با عدم تلقیح افزایش نشان داد. در سطوح مختلف آبیاری، تیمارهای تلقیح با باکتری از ارتفاع، وزن خشک برگ، ساقه‌چه و بنیه گیاهچه بیشتری نسبت به عدم تلقیح داشتند.

جدول ۱- میانگین مربعات ویژگی‌های گیاهچه در آزمایشگاه

Table 1- Mean square of seedling characteristics in lab

S.O.V	منبع تغییرات	درجه آزادی	متوسط زمان جوانه‌زنی	متوسط جوانه‌زنی روزانه	درصد جوانه‌زنی	طول گیاهچه	طول ریشه چه	طول ساقه‌چه	وزن خشک ساقه‌چه	وزن خشک ریشه	وزن خشک گیاهچه	شاخص بنیه گیاهچه
		df	Mean time germination	Mean daily germination	Final germination	Seedling length	Root length	Plumule length	Stem dry weight	Root dry weight	Seedling dry weight	Seedling vigor index
St	تنش کم آبی	2	0.109**	30.411**	1490.287**	36.043*	6.600	11.810**	777.527**	5.272	908.766**	10.777**
Error a	خطا الف	9	0.003	0.263	12.895	6.981	4.852	1.005	20.952	9.403	45.851	0.463
cul	رقم	2	0.681**	136.849**	6705.815**	271.350**	10.144**	268.148**	4378.025**	383.513**	6551.727**	1940.740**
st×cul	رقم×تنش	4	0.002	5.263	257.870**	5.731	2.185	2.250	37.963	40.016**	53.695	2.967**
bac	باکتری	2	0.047**	3.511**	172.065**	38.245**	2.214	30.952**	103.761**	26.588	36.259	2.034**
st×bac	باکتری×تنش	4	0.005	0.088	4.329	4.710	1.408	2.508	3.682	52.962**	60.525	0.331
st×bac	باکتری×تنش	4	0.009*	5.009**	245.398**	38.561**	2.386	35.151**	30.107	58.509**	42.773	2.770**
st×cul×bac	تنش×رقم×باکتری	8	0.010**	0.387*	33.662*	9.036	1.689	5.785*	35.320	17.653	72.799*	1.154**
Error b	خطا ب	72	0.003	0.322	15.798	6.152	1.680	2.768	17.653	10.307	28.217	0.323
C.V (%)	ضریب تغییرات		1.26	4.69	4.69	7.32	7.95	9.46	5.45	18.13	5.60	6.97

* and **: Significant at 5 and 1% probability level respectively

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۲ – میانگین مربعات ویژگی‌های گیاهچه در مزرعه

Table 2- mean square of seedling characteristics in field

S.O.V	منبع تغییرات	درجه آزادی	ظهور اولیه گیاهچه	ظهور نهایی گیاهچه	متوسط زمان ظهور گیاهچه	سرعت ظهور		شاخص	تعداد	ارتفاع	وزن خشک	وزن خشک	وزن خشک	سطح	شاخص بنیه
						سرعت ظهور گیاهچه	سرعت تجمعی گیاهچه	ظهور گیاهچه	گره		برگ	ساقه	گیاهچه	برگ	گیاهچه
		df	Primary Field Emergence	Final Field Emergence	Mean emergence time	Field Emergence Rate	Cumulative Emergence Rate	Field Emergence Index	Node number	Seedling height	Leaf dry weight	Stem dry weight	Seedling dry weight	Leaf area	Seedling vigor index
Rep	تکرار	2	0.048	0.004	0.019	0.002	0.012	0.004	0.070	0.012	0.001	0.795	0.002	0.441	0.019
Bac	باکتری	2	0.038	0.113	0.045	0.066	0.022	0.019	0.072	0.378**	0.034**	73.946**	0.071**	5.108*	0.671*
Error a	خطا الف	4	0.282	0.021	0.025	0.011	0.058	0.007	0.019	0.015	0.001	1.368	0.001	0.455	0.046
Cul	رقم	2	0.643**	0.174**	0.049*	0.105**	0.330**	0.021*	0.200**	1.097**	0.088**	95.283**	0.153**	3.341**	1.583*
bac×cul	رقم×باکتری	4	0.276*	0.066	0.056**	0.039	0.096**	0.022**	0.034	0.203**	0.011**	12.922**	0.019**	0.383	0.013
st	تنش	2	0.612**	0.035	0.101**	0.022	0.169*	0.040**	0.031	0.042*	0.001	1.182	0.002	0.115	0.063
bac×st	تنش×باکتری	4	0.345**	0.024	0.040*	0.015	0.071	0.012	0.010	0.058**	0.005**	6.053**	0.009**	0.304	0.102*
cul×st	رقم×تنش	4	0.422**	0.064	0.038*	0.042	0.139*	0.013	0.070**	0.136**	0.003**	7.243**	0.006**	0.328	0.098*
bac×cul×st	تنش×رقم×باکتری	8	0.130	0.038	0.025	0.023	0.017	0.007	0.063**	0.084**	0.003**	10.751**	0.008**	0.205	0.062*
Error b	خطا ب	48	0.086	0.028	0.014	0.017	0.038	0.005	0.015	0.013	0.001	1.068	0.001	0.297	0.028
C.V (%)	ضریب تغییرات		18.15	7.28	16.33	11.92	11.11	2.56	6.10	3.84	2.77	8.78	3.44	19.21	8.75

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

* and **: significant at 5 and 1% probability level respectively

جدول 3- میانگین اثر متقابل تنش×رقم×باکتری بر ویژگی‌ها در آزمایشگاه

Table 3- interaction effect of three factor of seedling characteristics in lab

تنش کم آبی	رقم	باکتری	متوسط زمان جوانه‌زنی (روز)	متوسط جوانه‌زنی روزانه (بذر/روز)	درصد جوانه‌زنی	طول ساقه‌چه (سانتی متر)	وزن خشک گیاهچه (گرم)	شاخص بنیه گیاهچه
Water deficit stress (mm)	**Cultivar**	**bacteria**	**Mean time germination (d)**	**Mean daily germination (seed.d^{-1})**	**Final germination Percentage**	**Stem length (cm)**	**Seedling dry weight (g)**	**Seedling vigor index**
50		control	4.329 mno	13.68 a-d	95.750 a-d	18.08 c-g	0.100 d-g	9.535 a-e
	Manokin	*Br.j*	4.415 h-m	13.93 ab	97.500 ab	20.54 abc	0.099 d-g	9.611 a-e
		Br.j + Az.ch	4.31 no	13.75 abc	96.250 abc	20.13 a-d	0.097 efg	9.347 cde
		control	4.53 efg	12.43 efg	87.000 efg	15.49 gh	0.078 jk	6.797 g
	SRF	Br.j	4.562 def	10.75 i	75.250 i	15.39 gh	0.075 k	5.722 h
		Br.j + Az.ch	4.665 abc	10.75 i	75.250 i	12.23 i	0.075 k	5.625 h
		control	4.357 l-o	13.68 a-d	95.750 a-d	18.59 c-f	0.093 gh	8.941 de
	williams	*Br.*j	4.345 mno	13.86 ab	97.000 ab	18.67 c-f	0.097 efg	9.364 b-e
		Br.j + Az.ch	4.43 h-i	13.96 a	97.750 a	17.49 d-g	0.095 fgh	9.243 cde
		control	4.394 j-n	13.54 a-d	94.750 a-d	18.09 c-g	0.107 a-d	10.13 abc
100	Manokin	Br.j	4.304 o	13.32 a-e	93.250 a-e	21.91 a	0.102 c-g	9.473 a-e
		Br.j + Az.ch	4.398 j-n	13.18 a-f	92.250 a-f	18.97 b-e	0.112 a	10.32 ab
	SRF	control	4.618 cd	10.96 hi	76.750 hi	16.27 e-h	0.087 hi	6.677 g
		Br.j	4.623 bcd	9.893 j	69.250 j	16.13 fgh	0.081 ijk	5.637 h
		Br.j + Az.ch	4.964 abc	9.679 j	67.750 j	12.64 i	0.085 ij	5.731 h
		control	4.406 i-m	13.39 a-d	93.750 a-d	18.4 c-f	0.109 abc	10.19 abc
	williams	Br.j	4.374 k-o	13.25 a-f	92.750 a-f	20.04 a-d	0.112 ab	10.35 a
		Br.j + Az.ch	4.477 f-j	12.750 def	89.250 def	21.53 ab	0.105 a-e	9.383 b-e
		control	4.458 g-k	11.71 gh	82.000 gh	16.43 efg	0.097 efg	7.993 f
	Manokin	Br.j	4.405 i-m	12.82 c-f	89.750 c-f	21.36 ab	0.111 ab	9.926 abc
150		*Br.j + Az.ch*	4.49 f-i	12.36 fg	86.500 fg	18.66 c-f	0.101 c-g	8.754 ef
		control	4.694 abc	9.786 j	68.500 j	13.7 hi	0.079 ijk	5.361 h
	SRF	Br.j	4.705 ab	7.036 k	49.250 k	16.61 efg	0.079 ijk	3.821 i
		Br.j + Az.ch	4.702 a	7.5 k	52.500 k	11.47 i	0.074 k	3.876 i
		control	4.385 k-o	13 b-f	91.000 b-f	18.04 c-g	0.109 abc	9.874 a-d
	williams	Br.j	4.498 e-h	13.25 a-f	92.750 a-f	17.15 efg	0.103 b-f	9.551 a-e
		Br.j + Az.ch	4.576 de	12.86 c-f	90.000 c-f	20.61 abc	0.099 d-g	8.968 de

در هر صفت سطوح تیماری که دارای حروف مشابه هستند با آزمون دانکن در سطح 5 درصد در گروه آماری مشابهی قرار دارند.

Means in coulumn and treatement followed by similar letter are not significantly different at 5% probability level, using duncan test.

Br.j : Bradyrhizobium japonicum *Br.j + Az.ch: Bradyrhizobium japonicum + Azotobacter chroococcum*

جدول 4- اثر متقابل باکتری× رقم × تنش ، ویژگی‌های گیاهچه در مزرعه

Table 4- interaction effect of three factor of seedling characteristics in field

باکتری bacteria	رقم Cultivar	تنش کم آبی Water deficit stress (mm)	تعداد گره Node number	ارتفاع Seedling height (cm)	وزن خشک برگ Leaf dry weight (g)	وزن خشک ساقه Stem dry weight (g)	وزن خشک گیاهچه Seedling dry weight (g)	شاخص بنیه گیاهچه Seedling vigor index
control	Manokin	50	4.000 ab	7.500 fgh	0.365 c-e	0.160 c-g	0.525 def	19.082 a-e
		100	3.000 c	7.500 fgh	0.250 g-j	0.090 ijk	0.340 hij	9.904 e-k
		150	3.000 c	7.350 fgh	0.340 d-h	0.130 d-h	0.470 efg	10.547 f-k
	SRF×T3	50	3.000 c	6.000 ij	0.205 i-l	0.070 kl	0.275 j	5.006 lm
		100	3.500 bc	5.750 j	0.125 l	0.050 l	0.175 k	3.821 m
		150	3.500 bc	6.750 hij	0.235 hij	0.105 h-k	0.340 hij	5.499 klm
	Williams	50	3.750 bc	8.250 ef	0.210 i-l	0.080 jk	0.290 j	6.163 i-l
		100	3.000 c	9.250 cde	0.225 ijk	0.120 f-i	0.345 hij	8.104 h-l
		150	3.750 bc	9.250 cde	0.245 g-j	0.115 g-j	0.360 g-j	11.195 d-j
Br. j	Manokin	50	4.500 ab	9.750 bcd	0.360 c-f	0.165 c-g	0.525 def	17.797 b-g
		100	3.000 c	9.000 de	0.445 a-d	0.150 d-g	0.595 cd	17.985 b-f
		150	3.750 bc	9.250 bcd	0.470 abc	0.205 bc	0.675 bc	22.888 abc
	SRF×T3	50	3.000 c	8.250 ef	0.305 e-i	0.140 d-h	0.445 fgh	10.872 e-j
		100	3.000 c	8.250 ef	0.180 jkl	0.080 jk	0.260 jk	8.900 g-l
		150	3.500 bc	6.000 ij	0.135 kl	0.045 l	0.180 k	5.950 j-m
	Williams	50	4.500 ab	8.250 ef	0.415 b-e	0.155 c-g	0.570 cde	13.099 b-h
		100	5.000 a	11.000 ab	0.525 ab	0.255 ab	0.780 ab	23.648 ab
		150	3.500 bc	8.000 efg	0.450 a-d	0.180 cd	0.630 cd	14.142 b-h
Br.j + *AzCh*	Manokin	50	4.000 ab	12.000 a	0.545 a	0.290 a	0.835 a	34.280 a
		100	4.000 ab	10.500 bc	0.520 ab	0.300 a	0.820 a	21.898 a-d
		150	3.500 bc	9.000 de	0.375 c-f	0.170 cde	0.545 def	12.948 b-h
	SRF×T3	50	3.000 c	8.000 efg	0.210 i-l	0.120 f-i	0.330 ij	7.116 h-l
		100	4.000 ab	6.750 hij	0.240 g-j	0.125 e-i	0.365 g-j	11.103 d-j
		150	3.000 c	7.000 ghi	0.220 i-l	0.145 d-h	0.365 g-j	4.638 lm
	Williams	50	4.500 ab	7.000 f-i	0.345 d-g	0.165 c-f	0.510 def	13.069 c-i
		100	3.500 bc	9.000 de	0.400 cde	0.165 c-f	0.565 cde	16.609 b-g
		150	4.500 ab	9.000 de	0.280 f-j	0.150 d-g	0.430 f-i	12.766 b-h

در هر صفت سطوح تیماری که دارای حروف مشابه هستند با آزمون دانکن در سطح 5 درصد در گروه آماری مشابهی قرار دارند.

Means in coulumn and treatement followed by similar letter are not significantly different at 5% probability level, using duncan test.

Br.j : Bradyrhizobium japonicum *Br.j + Az.ch: Bradyrhizobium japonicum + Azotobacter chroococcum*

جدول 5 – میانگین اثر متقابل دوگانه بر ویژگی‌های گیاهچه در مزرعه و آزمایشگاه

Table 5- mean interaction effect of seedling characteristics in lab an field condition

تنش کم‌آبی Water deficit stress (mm)	رقم Cultivar	باکتری bacteria	وزن خشک ریشه‌چه Root dry weight (g)	ظهور اولیه گیاهچه Primary field emergence (%)	متوسط زمان ظهور گیاهچه Mean emergence time (d)	سرعت ظهور تجمعی گیاهچه Cumulative Emergence Rate (seedling.d^{-1})	شاخص ظهور گیاهچه Field Emergence Index	طول گیاهچه Seedling length (cm)
	Manokin		0.020 ab	17.083 a	0.579 a	24.094 a	- - - -	- - - -
50	SRF×T3		0.015 d	5.938 b	0.389 b	10.773 bc	- - - -	- - - -
	Williams		0.016 d	5.938 b	0.408 b	12.081 b	- - - -	- - - -
	Manokin		0.020 bc	8.194 b	0.418 b	15.124 b	- - - -	- - - -
100	SRF×T3		0.016 d	8.438 b	0.424 ab	14.849 b	- - - -	- - - -
	Williams		0.018 bcd	9.063 b	0.458 ab	14.849 b	- - - -	- - - -
	Manokin		0.023 a	6.458 b	0.398 b	13.220 b	- - - -	- - - -
150	SRF×T3		0.012 e	2.708 c	0.259 c	7.861 c	- - - -	- - - -
	Williams		0.018 cd	7.083 b	0.354 b	13.313 b	- - - -	- - - -
		control	0.017 b	12.64 a	0.520 a	- - - -	- - - -	- - - -
50		*Br.j*	0.017 b	6.979 bcd	0.374 bc	- - - -	- - - -	- - - -
		Br.j + Az.ch	0.019 ab	9.375 abc	0.483 ab	- - - -	- - - -	- - - -
		control	0.017 b	6.146 cd	0.378 bc	- - - -	- - - -	- - - -
100		*Br.j*	0.017 b	9.688 ab	0.420 ab	- - - -	- - - -	- - - -
		Br.j + Az.ch	0.020 a	9.861 abc	0.501 ab	- - - -	- - - -	- - - -
		control	0.016 b	6.771 a-d	0.412 bc	- - - -	- - - -	- - - -
150		*Br.j*	0.020 a	5.104 cd	0.271 c	- - - -	- - - -	- - - -
		Br.j + Az.ch	0.016 b	4.375 d	0.327 c	- - - -	- - - -	- - - -
		control	0.019 b	- - - -	- - - -	- - - -	10.7.049 a	34.070 bc
	Manokin	*Br.j*	0.022 a	- - - -	- - - -	- - - -	100.474 ab	38.635 a
		Br.j + Az.ch	0.022 a	- - - -	- - - -	- - - -	107.962 a	35.734 b
		control	0.016 c	- - - -	- - - -	- - - -	107.053 a	31.843 d
	SRF×T3	*Br.j*	0.012 d	- - - -	- - - -	- - - -	90.794 bc	32.164 cd
		Br.j + Az.ch	0.016 c	- - - -	- - - -	- - - -	84.515 c	28.491 e
		control	0.015 c	- - - -	- - - -	- - - -	97.860 abc	34.565 b
	Williams	*Br.j*	0.019 b	- - - -	- - - -	- - - -	89.310 bc	34.370 b
		Br.j + Az.ch	0.017 bc	- - - -	- - - -	- - - -	109.630 a	35.095 b

در هر صفت سطوح تیماری که دارای حروف مشابه هستند با آزمون دانکن در سطح 5 درصد در گروه آماری مشابهی قرار دارند.

Means in coulumn and treatement followed by similar letter are not significantly different at 5% probability level, using duncan test.

جدول 6- میانگین اثر ساده رقم، تنش کم آبی و باکتری بر ویژگی‌های گیاهچه

Table 6- mean of simple effect of seedling characteristics

رقم	تنش	باکتری	طول ریشه‌چه	وزن خشک ساقه‌چه	ظهور نهایی گیاهچه	سطح برگ گیاهچه	شاخص ظهور گیاهچه	ارتفاع گیاهچه
Cultivar	Water deficit stress (mm)	bacteria	Root length (cm)	Stem dry weight (g)	Final Field Emergence (%)	Leaf area (cm^{-2})	Field emergence index	Seedling height (cm)
Manokin			16.79 a	0.082 b	30.984 a	9.640 a	- - - -	- - - -
SRF×T3			16.4 a	0.064 c	23.576 b	5.751 b	- - - -	- - - -
Williams			15.74 b	0.085 a	26.389 ab	8.755 a	- - - -	- - - -
	50		- - - -	0.082 b	- - - -	- - - -	105.423 a	8.333 ab
	100		- - - -	0.064 c	- - - -	- - - -	101.938 a	8.556 a
	150		- - - -	0.085 a	- - - -	- - - -	90.855 b	8.067 b
		control	- - - -	0.079 a	- - - -	5.442 b	- - - -	- - - -
		Br.j	- - - -	0.077 a	- - - -	8.332 a	- - - -	- - - -
		Br.j + Az.ch	- - - -	0.075 b	- - - -	10.392 a	- - - -	- - - -

درهر صفت اعدادی که دارای حروف مشابه هستند با آزمون دانکن در سطح 5 درصد، درگروه آماری مشابهی قرار دارند.

Means in coulumn and treatement followed by similar letter are not significantly different at 5% probability level, using duncan test.

منـابع

1- Abdul-Baki, A.A., and Aderson, j.D., 1973. Vigor determination in soybean by multiple criteria. Crop Sci. 13,630-633.

2- Antoun, H., Beauchamp, C.J., Goussard, N., Chabot, R. and Lalande, R. 1998. Potential of *Rhizobium* and *Bradyrhizobium* species as plant growth promoting rhizobacteria on non-legumes: effect on radish (*Raphanus sativus* L.). Plant Soil. 204,57-67.

3- Anonymus, 2008. Hand book for Seedling evaluation (3rd.ed). *International SeedTesting Assosiation* (ISTA), Zurich, Switzerland.

4- Apte, R. and Shend, S.T., 1981. Studies on *Azotobacter chroococcum*. II. Effect of *Azotobacter chroococcum* on germination of seeds of agricultural crops. *Zentralblatt fur Bakteriologr-Parasiten Kunde*. Infektion Skrankheien und Hygiene. 136, 555-559.

5- Biswas, J.C., Ladha, J.K., Dazzo, F.B., Yanni, Y.G. and Rolfe B.G., 2000. *Rhizobial* inoculation influences seedling vigor and yield of rice. Agron J. 92, 880-886.

6- Dakora. F.D., 2003. Defining new roles for plant and rhizobial molecules in sole and mixed plant cultures involving symbiotic legumes. New Phytol. 157, 39-49.

7- Delouche, J.C., 1980. Environmental effects on seed development and seed quqlity. Hortscience 15 ,775-80.

8- Dorenbos, D.L., Mullen, R.E., and Shibles, R.M., 1989. Drought stress effects during seed fill on soybean seed germination and vigour. Crop Sci. 29, 476-480.

9- Elis, R.H. and Roberts, E.H., 1980. Towards a rational basis for testing seed quality. In, Seed Production (ed. P.D. Hebblethwaite), 605-645, Butterworths, London.

10- Hafeez, F.Y., Safdar, M.E., Chaudry, A.U. and Malik, K.A., 2004. Rhizobial inoculation improves seedling emergence, nutrient uptake and growth of cotton. Aus. J. Exp. Agri. 44, 617-622.

11- Haji Boland, R., Ali Asghar Zadeh, N. And Mehrfar, Z.. 2004. Ecological study in two regions of Azarbyjan and its effect on plant growth and mineral nutrition of wheat. J. Agricultural Science and Natural Resources, 8th year, No. 2, page 75-90.

12- Halmer, P., 2000. Commercial seed treatment technology. In: Seed Technology and its biological basis, Black, M., ed. Pp, 257-286.

13- Hampton, J.G., and Tekrony, D.M., 1995. Handbook of vigor test methods (3rd ed.) *International Seed Testing Association (ISTA)* .Zurich, Switzerland.

14- Hunter, E.A., Glasbey ,C.A., and Naylor, R.E.L.,1984.The analysis of data from germination tests. J. Agr. Sci. 102, 207-231.
15- Kloepper, J.W., Scher, F.M., Labiret, E.M. and Tipping, B. 1986. Emergence promoting rhizobacteria, descriptions and implications for agriculture., pp,155-164. in: Iron, sidrophores and plant disease. Ed., Swinburne , T.R., Plenume, New York.
16- Kloepper, J.W., Zablotowicz, R.M., Tipping, E.M. and Lifshitz, R., 1991. Plant growth promoting mediated by bacterial rhizospherecolonizers., pp, 315-326. in: The rhizosphere and plant growth. Eds., Keister , D.L. and Cregan, P.B., Kluwer *Academic Publishers*, Netherlands.
17- Marguire, J.D. 1962. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. Crop Sci. 2, 176-177.
18- McQuilken, M.P., Halmer, P. and Rhodes. D.J., 1998. Application of microorganisms to seeds. In: Formulation of microbial biopesticdes: beneficial microorganisms, nematodes and seed treatment, Burges, H.D., ed. Pp, 255-285. *Kulwer Academic Publisher*, The Netherlands.
19- Meghvansi, M.K., Kamal. P, and Mahna, S.K. 2005. Identification od pH tolerant *Bradyrhizobium japonicum* strsins and their symbiotic effectiveness in soybean [*Glycine max* (L.) Merr] in low nutrient soil. Afr. j. Biotechnol. 4, 663-666.
20- Orchard, T., 1977. Estimating the parameters of plant seedling emergence. Seed Sci. Technol. 5, 61-69.
21- Ram, C., Kumari, P., Singh, O., and Sardana, R.K., 1989. Relationship between seed vigor tests and field emergence in chickpea. Seed Sci. Technol. 17, 169-177.
22- Sobhani, A., Shirani Rad, A.H. N, Nakhoda, B., Fallahi Daghian A., 2000. Help determine LAI crops. Ministry of Jihad-e-Agriculture - Agricultural extension and education research organization – Extension branch - part of biotechnology research.
23- Vessey, J.K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizer. Plant Soil.255, 271-286.
24- Vieira, R.D., D.M. Tekrony, and D.B. Egli., 1991. Effect of drought stress on soybean seed germination and vigor. J. seed technol. 16,12-21.
25- Zahir, A.Z., Arshad, M. and Frankenberger (Jr.), W.F., 2004. Plant growth promoting *rhizobacteria*: applications and perspectives in agriculture. Adv agron. 81, 1-97.
26- Zhang. H, Daoust. F, Charles. TC, Driscoll. BT, Prithiviraj.B, Smith. DL., 2002. *Bradyrhizobium japonicum* mutants allowing improved nodulation and nitrogen fixation of field grown soybean in short season area. J.Agri Sci. 138, 293-300.

Journal of Agroecology
Vol. 1, No. 1, Fall 2009, p. 53-64

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 1، شماره 1، پاییز 1388، ص. 64-53

Effect of free and symbiotic nitrogen fixing bacterial co-inoculation on seed and seedling of soybean seeds produced under deficit water condition

H. Hadi*, J. Daneshian, A. Asgharzadeh, A. Hamidi, P. Jonoubi, F. Ghooshchi and M. Nasri[1]

Abstract

Effect of free and symbiotic nitrogen fixing bacteria on seed and seedling produced seeds under deficit irrigation was conducted in laboratory and field experiments in 2006. In laboratory of karaj's Seed and Plant Research and Certificate Institute an experiment was conducted based on factorial in form of completely randomized design with four replications and in field's of Islamic Azad University, Varamin Branch were split factorial in form of randomized completely block design with three replications. Treatments included water stress [Irrigation after 50 (Normal irrigation), 100 (Middle stress), 150 (Severe stress) mm evaporation from pan class A], Cultivar [Manokin & Williams and SRF×T3 Line] and inoculation [Inoculation with *Bradyrhizobium japonicum*, *Bradyrhizobium japonicum* co-inoculated with *Azotobacter chroococcum*, No seed inoculation]. Results showed that drought stress decreased the uniformity and germination speed and seedling emergence. Bacteria increased leaf dry weight, stem dry weight, leaf area and seedling vigor index but had no effect on emergence. In irrigation levels inoculated treatments had higher seedling length, leaf, stem, seedling dry weight and seedling vigor. Severs stress seeds inoculated with *Bradyrhizobium japonicum* had higher root dry weight than control. Therefore in seeds which were produced under deficit irrigation conditions, bacteria increased seedlings vigor.

Key words: Seedling vigor, Seedling emergence, Bradyrhizobium japonicum, Azotobacter chroococcum

1- A Contribution from M.Sc Islamic Azad University-Varamin Branch, Seed and Plant Improvement Research Institute, Water Research Institute, Seed and Plant Certification and Registration Research Institute, Tarbiat Moalem University
(* - Corresponding author Email: hamedhadi9@yahoo.com)

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 1، شماره 1، پاییز 1388، ص. 79-65

Journal of Agroecology
Vol. 1, No. 1, Fall 2009, p. 65-79

بررسی ترکیب‌های مختلف کاشت و اثر کنترل علف‌های هرز در کشت مخلوط ماش (*Vigna radiate* (L.) Wilczek) و سیاهدانه (*Nigella sativa* L.)

پرویز رضوانی مقدم [*1]، محمد رضا رئوفی [2]، محمد حسن راشد محصل [3] و روح الله مرادی [4]

تاریخ دریافت: 88/10/12
تاریخ پذیرش: 88/10/30

چکیده

به منظور بررسی تأثیر آرایش‌های مختلف کاشت و اثر کنترل علف هرز در کشت مخلوط ماش (*Vigna radiate* L. Wilczek) و سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) آزمایشی در سال زراعی 1385-1384 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی به صورت فاکتوریل با دو فاکتور آرایش کاشت در 8 سطح [A1 : کشت خالص سیاهدانه، A2: کشت خالص ماش، A3 : 3 ردیف سیاهدانه ـ 2 ردیف ماش، A4 : 2 ردیف سیاهدانه – 3 ردیف ماش، A5 : 2 ردیف سیاهدانه ـ 1 ردیف ماش، A6 : 1 ردیف سیاهدانه ـ 2 ردیف ماش A7 : کشت نواری 3 ردیف سیاهدانه - 3 ردیف ماش A8 : کشت ردیفی 1 ردیف سیاهدانه - 1 ردیف ماش] و کنترل علف هرز در 2 سطح [V1: عدم کنترل علف هرز، V2: کنترل کامل علف هرز] در سه تکرار اجرا شد. نتایج نشان داد شاخص سطح برگ (LAI) ماش در کشت مخلوط کاهش پیدا کرد اما LAI در سیاهدانه افزایش یافت. وزن خشک ماش در مخلوط نسبت به کشت خالص تغییری نداشت، اما این صفت در سیاهدانه افزایش داشت. سیاهدانه در کشت مخلوط ارتفاع بیشتری نشان داد. برای ماش آرایش‌های کاشت A8 ، A4 ، A5 و A3 در تعداد شاخه جانبی، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف برتری نشان دادند. اجزای عملکرد سیاهدانه همچون تعداد شاخه جانبی، تعداد کپسول پر در بوته و تعداد دانه در کپسول در آرایش‌های کاشت A3 ، A5 و A7 بعد از کشت خالص مقادیر بیشتری داشتند. در آرایش‌های کاشت با افزایش نسبت ماش بر تعداد گونه، جمعیت، بیوماس و فراوانی هر یک از گونه‌های علف هرز کاسته شد در تیمار عدم کنترل علف هرز از تعداد شاخه جانبی، تعداد غلاف یا کپسول پر در بوته، تعداد دانه در غلاف یا کپسول و در نتیجه از عملکرد هر دو گیاه کاسته شد. عملکرد ماش و سیاهدانه با افزایش نسبت هر یک در کشت مخلوط افزایش یافت. نسبت برابری زمین در همه آرایش های کاشت بیشتر از یک بود اما سطح A8 با مقدار 1/2 مزیت بیشتری را نسبت به کشت خالص نشان داد.

واژه‌های کلیدی: آرایش کشت، کشت نواری، آنالیز رشد، عملکرد دانه، نسبت برابری زمین

مقدمه

کشت مخلوط نمودی از یک نظام پایدار کشاورزی است که دارای اهمیت فراوانی از جمله استفاده بهینه از تمامی منابع مانند نور، آب و عناصر غذائی خاک می‌باشد (Mazaheri, 1993). اصولاً اختلافات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی بین اجزای کشت مخلوط در مقایسه با تک کشتی باعث افزایش عملکرد می‌شود. به طور کلی استفاده بهتر از عوامل محیطی موجود و افزایش عملکرد در واحد سطح (Rahimian et al., 1992)، ثبات عملکرد خصوصاً تحت شرایط تنش‌های مختلف محیطی (Azam-Ali et al., 1990)، ایجاد تنوع و ثبات در اکوسیستم‌های زراعی و استفاده از مزایای جانبی آن (Nasiri Mohalati et al., 2001)، افزایش کیفیت و کمیت محصول (Putnam & Allen, 1992)، افزایش راندمان مصرف آب (Morris et al., 1990)، کاهش مصرف سموم وآفت کش‌های شیمیائی و کنترل فرسایش خاک (Mazaheri, 1993 و Koocheki et al., 1995) از جمله اهدافی می‌باشند که در کشت مخلوط دنبال می‌شوند. در کشت مخلوط اگر کمبود منابع وجود نداشته باشد رقابت فقط بر سر کسب نور است و نور عامل محدود کننده عملکرد می‌شود (Ottman & Welch, 1995). تفاوت در فرم و ساختمان گیاهان همراه در کشت مخلوط، امکان نفوذ نور بیشتر به داخل پوشش گیاهی و بهره‌برداری بهتر از آنرا فراهم آورده و باعث افزایش پتانسیل کشت مخلوط می‌گردد (Tsubo et al., 2004). محققین مختلف، دلایل عمده موفقیت تولید در تراکم بالای کشت مخلوط را جذب بیشتر نور

1، 2، 3 و 4- به ترتیب عضو هیأت علمی، دانشجوی فارغ التحصیل کارشناسی ارشد، عضو هیأت علمی و دانشجوی دکتری گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: rezvani@ferdowsi.um.ac.ir)

خورشید در اوایل فصل کاشت و امکان رقابت بهتر این سیستم با علف‌های هرز دانسته‌اند (Boquet et al., 1982).

آزمایشات گوناگون نشان داده‌اند که ترکیب گونه‌ای علف‌های هرز متاثر از گونه‌های زراعی کشت شده در یک مزرعه نیز می‌باشند (Majnoon Hoseini & Colar, 1988). بنابراین با مشاهده گونه های علف هرز موجود در یک کشت خالص می‌توان ترکیب گونه‌ای علف‌های هرز را در زراعت‌های مخلوط پیش‌بینی نمود (D'Antuono' et al., 2002). مطالعات رادوسویچ (Radosevich, 1987) ثابت نمود که عوامل رشد مرتبط با جثه گیاه و سطح برگ بهترین معیارهای پیشگویی قابلیت رقابت در علف‌های هرز هستند.

سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) گیاهی است که، بصورت خودرو از جنوب اروپا تا منطقه خاورمیانه و شبه قاره هند دیده می‌شود، ولی محققان منشاء آن را منطقه مدیترانه و غرب آسیا می‌دانند (D'Antuono' et al., 2002). در ایران نیز بصورت خودرو در بسیاری از مناطق دیده می‌شود و در برخی نقاط نیز بصورت پرورشی مورد کشت و کار قرار می‌گیرد (Majnoon Hoseini, 1993). این گیاه یک ساله و علفی بوده و عنوان یک گیاه دارویی دارای پشتوانه تاریخی و مذهبی قوی می‌باشد (Ghosheh et al., 1999). دانه‌های این گیاه 30 تا 40 درصد روغن، 20 درصد پروتئین و 0/5 تا 1/5 درصد اسانس دارد (Boskabady & Shirmohammadi, 2002 و D'Antuono' et al., 2002). از خواص دارویی آن می‌توان به خاصیت ضد سرطانی، ضد حساسیت، ضد دیابت، ضد فشار خون و بیماری‌های قلبی عروقی، خاصیت ضد فساد پذیری، ضد باکتریایی و خاصیت افزایش ایمنی بدن در برابر بیماری‌ها اشاره نمود (Zargari, 1997 ، Ghosheh et al., 1999).

ماش (*Vigna radiate* L. Wilczek) گیاهی یکساله، بوته‌ای یا نیمه رونده و از خانواده لگوم است که در حال حاضر در قسمت‌های مختلف دنیا از جمله کشورهای حوزه مدیترانه به صورت مخلوط با سایر گیاهان کشت می‌شود. ماش به این دلیل که یک منبع سرشار از پروتئین (19/5 تا 28/45 درصد) با کیفیت بالا می‌باشد (Majnoon Hoseini & Colar, 1988)، نقش بسزایی را در تغذیه مردم کم درآمد کشورهای در حال توسعه دارد. این گیاه در غنی ساختن و باروری خاک از طریق تثبیت بیولوژیکی نیتروژن (Agboola & Fayami, 1972)، در جلوگیری از فرسایش خاک به صورت یک گیاه پوششی، به عنوان یک گیاه کنترل کننده علف هرز (Majnoon Hoseini & Colar, 1988)، همچنین اغلب اوقات بصورت علوفه سبز، خشک و سیلو شده نیز کاربرد دارد (Abedi & Majde Nassiri, 1994). Dhingra et al. (1991) افزایش عملکرد ذرت را در مخلوط با ماش ناشی از قابلیت تثبیت نیتروژن ، پایین آوردن 2 تا 3 درجه سانتیگراد دمای خاک، همچنین ایجاد پوشش در بین ردیف‌ها و کنترل علف هرز به وسیله گیاه ماش عنوان نمودند. از ماش به طور گسترده در کشت مخلوط با سایر گیاهان استفاده شده است. نتایج این تحقیقات نشان داده است ماش باعث کنترل علف‌های هرز (Behera Pandita et al., 2000; et al., 1994; Mandal et al., 1994، Roy, 1997;)، افزایش نیتروژن خاک (Agboola & Fayami, 1972)، افزایش عملکرد (Mandal et al., Dhingra et al., 1991 1990;، Mandal et al., 1994;)، افزایش نسبت برابری زمین (Mandal et al., 1990; Agboola & Fayami, 1972 Mandal et al., 1994;)، افزایش سود خالص و بازده اقتصادی (Roy, 1997; Pandita et al., 2000; Mandal et al., 1990; در کشت مخلوط شده است.

گیاهان دارای رشد سریع همانند ماش قابلیت بیشتری در رقابت با علف‌های هرز داشته و چنانچه در کشت مخلوط با گیاهانی که دارای رشد کندی هستند قرار گیرند می‌توانند از رشد و نمو علف‌های هرز جلوگیری نموده و باعث افزایش در بهره‌وری از زمین زراعی شوند.

هدف از این مطالعه مقایسه ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط ماش و سیاهدانه برای پیدا کردن ترکیب یا آرایشی است که حداکثر عملکرد و بیشترین کارایی استفاده از منابع را به دنبال داشته باشد و بیشترین تأثیر را بر کاهش جمعیت علف هرز داشته باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی 1385-1384 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. آزمایش بصورت فاکتوریل در پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با 3 تکرار و 2 فاکتور اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل فاکتور الگوی کاشت (A) در هشت سطح و فاکتور کنترل علف هرز (V) در دو سطح (1-کنترل و 2- عدم کنترل علف هرز) بود.

سطوح فاکتور A : A1 :100درصد سیاهدانه، A2 : 100 درصد ماش، A3 : سه ردیف سیاهدانه- دو ردیف ماش، A4 : دو ردیف سیاهدانه- سه ردیف ماش، A5 : دو ردیف سیاهدانه- یک ردیف ماش، A6 : یک ردیف سیاهدانه- دو ردیف ماش، A7 : سه ردیف سیاهدانه- سه ردیف ماش (کشت نواری) ، A8 : یک ردیف سیاهدانه- یک ردیف ماش (کشت ردیف) .

عملیات آماده سازی زمین به منظور خرد کردن کلوخه ها، از بین بردن علف‌های هرز، قطع و خرد کردن گیاهان موجود و مخلوط کردن آنها با خاک و اصلاح بستر بذر شامل دیسک، لولر و فاروزنی در اوایل اردیبهشت ماه انجام شد. با توجه به نتایج به دست آمده از آزمایش تجزیه خاک (جدول1)، نیاز کودی حدود 100 کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل و 150 کیلوگرم در هکتار اوره تشخیص داده شد. تمام کود فسفاته و نصف اوره قبل از کاشت و قبل از عملیات تکمیلی داده شد. 75 کیلوگرم اوره باقیمانده در 5 تیر ماه (در

هنگام آغاز گلدهی ماش و سیاهدانه) بصورت سرک در بین ردیف‌ها قرار گرفت. بذور مورد استفاده در این آزمایش برای ماش رقم گنبد و برای سیاهدانه از توده‌های بومی منطقه مشهد انتخاب گردید. عملیات کاشت هر دو گونه در 5 تا 8 خرداد ماه و به روش خشکه کاری در کرت هایی به ابعاد 4x3 متر مربع انجام شد. فواصل بین ردیف 50 سانتیمتر و روی ردیف برای سیاهدانه 2 و برای ماش 10 سانتیمتر در نظر گرفته شد. دور آبیاری در دو هفته آغازی پنج روزه و بعد از آن هفت روزه بود. وجین اولیه دو هفته بعد از کاشت در سرتاسر واحد آزمایشی انجام شد و در سطح تیمار کنترل کامل علف‌هرز تا انتهای دوره رشد هر دو هفته انجام گردید. در طول فصل رشد اندازه گیری‌های مربوط به سطح برگ و وزن خشک از 50 روز بعد از کاشت شروع شد و هر 10 روز تا پایان فصل رشد ادامه یافت. برای تعیین عملکرد نهایی، سیاهدانه در تاریخ 10 شهریور و ماش در 4 تا 7 مهر از سطحی معادل 12 متر مربع برداشت شد. پیش از برداشت نهائی تعداد 10 بوته از هر گیاه و از هر واحد آزمایشی به طور تصادفی برداشت شده و صفات و ویژگی هایی از قبیل ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های جانبی، تعداد غلاف یا کپسول در بوته، تعداد غلاف یا کپسول پوک در بوته ، تعداد دانه در غلاف یا کپسول، وزن هزار دانه و شاخص برداشت ماش و سیاهدانه و تعداد برچه در کپسول برای سیاهدانه و عملکرد این گیاهان تعیین گردید.

همچنین تعداد گونه، فراوانی و بیوماس علف‌های هرز مزرعه با استفاده از کوادرات 0/5 × 0/5متر مشخص گردید.

برای آنالیز آماری داده‌ها از نرم افزار MSTATC و برای رسم شکلها از نرم افزار EXCEL استفاده شد. به منظور مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال 5 درصد انجام استفاده شد.

نتایج و بحث

شاخص سطح برگ ماش

در ابتدای دوره رشد ماش (شکل1) تفاوتی در شاخص سطح برگ، بین آرایش‌های مختلف کاشت مشاهده نشد، چون در ابتدای رشد، برگ‌های گیاه کوچک بوده و گیاه بیشترین انرژی را صرف رشد ریشه می‌کرد. ولی پس از شروع رشد سریع، اثر رقابتی به خصوص با علف‌های هرز نمایان شده و باعث اختلاف در روند افزایش LAI بین الگوهای مختلف کاشت شد. بررسی شکل 1 نشان می‌دهد کشت مخلوط در برخی از آرایش‌های کاشت (A8 ، A6 ، A7 و A3) سبب شده نسبت به کشت خالص افزایش سطح برگ را در ابتدای فصل رشد زودتر آغاز نمایند. شاید افزایش رقابت برای جذب بیشتر نور در کشت مخلوط مهمترین دلیل این امر باشد. اما در کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص ماش شاخص سطح برگ حداکثر در زمان زودتری به وقوع پیوست. همچنین در کشت مخلوط مقدار حداکثر شاخص سطح برگ نسبت به کشت خالص ماش کمتر بود. درکل با افزایش تراکم بوته، شاخص سطح برگ تک گیاه ممکن است با کاهش مواجه گردد و این کاهش در گیاهان مغلوب در رقابت محسوس می‌باشد ولی در کل مجموع سطح برگ گیاهان در واحد سطح افزایش می‌یابد (Dhingra et al., 1991). در کشت مخلوط، بیشترین سطح برگ در آرایش کاشت A4 (3 ردیف ماش، 2 ردیف سیاهدانه) تولید شد. Pandita et al. (2000) در مطالعات خود بر روی کشت مخلوط انواع لگوم و ذرت نشان دادند، بیشترین شاخص سطح برگ ماش در کشت مخلوط ماش ـ ذرت مربوط به کشت خالص آن بود. همچنین Shivaraum & Shivashankar (1994) در تحقیق خود در کشت مخلوط آفتابگردان و سویا اظهار داشتند هر دو گیاه در کشت خالص سطح برگ بیشتری نسبت به کشت مخلوط دارا بودند. آنها همچنین عنوان کردند هرچه تراکم کشت مخلوط افزایش یافت از میزان شاخص سطح برگ کاسته شد Azam-Ali et al. (1990) نیز در بررسی کشت مخلوط سورگوم و بادام زمینی (*Arachis hypogaea*) نشان دادند کشت خالص نسبت به کشت مخلوط شاخص سطح برگ بیشتری داشت. بنابراین در آزمایش حاضر در آرایش‌های کاشتی که چند ردیف ماش در کنار یکدیگر در کشت مخلوط قرار گرفتند بیشترین شاخص سطح برگ را بعد از کشت خالص دارا بودند. Chandel et al. (1993) نیز کاهش سطح برگ لگوم‌ها را در کشت مخلوط نشان دادند.

شاخص سطح برگ سیاهدانه

در مراحل اولیه رشد بین سطوح مختلف آرایش کاشت در افزایش سطح برگ سیاهدانه نیز اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، ولی با افزایش طول فصل رشد اختلاف بین تیمارها از نظر این صفت بیشتر شد (شکل2). تیمارهای A7 وA6 به ترتیب بیشترین و کمترین شاخص سطح برگ را در اواخر فصل رشد شامل بودند (شکل2). شاخص سطح برگ سیاهدانه در روزهای بین 90 تا 95 روز پس از کاشت به حداکثر خود رسید، اما به دلیل کوتاه بودن فصل رشد این گیاه، فرصت کافی جهت توسعه بیشتر سطح برگ وجود نداشته، لذا سیاهدانه با توجه به فاصله ردیف‌های 0/5 متری هرگز نتوانست شاخص سطح برگ خود را به یک برساند. از طرفی با توجه به اینکه نمونه‌گیری در فواصل 10 روزه انجام می‌شد لذا از روز 90 تا روز 100 پس از کاشت در عمل سطح سبزی از گیاه باقی نماند تا بتوان آن را به عنوان شاخص سطح سبز در نظر گرفت.

گیاه سیاهدانه در رقابت با علف‌های هرز و ماش ضعیف بود لذا در ردیف‌های باز و در سطوحی از آرایش کاشت که به صورت چند ردیف (آرایش کاشت نواری) در بین ردیف‌های ماش قرار گرفتند، از شرایط

مناسب‌تری برخوردار بودند (شکل2). اینگونه به نظر می‌رسد زمانیکه چند ردیف از سیاهدانه در بین ردیف‌های ماش قرار گیرد فضای مناسب‌تری جهت رشد سیاهدانه فراهم می‌گردد. (Dhingra et al. 1991) نیز نشان دادند مجموع سطح برگ ماش و ذرت در کشت مخلوط از کشت خالص ذرت بیشتر بود. بنابراین کشت مخلوط نسبت به کشت خالص از لحاظ افزایش تولید سطح سبز دارای مزیت می باشد.

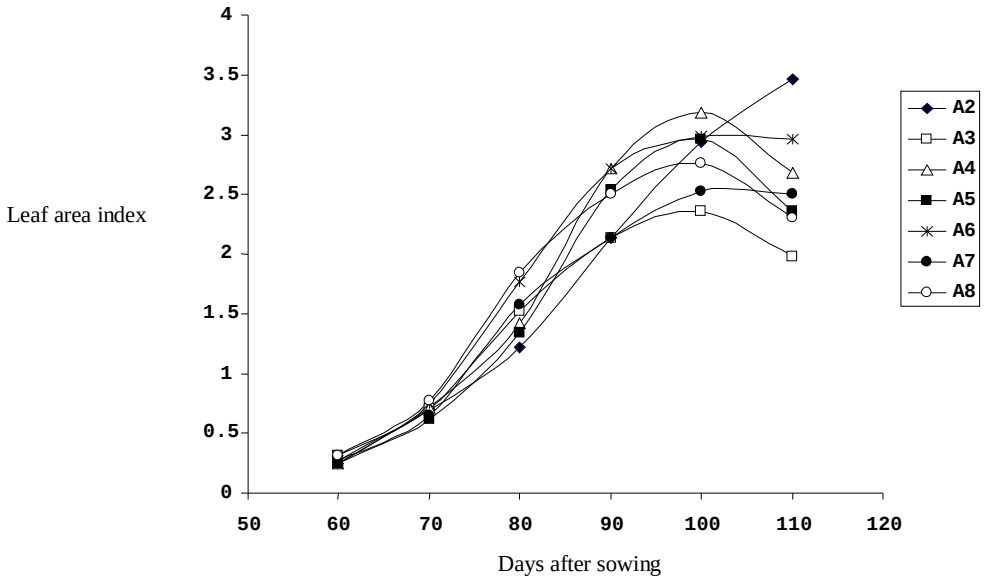
تجمع ماده خشک در گیاه ماش

تغییرات وزن خشک گیاه ماش از شکل سیگموئیدی تبعیت نمود و بیشترین و کمترین مقدار تجمع ماده خشک به ترتیب در آرایش های کاشت A2 و A3 به دست آمد (شکل3).

جدول1- خصوصیات فیزیکو شیمیایی خاک مزرعه مورد استفاده در آزمایش

Table 1- Physico-chemical characteristics of the site of experiment soil.

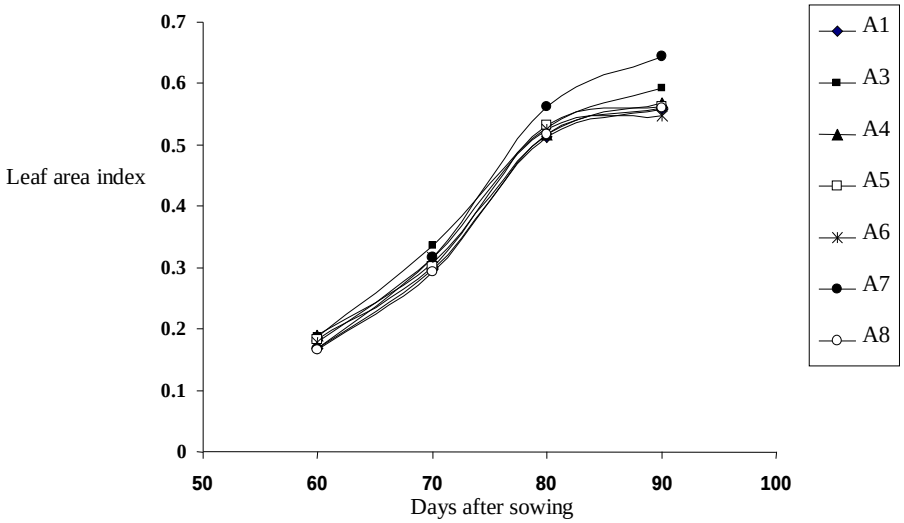
شن Sand (%)	سیلت Silt (%)	رس Clay (%)	مواد آلی خاک Soil organic (%)	pH	EC (ds/m)	پتاسیم Potash (ppm)	فسفر Phasphate (ppm)	نیتروژن nitrogen (ppm)	بافت خاک Soil texture
31	40	29	1.3	8	3.36	185	34	26	لومی رسی Clay-loam



شکل1- اثر آرایش‌های مختلف کاشت در مخلوط ماش و سیاهدانه بر شاخص سطح برگ ماش

A2 : کشت خالص ماش، A3 : 75% سیاهدانه ، 25% ماش (3 ردیف سیاهدانه، 2 ردیف ماش)، A4 : 25% سیاهدانه، 75% ماش (3 ردیف ماش، 2 ردیف سیاهدانه)، A5 : 75% سیاهدانه ، 25% ماش (2 ردیف سیاهدانه، 1 ردیف ماش)، A6 : 25% سیاهدانه، 75% ماش (2 ردیف ماش، 1 ردیف سیاهدانه)، A7 : 50% سیاهدانه ، 50% ماش (نواری)، A8 : 50% سیاهدانه ، 50% ماش (ردیف‌های متناوب)

Fig. 1- Effect of different mung bean and black cumin sowing patterns on mung bean leaf area index



شکل 2- اثر آرایش‌های مختلف کاشت در مخلوط ماش و سیاهدانه بر شاخص سطح برگ سیاهدانه

A1 : کشت خالص سیاهدانه، A3 : 75% سیاهدانه ، 25% ماش (3 ردیف سیاهدانه، 2 ردیف ماش)، A4 : 25% سیاهدانه، 75% ماش (3 ردیف ماش، 2 ردیف سیاهدانه)، A5 : 75% سیاهدانه ، 25% ماش (2 ردیف سیاهدانه، 1 ردیف ماش)، A6 : 25% سیاهدانه، 75% ماش (2 ردیف ماش، 1 ردیف سیاهدانه)، A7 : 50% سیاهدانه ، 50% ماش (نواری)، A8 : 50% سیاهدانه ، 50% ماش (ردیفهای متناوب)

Fig. 2- Effect of different mung bean and black cumin sowing patterns on black cumin leaf area index

در تمامی آرایش‌های کاشت در ابتدا روندی کند و از 70 تا 100 روز پس از کاشت بصورت تصاعدی افزایش یافت، در سطوح آرایش کاشت A2 و A6 این روند همچنان ادامه یافت. تا روز صدم پس از کاشت این افزایش بیشتر ناشی از رشد رویشی و افزایش سطح برگ و بعد از آن به دلیل تشکیل و پر شدن غلاف‌ها بود. با توجه به شکل 3 در آرایش‌های کاشت ، A5 و A6، 110 روز پس از کاشت مقدار وزن خشک در متر مربع از مرز 1200 گرم گذشت. و این در حالی بود که مقدار وزن خشک در دو آرایش کاشت A3 و A7 زیر 1000 گرم در متر مربع بود. Herbert et al. (1984) در تحقیقات خود در کشت مخلوط ذرت و سویا، یک ردیف ذرت را در مخلوط، با ردیفی معادل آن در کشت خالص مقایسه نموده و نشان دادند که کشت مخلوط نسبت به کشت خالص وزن خشک بیشتری تولید نمود در حالیکه سویا از این لحاظ در کشت خالص برتری نشان داد. آنها مزیت کشت مخلوط ذرت – سویا را نسبت به کشت خالص اینگونه توجیه نمودند، که افزایش وزن خشک در ذرت خیلی بیشتر از کاهش آن در سویا بوده است.

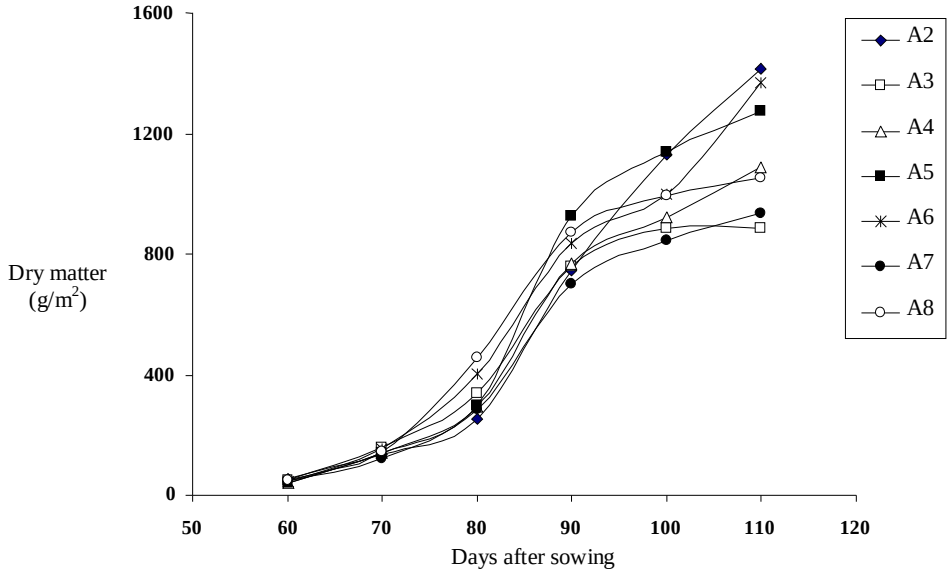
تجمع ماده خشک در سیاهدانه

سیاهدانه در تمام آرایش‌های کاشت از وزن خشک پایینی برخوردار بود (شکل4). شاید دلیل اصلی آن تأخیر در کاشت این گیاه بوده است. محققین در تحقیقات انجام شده بر روی گیاه سیاهدانه اظهار داشتند با تأخیر در کاشت این گیاه از میزان شاخص سطح برگ و وزن خشک به شدت کاسته می‌شود (Dhingra et al., 1991).

آرایش کاشت A7 و A3 به ترتیب از بیشترین شاخص سطح برگ و وزن خشک سیاهدانه برخوردار بودند و تیمار A6 کمترین میزان وزن خشک را در طول فصل رشد داشت (شکل4). بنابراین روند افزایش وزن خشک از روند شاخص سطح برگ تبعیت می‌کرد (شکل2و4). به نظر می‌رسد گیاه سیاهدانه علاوه بر رقابت درون گونه ای که طبیعتاً در بین همه گونه‌های گیاهی وجود دارد، با رقابت بین گونه‌ای قابل ملاحظه‌ای نیز روبرو بوده است. لذا هنگامی که در بین ردیف‌های ماش کاشته شد وزن خشک بالاتری را دارا بود (شکل4).

ارتفاع بوته

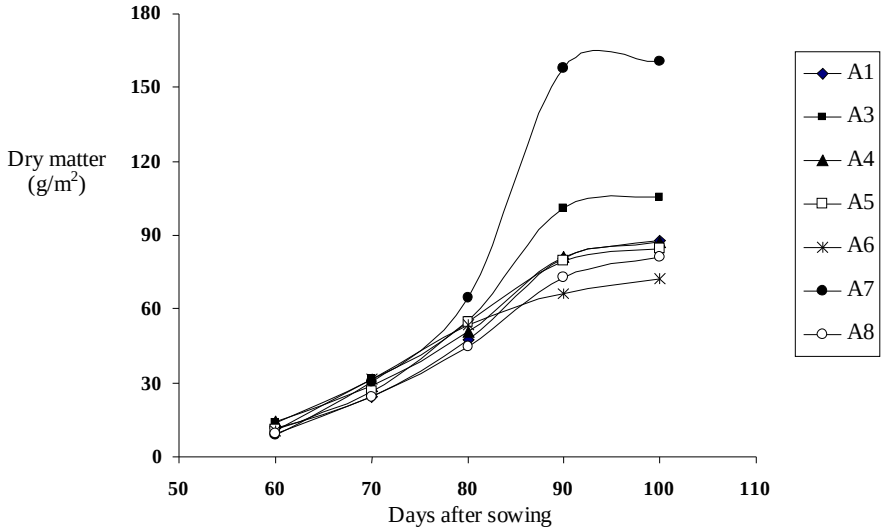
اثرات ساده و متقابل کلیه تیمارهای آزمایشی بر صفت ارتفاع بوته سیاهدانه و ماش معنی دار بود. بیشترین و کمترین ارتفاع بوته ماش، به ترتیب در تیمارهای A6 و A5 بدست آمد (جدول2). از نتایج جدول 2 بخوبی می‌توان نتیجه گرفت که رقابت بین گونه‌ای بیشتر از درون گونه‌ای بر کاهش عملکرد جزئی ماش در کشت مخلوط با سیاهدانه تأثیر داشته است، بطوریکه عملکرد ماش در تیمارهای A4 ، A6 و A7 بیشتر از الگوهای کشت A3 و A5 بود که تعداد ردیف‌های سیاهدانه بیشتر از ماش بود.



شکل 3- اثر آرایش‌های مختلف کاشت در مخلوط ماش و سیاهدانه بر وزن خشک ماش

A2 : کشت خالص ماش، A3 : 75% سیاهدانه ، 25% ماش (3 ردیف سیاهدانه، 2 ردیف ماش3)، A4 : 25% سیاهدانه، 75% ماش (3 ردیف ماش، 2 ردیف سیاهدانه)، A5 : 75% سیاهدانه ، 25% ماش (2 ردیف سیاهدانه، 1 ردیف ماش)، A6 : 25% سیاهدانه، 75% ماش (2 ردیف ماش، 1 ردیف سیاهدانه)، A7 : 50% سیاهدانه ، 50% ماش (نواری)، A8 : 50% سیاهدانه ، 50% ماش (ردیفهای متناوب)

Fig. 3- Effect of different mung bean and black cumin sowing patterns on mung bean dry matter.



شکل 4- اثر آرایش‌های مختلف کاشت در مخلوط ماش و سیاهدانه بر وزن خشک سیاهدانه

A1 : کشت خالص سیاهدانه، A3 : 75% سیاهدانه ، 25% ماش (3 ردیف سیاهدانه، 2 ردیف ماش)، A4 : 25% سیاهدانه، 75% ماش (3 ردیف ماش، 2 ردیف سیاهدانه)، A5 : 75% سیاهدانه ، 25% ماش (2 ردیف سیاهدانه، 1 ردیف ماش)، A6 : 25% سیاهدانه، 75% ماش (2 ردیف ماش، 1 ردیف سیاهدانه، A7 : 50% سیاهدانه ، 50% ماش (نواری)، A8 : 50% سیاهدانه ، 50% ماش (ردیفهای متناوب)

Fig. 4- Effect of different mung bean and black cumin sowing patterns on black cumin dry matter.

ماش در شرایط عدم کنترل علف هرز نسبت به شرایط اعمال کنترل علف هرز ارتفاع بوته‌بیشتری نشان داد (جدول4). اگرچه اختلاف معنی‌داری در بین این آرایش‌های کاشت مشاهده نشد. مطالعات نشان می‌دهد اندام‌های گیاهچه ماش که در برابر نور رشد می‌نماید، نسبتاً کوتاه‌تر و ضخیم‌تر بوده و آهسته‌تر بر میزان طول آن افزوده می‌شود (Zargari, 1993). محققین اظهار داشتند هورمون گیاهی IAA (Indol -3 –acetic acid) در افزایش طول ساقه‌چه نقش دارد. آنها نشان دادند نور باعث کاهش میزان این هورمون در اندام‌های گیاهی شده و از میزان رشد و طویل شدن اندام‌ها می‌کاهد (Zargari, 1993 و Chen et al., 2002). بنابراین در آرایش‌هایی از کشت مخلوط‌که ردیف‌های ماش بصورت متناوب در ردیف‌های سیاهدانه قرار گرفت و همچنین در سطوحی که کنترل کامل علف هرز اعمال گردید، ارتفاع بوته ماش نیز کمتر بود.

تأثیر عوامل آرایش کاشت و کنترل علف هرز بر ارتفاع سیاهدانه معنی دار بود. بیشترین و کمترین ارتفاع سیاهدانه به ترتیب در الگوهای کشت A6 و کشت خالص سیاهدانه بدست آمد (جدول3). که این نشان دهنده تأثیر مثبت کشت مخلوط بر ارتفاع گیاه سیاهدانه می‌باشد. سیاهدانه در شرایط عدم کنترل علف هرز نسبت به اعمال کنترل علف هرز در همه آرایش‌های کاشت از ارتفاع بیشتری برخوردار بود (جدول5). نور اثر بارزی روی رشد ساقه دارد. در شرایط تاریکی و سایه، طویل شدن میانگره‌ها زیاد بوده و طول میانگره‌ها مشابه میانگره مزوکوتیل عمل می‌نماید (Agboola & Fayami, 1972). زمانی که تراکم گیاهی زیاد است، شرایط ایجاد شده مشابه تاریکی بوده و سبب افزایش طول میانگره‌ها می‌شود. گمان می‌رود اثر سایه مربوط به زیاد شدن اکسین باشد که احتمالاً توأم با جیبرلین این اثر تشدید می‌شود. از نظر تئوری، اکسین در گیاهانی که در شرایط سایه قرار می‌گیرند، کمتر توسط نور تجزیه می‌شود. زیرا تابش شدید نور سبب کاهش اکسین و در نتیجه کاهش ارتفاع می‌گردد (Agboola & Fayami, 1972).

اجزای عملکرد

تعداد شاخه‌های جانبی در بوته

تعداد شاخه جانبی در بوته ماش از نظر تیمارهای الگوی کاشت و اثر متقابل الگوی کاشت در کنترل علف هرز اختلاف معنی داری را نشان داد. تیمارهای A8 و A5 به ترتیب بیشترین (7/5 عدد) و کمترین (6/07 عدد) تعداد شاخه جانبی در بوته ماش را دارا بودند (جدول2). در بررسی اثر متقابل آرایش کاشت و سطوح کنترل علف‌هرز (جدول4)، مشاهده شد با کنترل کامل علف هرز تعداد شاخه های جانبی افزایش یافت. به نظر می‌رسد در شرایط کنترل علف هرز، گیاه بجای افزایش ارتفاع و رقابت جهت دسترسی به نور بیشتر، به افزایش تعداد شاخه جانبی پرداخته تا از فضای باز اطراف خود جهت دریافت نور بیشتر حداکثر استفاده را بنماید. همچنین مشاهده شد، آرایش‌های کاشتی‌که فضای بیشتری را در اطراف گیاه ماش فراهم می‌آورند (A8 و A3)، باعث افزایش فعالیت گیاه جهت پر نمودن فضای اطراف و گسترش کانوپی می‌شوند. افزایش تعداد شاخه‌های جانبی و دسترسی بیشتر به نور سبب تحریک آغازیهای گل و در نتیجه باعث افزایش تعداد شاخه‌های زایشی، در چارچوب پتانسیل ژنتیکی گیاه می‌شود (Agboola & Fayami, 1972).

در گیاه سیاهدانه کلیه تیمارهای آزمایشی از نظر این صفت اختلاف معنی داری نشان دادند. کشت مخلوط باعث کاهش تعداد شاخه جانبی در گیاه سیاهدانه نسبت به کشت خالص شد ، بطوریکه بیشترین تعداد شاخه جانبی در کشت خالص سیاهدانه بدست آمد (جدول3). در تیمار کنترل کامل علف هرز تعداد شاخه جانبی در بوته، در تمامی الگوهای کاشت سیاهدانه بیشتر از تیمار عدم کنترل علف هرز بود. به نظر می‌رسد به دلیل کاهش رقابت این گیاه با علف هرز، مواد غذایی بیشتری جهت تولید تعداد شاخه‌های جانبی در اختیار داشته است.

Mandal et al. (1994) در بررسی کشت مخلوط ماش با برنج بیان نمودند، ماش در کشت مخلوط با برنج نسبت به کشت خالص از تعداد شاخه جانبی بیشتری برخوردار بود. آنها علت این امر را در استفاده بهتر از منابع در کشت مخلوط عنوان نمودند. اما Wahua et.al. (1981) اظهار داشتند تعداد شاخه‌های جانبی لوبیا در کشت مخلوط ذرت و لوبیا نسبت به کشت خالص کاهش معنی‌داری نشان داد. به نظر می‌رسد سایه اندازی ذرت بر روی لوبیا باعث کاهش تعداد شاخه‌های جانبی شده بود. بنابراین چنانچه ماش با گیاهی با فرم بوته ای بزرگتری در رقابت قرار گیرد، به نظر می‌رسد از تعداد شاخه‌های جانبی آن کاسته شود. اما اگر ماش با گیاهی همچون سیاهدانه که از فرم بوته‌ای کوچکتری برخوردار است در کشت مخلوط قرار گیرد بر تعداد شاخه‌های جانبی آن افزوده می‌شود. این نتایج با مطالعات سایر محققین نیز مطابقت دارد (Mandal et al., 1990; Mandal et al., 1994).

تعداد غلاف یا کپسول‌پر در بوته

تعداد غلاف در بوته‌ی ماش از نظر آرایش‌های مختلف کاشت اختلاف معنی داری نشان داد ولی از نظر فاکتور کنترل علف هرز اختلاف معنی داری نشان نداد. تیمارهای A3 و A6 به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد غلاف پر در بوته را دارا بودند (جدول2). در کل می‌توان بیان کرد که اثر کشت مخلوط بر تعداد غلاف در بوته گیاه ماش مثبت بوده، که این می‌تواند به دلیل کاهش رقابت درون

گونه‌ای باشد. محققین در بررسی کشت مخلوط ماش و ذرت، بالا بودن عملکرد در آرایش‌های کاشت جفتی با دو ردیف ماش و ردیف های متناوب ماش و ذرت را ناشی از تعداد بیشتر غلاف در گیاه تشخیص دادند. آنها اظهار داشتند افزایش تعداد غلاف در بوته ناشی از فضای قابل دسترس بیشتر در اطراف کانوپی ماش بوده است (Dhingra et al., 1991). Mazaher (1985) بیان نمود که با افزایش تراکم در لوبیا تعداد غلاف در بوته به دلیل رقابت درون گونه‌ای به شدت کاهش یافت. همچنین Mandal et al. (1990) نیز بیان نمودند، ماش در ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط با برنج نسبت به کشت خالص از تعداد غلاف بیشتری در بوته برخوردار است. آنها علت این افزایش را استفاده کارآمدتر از فضای کانوپی و سایر منابع عنوان نمودند. گیاه ماش بدلیل کوچک بودن گیاه سیاهدانه، فضای مناسب تری برای افزایش تعداد شاخه جانبی و در نتیجه تعداد غلاف در بوته داشت. در بررسی اثر متقابل بین آرایش کاشت و کنترل علف هرز مشاهده شد که، با کنترل علف هرز در تیمارهای A3، A4، A5 و A8 تعداد غلاف پر در بوته افزایش یافت (جدول4).

جدول2- مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی گیاه ماش درتیمارهای مختلف آرایش کاشت

Table 2- Mean comparison of different mung bean characters in different sowing pattern

ارتفاع بوته plant height (cm)	تعداد شاخه جانبی در بوته number of branches / plant	تعداد غلاف پر در بوته number of full pods/plant	تعداد دانه در غلاف number of seed / pods	وزن هزار دانه 1000 seed (g) weight	شاخص برداشت harvest index	وزن دانه در بوته seed weight/plant (g)	عملکرد دانه Grain yield (kg/ha)	تیمارها Treatments
-	-	-	-	-	-	-	-	A1
39.7 ab	6.60 bc	36.0 b	9.67 a	37.6 a	25.9 ab	9.51 c	1902 a	A2
39.2 ab	6.77 abc	53.7 a	9.90 a	36.1 ab	28.3 ab	13.7 b	683 d	A3
42.4 ab	6.73 abc	40.4 ab	9.87 a	36.3 ab	23.8 b	12.0 bc	1800 a	A4
31.1 b	6.07 c	43.4 ab	9.57 a	36.1 ab	24.9 ab	17.3 a	867 d	A5
49.6 a	6.60 bc	35.1 b	10.1 a	32.9 b	23.7 b	10.1 c	1510 b	A6
43.2 ab	7.30 ab	43.1 ab	9.70 a	36.7 ab	23.6 b	11.9 bc	1186 c	A7
36.9 ab	7.50 a	49.8 ab	9.77 a	35.7 ab	29.7a	14.6 ab	1456 bc	A8

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون دانکن در سطح 5% دارای تفاوت معنی داری نمی باشند.

Means with at least one similar letter, are not significant different (P<= 0.05) based on Dunkan test.

جدول3- مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی گیاه سیاهدانه درتیمارهای مختلف آرایش کاشت

Table 3- Mean comparison of different balck cumin characters in different sowing pattern

ارتفاع بوته plant height (cm)	تعداد شاخه جانبی در بوته number of branches / plant	تعداد فولیکول پر در بوته number of full follicle /plant	تعداد دانه در فولیکول number of seed / follicle	وزن هزار دانه 1000 seed weight (g.)	شاخص برداشت harvest index	وزن دانه در بوته seed weight/ Plant (g.)	عملکرد دانه Grain yield (kg/ha)	تیمارها Treatments
14.8 c	3.53 a	3.47 ab	24.0 a	2.93 abc	26.7 a	0.31 ab	309 a	A1
-	-	-	-	-	-	-	-	A2
15.8 bc	3.43 ab	3.97 a	24.7 a	3.12 ab	26.6 a	0.32 a	242 b	A3
16.9 ab	3.00 b	2.90 bc	22.5 ab	3.23 a	22.7 a	0.26 b	64.0 d	A4
14.8 c	3.23 ab	2.57 c	20.7 ab	3.13 ab	22.4 a	0.28 ab	213 b	A5
18.5 a	2.60 c	2.87 bc	17.3 b	2.88 bc	22.9 a	0.28 ab	71.0 d	A6
15.3 bc	3.40 ab	3.57 ab	25.1 a	2.80 c	25.3 a	0.27 ab	135 c	A7
15.3 bc	3.17 ab	3.10 bc	21.7 ab	2.95 abc	25.1 a	0.27 ab	134 c	A8

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون دانکن در سطح 5% دارای تفاوت معنی داری نمی باشند.

Means with at least one similar letter, are not significant different (P<= 0.05) based on Dunkan test.

جدول4- مقایسه میانگین اثر متقابل آرایش کاشت و کنترل علف هرز بر صفات مورد ارزیابی گیاه ماش

Table 4- Mean comparison of the interaction effect of sowing pattern and weed control on mung bean

تیمارها Treatments	عملکرد دانه Grain yield (kg/ha)	وزن دانه در بوته seed weight/plant (g)	شاخص برداشت harvest index	وزن هزار دانه 1000 seed weight (g)	تعداد دانه در غلاف number of seed / pods	تعداد غلاف پر در بوته number of full pods/plant	تعداد شاخه جانبی در بوته number of branches / plant	ارتفاع بوته plant height (cm)
A1V1	-	-	-	-	-	-	-	-
A1V2	-	-	-	-	-	-	-	-
A2V1	1511 bc	7.55 d	22.6 bc	37.5 a	9.00 f	37.6 abc	6.27 bc	42.4 ab
A2V2	2293 a	11.5 bcd	29.3 ab	37.8 a	10.3 abc	34.4 abc	6.93 abc	36.9 ab
A3V1	586 e	11.7 bcd	25.6 abc	35.6 ab	9.70 bcdef	50.1 ab	6.33 bc	43.2 ab
A3V2	780 de	15.6 b	31.1 a	36.6 a	10.0 abcd	57.3 a	7.20 ab	35.3 ab
A4V1	1209 bc	8.06 cd	22.6 bc	36.1 a	9.30 def	30.5 bc	6.47 bc	50.5 a
A4V2	2392 a	15.9 b	25.1 abc	36.4 a	10.4 ab	50.3 ab	7.00 abc	34.3 ab
A5V1	e 513	10.3 cd	22.4 bc	34.2 ab	9.00 f	37.4 abc	6.33 bc	35.4 ab
A5V2	1222 bc	24.4 a	27.5 abc	38.1 a	10.0 abcd	49.5 abc	5.80 c	26.8 b
A6V1	1353 bc	9.02 cd	26.5 abc	30.3 b	9.60 cdef	43.2 abc	7.27 ab	54.7 a
A6V2	1668 b	11.1 bcd	20.9 c	35.5 ab	10.6 a	26.9 c	8.93 c	44.5 ab
A7V1	1255 bc	12.6 bcd	20.2 c	37.1 a	9.10 ef	44.0 abc	7.20 ab	41.4 ab
A7V2	1117 cd	11.2 bcd	27.0 abc	36.2 a	10.3 abc	42.3 abc	ab47.40	45.0 ab
A8V1	1328 bc	13.3 bc	29.0 ab	35.1 ab	9.70 bcdef	43.5 abc	7.00 abc	40.9 ab
A8V2	1583 b	15.8 b	30.3 a	36.3 a	9.90 abcde	56.1 a	8.00 a	32.9 ab

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون دانکن در سطح 5% دارای تفاوت معنی داری نمی باشند.

Means with at least one similar letter, are not significant different (P<= 0.05) based on Dunkan test.

اثر تیمارهای کنترل علف هرز و آرایش کاشت بر تعداد کپسول در بوته سیاهدانه معنی دار بود. تیمارهای A3 ، A7 و A1 به ترتیب بیشترین تعداد کپسول پر را داشته و با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نشان ندادند و تیمار A5 کمترین تعداد کپسول در دانه را شامل شد (جدول3). نتایج جدول 3 نشان می‌دهد که رقابت درون گونه‌ای نسبت به بین گونه‌ای تأثیر کمتری در کاهش تعداد کپسول در بوته سیاهدانه داشته است، بطوریکه این صفت در الگوی کشت نواری بیشتر از ردیفی بود. در تمامی آرایش‌های کاشت سیاهدانه، تیمار کنترل علف هرز تعداد کپسول در بوته بیشتری نسبت به تیمار عدم کنترل علف هرز داشت (جدول5). که این بدلیل کاهش رقابت بین سیاهدانه با علف‌های هرز بود. حتی کنترل علف هرز و کاهش رقابت باعث شد که تعداد کپسول در بوته سیاهدانه در کشت خالص به استثنای تیمارهای A3 و A7 از دیگر الگوهای کشت مخلوط بیشتر باشد (جدول5). این بدلیل کاهش رقابت بین گونه‌ای سیاهدانه با ماش و علف‌های هرز بود.

تعداد دانه در غلاف یا کپسول

تیمار کنترل علف هرز و اثر متقابل آرایش کاشت با کنترل علف‌هرز از نظر تعداد دانه در غلافِ ماش اختلاف معنی داری نشان دادند ولی این صفت بین الگوهای کاشت معنی دار نبود. با این وجود کلیه الگوهای کشت مخلوط از نظر تعداد دانه در غلاف ماش بالاتر از کشت خالص آن بودند و آرایش کاشت A6 دارای بیشترین تعداد دانه در غلاف بود (جدول2). محققین نشان دادند ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط ماش و برنج نسبت به کشت خالص از لحاظ تعداد دانه در غلاف برتری داشتند. آنها علت این برتری را استفاده بهتر از منابع (نور و مواد غذایی) در کشت مخلوط عنوان نمودند (Mandal et al., 1990). اما Pandita et al. (2000) در تحقیق خود بر روی کشت مخلوط ماش و ذرت بیان داشتند کشت خالص ماش نسبت به آرایش‌های مختلف در کشت مخلوط از تعداد دانه در غلاف بیشتری برخوردار بود. بررسی اثر متقابل سطوح آرایش کاشت و سطوح کنترل علف‌های هرز نشان می‌دهد که به جزء آرایش‌های A3 و A8 در دیگر آرایش‌های کاشت اختلاف معنی‌داری بین تیمار کنترل و عدم کنترل علف‌هرز در تعداد دانه در غلاف مشاهده می‌شود. بطوریکه در شرایط عدم کنترل علف هرز از تعداد دانه در غلاف به طور قابل ملاحظه‌ای کاسته شد. اگرچه بیشتر تحقیقات از عدم اختلاف معنی دار بین کشت مخلوط و کشت خالص در این صفت خبر می‌دهند ولی به نظر می‌رسد اگر ماش همراه با گیاهی همچون ذرت (Pandita et al., 2000) در مخلوط قرار گیرد می‌توان کاهش بیشتر اجزای عملکرد آن از جمله تعداد دانه در غلاف را انتظار داشت. و چنانچه در مخلوط با گیاهی همچون برنج (Mandal et al., 1994) یا سیاهدانه قرار گیرد، شاید افزایش تعداد دانه در غلاف را حداقل در برخی از آرایش‌های کاشت بتوان انتظار داشت.

اثرات ساده آرایش کاشت و کنترل علف هرز بر تعداد دانه در کپسول گیاه سیاهدانه تأثیر معنی داری را نشان داد. آرایش‌های کاشت A7 و A6 بترتیب بیشترین و کمترین تعداد دانه در کپسول را داشتند (جدول3). اینگونه بنظر می‌رسد که کشت مخلوط نواری سیاهدانه با ماش (A7 و A3) به علت کاهش رقابت بین گونه‌ای تعداد دانه در کپسول را افزایش داد. در مورد اثر متقابل بین تیمار کنترل علف‌هرز و عدم کنترل آن در آرایش‌های مختلف کاشت، با وجود بیشتر بودن تعداد دانه در سطح کنترل کامل علف هرز، ولی هیچگونه اختلاف معنی داری مشاهده نشد (جدول5). Roy, (1997) نیز در تحقیق خود بر روی کشت مخلوط برنج با گیاه ماش مشاهده کرد بیشترین تعداد دانه در پانیکول و همچنین بیشترین تعداد سنبلچه پر در پانیکول برنج به ترتیب با اندکی اختلاف در کشت خالص و کشت مخلوط ماش ـ برنج بوده است.

وزن هزار دانه

اثرات ساده و متقابل کلیه تیمارهای آزمایشی از نظر وزن هزار دانه ماش اختلاف معنی داری نشان ندادند، با این وجود کشت خالص ماش دارای بیشترین وزن هزار دانه بود (جدول2). در شرایط مساعد محیطی، گیاه قادر است تا تعداد مخزن خود را افزایش دهد. بنابراین در انتهای فصل رشد در جهت پر شدن دانه‌ها رقابت شدیدی به وجود می‌آید. لذا به نظر می‌رسد با افزایش تعداد دانه در بوته از وزن هزار دانه کاسته شود. بدلیل کمتر بودن تعداد دانه در غلاف ماش در کشت خالص آن (جدول2)، مواد فتوسنتزی بیشتری در اختیار آنها قرار گرفته و باعث بیشتر شدن وزن هزار دانه ماش در کشت خالص آن نسبت به کشت مخلوط شد. در تمامی آرایش‌های کاشت، تیمار کنترل علف هرز وزن هزار دانه بیشتری نسبت به عدم کنترل نشان داد (جدول4). یعنی اینگونه بنظر می‌رسد که با کنترل علف هرز رقابت بین گیاه ماش با علف هرز کم شده و نورو مواد غذایی بیشتری در اختیار بوته‌های ماش قرار گرفت. در سیاهدانه هم شرایط مانند گیاه ماش بود. یعنی با افزایش تعدا دانه در کپسول از وزن هزار دانه کاسته شد (جدول3).

وزن دانه در تک بوته

اثرات ساده و متقابل کلیه تیمارهای آزمایشی بر وزن دانه در تک بوته ماش تأثیر معنی داری داشتند. کشت خالص ماش کمترین و الگوی کاشت A5 بیشترین وزن دانه در بوته را داشتند (جدول2). یعنی کشت مخلوط اثر مثبتی بر افزایش وزن دانه در بوته ماش داشته است. بنظر می‌رسد در کشت مخلوط بدلیل کاهش رقابت درون گونه‌ای بین بوته‌های ماش، بوته‌ها نور بیشتری دریافت کرده و باعث بهبود فتوسنتز آن شده است. در کلیه آرایش‌های کاشت، تیمار کنترل علف هرز نسبت به عدم کنترل آن، وزن دانه در بوته ماش را افزایش داد (جدول4). با کنترل علف هرز رقابت برای دریافت نور و مواد غذایی کم شده و این باعث افزایش وزن دانه در بوته ماش شد.

جدول5- مقایسه میانگین اثر متقابل آرایش کاشت و کنترل علف هرز بر صفات مورد ارزیابی گیاه سیاهدانه

Table 5- Mean comparison of the interaction effect of sowing pattern and weed control on black cumin

ارتفاع بوته plant height (cm)	تعداد شاخه جانبی در بوته number of branches / plant	تعداد فولیکول پر در بوته number of full follicle /plant	تعداد دانه در فولیکول number of seed / follicle	وزن هزار دانه 1000 seed weight (g)	شاخص برداشت harvest index	وزن دانه در بوته seed wieght/ Plant (g)	عملکرد دانه Grain yield (kg/ha)	تیمار Treatment
16.0 bcde	2.87 ef	2.47 de	21.8 abc	3.16 abc	24.0 abcd	0.210 d	211 d	A1V1
13.6e	4.20 ab	4.47 ab	26.2 ab	2.70 c	29.4 ab	0.407 ab	406 a	A1V2
-	-	-	-	-	-	-	-	A2V1
-	-	-	-	-	-	-	-	A2V2
17.2 bc	2.53 fg	2.73 cde	22.4 abc	2.97 abc	23.0 bcd	0.180 d	137 fgh	A3V1
14.4 cde	4.33 a	5.20 a	27.1 ab	3.27 ab	30.23 a	0.463 a	348 b	A3V2
18.1 ab	2.33 fg	2.20 e	22.6 abc	3.38 a	23.3 bcd	0.163 d	40.0 jk	A4V1
15.7 bcde	3.67 bcd	3.60 bc	22.4 abc	3.07 abc	22.0 cd	0.353 bc	87.9 hij	A4V2
16.4 bcd	2.53 fg	1.80 e	20.2 abc	3.01 abc	23.5 bcd	0.197 d	147 fg	A5V1
13.1 e	3.93 abc	3.33 cd	21.2 abc	3.24 ab	21.3 d	0.370 bc	278 c	A5V2
20.6 a	2.00 g	2.20 e	17.5 c	2.92 abc	23.8 abcd	0.143 d	36.6 k	A6V1
16.5 bcd	3.20 de	3.53 bc	17.1 c	2.84 bc	22.0 cd	0.423 ab	105 ghi	A6V2
15.7 bcde	2.53 fg	2.27 e	22.3 abc	2.80 bc	22.4 cd	0.217 d	107 ghi	A7V1
14.9 cde	4.27 ab	4.87 a	27.9 a	2.80 ac	28.2 abc	0.323 c	162 ef	A7V2
16.9 bc	2.80 ef	2.60 cde	19.5 bc	2.94 abc	24.1 abcd	0.143 d	71.6 ijk	A8V1
13.7 de	3.53 cd	3.60 bc	23.9 abc	2.96 abc	26.1 abcd	0.393 abc	196 de	A8V2

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون دانکن در سطح 5% دارای تفاوت معنی داری نمی باشند.

Means with at least one similar letter, are not significant different (P<= 0.05) based on Dunkan test.

وزن دانه در بوته سیاهدانه در تیمارA3 بالاترین مقدار را شامل بود (جدول3). چنین می‌توان نتیجه گرفت که رقابت بین گونه‌ای نسبت به درون گونه‌ای در گیاه سیاهدانه تأثیر بیشتری بر کاهش صفات آن می‌گذارد، که احتمالا بدلیل بوته‌های ضعیف تر سیاهدانه می‌باشد. زیرا سیاهدانه گیاه مغلوب بوده و هنگامی که در کنار ماش قرار می‌گیرند، نور و مواد غذایی کمتری دریافت می‌کند. در شرایط کنترل علف هرز کلیه آرایش‌های کاشت وزن دانه در بوته سیاهدانه بالاتری نسبت به شرایط عدم کنترل کاشت نشان داد (جدول5).

عملکرد

عملکرد اقتصادی ماش از نظر کلیه تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی داری نشان داد. تیمارهای A2 (کشت خالص) و A7 بترتیب بیشترین و کمترین عملکرد ماش را نشان دادند (جدول2). Pandita et al. (2000) در مطالعه‌ای بر روی کشت مخلوط ماش و ذرت نشان دادند عملکرد ماش در کشت خالص بیشتر از کشت مخلوط بود. بدلیل بیشتر بودن تعداد بوته‌های ماش در کشت خالص طبیعی به نظر می‌رسد که عملکرد در آن بیشتر از کشت مخلوط با سیاهدانه باشد. افزایش نسبت هر یک از دو گیاه ماش و سیاهدانه در سطوح مختلف آرایش کاشت تا کشت خالص افزایش عملکرد آن محصول را به دنبال داشت. یعنی در الگوهای کاشت A4 و A6 گیاه ماش عملکرد بالاتری نسبت به شرایطی که تراکم کمتر را شامل می‌شد داشت (جدول2). با کنترل علف هرز میزان عملکرد در تمامی الگوهای کاشت ماش نسبت به شرایط عدم کنترل بیشتر شد (جدول4). بنابر این اینگونه بنظر می‌رسد که چنانچه ماش در کشت مخلوط همراه با گیاهی قرار گیرد که از پتانسیل بیشتری در اشغال فضای کانوپی برخوردار باشد باید در تعداد ردیف‌های بیشتری در کشت مخلوط قرار گیرد تا بتواند عملکرد قابل قبولی را داشته باشد. اما چنانچه ماش در مخلوط با گیاهی قرار گیرد که فرم بوته‌ای برابر و یا محدودتری داشته باشد، قادر خواهد بود حتی در ردیف‌های متناوب نیز عملکرد مطلوبی تولید نماید.

سیاهدانه همانند ماش در کشت مخلوط عملکرد بالاتری نشان داد (جدول5) و در الگوهای کاشت A3 و A5 نسبت به الگوهایی که تراکم سیاهدانه کمتری داشتند از عملکرد بالاتری برخوردار بودند (جدول3). در سیاهدانه نیز با کنترل علف هرز عملکرد چه در کشت خالص و چه در کشت مخلوط نسبت به شرایط عدم کنترل علف هرز افزایش نشان داد (جدول5). عملکرد سیاهدانه در کشت خالص نسبت به کشت مخلوط در هر دو شرایط کنترل و عدم کنترل علف هرز برتری داشت. در آرایش‌های مختلف کشت مخلوط در شرایط کنترل علف‌های هرز سطح A3 (3 ردیف سیاهدانه، 2 ردیف ماش) و در شرایط عدم کنترل علف هرز سطح A5 (2 ردیف سیاهدانه، 1 ردیف ماش) بیشترین عملکرد را تولید نمودند (جدول5). Mandal et al. (1990) نیز در کشت مخلوط ماش و برنج نشان دادند که نسبت 2 به 1 برنج به ماش پس از کشت خالص ماش بیشترین مقدار عملکرد را داشته است. همچنین در تحقیقی دیگر Mandal et al. (1994) نشان دادند، در کشت مخلوط ماش و برنج تفاوت در طول دوره رشد سبب می‌شود تا رقابت بر سر منابع رشد در مراحل مختلف فنولوژی گیاه به طور قابل توجهی کاهش یابد. آنها نشان دادند بیشترین مقدار عملکرد کشت مخلوط برنج و ماش در نسبت 3 به 2 بوده است.

شاخص برداشت

با بررسی جدول 2 مشاهده می‌شود آرایش‌های کاشتی که بیشترین شاخص برداشت را نشان دادند، از عملکرد بالایی نیز در واحد سطح برخوردار بودند. بنابراین سطوحی از آرایش کاشت که ردیف‌های سیاهدانه باعث ایجاد فضای بیشتری در کانوپی ماش می‌شوند، شرایط را به نفع گیاه ماش تغییر می‌دهند. لذا به نظر می‌رسد ماش توانسته با برتری در رقابت بین گونه‌ای و کاهش رقابت درون گونه‌ای از مزیت دریافت نور بیشتر استفاده نموده و عملکرد اقتصادی خود را افزایش دهد. از آنجاییکه شاخص برداشت در برخی از آرایش‌های کشت مخلوط (A8 ، A3 و A5) با کشت خالص اختلاف معنی‌داری نشان نداد (جدول2) و علاوه بر این در بین سطوح کنترل و عدم کنترل علف هرز این آرایش‌های کاشت نسبت به کشت خالص نیز اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول4)، لذا به نظر می‌رسد کشت مخلوط در برخی از آرایش‌های کاشت به اندازه کشت خالص سودمند بوده است. سیاهدانه از نظر شاخص برداشت در کلیه تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی داری نشان نداد.

علف‌های هرز

صفات و ویژگی‌های تعداد گونه، فراوانی و وزن خشک علف هرز، تحت تأثیر آرایش‌های مختلف کاشت قرار نگرفت ولی تیمار کنترل علف هرز بر این صفات تأثیر معنی داری داشتاهان اویارسلام ارغوانی(*Cyperus rotundus*) ، خرفه (*Portulaca oleracea*) ، تاجریزی (سیاه و قرمز) (*Solanum luteum & S. nigrum*) ، سلمه تره (*Chenopodium album*) ، پیچک (*Convulvulus arvensis*) ، تاج‌خروس خوابیده (*Amaranthus blitoides*) و شیرتیغی (*Sonchus asper*) از فلور غالب علف‌های هرز مزرعه بودند. آرایش کاشت A2 (کشت خالص ماش) کمترین و آرایش کاشت A1 (کشت خالص سیاهدانه) بیشترین تعداد گونه، جمعیت و وزن خشک علف های هرز را به خود اختصاص دادند (جدول 6). همانگونه که از جدول

6 پیداست، کنترل علف‌های هرز بـه طـور معنـی‌داری تعـداد گونـه، جمعیت و بیومس علف‌های هرز را در آرایش‌هـای کاشـت مختلـف، نسبت به شرایط عدم کنترل علف هرز کاهش داد. تنها در سطح A2 بـین کنتـرل و عـدم کنتـرل علـف هـرز از نظـر تعـداد گونـه علـف هرزاختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. آنچه مسلم است ماش با ایجـاد پوشش گیاهی مناسب و سریع در ابتدای فصل رشد توانسته با سـایه اندازی مانع حضور تعدادی از گونه‌هـای علـف هـرز در سـطح واحـد آزمایشی شود. Majnoon Hoseini & Colar (1988) نیـز در کشت مخلوط ماش و لپه هندی بیان داشتند، کاشتن مـاش در بـین خطوط لپه هندی به طور مؤثری موجب خفه شـدن علـف‌هـای هـرز گردید. همچنین Dhingra et al. (1991) اظهـار داشـتند یکـی از عوامل موفقیت کشت مخلوط ماش و ذرت و افزایش عملکرد ذرت در این مخلوط می‌تواند ناشی از پوشش زمین توسط گیاه ماش و ممانعت از رشد علف‌های هرز باشد. اما سیاهدانه با توجه بـه تـأخیر در ایجـاد پوشش و همچنین نداشتن آرایش فضایی مناسب جهت رقابت با علف هرز فاقد این قابلیت بود، بنابراین گونه‌های علف هرز بیشتری بـا آن رقابت داشتند. لذا هرچه بر نسبت سیاهدانه در کشت مخلوط افـزوده شد و نسبت ماش کاهش یافت، فراوانی گونه‌هـا و تعـداد و بیـومس علف هرز نیز افزایش پیدا کرد (جدول6). Jahan (2004) در تحقیقات بر روی کشت مخلوط بابونه و همیشه بهار اظهار داشـت بـا کـاهش نسبت بابونه و افزایش نسبت همیشه بهار در مخلوط از تـراکم علـف های هرز کاسته شد. وی برگ‌های پهن و بزرگ همیشه بهـار را (در مقایسه با برگ‌های رشته‌ای و نازک بابونه) که حداکثر تجمع آنها در قسمت تحتانی ساقه است مانع نفوذ نور به لایه‌های پایین کانوپی و در نتیجه کاهش تراکم علف‌های هرز عنوان نمود.

نسبت برابری زمین[1]

معیاری که اغلب جهت داوری در موثر بودن کشت مخلوط مورد استفاده قرار می‌گیرد، نسبت برابری زمین می‌باشد. این معیار نسـبت میزان زمین لازم برای تک‌کشتی‌ها را در مقایسه بـا کشـت مخلـوط توصیف می‌کند (Mazaheri, 1993). هیچکدام از تیمارهای آرایـش کاشت و کنترل علف هرز از نظر نسبت برابری زمین اخـتلاف معنـی داری نشان ندادند نسبت برابری زمین در همه آرایـش‌هـای کاشـت بیشتر از یک بود. که نشان از اثـر مفیـد کشـت مخلـوط در افـزایش بهره‌وری از منابع می‌باشد. اگرچه LER بین سطوح مختلـف آرایـش کاشت معنی‌دار نبود، ولی آرایش کاشت A8 بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد. در مورد اثر متقابل کنترل علف هرز با آرایش کاشـت می‌توان نتیجه گرفت که در تمامی آرایش‌های کاشت، کنتـرل علـف هرز باعث افزایش LER شد.

آرایش کاشت A8 (ردیفهای متناوب) در هر دو تیمار کنترل علف هرز و عدم کنترل آن نسبت برابری زمین یکسانی (1/20) داشته است (جدول 6). بالا بودن نسبت برابری زمین در همه آرایش‌های کاشـت خصوصاً A7 بیشتر ناشی از افزایش عملکرد گیاه مـاش مـی‌باشـد. Mandal et al. (1990) در تحقیقـی چنـد محصـول را در کشـت مخلوط با برنج مورد بررسی قرار داده و بیان داشـتند آرایـش کاشـت دارای نسبت 2 به 1 برنج به ماش از جمله تیمارهایی مـی‌باشـد کـه بیشترین نسبت برابری زمین را (1/20) نشان داد. همچنـین آنهـا در تحقیقی دیگر (Mandal et al., 1994) برتری کشت مخلوط برنج و ماش (3 : 2) را در نسبت برابری زمین (LER= 1/30) مـورد تأییـد قرار دادند. محققین علت این موضوع را به کـارایی اسـتفاده از منـابع نسبت دادند.

محققین اظهار داشتند برتری عملکرد در کشـت مخلـوط ممکـن است در اثر تلفیقی از عوامل مختلف همچون استفاده بهتر از رطوبـت خاک، نور و عناصر غذایی بوده باشد. آنها وجود اخـتلاف در سـاختار ریشه، توزیع کانوپی و احتیاجات غذایی گیاهان در کشـت مخلـوط را علت این کارآمدی تشخیص دادند (Pandita et al., 2000). Weil & Fadden (1991) در تحقیقات خود بر روی تأثیر حاصلخیزی و علف هرز در کشت مخلوط ذرت و سویا نشان دادند بیشترین نسـبت برابری زمین با مقدار 1/16 مربوط به کشت مخلوط ذرت و سویا در شرایط دریافت کـود کـافی (N, P, K بـه ترتیـب 83 ـ 44 ـ 150 کیلوگرم در هکتار) و عدم کنترل علف هرز بود. آنها همچنین اظهـار داشتند شرایط حاصلخیزی و تنش علف‌های هرز باعث افزایش نسبت برابری زمین و در نتیجه مزیت نسبی کشت مخلوط شد، در حالیکه در شرایط کنترل علف هرز، کشت مخلوط نسبت به کشت خالص تحت شرایط عدم حاصلخیزی از مزیت بیشتری برخوردار بود.

نتیجه گیری

آرایش‌های کاشتی که دو یا سه ردیف سـیاهدانه در بـین ردیـف های ماش قرار گیرد در مجموع بهترین ترکیب کاشت جهت حصـول بیشترین عملکرد سیاهدانه می‌باشد. اما بهترین ترکیب کاشت جهـت بدست آوردن حداکثر عملکرد ماش در شرایط کنترل علف‌هرز آرایش کاشت A4 و در شرایط عدم کنترل علف هرز پس از کشـت خـالص ماش آرایش‌های کاشت A4 ، A6 و A8 بود. آرایش‌های کاشـت در کشت مخلوط، در کنترل علف هرز نسبت به کشت خالص سـیاهدانه برتری داشتند و هرچه در ترکیب کاشت بر درصد ماش افـزوده شـد، تعداد گونه، تراکم و بیوماس علف‌های هرز کاهش نشان داد. نسـبت برابری زمین در همه آرایش‌های کاشت بیشتر از یک بود. در نتیجـه می‌توان گفت کشت مخلوط ماش و سیاهدانه در مجموع موفقیت‌آمیز بوده است.

1- Land Equivalent Ratio (LER)

جدول6- اثر تیمار آرایش کاشت و اثر متقابل آرایش کاشت و کنترل علف هرز بر تعداد گونه، جمعیت و بیومس علف هرز و نسبت برابری زمین

Table 6. Mean comparison of the interaction effect of sowing pattern and weed control on number, abundance and biomass of weed species, and Land equivalent ratio in different sowing pattern

تعداد گونه علف‌های هرز Number of weed species	فراوانی علف‌های هرز Weed abundance	بیوماس علف‌های هرز Weed biomass (g/m^2)	نسبت برابری زمین Land equivalent ratio	تیمارها Treatments	
6.83 a	38.0 a	56.5 a	1.00 a	A1	
a 5.00	a 13.7	a 30.8	1.00 a	A2	
5.83 a	25.5 a	49.1 a	1.14 a	A3	
5.17 a	15.0 a	43.2 a	1.15 a	A4	آرایش کاشت
5.17 a	15.7 a	45.3 a	1.14 a	A5	Sowing pattern
5.33 a	35.7 a	34.0 a	1.03 a	A6	
6.50 a	19.2 a	47.2 a	1.06 a	A7	
6.17a	25.7 a	47.6 a	1.20 a	A8	
9.67 a	61.0 ab	113a	1.00 cd	A1V1	
bcd 4.00	c 9.00	0.317b	1.00 cd	A1V2	
7.00 abc	21.7 bc	67.5 a	1.00 cd	A2V1	
3.00 cd	5.67 c	0.142 b	1.00 cd	A2V2	
8.67 a	44.7 abc	97.9 a	1.03 bcd	A3V1	اثر متقابل آرایش کاشت و کنترل علف هرز Interaction effect of sowing pattern and weed control
3.00 cd	6.33 c	0.207 b	1.20 abc	A3V2	
7.67 ab	24.0 bc	86.2 a	1.00 cd	A4V1	
2.67 d	6.00 c	0.194 b	1.27 ab	A4V2	
8.33 a	22.0 bc	90.3 a	1.03 bcd	A5V1	
2.00 d	9.33 c	0.182 b	1.20 abc	A5V2	
7.67 ab	72.0 a	61.8 a	1.00 cd	A6V1	
3.00 cd	5.33 c	0.182 b	1.07 bcd	A6V2	
9.00 a	31.7 abc	94.1 a	0.90 d	A7V1	
4.00 bcd	6.67 c	0.278 b	1.33 a	A7V2	
8.67 a	42.7 abc	95.0 a	1.20 abc	A8V1	
3.67 bcd	8.67 c	0.255 b	1.20 abc	A8V2	

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون دانکن در سطح 5% دارای تفاوت معنی داری نمی باشند.

Means with at least one similar letter, are not significant different (P<= 0.05) based on Duncan test.

منابع

1- Abedi, K., Majde Nasiri, B., 1994. Five years studied of yield comparison and best condition of mung bean cultivation in Esfahan. Center of Research, Education and Extension of Esfahan (In Persian).

2- Agboola, A. A., Fayami, A. A., 1972. Fixation and excretion of nitrogen by tropical legumes. Agron. J. 64: 409-412 .

3- Aggarwal, P. K., Garrity, D. P., Liboon, S. P., Morris, R. A., 1992. Resource use and interaction in a rice-mungbean intercrop. Agron. J. 84: 71-78.

4- Azam-Ali, S. N., Matthews, R. B., Williams, J. H., Peacock, M., 1990. Light use, water uptake and performance of individual components of a sorghum-groundnut intercrop. Exp. Agric. 26: 413-417.

5- Behera, A. K., Panda, R. K., Mishra, S. K., 1994. Intercropping of sesame (*Sesamum indicum*) with greengram (*Phaseolus radiatus*) and blackgram (*Phaseolus mungo*) under irrigated condition. Indian J. Agron. 39: 618-621.

6- Boquet, D. J., Koohce, K. L., Walker, D. M., 1982. Selected determinate soybean cultivar yield responses to row spacings and planating dates. Agron. J. 74: 136- 138.

7- Boskabady, M. H., Shirmohammadi, B., 2002. Effect of Nigella sativa on isolated Guinea pig trachea. Arch. Iranian Med. 5: 103-107.

8- Chandel, A. S., Singh, V. K., Saxena, S. G., 1993. Canopy characters, net assimilation rate, competitive indices and grain yield of soybean (*Glycine max*) intercropped with maize (*Zea mays*) in north Indian. J. Agric. Sci. 63:220-224.

9- Chen, Y. A., Shin, J. W., Liu, Z. H., 2002. Effect of light on peroxidase and lignin synthesis in mungbean hypocotyls. Plant Physiol. Biochem. 40: 33-39.

10- D'Antuono, L. F., Moretti, A., Lovato A. F. S., 2002. Seed yield components, oil content and essential oil content and composition of *Nigella sativa* L. and *Nigella damascene* L. Industrial Crops and Products. 15: 59 – 69.

11- Dhingra, K. K., Dhillon, M. S., Grewal, D. S., Sharma, K. 1991. Performance of maize and mungbean intercropping in different planting patterns and row orientations. Indian J. Agron 36: 207-212.
12- Ghosheh, O. A., Abdulghani Houdi, A., Crooks, P. A., 1999. High performance liquid chromatographic analysis of the pharmacologically active quinones and related compounds in the oil of the black seed (*Nigella sativa* L.). Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis. 19: 757–762.
13- Halvankar, G. B., Varghese, P., Taware, S. P., Raut, V. M., 2000. Evaluation of intercropping patterns of soybean (*Glycine max*) in pigeonpea (*Cajanus cajan*). Indian J. Agron. 45: 530-533.
14- Herbert, S. J., Putman, D. H., Proos-Floyd, M. I., Vargard, A., Creightan, J. F., 1984. Forage yield of intercropped corn and soybean in various planting pattern. Agron. J. 76: 507-510.
15- Jahan, M., 2004. Ecological aspects of Marigold and Comomile intercropping. M.Sc. dissertation, Fac. Agric. Ferdowsi Univ. of Mashhad, Iran (In Persian).
16- Koocheki, A., Hosieni, M., Hashemi Dezfoli, A., 1995. Sustainable agriculture. Jahadeh Daneshghahi Publisher, Mashhad (In Persian).
17- Majnoon Hoseini, N. 1993. Pulses in Iran. Jahadeh Daneshghahi Publisher, Mashhad (In Persian).
18- Majnoon Hoseini, N., Colar, G.S., 1988. Study of weed control in mix cropping of cow pea and mung bean. Iranian J. of Agric. Sci., 19: 9-12 (In Persian).
19- Mazaheri, D., 1985. Intercropping of corn and bean. Iranian J. of Agric. Sci., 16: 19-25 (In Persian).
20- Mazaheri, D., 1993. Intercropping. Tehran Univ. Publisher (In Persian).
21- Mandal, B. K., Dhara, M. C., Mandal, B. B., Das, S. K., Nandy, R., 1990. Rice, mung bean, soybean and blackgram yield under different intercropping systems. Agron. J. 82: 1063- 1066.
22- Mandal, B. K., Saha, S., Jana, T. K., 2000. Yield performance and complimentarily of rice (*Oryza sativa*) with greengram (*Phaseolus radiatus*), blackgram (*Phaseolus mungo*) and pigeonpea (*Cajanus cajan*) under different rice legume associations. Indian J. Agron. 45: 41-47.
23- Morris, R. A., Villegas, A. N., Polthanee, A., Centeno, H. S., 1990. Water use by monocropped and intercropped cowpea and sorghum after rice. Agron. J. 82: 664-668.
24- Nasiri Mohalati, M., Koocheki, A., Rezvani Moghaddam, P., Beheshti, A. 2001. Agroecology. Ferdowsi Univ. of Mashhad Publisher (In Persian).
25- Ottman, M. J., Welch, L. F., 1989. Planting patterns and radiation interception, plant nutrient concentration and yield in corn. Agron. J. 81: 167- 174.
26- Pandita, A. K., Saha, M. H., Bali, A. S., 2000. Effect of row ratio in cereal-legume intercropping systems on productivity and competition functions under Kashmir conditions. Indian J. Agron. 45: 48-53.
27- Putnam, D. H., Allen, D. L., 1992. Mechanism for over yielding in sunflower-mustard intercrop. Agron. J. 84:188-195.
28- Radosevich, S. R., 1987. Methods to study interactions among crops and weeds. Weed Tech. 1: 190-197.
29- Rahimian, H.M., Salahi Moghaddam, M., Galavi, M., 1992. Potato intercropping with Corn and Sunflower. J. Sci. Agric. Industrials 6, 45-48 (In Persian).
30- Reddy, A., Raj Reddy, K. K., Reddy, M. D., 1980. Effects of intercropping on yield and returns in corn and sorghum. Exp. Agric. 16: 179-184.
31- Roy, D. K., 1997. Production potential of rice (*Oriza sativa*)-based cropping systems under deep water ecosystem of north Bihar. Indian J. Agron. 42: 570-572.
32- Sarmad Nia, G., Koocheki, A., 1993. Crop physiology. Ferdowsi Univ. of Mashhad Publisher (In Persian).
33- Sarma, N. N., Sarma, D., Paul, S. R., 1997. Compatibity of intercropping greengram (*Phaseolus radiatus*) and sesame (*Sesamum indicum*) in rainfed cotton (*Gossypium species*). Indian. J. Agron. 42: 573 – 575.
34- Shivaraum, H. S., Shivashankar, K., 1994. A new approach of canopy architecture in assessing complimentarily of intercrops. Indian J. Agron. 39: 179-187.
35- Tsubo, M., Walker, S., Ogindo, H. O., 2004. A simulation model of cereal-legume intercropping systems for semi-arid regions I. Model development. Field Crops Res.. 90:48-61.
36- Wahua, T. A. T., Babaloia, O., Akenova, M. E., 1981. Intercropping morphologically different type of maize with cowpea: LER and growth attributes of associated cowpea. Exp. Agric. 17: 407-413.
37- Weil, R. R., Mc Fadden, M. E., 1991. Fertility and weed stress effects on performance of maize-soybean intercrop. Agron. J. 83: 717-721.
38- Zargari, A., 1997. Medicinal plants (Vol. 4). Tehran Univ. Publisher (In Persian).
39- Zargari, K., 1993. Effect of radiotherapy on some morphological, physiological and cytogenetically characteristics of mung bean. M.Sc. dissertation. Azad Islamic Univ. Karaj, Iran (In Persian).

Evaluation of sowing patterns and weed control on mung bean (*Vigna radiate* L. Wilczek) - black cumin (*Nigella sativa* L.) intercropping system

P. Rezvani Moghada[*], M.R. Raoofi, M.H. Rashed Mohassel and R. Moradi[1]

Abstract

In order to study different arrangements and weed controls effects on mung bean (*Vigna radiate* L. Wilczek) – black cumin (*Nigella sativa* L.) intercropping an experiment was conducted at the Research Station of Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, during growing season 2005 – 2006. Sixteen treatments comprising combinations of eight sowing patterns [A1: Sole black cumin, A2: Sole mung bean, A3: 3 rows black cumin– 2 rows mung bean, A4: 3 rows black cumin – 2 rows mung bean, A5: 2 rows black cumin – 1 rows mung bean, A6: 1 row black cumin – 2 rows mung bean, A7: 3 rows black cumin – 3 rows mung bean (Striped), A8: 1 row black cumin – 1 row mung bean (alternative rows)] and two weed controls [V1: unweeded, V2: completely hand weeding] were arranged in a factorial experiment based on randomized complete block design with three replications. Results showed that in intercropping systems leaf area index (LAI) of mung bean reduced but in the case of black cumin increased. Mung bean total dry matter in intercropping system did not differ comparing with sole crop but total dry matter in black cumin increased. All yield components in both crops affected by sowing patterns and weed control treatments. Number of branches/plant, number of pods or follicules/plant and number of seed/pods or follicules increased in A8, A4, A5 and A3 sowing patterns in mung bean and A3, A5 and A7 sowing patterns in black cumin compared with other arrangements. By increasing mung bean ratio in rows, the number of weed species, weed density, dry weight of weeds and abundance of weed species decreased. In unweeded treatment, number of branches/plant, number of pods or follicules/plant and number of seed/pods or follicules decreased in both crops. Land equivalent ratio (LER) was more than 1.00 in all sowing patterns.

Keywords: Sowing pattern, strip cropping, growth analyses, grain yield, LER

1- A Contribution from Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
(* - Corresponding author Email : rezvani@ferdowsi.um.ac.ir)

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 1، شماره 1، پاییز 1388، ص. 89-81

Journal of Agroecology
Vol. 1, No. 1, Fall 2009, p. 81-89

مدیریت تلفیقی علف هرز جودره (*Hordeum spontaneum* Koch.) در مزارع گندم در شرایط هیرم کاری

محمد علی باغستانی میبدی[*1]، حسین سیدی‌پور[2]، اسکندر زند[3]، مهدی مین‌باشی‌معینی[4]، فریبا میقانی[5] و علی لشکری[6]

تاریخ دریافت: 88/10/4
تاریخ پذیرش: 88/10/30

چکیده

به منظور بررسی امکان کنترل تلفیقی علف هرز جودره (*Hordeum spontaneum* Koch.) در مزارع گندم (*Triticum aestivum* L.) در شرایط هیرم کاری آزمایشی با استفاده از علفکش سولفوسولفورون و مقادیر مختلف تراکم کاشت گندم به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در سال زراعی 86-1385 در بخش ملک آباد شهرستان قم مطالعه‌ای صورت گرفت. تیمارهای آزمایش شامل مقدار بذر کشت شده گندم در مقادیر (250، 275 و 300 کیلوگرم بذر در هکتار) و زمان مصرف علفکش سولفوسولفورون در مراحل رشدی (چهار برگی، شش برگی و هشت برگی علف هرز جودره) بودند. نتایج نشان داد که با در نظر گرفتن عملکرد اقتصادی گندم و ملاحظات زیست محیطی، تلفیق مصرف 275 کیلوگرم بذر گندم در هکتار و کاربرد علفکش سولفوسولفورون به میزان 27 گرم در هکتار به همراه سیتوگیت به میزان 2 درصد در مرحله چهار برگی علف هرز جودره بیشترین تأثیر را بر کاهش خسارت جودره داشت. همچنین اثر این تیمارها به طور معنی داری صفات مورد بررسی این علف هرز را کاهش داد و از طرفی پارامترهای اندازه‌گیری شده گندم (بویژه عملکرد دانه) نیز در این تیمارها در حد مطلوبی بود. کاربرد تیمارهای تلفیقی اشاره شده سبب کاهش زادآوری بذر جودره شد و همین امر سبب کاهش ورود بذر این علف‌هرز به بانک بذر می‌شود.

واژه های کلیدی: مقدار بذر، علفکش، سولفوسولفورون، کنترل زراعی، بانک بذر، رقابت

مقدمه

جودره (*Hordeum spontaneum* Koch.) علف هرز یکساله زمستانه‌ای است که در حال حاضر باعث تهدید پایداری تولید گندم در کشور شده است. این علف هرز در تمام استان‌های کشور به باستثناء سمنان، سه استان ناحیه خزری (گلستان، مازندران و گیلان) و سیستان و بلوچستان گزارش شده است، ولی در قطب‌های مهم تولید گندم نظیر خوزستان، فارس، کرمانشاه و خراسان رضوی بدلیل مصرف بی‌رویه و مدیریت نشده علفکش‌ها، به عنوان باریک‌برگ غالب این مناطق در آمده است. به همین دلیل در آینده تولید پایدار گندم در کشور را به مخاطره خواهد انداخت (Baghestani, 2008a). با توجه به این مسئله و ملاحظات زیست محیطی ضروری است که بر مدیریت تلفیقی این علف‌هرز در مزارع گندم تاکید شود تا به پایداری تولید در این محصول کمک نماید (Blackshaw et al., 2005).

جهت کنترل شیمیایی این علف‌هرز تاکنون سه علفکش بنزوییل پروپ اتیل، سولفوسولفورون و مخلوط متسولفورون متیل + سولفوسولفورون به عنوان سموم امید بخش در مهار این جنس از علف هرز مطرح شده اند ولی هیچکدام قادر به کنترل کامل این علف‌هرز نبوده و در نظام‌های کشت تناوبی بدلیل داشتن بقایا در خاک، با محدودیت مصرف مواجه می‌باشند (Baghestani, 2007). اولین گزارش در خصوص کنترل جو موشی (*Hordeum murinum*) توسط علفکش سولفوسولفورون به میزان 26/6 گرم از ماده تجارتی در تبریز گزارش گردید (Baghestani et al., 2007). در بررسی دیگر کاربرد سولفوسولفورون به میزان 54 گرم ماده تجاری در هکتار به صورت پس رویشی (در مرحله پنج زنی گندم) و 68 گرم ماده تجاری در هکتار بصورت پیش رویشی بهترین تیمار جهت کاهش خسارت جو دره در مناطق خوزستان، ورامین، کرج و کرمانشاه گزارش شد (Baghestani, 2008 & Baghestani et al., 2008b). کاربرد علفکش سولفوسولفورون به میزان 54 گرم ماده تجاری در هکتار در مرحله شروع چهار برگی تا شروع اولین پنجه جودره کارآیی بسیار

1، 3، 4 و 5- اعضای هیأت علمی موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور
(*- نویسنده مسئول: Email: baghestani40@hotmail.com)
2 و 6- کارشناسان ارشد علف‌های‌هرز

مناسبی در کاهش خسارت جودره در مزارع گندم داشت (Veissi et al., 2008). در بررسی‌های گلخانه‌ای نیز نشان داده شد که کاربرد علفکش سولفوسولفورون در مرحله چهار برگی گونه‌های مختلف جو وحشی شامل جودره (*Hordeum spontaneum*)، جو خودرو (*Hordeum vulgare*) و جو موشی (*Hordeum murinum*) را بهتر از مراحل هشت برگی و شروع گره دوم کنترل می‌نماید (Baghestani, 2008; Tasnim-shirazi, 2008) در روش مدیریت زراعی نیز مطالعات متعدد حاکی از تأثیر افزایش تراکم گیاه زراعی در کاهش زیست توده علف‌های هرز می‌باشد (Mohler, 1991; Jamnejad, 2007; Baghestani & Atri, 2003). نتایج بدست آمده از بررسی‌های انجام شده روی سویا، لوبیا سبز و ذرت نشانگر کاهش قابل ملاحظه زیست‌توده علف‌های‌هرز در نتیجه افزایش تراکم گیاهان زراعی است (Felton, 1976, Teasadle & Frank, 1993 & 1980). افزایش تراکم گندم نیز موجب کاهش خسارت یولاف وحشی (*Avena fatua* L.) گردید (Hassanzadeh-Dalooei et al., 2003). هدف از این آزمایش، تعیین بهترین تراکم کشت گندم و زمان مصرف علفکش سولفوسولفورون به منظور مدیریت تلفیقی علف هرز جودره باقی مانده پس از انجام عملیات هیرم‌کاری در مزارع گندم بود.

مواد و روش‌ها

به منظور تعیین بهترین زمان مصرف علفکش سولفوسولفورون و تعیین مناسب‌ترین مقدار بذر مصرفی جهت کاشت گندم بر کاهش خسارت علف هرز جودره (*Hordeum spontaneum* Koch.) در شرایط هیرم کاری آزمایشی در سال زراعی 86-1385 در بخش ملک‌آباد شهرستان قم مطالعه‌ای انجام گرفت. به منظور آماده سازی زمین از دستگاه‌های سیکلو تیلر و لولر برای تسطیح زمین و از نهرکن برای تعبیه کردن جوی آبیاری در اواسط شهریور ماه 1385 استفاده شد. طبق نتایج آزمایش خاک کود اوره به میزان 100 کیلوگرم در هکتار و کود سوپر فسفات به میزان 100 کیلوگرم در هکتار بصورت دستپاش مورد استفاده قرار گرفت. به منظور انجام کشت هیرم، حدود یک ماه قبل از تاریخ توصیه شده کشت گندم در منطقه (اواخر شهریور ماه)، اقدام به آلودگی مصنوعی زمین زراعی به بذر علف هرز جودره به روش دستی و به میزان 35 گرم در هر کرت گردید و در نهایت کاشت گندم با رقم کویر و با استفاده از بذر کار تاکا خطی کار در تاریخ 30 مهرماه 1385 انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل تراکم کاشت گندم در سه سطح (250، 275 و 300 کیلوگرم بذر در هکتار) و زمان مصرف علف‌کش سولفوسولفورون در سه مرحله (چهار برگی، شش برگی و هشت برگی جودره به همراه شاهد بدون مصرف علفکش) بود. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا گردید. به منظور پیاده نمودن تیمارهای آزمایشی کرت هایی به ابعاد 6 × 2/60 متر احداث گردید. هر کرت متشکل از 12 ردیف کشت بود. فاصله بین ردیف‌ها 15 سانتیمتر و فاصله بین دو کرت مجاور 1 متر در نظر گرفته شد. پس از سبز شدن جودره ابتدا مبادرت به انجام یک دیسک سبک به منظور از بین بردن علف‌های هرز سبز شده صورت گرفت. قبل از اعمال تیمارها، تعداد جو دره‌ها در ابتدای مرحله پنجه دهی گندم و همزمان با مرحله 4 برگی تا شروع اولین پنجه جوهای وحشی، شمارش شد. سمپاشی‌ها بوسیله سمپاش پشتی کتابی با نازل تی جت به صورت پس رویشی و در مراحل رشدی چهار برگی (45 روز پس از کاشت)، شش برگی (60 روز پس از کاشت) و هشت برگی (110 روز پس از کاشت) جودره انجام شد و در هرمرحله سمپاشی از علفکش سولفوسولفورون به مقدار 27 گرم ماده تجاری در هکتار به همراه سیتوگیت 2 درصد استفاده گردید. لازم به ذکر است که در هریک از کرت‌ها فقط یکبار عملیات سمپاشی و فقط در یکی از مراحل چهار، شش و یا هشت برگی جودره در کل دوره رشد گندم انجام شد. قبل از انجام عملیات سمپاشی، در هر کرت یک کادر ثابت 1 متر مربعی متر نصب شد تا نمایانگر علف‌های هرز آن کرت باشد. سپس در این کادر تعداد جو دره‌ها شمارش شدند. 15 و 30 روز پس از عملیات سمپاشی نیز در کادرهای ثابت تعداد جو دره‌های باقیمانده پس از سمپاشی شمارش شدند. بدین ترتیب درصد کاهش تعداد علف‌های هرز به تفکیک گونه بر اساس جمعیت اولیه در هر کرت محاسبه شد. درضمن علف‌های هرز تازه سبز شده در حد فاصل زمان سمپاشی و زمان شمارش اولیه یا ثانویه در محاسبات منظور نشدند. نکته قابل ذکر اینکه در طول فصل پاییز و زمستان (تا رسیدن گندم به مرحله پنجه دهی)، کلیه علف‌های هرز موجود در کرت شاهد با وجین دستی حذف گردید و این مسئله تا زمان برداشت گندم ادامه داشت. نمونه برداری‌های تخریبی با پرتاب دو کادر متغیر 0/5 × 0/5 متر مربع در 45 روز پس از آخرین سمپاشی (مرحله بسته شدن کانوپی گندم) پی‌گیری شد. سپس در هر کادر کلیه علف‌های هرز و گیاه زراعی کف بر شدند و پس از انتقال به آزمایشگاه به تفکیک گونه جدا شده و تعداد و زیست‌توده آنها اندازه‌گیری شد. در مورد گیاه زراعی و جودره فاکتورهای تعداد، زیست توده، وزن هزاردانه، تعداد خوشه، تعداد دانه در خوشه، تعداد بوته در واحد سطح، وزن خشک برگ و وزن خشک ساقه گندم و جودره اندازه‌گیری گردید. در پایان فصل زراعی، عملکرد گندم که شامل عملکرد بیولوژیکی و عملکرد اقتصادی و اجزای عملکرد (وزن هزار دانه، تعداد دانه در خوشه و تعداد خوشه در متر مربع) برای هرکدام از کرت‌ها به تفکیک برآورد شد. لازم به ذکر است که در اواسط فروردین آفت کش دیازینون جهت کنترل شته و در اواسط اردیبهشت آفت کش دسیس جهت کنترل سن گندم به میزان توصیه شده مورد استفاده قرار گرفت. جهت انجام تجزیه آماری، داده‌ها ابتدا وارد نرم افزار Excel شدند سپس داده‌ها به نرم افزار SAS انتقال و پس از تجزیه واریانس داده ها، مقایسه میانگین داده‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح 5 درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌های بدست آمده از اثر مقدار بذر مصرفی گندم و زمان مصرف سولفوسولفورون بر اکثریت صفات اندازه‌گیری شده گندم و جودره معنی دار شد. اما اثر بر هم کنش مقدار بذر مصرفی گندم و زمان مصرف علفکش بر کلیه صفات اندازه گیری شده گندم و جودره معنی دار نشد.

اثر مقدار بذر مصرفی گندم بر صفات اندازه گیری شده گندم

نتایج مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده گندم توسط تیمارهای مختلف آزمایش در مرحله بسته شدن کانوپی گندم بیانگر آن است که تیمار مصرف بذر گندم به مقدار 275 کیلوگرم در هکتار به عنوان تیمار برتر انتخاب می‌گردد. نتایج نشان داد که افزایش مقدار بذر گندم از 250 به 275 کیلوگرم در هکتار و از 250 به 300 کیلوگرم در هکتار سبب افزایش تراکم، وزن خشک برگ و وزن خشک ساقه گندم در مرحله بسته شدن کانوپی گندم گردید (جدول 1). بنابراین با توجه به جنبه اقتصادی آن و عدم معنی‌دار بودن تیمار 275 با 300 کیلوگرم بذر مصرفی در هکتار از نظر ویژگی‌های اندازه‌گیری شده گندم، کاربرد 275 کیلوگرم بذر گندم در هکتار به عنوان تیمار برتر انتخاب می‌گردد (جدول 1). در بررسی مشابه گزارش شده است که تراکم کشت 400 تا 700 بوته گندم در هکتار اختلاف معنی‌داری در میزان عملکرد و بر خی از خصوصیات مرفولوژی و فیزیولوژیک گندم نداشت و این گیاه به عنوان گیاه با انعطاف‌پذیری بالا در خصوص افزایش تراکم معرفی شده است (Baghestani and Atri 2003).

نتایج تجزیه واریانس داده‌های بدست آمده از اثر مقدار بذر مصرفی گندم بر صفات تراکم، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه گندم در مرحله برداشت معنی دار شد اما اثر مقدار بذر مصرفی گندم بر روی صفات طول برگ، طول خوشه، تعداد دانه در خوشه و وزن هزار دانه گندم در مرحله برداشت معنی دار نشد.

نتایج مقایسه میانگین صفات مرفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد گندم در مرحله برداشت توسط تیمارهای مختلف آزمایش بیانگر آن است که تیمار مصرف بذر گندم به مقدار 275 کیلوگرم در هکتار به عنوان تیمار برتر انتخاب می‌گردد. نتایج نشان دادکه در هیچ کدام از صفات مورد بررسی تفاوت معنی داری بین تیمارهای 275 و 300 کیلوگرم بذر گندم در هکتار مشاهده نشد (جدول 2). بیشترین مقدار عملکرد دانه و بیولوژیک گندم زمانی بدست آمد که مقدار بذر مصرفی گندم از 250 به 275 کیلو گرم در هکتار و از 250 به 300 کیلوگرم در هکتار افزایش یافت (جدول 2). نتایج نشان داد که با افزایش مقدار بذر کشت شده گندم، تراکم گندم و به دنبال آن سطح فتوسنتز کننده گیاه، وزن خشک برگ و وزن خشک ساقه گندم افزایش یافت و همین امر سبب افزایش میزان رشد گندم، درشتی دانه و نهایتاً افزایش عملکرد محصول گندم گردید (جدول 2). بنابراین با توجه به جنبه اقتصادی از میان تیمارهای فوق تیمار 275 کیلوگرم بذر گندم در هکتار به عنوان تیمار برتر انتخاب می‌گردد (جدول 2).

اثر مقدار بذر کشت شده گندم بر صفات مرفولوژیک جودره

نتایج تجزیه واریانس داده‌های بدست آمده از اثر افزایش مقدار بذر مصرفی گندم برصفات وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه و ارتفاع جودره در مرحله بسته شدن کانوپی معنی دار شد، اما این تفاوت بر روی صفت تراکم بوته جودره مشاهده نشد.

نتایج مقایسه میانگین صفات مرفولوژیک جودره توسط تیمارهای مختلف آزمایش بیانگر آن است که تیمار مصرف بذر گندم به مقدار 275 کیلوگرم در هکتار به عنوان تیمار برتر انتخاب می‌گردد. نتایج داد که افزایش مقدار بذر مصرفی گندم از 250 به 275 کیلوگرم در هکتار موجب کاهش وزن خشک برگ، ساقه و ارتفاع جودره گردید (جدول 3). این در حالی است که افزایش مقدار بذر مصرفی گندم از 275 به 300 کیلوگرم بذر در هکتار اثرات معنی‌دار بر این ویژگی‌های جو دره را نداشت (جدول 3). بنابراین تیمار مصرف بذر گندم به مقدار 275 کیلوگرم در هکتار به عنوان تیمار برتر انتخاب می‌گردد (جدول 3). در مناطق جنوبی استرالیا که مقدار بذر توصیه شده برای کاشت گندم 75-50 کیلوگرم در هکتار (150-120 بوته در متر مربع) می‌باشد، افزایش تراکم گندم تا 200 بوته در مترمربع سبب کاهش زیست توده علف هرز چچم (*Lolium regidum*) و افزایش عملکرد دانه گندم شده است (Lemerl et al., 1996).

جدول 1- مقایسه میانگین صفات مختلف اندازه‌گیری شده گندم در سطوح مختلف مقدار بذر مصرفی گندم در مرحله بسته شدن کانوپی

Table 1- Effect of different wheat seeding rate treatments on different criteria at canopy closed stage

مقدار بذر کشت شده Wheat seeding rate ($kg.ha^{-1}$)	تراکم Density ($plant.m^{-2}$)	وزن خشک برگ Leaves dry weight ($g.m^{-2}$)	وزن خشک ساقه Culms dry weight ($g.m^{-2}$)	ارتفاع گیاه Heigth (cm)
250	68.69 b†	72.20 b	232.24 b	70.88 a
275	73.47 ab	77.33 ab	248.39 ab	72.52 a
300	78.02 a	82.12 a	263.80 a	68.63 a

* در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترکند اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند (دانکن 5 % = α).

Means within each column followed by same letter are not significantly different at 0.05 probability level according to DMRT.

جدول 2- اثر سطوح مختلف بذر مصرفی گندم روی برخی از خصوصیات جودره در مرحله برداشت

Table 2- Effect of different wheat seeding rate treatments on different criteria at wheat harvest stage.

مقدار بذر کشت شده Wheat seeding rate (kg. ha^{-1})			صفات مورد بررسی Criteria
300	275	250	
65.86 a	64.52 a	54.69 b	تراکم Density (plant.m^{-2})
33.13 a	32.45 a	26.53 b	وزن خشک برگ Leaves dry weight (g.m^{-2})
176.78 a	173.20 a	160.91 b	وزن خشک ساقه Culms dry weight (g.m^{-2})
19.84 a	19.44 a	20.51 a	طول برگ Leaves length(cm)
7.90 a	8.24 a	8.60 a	طول خوشه Spikes length (cm)
43.69 a	42.81 a	40.26 a	تعداد دانه خوشه Grains per spikes
21.36 a	20.92 a	19.78 a	وزن هزار دانه 1000 grain weight (g)
396.29 a	388.27 a	365.20 b	عملکرد بیولوژیک Biological yield (g.m^{-2})
231.89 a	227.39 a	201.48 a	عملکرد دانه Grain yield (g.m^{-2})

* در هرردیف میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترکند اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند (دانکن 5%=α).

Means within each row followed by same letter are not significantly different at 0.05 probability level according to DMRT.

جدول 3- اثر مقدار بذر مصرفی گندم روی برخی از خصوصیات جودره در مرحله بسته شدن کانوپی

Table 3- Effect of different wheat seeding rate treatments on different characteristics of wild barley at canopy closed stage

ارتفاع گیاه Height (cm)	وزن خشک ساقه Culms dry weight (g.m^{-2})	وزن خشک برگ Leaves dry weight (g.m^{-2})	تراکم Density (plant.m^{-2})	مقدار بذر کشت شده Wheat seeding rate (kg .ha^{-1})
52.64 a	22.36 a	10.35 a	6.2 a †	250
34.78 b	17.07 b	8.19 b	5.4 a	275
31.11 b	16.80 b	7.70 b	6.6 a	300

* در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترکند اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند (دانکن 5%=α)

Means within each column followed by same letter are not significantly different at 0.05 probability level according to DMRT.

نتایج تجزیه واریانس داده‌های بدست آمده از اثر افـزایش مقـدار بذر مصرفی گندم بـر روی صـفات تـراکم، وزن خشـک بـرگ، وزن خشک ساقه، طول برگ، تعداد دانه در خوشه و وزن هزار دانه جـودره معنی دار نشد اما اثر افزایش مقدار بذر مصرفی گندم بـر روی صـفت طول خوشه جودره معنی دار شد.

نتایج مقایسه میانگین صفات مرفولوژیک جودره نتایج نشـان داد که علی‌رغم عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای آزمایشی از نظر تأثیر بر تراکم گندم بر ویژگی‌های تراکم جودره، وزن خشک بـرگ و ساقه آن و طول برگ جودره، وزن هزار دانه، تعداد دانـه در خوشـه و طول خوشه جودره، افزایش مقدار بذر مصرفی گنـدم از 250 بـه 275 کیلوگرم در هکتار سبب کاهش مقدار عددی این صفات شـد (جـدول 4). مجموع تأثیر منفی افزایش مقـدار بـذر مصـرفی از 250 بـه 275 کیلوگرم در هکتار بر روی صفات اشاره شده جودره می‌تواند در میزان زادآوری و به عبارت دیگر عملکرد دانه جوددره تأثیر منفی گذاشـته و همین امر علاوه بـر کـاهش در میـزان رشـد جـودره کـه در میـزان زیست‌توده تولیدی آن نمود پیدا نمود (جدول 3)، تأثیر منفی بر میزان بذر تولیدی جو دره گذاشت که این مسئله مـی‌توانـد سـبب کـاهش تراکم بذر این علف‌هرز در بانک بذر گردد. در بررسی مشابه دیده شده است که افزایش تراکم گندم از 400 به 500 بوته در متر مربع موجب کاهش خسارت علف هرز منداب (*Eruca sativa* Mill.) و میـزان

زادآوری آن در مزارع گندم گردید (Jamnejad, 2007). در بررسی دیگر نیز نشان داده شده است که افزایش مقدار بذر مصرفی گندم و کلزا در تناوب گندم-کلزا میزان ورود بذر علف‌های‌هرز به بانک بذر بین 31 تا 43 درصد کاهش یافت و این تیمارها هیچگونه اثر منفی بر عملکرد دو محصول در تناوب نداشتند (Blackshaw et al. 2005). با توجه به مجموع اطلاعات بدست آمده از تأثیر مقادیر مختلف بذر مصرفی گندم بر صفات اندازه‌گیری جو دره و با عنایت به ارزش اقتصادی بذر مصرفی گندم می‌توان تیمار کاربرد 275 کیلوگرم در هکتار به عنوان تیمار برتر معرفی نمود. به‌نظر می‌رسد افزایش مقدار بذر مصرفی از این مقدار سبب افزایش رقابت درون گونه‌ای گندم شده و همین امر سبب کاهش توان رقابتی گندم در مقابل علف‌هرز مزبور گردیده است (Baghestani & Atri 2003). بررسی‌ها دیگر نیز نشان داده است که افزایش بیش از حد تراکم گندم سبب افزایش میزان رقابت درون گونه‌ای در گندم شده و همین امر سبب کاهش توان رقابتی محصول در مقابل علف‌های‌هرز گردیده است (Atri et al. 2009).

اثر زمان مصرف سولفوسولفورون بر صفات مرفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد گندم

نتایج تجزیه واریانس داده‌های بدست آمده از اثر زمان مصرف علفکش سولفوسولفورون بر صفات مختلف مرفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد گندم حاکی از آن است که زمان مصرف این علفکش تأثیر معنی‌داری روی صفات اندازه‌گیری شده گندم داشته است.

مقایسه میانگین داده‌های بدست آمده نشان داد که کاربرد علفکش سولفوسولفورون در مزرعه گندم بدلیل کاهش فشار رقابتی جودره بر محصول، سبب تأثیر مثبت این علفکش بر صفات مختلف اندازه‌گیری شده گندم شد (جدول 5). همانطور که در جدول 5 نمایش داده شده است کاربرد سولفوسولفورون سبب حفظ بهتر تراکم گندم گردید و همین عامل سبب افزایش وزن خشک برگ و ساقه محصول شد. به عبارت دیگر سطح فتوسنتز کننده گندم در اثر کاربرد علفکش سولفوسولفورون و بدلیل اثرات منفی این علفکش بر علف‌هرز جودره افزایش یافت و اثرات آن را می‌توان در افزایش وزن هزار دانه گندم، تعداد دانه در خوشه، طول خوشه و نهایتاً در میزان عملکرد بیولوژیک و دانه گندم مشاهد نمود. همانطور که در جدول 6 مشاهده می‌شود میزان تراکم گندم در دو تیمار کاربرد علفکش سولفوسولفورون در مراحل چهار و هشت برگی بطور معنی‌داری بیشتر از مرحله شش برگی گندم بود. این مسئله احتمالا بدین دلیل است که کاربرد این علفکش در مرحله چهار برگی سبب وارد شدن شوک اندکی به گندم شد، ولی بدلیل آنکه هنوز سرمای زمستانه فرا نرسیده بود جبران گردید و گندم فرصت برگشتن به شرایط نرمال اولیه خود را داشت، اما کاربرد آن در مرحله شش برگی سبب ایجاد خسارت شد و بدلیل فرارسیدن سرمای زمستانه، گندم فرصت کافی برای جبران شوک وارده را نداشت. کاربرد سولفوسولفورون در مرحله هشت برگی که مصادف با گرم شدن مجدد هوا و شروع رشد دوباره گندم بود، به گیاه زراعی اجازه داد تا شوک ناشی از مصرف علفکش را جبران نماید. با توجه به نتایج بدست آمده از صفات مختلف اندازه‌گیری شده گندم می‌توان تیمارهای کاربرد علفکش سولفوسولفورون در مراحل چهار و هشت برگی را به عنوان تیمارهای برتر معرفی نمود.

اثر زمان مصرف سولفوسولفورون بر صفات مرفولوژیک جودره

نتایج تجزیه واریانس داده‌های بدست آمده از اثر زمان مصرف علفکش سولفوسولفورون روی تراکم، وزن خشک برگ و ساقه و ارتفاع جودره در مرحله بسته شدن کانوپی معنی دار بود. از سوی دیگر مقایسه میانگین این صفات نشان داد که کاربرد علفکش سولفوسولفورون سبب کاهش معنی‌دار تراکم این علف‌هرز در مرحله بسته شدن کانوپی شد (جدول 6).

جدول 4- اثر مقدار بذر مصرفی گندم روی صفات مختلف اندازه‌گیری شده جودره در مرحله برداشت گندم

Table 4- Effect of different wheat seeding rate treatments on criteria of wild barley at harvest stage

مقدار بذر کشت شده Wheat seeding rate ($kg.ha^{-1}$)	تراکم Density ($plant.m^{-2}$)	وزن خشک برگ Leaves dry weight ($g.m^{-2}$)	وزن خشک ساقه Culms dry weight ($g.m^{-2}$)	طول برگ Leaves length (cm)	طول خوشه Spikes length (cm)	تعداد دانه در خوشه Grains per spikes	وزن هزار دانه 1000 grain weight (g)
250	7.30 a †	5.26 a	13.85 a	7.33 a	3.46 a	2.34 a	4.16 a
275	4.63 a	2.93 a	8.76 a	4.27 a	2.62 a	3.96 a	4.85 a
300	5.50 a	A3.87 a	10.34 a	4.37 a	4.78 a	2.95 a	2.08 a

* در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترکند اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند (دانکن α=%5)

†Means within each column followed by same letter are not significantly different at 0.05 probability level according to DMRT test.

جدول 5- اثر زمان مصرف علفکش سولفوسولفورون روی برخی از خصوصیات مرفولوژیک گندم در مرحله شیری و عملکرد و اجزای عملکرد گندم

Table 5- Effect of different sulfosulfuron time of application on some morphological characteristics of wheat at grain milk developing stage and yield and yield components of wheat.

زمان مصرف علفکش سولفوسولفورون Time of sulfusolfuron application				صفات مورد بررسی Criteria
8 برگی 8 leaves	6 برگی 6 leaves	4 برگی 4 leaves	شاهد Control	
78.42 a	68.11 b	79.22 a	42.67 c†	تراکم Density (plant.m^{-2})
39.85 a	34.26 b	37.61 a	16.43 c	وزن خشک برگ Leaves dry weight (g.m^{-2})
212.65 a	182.83 b	200.72 a	87.64 c	وزن خشک ساقه Culms dry weigh (g. m^{-2}) t
19.33 b	20.44 b	22.38 a	17.57 c	طول برگ Leaves length (cm)
8.70 a	8.20 b	8.66 a	7.48 c	طول خوشه Spikes length (cm)
52.55 a	45.18 b	49.61 a	21.67 c	تعداد دانه در خوشه Grain per spikes
25.69 a	22.09 b	24.25 a	10.59 c	وزن هزار دانه Thousand grain weight (g)
478.67 a	409.83 b	449.94 a	196.56 c	عملکرد بیولوژیکی Biological yield (g. m^{-2})
266.9 a	229.47 b	251.93 a	110.05 c	عملکرد دانه Grain yield (g.m^{-2})

* در هر ردیف میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترکند اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند (دانکن 5%=α).

†Means within each row followed by same letter are not significantly different at 0.05 probability level according to DMRT test.

در بین تیمارهای مصرف علفکش سولفوسولفورون، تیمار کاربرد این علفکش در مرحله شش برگی نسبت به دو مرحله دیگر از نظر کاهش تراکم و وزن خشک جودره کارایی بیشتری نسبت به دو تیمار دیگر داشت. همانطور که قبلا نیز اشاره شد بدنبال کاربرد سولفوسولفورون در مرحله شش برگی سرمای زمستانه نیز آغاز شد. این مسئله سبب گردید که علاوه بر فشار علفکش بر جودره، سرما نیز فرصت جبران خسارت وارده بر علف‌هرز را نداده و همین عامل سبب کاهش شدید تراکم و وزن خشک جودره گردید. با عنایت به اینکه کاربرد علفکش در این مرحله علاوه بر خسارت به علف‌هرز جودره سبب ایجاد خسارت بر روی گندم نیز گردید (جداول 6 و 7)، علی‌رغم کارایی بالای سولفوسولفورون در این مرحله نمی‌توان به عنوان تیمار برتر معرفی نمود. در اغلب موارد کارایی تیمار علفکش سولفوسولفورون در مراحل چهار و هشت برگی جودره روی صفات اندازه‌گیری شده (باستثناء ارتفاع گیاه) این علف‌هرز در مرحله بسته شدن کانوپی گندم اختلاف معنی‌داری دیده نشد (جدول 7). مقایسه این نتایج با نتایج بدست آمده از عملکرد دانه و خصوصیات رشدی گندم حاکی از آن است که بین دو تیمار کاربرد سولفوسولفورون در مراحل چهار و هشت برگی، کاربرد آن در مرحله چهار برگی بر هشت برگی نیز رجحان دارد. در بررسی دیگری که روی گونه‌های مختلف جو در محیط کنترل شده صورت گرفت نیز مشاهده گردید که کاربرد سولفوسولفورون در مرحله چهار برگی سبب کنترل کامل جو خودرو (*Hordeum vulgare*) و کنترل خوب جودره (*Hordeum spontaneum*) و جو موشی (*Hordeum murinum*) و کنترل متوسط جو دو ردیفه (*Hordeum disticon*) گردید (Baghestani et al., 2008).

نتایج مقایسه میانگین صفات مختلف اندازه‌گیری شده جودره در مرحله برداشت نیز تایید کننده نتایج بدست آمده از مرحله بسته شدن کانوپی می‌باشد. بطوریکه کاربرد علفکش سولفوسولفورون سبب کاهش بسیار معنی‌دار تراکم، وزن خشک، طول برگ، طول خوشه، تعداد دانه در خوشه و وزن هزاردانه جو دره گردید (جدول 7). از سوی دیگر تیمار کاربرد این علفکش در مرحله شش برگی که تأثیر بهتری در کنترل علف‌هرز جودره در مرحله بسته شدن کانوپی داشت (جدول

7) در انتهای دوره برداشت با دو تیمار دیگر یعنی کاربرد سولفوسولفورون در مراحل چهار و هشت برگی از نظر اثرات منفی بر صفات اندازه‌گیری شده جودره در مرحله برداشت (باستثناء طول خوشه) اختلاف آماری معنی‌داری نداشت. با توجه به این مسئله و با عنایت به اثرات منفی سولفوسولفورون برروی گیاه گندم، کاربرد سولفوسولفورون در مرحله چهار برگی نسبت به دو مرحله دیگر رجحان دارد.

در مجموع با توجه به نتایج حاصل از این مطالعه می‌توان گفت که تلفیق کاربرد مصرف 275 کیلوگرم بذر در هر هکتار گندم و مصرف سولفوسولفورون در مرحله چهار برگی علف هرز جودره جهت مهار این علف‌هرز در شرایط هیرم کاری در گندم توصیه می‌گردد. در بررسی مشابهی که توسط عطری و همکاران در خصوص کنترل چاودار در مزارع گندم نیز صورت گرفت نشان داده شده که مصرف 25 تا 50 درصد بیشتر از مقدار توصیه شده گندم رقم پیشتاز می‌تواند از خسارت چاودار در مزارع گندم بکاهد (Atri et al. 2008).

جدول 6- اثر زمان مصرف علفکش سولفوسولفورون روی برخی از ویژگی‌های جودره در مرحله شیری گندم

Table 7- Effect of different sulfosulfuron time of applicationon some characteristics of wild barley at milk grain developing stage.

زمان کاربرد Time of application	تراکم Density (plant..m^{-2})	وزن خشک برگ Leaf Dry matter (g.m^{-2})	وزن خشک ساقه Culm Dry matter (g.m^{-2})	ارتفاع Height (cm)
شاهد بدون مصرف علفکش Control (no-herbicide)	†17.11 a	26.32 c	57.39 a	80.70 a
4 برگی 4 leaves	4.22 b	4.60 b	10.06 b	41.71 b
6 برگی 6 leaves	0.22 c	0.01 a	0.01 a	80.10 a
8 برگی 8 leaves	2.88 bc	4.10 b	8.90 b	36.10 c

* در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترکند اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند (دانکن 5%=α)

†Means within each column followed by same letter are not significantly different at 0.05 probability level according to DMRT test.

جدول 7- مقایسه میانگین اثر زمان مصرف علف کش سولفوسولفورون بر صفات مختلف جودره در مرحله برداشت

Table 7- Effect of different sulfosulfuron time of application on some characteristics of wild barley at harvest stage

زمان مصرف علفکش Time of application	تراکم Density (plant.m^{-2})	وزن خشک Leaves dry weight (g. m^{-2}) برگ	وزن خشک ساقه Culms dry weight (g. m^{-2})	طول برگ Leaves length (cm)	طول خوشه Spikes length (cm)	تعداد دانه در خوشه Grains in spikes	وزن هزار دانه 1000 grains weight (g)
شاهد بدون مصرف علفکش Control (no-herbicide)	21.59 a	15.53 a	43.95 a	12.64 a	5.89 a	3.17 a	3.50 a
4 برگی 4 leaves	0.33 b	0.01 b	0.01 b	2.16 b	1.00 c	1.28 b	1.00 b
6 برگی 6 leaves	1.00 b	0.55 b	0.01 b	4.05 b	6.16 a	1.00 b	1.00 b
8 برگی 8 leaves	0.33 b	0.01 b	0.01 b	2.44 b	2.44 b	1.00 b	1.00 b

* در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترکند اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند (دانکن 5%=α)

†Means within each column followed by same letter are not significantly different at 0.05 probability level according to DMRT test

منابع

1- Atri, A., Baghestani, M.A., Partovi, M., 2008. Quantitative evaluation of wheat (*Triticum aestivum* L.) against

volunteer rye (*Secale cereale* L.) in Iran. Weed Biol. Manag. 8, 191-200.
2- Baghestani, M.A., 2007. Investigating effciency of sulfosulfuron (Apyros 75 WDG) on different species of wild barley (*Hordeum* spp.) control in wheat field. Final report of project, Iranian Research Institute of Plant Protec. 76pp. (In Persian).
3- Baghestani, M.A., 2008. Effect of time of application on efficiency of sulfosulfuron (Apyros 75 WDG) on different species of wild barley (*Hordeum* spp.). Final report of project, Iranian Research Institute of Plant Protection. 43pp. (In Persian).
4- Baghestani, M.A., and Atri, A., 2003. Determination of competitive ability of wheat against rye (*Secale cerale* L.) using reciprocal yield model in Karaj. Appl. Ent. Phytopath. 71, 43-56.
5- Baghestani, M.A., Zand E., Minbashi M., Atri A., 2008a. A review on the researches conducted for controlling of wild barley species (*Hordeum spp.)* in wheat fields of Iran. In: Proceedings of the 2nd National Weed Science Congress. January 2008, Mashhad, Iran. Vol. 3. 47-61. (In Persian with English summary).
6- Baghestani, M.A., Zand, E., Mesgaran M.B., Veyssi, M., Pourazr, R., Mohammadipour M., 2008b. Control of weed barley species in winter wheat with sulfosulfuron at different rates and times of application. Weed Biol. and Manag. 8, 181-190.
7- Baghestani, M.A., Zand, E., Soufiezadeh, S., Jamali, M., Mighany, F., 2007. Evaluation of sulfosulfuron for broadleaved and grass weed control in wheat (*Triticum aestivum* L.) in Iran. Crop Protect., 26, 1385-1389.
8- Blackshaw, R.E., Beckie, H.J., Molnar, L.J., Entz, T., Moyer, J.R., 2005. Combining agronomic practices and herbicides improves weed management in wheat-canola rotations within zero-tillage production systems. Weed Sci. 53, 528-535.
9- Felton, W. C., 1976. The influence of row spacing and plant population on the effect of weed competition in soybean (*Glycine max*). Aust. J. Exp. Agric. Husb. 16, 926-934.
10- Hassanzadeh-Dalooei, M., Noormohammadi, Gh., Rahimian-mashhadi, H., 2003. Determination of wheat ideotype for light competition with wild oat (*Avena ludoviciana*) and turnip weed (*Rapistrum rugosum*) using simulation approach. Iran. Crop Sci. 3, 176-184.
11- Jamnejad, M., 2007. Investigating of competitive ability of less and moer competitive cultivars of wheat (*Triticum aestivum* L.) in different density of wheat and *Eruca sativa* Mill. Ph.D. Thesis. Fac. Agric. Azad Univ., Brach Sci. and Technol. Tehran, Iran. (In Persian with English summary).
12- Lemerle, D., Verbeek, B., Cousens, R. D., Coombes, N. E., 1996. The Potential for selecting wheat varieties strongly competitive against weeds. Weed Res. 36, 505-513.
13- Mohler, C. L. 1991. Ecological bases for the cultural control of annual weeds. J. Prod. Agric. 9, 468-474.
14- Tasnim-shirazi, M., 2008. Response of *Hordeum spontaneum, Hordeum murinum, Hordeum distichon* and *Hordeum* vulgare to sulfosulfuron. M.Sc. Thesis. Fac. Agric. Azad Univ., Brach Sci. and Technol. Tehran, Iran. (In Persian with English summary).
15- Teasadle, J. R., Frank, R., 1980. Effect of snap bean spacing on weed competition. Proc. Northeast. Weed Sci. 34, 109-115.
16- Teasdale, J. R. Frank, R., 1993. Effect of row spacing on weed competition with snap beans (*Phaseolus vulgaris*). Weed Technol. 31, 81-85.
17- Veissi, M., Baghestani, M.A., Zand E., 2008. Determining the appropriate rate of sulfosulfuron in controlling wild barley (*Hordeum spontaneum* Koch.) in wheat fields in Kermanshah. In: Proceedings of the 2nd National Weed Science Congress. January 2008, Mashhad, Iran. Vol. 1. 374-377. (In Persian with English summary).

Journal of Agroecology
Vol. 1, No. 1, Fall 2009, p. 81-89

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 1، شماره 1، پاییز 1388، ص. 89-81

Integrated management of wild barley (*Hordeum spontaneum* Koch) in wheat field under stale seedbed condition

M.A. Baghestani Maybodi*, H. Sayedipour, E. Zand, M. Minbashi-moeini, F. Maighani and A. Lashkari[1]

Abstract

Field experiment was conducted in order to determine the effect of wheat seeding rate and time of application of sulfosulfuron for control of *Hordeum spontaneum* in wheat field in 2007 in Qom Province, Iran. The experimental design was completely randomized block with four replications in which treatments were arranged as factorial. The treatments were wheat seed rates at 250, 275 and 300 kg/ha and time of application of sulfosulfuron in different growth stages of *Hordeum spontaneum* (four-leaves, six leaves and eight leaves). Results showed that using 275 kg/ha and application of sulfosulfuron at four-leaves growth stage of *Hordeum spontaneum* in stale seedbed method were the best treatments for suppressing of *Hordeum spontaneum* in wheat field. These treatments reduced growth of *Hordeum spontaneum* while increased attributed growth criteria of wheat, particularly wheat grain yield. According to economical and environmental standpoints, using wheat seed rate at 275 kg/ha and applying sulfosulfuron at four-leaves stage of *Hordeum spontaneum* were the best treatment for integrated management of wild barley. These treatments affected seed production of wild barley, therefore, the input of wild barley seed to seed bank can be reduced by mentioned treatments.

Key words: Seeding rate, Herbicide, Sulfosulfuron, Cultural control, Seed bank, Competition

1- A Contribution from Weed Res., Department, Iranian Plant Protec. Res. Inst., Tehran, Iran
(* - Corresponding author Email: Baghestani40@hotmail.com)

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 1، شماره 1، پاییز 1388، ص. 101-91

Journal of Agroecology
Vol. 1, No. 1, Fall 2009, p. 91-101

الگوی قیمت‌گذاری علف‌کش‌های همسو با محیط‌زیست و کشاورزی پایدار در استان خراسان رضوی (مطالعه موردی گندم)

محمد قربانی*[1]، امین نعمتی[2] و رضا قربانی[3]

تاریخ دریافت: 88/9/20
تاریخ پذیرش: 88/10/30

چکیده

آگاهی از ترجیحات کشاورزان گندم‌کار نسبت به نقش عوامل زیست‌محیطی و نوع علف‌های هرز در قیمت علف‌کش‌های زیستی برای مدیریت پایدار علف‌های هرز، به عنوان یک راهکار اساسی در جهت کمک به سیاست‌گزاران و مسئولان بخش کشاورزی تلقی می‌شود. با توجه به این مهم در این مقاله تلاش شده است تا با استفاده از داده‌های مقطعی 180 کشاورز گندم‌کار استان خراسان رضوی در سال 1387 و بهره‌گیری از الگوی قیمت‌گذاری کیفی، نقش عوامل زیست‌محیطی و نوع علف‌هرز بر قیمت علف‌کش‌های همسو با محیط‌زیست در قالب تمایل به پرداخت مورد بررسی قرار گیرد. نتایج حاصل از برآورد الگوی قیمت‌گذاری کیفی علف‌کش‌ها نشان داد که کاهش آلودگی آب، کاهش تهدید سلامت انسان، شاخص آگاهی کشاورزان از آثار سوء ناشی از مصرف علف‌کش‌ها و متغیر مجازی یک ساله بودن علف‌های هرز تأثیر معنی‌داری بر روی قیمت علف‌کش‌های همسو با محیط زیست و کشاورزی پایدار دارند. سایر متغیرها از جمله کاهش آلودگی خاک و چندساله بودن علف‌های هرز تأثیر معنی‌داری بر قیمت این نوع علف‌کش‌ها ندارند. با توجه به یافته‌های این تحقیق، انجام تحقیقات کاربردی در مورد امکان استفاده از علف‌کش‌های زیستی و یا علف‌کش‌های سازگار با مولفه‌های زیست‌محیطی، توجه به میزان تمایل به پرداخت کشاورزان در جایگزینی علف‌کش‌های زیستی در نظام تولید و قیمت‌گذاری علف‌کش‌ها اهمیت زیادی داشته و انجام تحقیقات بیشتر پیشنهاد می‌گردد.

واژه های کلیدی: رهیافت بازار جایگزین، قیمت‌گذاری کیفی، علف‌کش زیستی

مقدمه

دستیابی به تولید بالاتر محصولات کشاورزی، سبب شده تا آفت‌کش‌ها به عنوان جزء جدایی‌ناپذیر برنامه‌ریزی تولید مطرح شوند. آفت‌کش‌ها به دلیل کارایی بسیار بالا و انعطاف‌پذیری در کنترل علف‌های هرز، صرفه اقتصادی و نیز کمک به ثبات و تولید بیشتر محصول هنوز هم به طور فزاینده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند (Sydorovych & Marra, 2008). اگرچه کاربرد علف‌کش‌ها می‌تواند ضایعات تولید را به شکل معنی‌داری کاهش دهد و در نظام‌های زراعی شخم حداقل یا بدون شخم فرسایش خاک را کاهش دهد اما کاربرد علف‌کش‌ها می‌تواند برای سلامت انسان و محیط‌زیست زیان‌آور باشد و هزینه‌های خارجی را تحمیل نماید. در طول دهه‌های اخیر کاربرد گسترده آفت‌کش‌ها به جهت ایجاد آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی و نیز تأثیر نامطلوب آن‌ها بر کمیت و کیفیت گونه‌های کمیاب، تهدید سلامت انسان و سایر اشکال آلودگی‌های زیست‌محیطی دل‌نگرانی‌های اجتماعی فراوانی را ایجاد کرده است (Florax et al., 2005). مطالعات مختلف در این زمینه نشان می‌دهد که کاربران مداوم آفت‌کش‌های شیمیایی معین در معرض خطرات فزاینده سرطان قرار دارند (Nemati, 2009). سال‌ها است که میزان علف‌کش‌ها در آب سطحی و آب زیرزمینی قابل شرب از آستانه خطر بالاتر رفته است (Ribaudo, 1993). مسمومیت کشاورزان بر اثر کاربرد آفت‌کش‌ها در مزرعه پدیده‌ای است که بیشتر در کشورهای در حال توسعه روی می‌دهد (Sivayoganathan et al., 2000). کشاورزانی که در معرض مستقیم استفاه از علف‌کش‌های شیمیایی قرار دارند تحت تأثیر اثرات حاد و مزمن آن‌ها قرار می‌گیرند (Blair & White, 1985; Hoar et al., 1986; Wigle et al., 1990). آفت‌کش‌ها اغلب مواد شیمیایی شناخته شده‌ای هستند که وارد آب مخصوصاً آب‌های زیرزمینی می‌شوند (Funari et al., 1995)، بر کمیت و کیفیت پوشش گیاهی اثرات نامطلوبی دارند

1، 2 و3- به ترتیب عضو هیأت علمی، دانشجوی کارشناسی ارشد و عضو هیأت علمی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(* - نویسنده مسئول: Email: ghorbani@um.ac.ir)

(Pimentel & Greiner, 1997) و همچنین به مسمومیت گونه‌های مختلف پستانداران (Mason et al., 1986)، حشرات (Murray, 1985) و پرندگان (Luhdholm, 1987) منجر می‌شود. تحقیقات نشان داده است که کشاورزان نگران مخاطرات آفت‌کش‌ها بر سلامت انسان و کیفیت محیط‌زیست می‌باشند (Higley & Wintersteen,1992; Beach & Carlson,1993; Mullen et al, 1997) Beach & Carlson (1993) نشان دادند که کشاورزان هنگام انتخاب آفت‌کش‌های مختلف برای کنترل علف‌های هرز، به کیفیت آب و ایمنی کاربرد آفت‌کش‌ها اهمیت و اولویت بالایی می‌دهند. ویژگی‌های ایمنی به علاوه خصوصیات بازار و کنترل علف‌های هرز در بازار آفت‌کش‌های ذرت و سویا در آمریکا از اهمیت خاصی در انتخاب نوع آفت‌کش برخوردار است. از سوی دیگر، بنگاه‌های تولیدکننده علف‌کش‌ها با هدف دستیابی به حداکثر سود، به دنبال تولید علف‌کش‌های با حداکثر کارایی و اثربخشی در کنترل علف‌های هرز می‌باشند و در این فرایند کمترین توجهات را به مسائل زیست‌محیطی دارند. بنابراین، آنچه مشخص است این که، تولید علف‌کش‌های با اثربخشی بالا بر علف‌های هرز و اثربخشی مطلوب همسو با محیط‌زیست به طور همزمان کمتر مورد توجه قرار می‌گیرد. با توجه به آنچه مطرح شد، در واقع بدون توجه به ترجیحات کنترل علف‌های هرز و زیست‌محیطی کشاورزان در تقاضا برای مصرف علف‌کش‌ها، اقدام به تولید علف‌کش‌هایی با ویژگی‌های نامطلوب زیست‌محیطی می‌شود. لذا بایستی قبل از تولید علف‌کش‌ها و در نهایت قیمت‌گذاری محصول تولیدی این دو گروه از ترجیحات کشاورزان برای مصرف علف‌کش‌ها مورد توجه قرار گیرد و در جهت همسو کردن آن‌ها حرکت کرد. اطلاعات نشان می‌دهد که در حال حاضر، بازار جهانی آفت‌کش‌های زیستی (آفت‌کش‌های سازگار با محیط‌زیست) 400 میلیون دلار، یا 1/5 درصد از کل میزان آفت‌کش‌های تولیدی می‌باشد (Navon, 2000; Gaugler, 1997). با وجود سهم نسبتاً کم آن‌ها در بازار، آفت‌کش‌های زیستی دارای یک ویژگی مشخص هستند: پیش‌بینی می‌شود که آن‌ها 10 تا 15 درصد در سال (از 460 میلیون دلار در سال 2000 تا تقریباً 2 تا 4 میلیارد دلار) در 10 تا 15 سال آینده رشد نمایند، در حالی که این رشد برای آفت‌کش‌های شیمیایی فقط 2 درصد خواهد بود (Menn, 1996; Navon, 2000). مطالعات فراوانی در بخش‌های مختلف در ارتباط با تعیین سهم مولفه‌های مختلف کیفی بر قیمت کالاها (الگوی قیمت‌گذاری کیفی)[1] صورت گرفته است. Fernandez-Cornejo & Jans (1995) در مطالعه‌ای با استفاده از الگوی قیمت‌گذاری کیفی نشان دادند که ضریب درجه سمیت آفت‌کش معنی‌دار و بر قیمت آفت کش تأثیر منفی دارد. همچنین قیمت‌های برآورد شده در ارتباط با خصوصیات کیفی نشان داد که کشاورزان به طور متوسط 0/17 دلار برای کاهش درجه سمیت آفت‌کش در یک دوره از 1986 تا 1985 و 0/34 دلار در دوره 1985 تا 1992 پرداخت کرده‌اند. Beach & Carlson (1993) با استفاده از تکنیک‌های ترجیح آشکار به منظور ارزیابی خطرات آفت‌کش‌ها الگویی را با وارد کردن خصوصیات مختلف علف‌کش‌ها پیشنهاد کردند تا کشاورزان بتوانند بازار آفت‌کش‌ها را درک کنند. نتایج نشان داد که کشاورزان هنگام انتخاب محصولات مختلف، به کیفیت آب و ایمنی کاربرد آفت‌کش‌ها الویت بالا می‌دهند. همچنین کاربرد الگوی قیمت‌گذاری کیفی نشان داده است که پتانسیل آب‌شویی و میزان سمیت معنی‌دار بوده و کشش‌های کوچکتری نسبت به کارآمدی کنترل علف‌های هرز داشته‌اند. Bunch et al (1993) برای بررسی این که آیا کشاورزان برای خطر آلودگی آب‌های زیرزمینی و سمیت کاربرد آفت‌کش‌ها اولویت قائل هستند، از الگوی قیمت‌گذاری کیفی استفاده کردند. نتایج مطالعه آنها نشان داد که کشاورزان بیش از همه به درجه سمیت آفت‌کش‌ها توجه دارند. Soderqvist (1998) با استفاده از الگوی قیمت‌گذاری کیفی نشان داد که در یک بازار متنوع، استفاده از الگوی قیمت‌گذاری برای برآورد ارزش سایه‌ای (مطلوبیت نهایی) ویژگی‌های آفت‌کش در آمریکا امکان‌پذیر می‌باشد. همچنین نتایج نشان داد که ویژگی‌های اندازه‌گیری شده واقعی مواد شیمیایی می‌تواند قیمت‌های نسبی گسترده‌ای از آفت‌کش‌ها را توضیح دهد. متغیرهای تولید (شامل متغیرهای مربوط به آب‌شویی) خصوصیات مهم محصول می‌باشند که تصمیمات کاربرد آفت‌کش‌ها را توضیح می‌دهند. باید توجه داشت که خصوصیات ایمنی آفت‌کش فقط در صورتی بر انتخاب‌های آفت‌کش تأثیر می‌گذارند که کشاورزان و مدیران شرکت مواد شیمیایی به طور گسترده از این عوامل اطلاع داشته باشند. ارزش ضمنی خطرات آفت‌کش‌ها باید تمایلات فعالان اقتصادی در معرض چنین خطری را مشخص کند. این فعالان عبارتند از: تولیدکنندگانی که برای تولید محصولات کشاورزی از آفت‌کش‌ها استفاده می‌کنند و هم چنین گروه بزرگتری از مصرف‌کنندگان که از خدمات زیست‌محیطی بطور مستقیم و یا غیرمستقیم بهره‌مند می‌شوند. روش‌های مختلفی به منظور سیاست‌گزاری در زمینه مدیریت و کنترل مخاطرات کاربرد علف‌کش‌ها وجود دارد: یکی از این روش‌ها مبتنی بر بازار و دیگری روش ترغیب و تحریک رفتاری کشاورز می‌باشد (Travisi et al., 2006). در این دو روش می‌توان با تکیه بر نیروی ویژه قیمت علف‌کش‌ها، کشاورزان را از محصولات پر مخاطره برای محیط‌زیست به سمت علف‌کش‌های کم مخاطره هدایت کرد. از سوی دیگر می‌توان با روش ترغیبی و تحریکی، رفتار کشاورزان را جهت داد تا از علف‌کش‌های زیستی و یا حداقل کم‌خطر برای محیط‌زیست و با اثربخشی یکسان استفاده نمایند که خود نیازمند جهت‌گیری و هدفمند شدن سیاست پرداخت یارانه و انتقال آن از علف‌کش‌های پرخطر به

1- Hedonic Pricing Method (HPM).

علف‌کش‌های کم‌خطر و زیستی می‌باشد. یک روش برای بررسی این که آیا تقاضا برای علف‌کش‌های سازگار با محیط‌زیست وجود دارد، استفاده از الگوی قیمت‌گذاری کیفی است. به طوریکه بر اساس نظریه Beach & Carlson (1993) می‌توان معیارهایی برای سنجش شاخص سلامت، ویژگی‌های زیست‌محیطی و قابلیت کنترل علف‌های هرز را برای علف‌کش‌ها تعیین کرد و با استفاده از تحلیل الگوی قیمت‌گذاری کیفی، قیمت نسبی هر یک از این پارامترها را در بازار محاسبه کرد. با توجه به آثار نامطلوب زیست‌محیطی ناشی از کاربرد علف‌کش‌های رایج، مطالعه در زمینه بررسی ترجیحات مالی کشاورزان در ارتباط با تقاضا برای مصرف علف‌کش‌های سازگار و همسو با محیط‌زیست و کشاورزی پایدار به منظور کنترل علف‌های هرز ضروری به نظر می‌رسد. الگوی قیمت‌گذاری کیفی نخستین بار توسط Lancaster (1966) ابداع شد و بعدها توسط Rosen (1974) و Fraumeni (1986) گسترش پیدا کرد. الگوی قیمت‌گذاری کیفی قیمت فروش یک محصول را بین ویژگی‌های مختلف آن محصول تجزیه می‌کند و نهایتاً یک قیمت نسبی یا قیمت سایه‌ای[1] را برای هر یک از خصوصیات تعیین می‌کند. بدین ترتیب می‌توان ویژگی‌هایی مانند کیفیت زیست‌محیطی، سازگاری‌های محلی، ویژگی‌های بومی و غیره را با استفاده از تحلیل آماری قیمت‌گذاری کرد. یکی از الگوهایی که برای بررسی تأثیر ویژگی‌های کیفی محصولات بر قیمت آنها مورد استفاده قرار می‌گیرد روش قیمت‌گذاری کیفی (HPM) است. از این رو دسترسی به برآوردهای پولی دقیق در مورد تمایل افراد به پرداخت پول برای کاهش خطر آفت‌کش‌ها جهت بکارگیری موفقیت‌آمیز چنین سیاست‌هایی لازم است (Beach & Carlson 1993). از این رو در این مطالعه به منظور بررسی تأثیر عوامل کیفی زیست‌محیطی و فنی علف‌های هرز شامل آلودگی آب، آلودگی خاک (کاهش میکروارگانیزم های موجود در خاک)، تهدید سلامت انسان و نوع علف‌های هرز بر تمایل به پرداخت برای علف‌کش‌ها (قیمت علف‌کش‌ها)، و در واقع حرکت برای تولید علف‌کش‌های همسو با محیط‌زیست (علف‌کش‌های زیستی[2]) و میزان تأثیر هر یک از آن‌ها بر میزان تمایل به پرداخت کشاورزان گندم‌کار استان از الگوی قیمت‌گذاری کیفی استفاده شده است.

مواد و روش‌ها

داده‌ها- این تحقیق با استفاده از روش پیمایشی انجام شد. با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی ساده و بهره‌گیری از رابطه Cochran (1963) تعداد 180 نفر از کشاورزان گندم‌کار شهرستان‌های مشهد، نیشابور، سبزوار، تربت‌جام و تربت‌حیدریه در سال 1387 انتخاب شدند. سپس اطلاعات مورد نیاز از طریق پرسشنامه و انجام مصاحبه حضوری تکمیل شد. با توجه به ماهیت این مطالعه و نیز توجه به سناریوهای 5 گانه پیشنهادی برای شرایط زیست‌محیطی (جدول 1)، در نهایت اطلاعات 900 مشاهده مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

در این مطالعه برای اندازه‌گیری میزان تمایل به پرداخت کشاورزان برای استفاده از علف‌کش‌های سازگار با محیط‌زیست (قیمت علف‌کش) مورد استفاده در مزارع گندم در قالب جدول 1 استفاده شده که در آن 5 سناریوی متفاوت (هر سناریو مربوط به بکارگیری علف‌کش با ویژگی‌های تأثیرگذاری مشخص بر گزینه‌های مختلف) لحاظ شد. در هر سناریو برای مؤلفه‌های آلودگی آب، آلودگی خاک و تهدید سلامت انسان درصدهای متفاوتی از درجه تأثیرگذاری علف‌کش بر کاهش اثرات منفی علف‌کش‌ها در نظر گرفته شد. کشاورزان در هر سناریو با توجه به کاهش اثرات منفی زیست‌محیطی مربوط به آن سناریو قیمتی را برای خرید هر لیتر این نوع علف‌کش‌ها بیان نموده‌اند. بطور مثال در رابطه با سناریوی پنج از کشاورزان سوال شد اگر علف‌کشی وجود داشته باشد که مصرف آن به کاهش 80% درصدی آلودگی آب، کاهش 80% درصدی آلودگی خاک و کاهش90% درصدی تهدید سلامت انسان منجر شود، آنگاه میانگین تمایل به پرداخت شما برای هر لیتر علف‌کش همسو با محیط‌زیست چقدر خواهد بود (Nemati, 2009).

محیط‌زیست یکی از مؤلفه‌های اصلی در سیاست‌های بخش کشاورزی بوده و بسیاری از مؤلفه‌های دیگر در حوزه اقتصاد، کارکردها و رفتارها در سطح خرد (مزرعه) بخش کشاورزی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. به همین دلیل مهمترین عامل و پیش نیاز هر فعالیت کلان، سازگاری آن با محیط‌زیست خواهد بود (Hoseini & Ghorbani, 2005). اهمیت محیط‌زیست به اندازه‌ای است که علاوه بر توجه جهانی به آن، در بسیاری از برنامه‌ریزی‌ها و سیاست‌گزاری‌های بخشی نیز به عنوان اولویت مطرح شده است. با توجه به جایگاه درخور توجه محیط‌زیست و همچنین ضرورت نیل به اهداف توسعه پایدار، حفاظت محیط‌زیست امری ضروری به نظر می‌رسد. در این راستا ارزش‌گذاری محیط‌زیست به عنوان یک راهکار، تأثیر بسزایی در سیاست‌گزاری‌های حفاظت از منابع طبیعی و محیط زیست دارد (Ghorbani & Zare, 2008). روش‌های مختلفی برای ارزشگذاری محیط‌زیست وجود دارد و بر اساس نوع بازاری که کالاهای زیست‌محیطی در آن ارزش‌گذاری می‌شوند طبقه‌بندی صورت می‌گیرد.

1- Shadow price
2- Bioherbicide

جدول 1- بررسی تمایل به پرداخت کشاورزان برای کاهش اثرات منفی علف‌کش‌ها

Table 1 – Investigation of farmers willingness to pay for reducing the negative effects of herbicides

اثرات Effects	سناریوها (Scenarios)				
	سناریوی 1 Scenario 1	سناریوی 2 Scenario 2	سناریوی3 Scenario 3	سناریوی4 Scenario 4	سناریوی 5 Scenario 5
آلودگی آب Water pollution	%20	%30	%50	%70	%80
آلودگی خاک (میکروارگانیزم‌های خاک)- Contamination of soil (soil Microorganism)	%10	%30	%50	%70	%80
تهدید سلامت انسان – Threaten human health	%50	%70	%80	%80	%90
متوسط تمایل به پرداخت (ریال در لیتر)- Average willingness to pay (Rial L^{-1})	؟	؟	؟	؟	؟

رهیافت‌های ارزش‌گذاری اثرات زیست‌محیطی شامل رهیافت‌های مبتنی بر بازار، رهیافت‌های بازار جایگزین[1] و رهیافت‌های بازار فرضی[2] می‌باشد. یکی از رهیافت‌های بازار جایگزین، رهیافت ارزش ملک یا رهیافت قیمت‌گذاری کیفی می‌باشد. روش قیمت‌گذاری کیفی می‌تواند برای برآورد قیمت ضمنی ویژگی‌های زیست‌محیطی مورد استفاده قرار گیرد. قیمت‌گذاری کیفی (ارزش‌گذاری قیمت کیفی[3]) تلاش می‌کند ارزش یک خدمت زیست‌محیطی غیربازاری را به عنوان مولفه‌ای (ویژگی[4]) قابل اندازه‌گیری از یک کالای بازاری اندازه‌گیری نماید (Anderson, 1993). این الگو که ریشه در نظریه ارزش ویژگی‌ها دارد بوسیله Lancaster (1966) بیان شده است و بر مطلوبیتی که یک فرد از یک کالا بر اساس ویژگی‌های آن بدست می‌آورد، متکی می‌باشد. زمانی که این ویژگی‌ها مشتمل بر ویژگی‌های زیست‌محیطی باشد، قیمت‌گذاری کیفی با الگوسازی تمایل به پرداخت افراد برای یک کالای خاص به عنوان تابعی از ویژگی‌های آن، تلاش می‌کند تا اثرات تغییرات موجود در جریان خدمت زیست‌محیطی را بر مطلوبیت افراد بررسی کند. این تحلیل با استفاده از الگوهای آماری انجام می‌شود. معمول‌ترین کاربردهای روش قیمت‌گذاری عبارت از استخراج رابطه میان ارزش ملک و ویژگی‌های زیست‌محیطی مجاور آن (به عنوان مثال کیفیت هوا، سطح آلودگی، دسترسی به امکانات تفریحی و تسهیلات ویژه) می‌باشد به طوری که روش قیمت‌گذاری کیفی به عنوان رهیافت ارزش ملک معروف است (World Bank, 1998).

در این مطالعه فرض شده ارزش علف‌کش تولیدی و به نوعی تقاضا برای آن، به ویژگی‌های کیفی آن (سازگاری با محیطزیست) وابسته باشد. بنابراین، الگوی اقتصادی که بتواند این ویژگی‌ها را لحاظ نماید، الگوی قیمت‌گذاری کیفی است. تابع قیمت گذاری کیفی عبارت از رگرسیون قیمت قابل مشاهده یک کالا بر روی صفات کیفی آن می‌باشد (Lucas, 1975). به عبارت دیگر قیمت‌گذاری کیفی، قیمت‌های ضمنی صفات یا ویژگی‌های کالاها را نسبت به قیمت کالاها در بر می‌گیرد. بنابراین می‌توان گفت الگوی تقاضا برای یک محصول یا نهاده را به صورت تابعی از خصوصیات آن در نظر می‌گیرد.

در ارتباط با بنگاهی که تنها یک محصول (Y) مثلاً گندم تولید می‌نماید، تابع تولید برای Y ممکن است به صورت زیر تعریف گردد:

$$Y = f(Z) \qquad (1)$$

که در آن Z برداری از خصوصیات نهاده‌ها (در اینجا یکی از این نهاده‌ها علف‌کش است) می‌باشد. فرض می‌گردد که بنگاه سودش را ماکزیمم می‌نماید یعنی:

$$\pi = P.f(Z) - WX \qquad (2)$$

که در آن P قیمت محصول، در حالی که W و X به ترتیب بردارهایی از قیمت‌ها و مقادیر نهاده‌ها می‌باشند. شرط مرتبه اول برای ماکزیمم کردن سود عبارت است از:

$$\frac{\partial \pi}{\partial X_i} = P\sum_{j=1}^{m}\left[\frac{\partial f}{\partial Z_j}.\frac{\partial Z_j}{\partial X_i}\right] - W_i = 0 \qquad (3)$$

برای هر نهاده خاص X_i، رابطه 3 می‌تواند بصورت زیر نوشته شود:

$$W_i = \sum_{j=1}^{m}\left[T_j.\frac{\partial Z_j}{\partial X_i}\right] \qquad (4)$$

که در آن $T_j = p.\frac{\partial f}{\partial Z_j}$ است. T_j ارزش نهایی j امین ویژگی را بیان می‌نماید. رابطه 4 بیان می‌نماید که قیمت نهاده i مساوی با

1- Surrogate market approach.
2- Hypothetical market approach.
3- Hedonic price valuation.
4- Attribute or characteristic.

مجموع ارزش نهایی ضمنی هر ویژگی ضرب در بازده نهایی آن ویژگی نسبت به نهاده i می‌باشد. رابطه 4 تابع قیمت‌گذاری کیفی را نشان می‌دهد. با داده‌های مناسب، این تابع می‌تواند برای تعیین اثرات تغییر خصوصیات فیزیکی بر روی قیمت نهاده و به تبع آن تقاضا برای نهاده و در حقیقت برای تعیین ارزش نهایی ضمنی ویژگی‌ها (T_J) برآورد گردد.

مطالعات متعددی در رابطه با تحلیل قیمت‌گذاری کیفی صورت پذیرفته است اما در هیچ یک از آن‌ها فرم تابعی ثابتی بکار گرفته نشده است. در یک جمع‌بندی از این مطالعات مشخص گردید که اکثر محققین از دو فرم خطی و لگاریتمی استفاده نموده‌اند (Ghorbani, 1997). بنابراین در مطالعه حاضر تلاش شده است تا از بهترین فرم تابع و تصریح درست آن به منظور بررسی میزان حساسیت متغیرهای کیفی بر میزان تمایل به پرداخت کشاورزان برای علف‌کش‌های همسو با محیط‌زیست استفاده شود. به همین منظور با توجه به بررسی دو الگوی خطی و لگاریتمی و بررسی شاخص‌های نیکویی برازش و نیز سازگاری علائم متغیرها با تئوری، از الگوی رگرسیونی لگاریتمی برای دستیابی به میزان تأثیرگذاری متغیرهای کیفی بر قیمت علف‌کش‌ها استفاده شد. متغیرهای مستقل کیفی در این مطالعه شامل دو بخش متغیرهای زیست‌محیطی تأثیرگذار بر قیمت علف‌کش‌ها نظیر کاهش آلودگی آب، کاهش آلودگی خاک (کاهش میکروارگانیزم‌های خاک، کاهش تهدید سلامت انسان و نگرشی شامل متغیر شاخص آگاهی کشاورزان از اثرات نامطلوب ناشی از مصرف علف‌کش‌ها و ویژگی‌های مرتبط با نوع علف‌هرز شامل متغیرهای مجازی یک‌ساله بودن و چندساله بودن علف‌های هرز می‌باشد. در الگوی برآورد شده، شاخص آگاهی از اثرات منفی ناشی از مصرف علف‌کش‌ها، میزان آگاهی کشاورزان مورد مطالعه را نسبت به اثرات منفی مصرف علف‌کش‌ها بر روی مولفه‌های زیستی نشان می‌دهد. این شاخص می‌تواند بر روی قیمت علف‌کش‌های همسو با محیط‌زیست و کشاورزی پایدار برای مدیریت علف‌های هرز تأثیر مثبت داشته باشد. به منظور تشکیل این شاخص ابتدا پنج گزینه در رابطه با آگاهی از اثرات مصرف علف‌کش‌ها برای مدیریت علف‌های هرز بر روی مولفه‌های زیستی مورد سنجش قرار گرفت. این سوال‌ها بازگوکننده اطلاعاتی راجع به آگاهی از تأثیر استفاده علف‌کش‌ها بر روی فرسایش خاک، کاهش میکروارگانیزم‌های خاک، استفاده بهینه از آب، آلودگی آب، آلودگی محیط‌زیست و تهدید سلامت انسان می‌باشد. سپس پاسخ‌های داده شده به هر یک از سوالات در حکم یک شاخص جزئی در نظر گرفته شد و در نهایت شاخص کلی آگاهی زیست محیطی کشاورز نسبت به آثار منفی علف‌کش‌ها از رابطه زیر بدست آمد (Ghorbani et al., 2007).

$$EAI = \frac{\sum_{i=1}^{n} m_i}{\sum_{i=1}^{n} S_i} \qquad (5)$$

که در آن، EAI[1] شاخص آگاهی زیست محیطی نسبت به آثار منفی علف‌کش‌ها، S_i کد نسبت داده شده به مطلوبترین پاسخ ممکن در هر سوال، m_i کد نسبت داده شده به پاسخ کشاورز در مورد سوال i ام و n تعداد سوالات مطرح شده (شاخص‌های جزئی) در شاخص کلی می‌باشد. شاخص آگاهی زیست‌محیطی هر چقدر به یک نزدیکتر شود میزان آگاهی کشاورزان از آثار سوء زیست‌محیطی علف‌کش‌ها بیشتر خواهد شد. الگوی لگاریتمی استفاده شده در این مطالعه بصورت زیر می‌باشد:

$$LnP = Ln\alpha + \sum_{i=1}^{4} \beta_i LnX_i + \sum_{i=1}^{2} \gamma_i D_i + u_i \qquad (6)$$

که در آن P (متغیر وابسته)، تمایل به پرداخت برای یک لیتر از علف‌کش‌ها است که به عنوان شاخصی از قیمت علف‌کش در نظر گرفته شده است و مقدار آن بر حسب درجه تأثیرگذاری بر مولفه‌های زیستی متفاوت خواهد بود. D_i و X_i متغیرهای مستقل (صفات کیفی) هستند که میزان تأثیرگذاری در قیمت علف‌کش را نشان می‌دهند که در جدول 2 به آن‌ها اشاره شده است. u_i جمله اخلال تصادفی، α جمله ثابت رگرسیون و β_i و γ_i پارامترهای رگرسیون می‌باشند که باید برآورد شوند.

الگوی رگرسیون لگاریتمی مورد نظر با بهره‌گیری از روش حداقل مربعات معمولی (OLS)[2] برآورد شد. آزمون‌های تشخیصی از قبیل R^2، $\overline{R}^2$، آماره t، F و انجام برخی از آزمون‌ها از قبیل بررسی شکل تبعی الگو، نرمال بودن جملات اخلال، خود همبستگی سریالی و آزمون واریانس ناهمسانی با استفاده از بسته نرم‌افزاری Microfit 4.0 مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج و بحث

اطلاعات جدول 3 میانگین ویژگی‌های زیست‌محیطی، نگرشی و ویژگی‌های فنی علف‌های هرز را نشان می‌دهد. بر اساس اطلاعات این جدول، میانگین متغیر مجازی یک‌ساله و چندساله بودن علف‌های هرز مزارع گندم‌کاران نشان می‌دهد به ترتیب در 69 و 31 درصد از مزارع گندم کشاورزان نمونه استان علف‌های هرز یک‌ساله و چندساله وجود دارد. بنابراین فراوانی علف‌های هرز یک‌ساله در مزارع گندم به مراتب بیشتر از علف‌های هرز چندساله است. میانگین شاخص آگاهی کشاورزان نمونه از آثار سوء زیست‌محیطی مصرف علف‌کش‌ها برابر

1- Environmental awareness Index (EAI).
2- Ordinary Least Square (OLS).

0/83 می‌باشد. مقدار عددی این شاخص نشان می‌دهد کشاورزان مورد مطالعه از آگاهی بالایی نسبت به اثرات نامطلوب زیست‌محیطی مصرف علف‌کش‌ها برخوردار هستند.

نتایج مربوط به الگوی لگاریتمی بررسی عوامل کیفی تعیین‌کننده قیمت علف‌کش‌های سازگار با مولفه‌های زیست‌محیطی (علف‌کش‌های همسو با محیط‌زیست یا با حداقل آثار نامطلوب زیست‌محیطی)، به عبارت دیگر برآورد قیمت‌های ضمنی[1] خصوصیات کیفی موثر بر قیمت علف‌کش‌ها در جدول 4 ارائه شده است. قیمت ضمنی، میزان تغییر در قیمت علف‌کش‌ها را در ازای یک واحد تغییر در ویژگی‌های مرتبط به آن نشان می‌دهد.

جدول 2- متغیرهای الگوی لگاریتمی تأثیرگذار در تعیین قیمت علف‌کش‌ها

Table 2 - Logarithmic model variables in determining effective herbicide price

متغیرها - (Variables)	توصیف - (Described)	واحد سنجش – (Unit) (Measurement)
ویژگی‌های زیست‌محیطی - (Environmental characteristics):		
کاهش آلودگی آب – (Reduce water pollution) (X_1):	کاهش آلودگی آب ناشی از بکارگیری علف‌کش - (Reduce water pollution due to herbicide application)	درصد - (Percent)
کاهش آلودگی خاک - (Reduce soil contamination): (X_2)	جلوگیری از کاهش میکروارگانیزم‌های خاک ناشی از بکارگیری علف‌کش - (Prevention of soil due to reduced Microorganism herbicide application)	درصد - (Percent)
کاهش تهدید سلامت انسان - (Reduce the threat to human health): (X_3)	کاهش تهدید سلامت انسان ناشی از بکارگیری علف‌کش - (Reduce the threat to human health due to herbicide application)	درصد - (Percent)
ویژگی‌های نگرشی - (Reviewing characteristics):		
شاخص آگاهی زیست‌محیطی کشاورز - (Environmental awareness Index): (X_4)	شاخص آگاهی کشاورزان از اثرات منفی ناشی ازمصرف علف‌کش‌ها در مزرعه (شاخصی مرکب از آلودگی خاک (فرسایش، کاهش میکروارگانیزم‌ها)، آلودگی آب، استفاده بهینه از آب، آلودگی محیط زیست و تهدید سلامت انسان)- awareness Index of farmers of adverse effects of herbicide in field (Composite indicator of soil pollution (erosion, reducing Microorganisms), contamination of water, optimum use of water, environmental pollution and human health threat)	عدد-(Number)
ویژگی‌های علف‌های هرز - (Specifications weed):		
یک‌ساله بودن علف‌های هرز مزارع گندم - (annual weeds of Wheat fields) (D_1)	متغیر مجازی - (dummy variable)	بلی= 1 و سایر= 0 (yes=1 , other=0)
چندساله بودن علف‌های هرز مزارع گندم – (perennial weeds of Wheat fields): (D_2)	متغیر مجازی - (dummy variable)	بلی= 1 و سایر= 0 (yes=1 , other=0)

1- Implicit prices.

جدول 3- میانگین برخی از ویژگی‌های نمونه

Table 3 - Mean characteristics of some sample

متغیرها (Variables)	میانگین (Average)
ویژگی‌های زیست‌محیطی (Environmental characteristics):	
کاهش در آلودگی آب (درصد) Reduce water pollution (percent)	50
کاهش آلودگی خاک (درصد) Reduce soil contamination (percent)	48
کاهش تهدید سلامت انسان (درصد) Reduce the threat to human health (percent)	74
ویژگی‌های نگرشی (Reviewing characteristics):	
شاخص آگاهی زیست‌محیطی کشاورز (عدد) (Number) Environmental awareness Index	0.83
ویژگی‌های علف‌های هرز (Specifications weed):	
یک‌ساله بودن علف‌های هرز مزارع گندم (متغیر مجازی)- annual weeds of Wheat fields (dummy variable)	0.69
چندساله بودن علف‌های هرز مزارع گندم (متغیر مجازی)- perennial weeds of Wheat fields (dummy variable)	0.31

بر اساس اطلاعات این جدول، متغیرهای کیفی کاهش آلودگی آب، کاهش تهدید سلامت انسان، نوع علف‌های هرز (یک‌ساله بودن) و نیز شاخص آگاهی کشاورزان از آثار منفی علف‌کش‌ها در الگوی رگرسیون برآورد شده دارای تأثیر مثبت معنی‌داری بر تمایل به پرداخت کشاورزان برای قیمت علف‌کش‌های همسو با محیط‌زیست و کشاورزی پایدار دارند. سایر متغیرها از جمله کاهش آلودگی خاک (کاهش میکروارگانیزم‌های موجود درخاک)، چندساله بودن علف‌های هرز به لحاظ آماری بی‌معنی هستند اما این به معنی عدم تأثیرگذاری آنها بر روی قیمت علف‌کش‌ها نمی‌باشد. همچنین نتایج حاصل از برآورد الگوی رگرسیونی نشان می‌دهد که علامت ضرایب تمامی متغیرها مطابق انتظار و به لحاظ منطقی پذیرفتنی است. ضریب متغیر کاهش آلودگی آب در الگوی رگرسیونی برآورد شده برابر 0/202 می‌باشد که نشان می‌دهد که اولاً ویژگی کاهش آلودگی آب ناشی از مصرف علف‌کش‌های همسو با محیط‌زیست بر قیمت علف‌کش تأثیر مثبت دارد و ثانیاً ارزش پولی این متغیر برابر 0/202 قیمت علف‌کش می‌باشد. به عنوان مثال اگر قیمت هر لیتر علف‌کش 100 هزار ریال فرض شود، سهم ویژگی کاهش آلودگی آب در قیمت علف‌کش برابر 20/2 هزار ریال خواهد بود. متغیر کاهش آلودگی خاک (کاهش میکروارگانیزم‌های موجود در خاک) دارای تأثیر مثبت، ولی به لحاظ آماری بی‌معنی بوده است. ضریب مربوط به این متغیر (0/036) نشان می‌دهد که ویژگی کاهش آلودگی خاک در قیمت علف‌کش تأثیر چندانی ندارد. در واقع کشاورزان نمونه برای علف‌کشی که دارای بالاترین درصد کاهش در آلودگی خاک (افزایش میکروارگانیزم‌های موجود در خاک) می‌باشد و کمترین آلودگی را در خاک ایجاد می‌نماید، تمایل به پرداخت بالاتری برای خرید آن خواهند داشت، اما میزان (سهم) آن در قیمت علف‌کش بسیار پایین است. دلیل اصلی سهم پایین این مولفه از قیمت علف‌کش به عدم درک ملموس اثر آن بر می‌گردد. به عبارت دیگر کشاورزان برای ویژگی‌هایی تمایل به پرداخت بالاتری داشته که در عمل نتایج آن را لمس نمایند. به عنوان مثال کشاورزان آلودگی آب و اثر علف‌کش بر سلامت را بطور مستقیم درک می‌کنند این در حالی است که اثر علف‌کش بر کاهش نرخ بقاء میکروارگانیزم‌های خاک کمتر درک می‌شود. متغیر کیفی مربوط به تهدید سلامت انسان دارای تأثیر مثبت و معنی‌دار (در سطح 5 درصد) بر قیمت علف‌کش بوده و در واقع نشان می‌دهد که اولاً مؤلفه کاهش تهدید سلامت انسان مربوط به علف‌کش‌ها بر قیمت علف‌کش‌ها تأثیر مثبت دارد و ثانیاً ارزش پولی این متغیر برابر 0/568 قیمت علف‌کش است که بیشترین تأثیر را در بین سایر متغیرها بر روی قیمت علف‌کش دارا می‌باشد. این ضریب به لحاظ تطابق با رفتار کشاورزان در عالم واقعیت منطقی است. در واقع الگوبندی رفتار اقتصادی کشاورزان نشان می‌دهد اگر علف‌کشی وجود داشته باشد که بکارگیری آن برای مدیریت علف‌های هرز، به کاهش تهدید سلامت انسان منجر شود آنگاه میزان تمایل به پرداخت کشاورزان برای هر لیتر از آن علف‌کش نیز افزایش خواهد یافت. بنابراین در تولید علف‌کش‌های همسو با محیط‌زیست و کشاورزی پایدار باید به این مؤلفه توجه جدی شود زیرا وزن این مؤلفه از علف‌کش به اندازه‌ای است که به تنهایی حدود 57 درصد قیمت علف‌کش‌های تولیدی توسط بنگاه‌های تولید علف‌کش را در بر می‌گیرد. شاخص آگاهی کشاورزان نیز جزء متغیرهایی است که رابطه آن با قیمت علف‌کش مستقیم می‌باشد. در واقع نشان می‌دهد هر چه آگاهی کشاورزان از اثرات منفی علف‌کش‌های رایج (که دارای آثار منفی بر مولفه‌های

زیستی می‌باشند) افـزایش یابـد، ترجیحـات کشـاورزان بـه مصـرف علف‌کش‌های همسو با محیطزیست بیشتر شده و قیمت بـالاتری را نیز برای آن می‌پردازند. ضریب مربوط به این متغیر نشان می‌دهد که به ازای هر 10 درصد افزایش در شاخص آگاهی کشـاورزان از اثـرات نامطلوب زیست‌محیطی علف‌کش‌های رایج، قیمت علـف‌کـش‌هـای همسو با محیطزیست و کشاورزی پایدار 10/8 درصد افزایش خواهـد یافت. با توجه به این ضریب می‌توان نتیجه گرفت که برای بازاریابی علف‌کش‌های همسو با محیطزیست و کشاورزی پایـدار بایـد درجـه آگاهی کشاورزان نسبت به آثار نامطلوب علف‌کش‌های رایج و مزایای علف‌کش‌های همسو با محـیطزیسـت را ارتقـاء داد. متغیـر مجـازی یک‌ساله بودن علف‌های هرز دارای رابطه مستقیم و مثبت بـا قیمـت علف‌کش‌های همسو با محیطزیست می‌باشد. ضریب مربوط به ایـن متغیر نشان می‌دهد که هر چه علف‌های هرز یک‌ساله در مزارع گندم کشاورزان گندم‌کار بیشتر باشد، کشاورزان علف‌کش‌هـای همسـو بـا محیطزیست را بیشتر ترجیح داده و قیمت‌های بـالاتری را بـرای آن می‌پردازند. مقدار ضریب مربوط به این متغیر بـازگو کننـده آن اسـت قیمت ضمنی این صفت، 0/083 واحد می‌باشد. ضریب متغیر چندساله بودن علف‌های هرز در مزارع گندم کشاورزان نمونه در استان، اگرچه به لحاظ آماری معنی‌دار نشده است اما مقدار آن نشان می‌دهد که هر چه تراکم علف‌های هرز چندساله در مزارع کشاورزان گندم‌کار بیشـتر باشد، میزان پرداختی کشاورزان برای خرید علف‌کش‌های همسـو بـا محیطزیست کاهش پیدا می‌کند. شاید ایـن رفتـار کشـاورزان مـورد مطالعه بدان دلیل باشد که علف‌کش‌های همسو با محیطزیست نسبت به علف‌کش‌هـای رایـج اگرچـه آثـار منفـی انـدکی بـر مولفـه‌هـای زیست‌محیطی دارند اما اثربخشی آن‌ها برای کنترل علـف‌هـای هـرز چندساله نسبت به علف‌کش‌های رایج اندک می‌باشد.

مقدار ضریب تعیین (R^2) نشان می‌دهـد کـه 49/15 درصـد از تغییرات متغیر وابسته (قیمت علف‌کش‌های همسو با محـیطزیسـت) توسط متغیرهای مستقل (کیفی) نظیر کـاهش آلـودگی آب، کـاهش تهدیـد سـلامت انسـان، شـاخص آگـاهی کشـاورزان از آثـار منفـی علف‌کش‌ها و متغیر مجازی یک‌ساله بـودن علـف‌هـای هـرز توجیـه می‌گردد. حدود 51 درصد دیگر قیمت علـف‌کـش توسـط متغیرهـای دیگر مانند اثربخشی آن بر علف‌های هرز، نوع آن بـه لحـاظ جـذب توسط علف‌های هرز (نحوه عمل و اثرگذاری بـر علـف‌هـای هـرز) و غیره توجیه می‌شود که منطقی است. نتیجه این که ویژگـی‌هـایی از علف‌کش‌های همسو بـا محـیطزیسـت کـه مبتنـی بـر مولفـه‌هـای زیست‌محیطی، آگاهی کشـاورزان از آثـار نـامطلوب زیسـت‌محیطـی علف‌کش‌ها و ویژگی یک‌ساله بودن علف‌های هرز باشـد، حـدود 49 درصد از تغییرات قیمت این گروه از علف‌کش‌ها را توجیه مـی‌نمایـد. مقدار آماره F نیز معنی‌دار بودن رگرسیون را مورد تأیید قرار می‌دهد. آزمون χ^2 نیز نشان می‌دهد که در سطح 5 درصد فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود شکل تبعی غلط پذیرفته می‌شود. همچنین آزمون χ^2 نشان می‌دهد فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود واریانس ناهمسانی در سطح 5 درصد پذیرفته می‌شود.

جدول 4- نتایج برآورد الگوی قیمت‌گذاری علف‌کش‌های همسو با محیطزیست

Table 4 - Results estimated by pricing model of herbicides compatible with environment

آماره t	ضرایب- Coefficients	نام متغیر- Variable Name
30.63*	9.363	جزء عرض از مبدأ
1.66***	0.202	کاهش آلودگی آب- Reduce water pollution
0.625ns	0.036	کاهش آلودگی خاک- Reduce soil contamination
2.424*	0.568	کاهش تهدید سلامت انسان- Reduce the threat to human health
4.369*	0.108	شاخص آگاهی کشاورزان از آثار منفی علف‌کش‌ها- awareness Index of farmers of adverse effects of herbicide
3.252*	0.083	یک‌ساله بودن علف‌های هرز- annual weeds
-0.756ns	-0.008	چندساله بودن علف‌های هرز- perennial weeds
	0.4880 Adjusted R-squared	0.4915 R-squares
	* 143.85	F-statistic
	** 0.337	Functional Form $\chi^2(1)$
	** 0.366	Heteroscedasticity $\chi^2(1)$

* معنی‌دار در سطح 1درصد ** معنی‌دار در سطح 5 درصد *** معنی‌دار در سطح 10 درصد ns بی‌معنی

*Significant level of 1 percent **Significant level of 5 percent ***Significant level of 10 percent nsNonSignificant

بنابراین با توجه به یافته‌های مطالعه می‌توان پیشنهادات زیر را ارائه داد.

- با توجه به مقدار عددی ضرایب متغیرهای کیفی بر قیمت علف‌کش‌های همسو با محیط‌زیست، و این که بالاترین ضریب مربوط به تهدید سلامت انسان می‌باشد پیشنهاد می‌شود که بنگاه‌های تولیدکننده علف‌کش‌ها، علف‌کش‌هایی را تولید نمایند که اولاً دارای کمترین تأثیر نامطلوب بر روی سلامت انسان (کشاورز) باشد. ثانیاً بر روی آلودگی آب نیز تأثیر چندانی نداشته باشند. نتایج این بخش از مطالعه با نتایج دو مطالعه Fernandez-Cornejo & Jans (1995) و Beach & Carlson (1993) مطابقت دارد زیرا به ترتیب در مطالعه آن‌ها که از الگوی قیمت‌گذاری کیفی استفاده شده است متغییر درجه سمیت آفت‌کش معنی‌دار و بر قیمت آفت‌کش تأثیر منفی داشته است و در واقع نشان دهنده این بوده است که هر چقدر درجه سمیت آفت‌کش‌ها بیشتر شود بر سلامت انسان تأثیر منفی خواهد داشت و در نهایت منجر به کاهش قیمت آفت‌کش می‌شود، علاوه بر آن کشاورزان در هنگام انتخاب آفت‌کش‌ها نیز کیفیت آب را مورد توجه قرار داده‌اند.

- با توجه به این که آگاهی کشاورزان از آثار نامطلوب زیست‌محیطی علف‌کش‌های کنونی منجر به افزایش تقاضا برای مصرف علف‌کش‌های سازگار با محیط‌زیست از سوی کشاورزان خواهد شد، لذا توصیه می‌گردد که از طریق ارائه خدمات ترویجی آگاهی‌های کافی به کشاورزان داده شود تا ضمن ایجاد افزایش تقاضا برای این نوع از علف‌کش‌ها و ایجاد نظام بازاریابی مناسب، تمایل به پرداخت بیشتر برای این نوع علف‌کش‌ها نیز افزایش یابد.

- اگرچه نوع علف‌های هرز، اندازه نسبی علف‌های هرز، تعیین مکان و زمان‌بندی آفت‌کش‌ها، رطوبت خاک و نوع خاک بر کارآمدی و انتخاب علف‌کش‌ها از سوی کشاورزان تأثیر می‌گذارند اما نتایج اکثر مطالعات در حوزه علف‌کش‌های زیستی نشان داده‌اند که کشاورزان عمدتاً کارآمدی کنترل علف‌های هرز را کمتر مورد توجه قرار داده و علف‌کش‌هایی را انتخاب می‌کنند که برای سلامت کشاورز (کاربر) و کیفیت آب ضرر کمتری داشته باشد. از این رو برای درک بهتر و کامل‌تر بازار آفت‌کش‌ها، اطلاع از اینکه کدام خصوصیات بر کیفیت محصول تأثیر می‌گذارند از سوی کشاورزان امری ضروری است که بایستی هم بنگاه‌های تولیدکننده علف‌کش‌ها و هم خود کشاورزان به ویژگی‌های کیفی علف‌کش‌ها توجه جدی‌تری داشته باشند.

- با توجه به تمایل به پرداخت‌ها برای علف‌کش‌های همسو با محیط‌زیست و کشاورزی پایدار، پیشنهاد می‌شود سیاست پرداخت یارانه هدفمند شده و از علف‌کش‌های پر خطر به علف‌کش‌های کم خطر و همسو با محیط‌زیست انتقال یابد.

نکته حائز اهمیت این است که بر اساس بررسی‌های انجام شده، اگرچه مطالعات مختلفی در حوزه قیمت‌گذاری صورت گرفته است اما در ارتباط با قیمت‌گذاری کالاهای زیست محیطی بویژه آفت‌کش‌ها و علف‌کش‌ها مطالعات اندکی وجود دارد که صرفاً به جنبه‌های کیفی زیست محیطی آفت‌کش‌ها نظیر درجه سمیت و درجه آلودگی آب پرداخته شده است و به نقش عوامل فنی تأثیرگذار بر قیمت علف‌کش‌ها هیچ‌گونه اشاره‌ای نشده است از این رو برخی از نتایج حاصل از این مطالعه با مطالعات دیگران در ارتباط با علف‌کش‌ها قابل مقایسه نمی‌باشد.

منابع

1- Anderson, F.R., 1993. Natural resource damages, superfund, and the courts. In R.J. Kopp and V.K. Smith (eds.), Valuing Natural Assets. the Economics of natural resource damage assessment. Washington D.C.: Resource for the Future, 26-62.
2- Beach, E., Carlson, G., 1993. Hedonic analysis of herbicides: Do user safety and water quality matter? Amer. J. Agric. Econ, 75: 612-623.
3- Blair, A., White, D., 1985. Leukemia cell types and agricultural practices in Nebraska. Archives of Env. Health, 40:211-214.
4- Cochran, W.G. 1963. Sampling techniques. John Wiley & Sons, Inc. New York.
5- Fernandez-Cornejo, J., Jans, S., 1995. Quality-adjusted price and quality indices for pesticides. Amer. J. Agric. Econ, 77:645-659.
6- Florax, R., Travisi, C., Nijkamp, P., 2005. A meta-analysis of the willingness to pay for reduction in pesticide exposure. European Rev. Agric. Econ, 32:441-467.
7- Funari, E., Donati, L., Sandroni, D., Vighi, M., 1995. Pesticide levels in groundwater: Value and limitation of monitoring. In M. Vighi and E. Funari (eds), Pesticide Risk in Groundwater. Chelsea, MI: Lewis.
8- Freeman, A.M., 1974. On estimating air pollution control benefit from land value studies. J. Envir. Econ. and manage, 9(1): 74-83.
9- Gaugler, R., 1997. Alternative paradigms for commercializing biopesticides. Phytoparastitica, 25:3.
10- Ghorbani, M., 1997. Qualitative factors affecting rice price: Application of hedonic pricing model. Presented in conference of recognition talents trade - economic province, Babolsar, University of Mazandaran.

11- Ghorbani, M., Koocheki, A.R., Laqzian, A., Kohansal, M.R., Tabaraei, M., Motallebi, M., Shokri, A., Torshizi, M., 2008. Factors affecting on farmers investment in soil conservation of Khorasan Razavi province. J. Agric. Sci and Indust, 21(2): 11-21.
12- Ghorbani, M., Firozzare, A., 2008. Introduction to valuation of environment. Ferdowsi University of Mashhad Press, Iran.
13- Ghorbani, M., Ghorbani, R., Kohansal, M.R., Nemati, A., 2009. Determinants of weeds management methods in wheat farms of Khorasan Razavi province. J. Agric. Econ, (Forthcoming).
14- Higley, L., Wintersteen, W., 1992. A novel approach to environmental risk assessment of pesticides as a basis for incorporating environmental costs into economic injury level . Amer. Entomologist, 38: 34-39.
15- Hoseini, S.S., Ghorbani, M., 2005. Economics of soil erosion. Ferdowsi University of Mashhad Press, Iran.
16- Hoar, S.K., Blair, A., Holmes, F.F., Boysen, C.D., Robel, R.J., Hoover, R., Fraumeni, J.F. Jr, 1986. Agricultural herbicide use and risk of lymphoma and soft-tissue sarcoma. J. Amer. Med. Assn, 256: 1141-1147.
17- Lancaster, K.J., 1966. A new approach to consumer theory. J. politic. Econ, 74: 132-156.
18- Lucas, R.E.B., 1975. Hedonic price functions. Econ. inqurity, 13: 157-178.
19- Luhdholm, E., 1987. Thinning of egg shells in birds by DDT: Mode of action on the eggshell gland. Comparative Biochemistry and Physiology, 88: 1–22.
20- Mason, C. F., Ford, T. C., Last N. I., 1986. Organochlorine residues in British otters. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 36: 29–436.
21- Menn, J. J., 1996. Biopesticides: Has their time come? Journal of Environmental Science and Health B, 31(3): 383-389.
22- Mullen, j., Norton, G., Reaves, D., 1997. Economic analysis of environmental benefits form integrated pest management. J. Agric. App. Econ, 29(2):243-253.
23- Murray, A., 1985. Acute and residual toxicity of a new pyretroid insecticide, WL 85871, to honey bees. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 34: 560–564.
24- Navon, A., 2000. *Bacillus thuringiensis* insecticides in crop protection-reality and prospects. Crop Protection, 19: 669-676.
25- Nemati, A., 2009. Evaluating the management of weeds in wheat farms (case study of Khorasan Razavi Province). M.sc. Thesis. Fac. Agric. Ferdowsi Univ Mashhad., Iran.
26- Pimentel, D., Greiner A., 1997. Environmental and socio-economic costs of pesticide use. In D. Pimentel (ed.), Techniques for Reducing Pesticide Use: Economics and Environmental Benefits. Chichester: John Wiley.
27- Ribaudo, M., 1993. Atrazine and water quality: Issues, regulations and economics. Agricultural Resources Situation and Outlook, AR-30. Economic Research Service, U.S. Department of Agriculture, Washington, DC,
28- Rosen, S., 1974. Hedonic prices and implicit markets: Product differentiation in pure competition. J.Politic. Econ, 82:34–55.
29- Sivayoganathan, C., Gnanachandran, S., Lewes, J., Fernando, M., 2000. Protective measure use and symptoms among agropesticide applicators in Sri Lanka. Social Sci. and Medicine, 40:431-436.
30- Soderqvist, T., 1998. Valuing chemical characteristics: A hedonic approach. In: Swanson, T., Vighi, M. (Eds.), Regulating Chemical Accumulation in the Environment. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
31- Sydorovych, O., Marra, M., 2008. Valuing the changes in herbicide risks resulting from adoption of Roundup Ready Soybeans by U.S. farmers: An empirical analysis of revealed value estimates. Southern Agricultural Economics Association Annual Meetings.
32- Travisi, C., Nijkamp, P., Vindigni, G., 2006. Pesticide risk valuation in empirical economics: A comparative approach. EcoL. Econ, 56:455-474.
33- Wigle, D.T., Semenciw, R.M., Wilkins, K., Riedel, D., Ritter, L., Morrison, Mao, H.I., 1990. Mortality Study of Canadian Male Farm Operators: Non-Hodgkin's Lymphonoma Mortality and Agricultural Practices in Saskatchewan. J. National Cancer Inst, 82: 575-582.
34- World Bank. 1998. Economic analysis and environmental assessment. Supplement of the Environmental Assessment sourcebook 23. Washington D.C.: The World Bank – Environment Department.

Journal of Agroecology
Vol. 1, No. 1, Fall 2009, p. 91-101

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 1، شماره 1، پاییز 1388، ص. 101-91

Pricing of environmental friendly herbicides appropriate for sustainable agriculture, A case study: wheat farmers in Khorasan Razavi province

M. Ghorbani[*], A. Nemati and R. Ghorbani[1]

Abstract

Awareness of wheat farmers' personal preferences towards environmental issues and weed types is important in pricing bioherbicides for sustainable weed management and could consequently be a fundamental guide to agricultural authorities and policy-makers. In the present study, a survey was carried out by using data collected from 180 wheat farmers of Korasan Razavi province during 2008, together with hedonic pricing method. The role of environmental qualitative factors and weed type on pricing environmental-friendly herbicides on the basis of "willingness to pay" was studied. Results from the estimation of hedonic pricing method indicated that reduction of water pollution, human health risk, farmers information about negative effects of chemical herbicides and the virtual variable of weed type had significant effects on pricing environmental friendly herbicides. Variables of soil pollution and weed perenniality had no significant effects on pricing herbicide applicable to sustainable agricultural systems. Based on the results of this study, possibilities of using bioherbicide or less pollutant herbicides and also the rate of farmers willingness to pay for alternatives in the region are important factors recommended for additional studies.

Keywords: Access to replacement market, Hedonic pricing, Bioherbicide

1- A Contribution from College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
(* - Corresponding author Email: ghorbani@um.ac.ir)

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 1، شماره 1، پاییز 1388، ص. 114-103

Journal of Agroecology
Vol. 1, No. 1, Fall 2009, p. 103-114

واکنش ظهور و رشد گیاهچه‌ای لوبیا سبز (*Phaseolus vulgaris* L.) به مقادیر مختلف ورمی‌کمپوست

آلاله متقیان[1]، همت اله پیردشتی[*2] و محمد علی بهمنیار[3]

تاریخ دریافت: 88/10/12
تاریخ پذیرش: 88/10/30

چکیده

امروزه تولید بیشتر محصول مستلزم استقرار بهتر گیاهچه و سرعت و یکنواختی سبز شدن بذرها می‌باشد. به همین منظور در آزمایشی در سال 1387 به صورت طرح بلوک کامل تصادفی با 8 تیمار کودی و 4 تکرار اثرات ورمی‌کمپوست بر ظهور و رشد گیاهچه‌ای لوبیا سبز مورد بررسی قرار گرفت. تیمارها شامل 3 سطح از ورمی‌کمپوست (15، 30 و 45 تن در هکتار به صورت جداگانه و غنی شده با 50 درصد کود شیمیایی)، کود شیمیایی (100 کیلوگرم در هکتار اوره، سولفات پتاسیم و سوپر فسفات تریپل) و شاهد (بدون مصرف ورمی‌کمپوست و کود شیمیایی) بود. نتایج نشان داد که بالاترین درصد سبز شدن و سرعت ظهور گیاهچه، طول گیاهچه و ریشه تحت تیمار 15 تن ورمی‌کمپوست غنی شده با کود شیمیایی در هکتار و حداکثر محتوی کلروفیل، وزن خشک اندام هوایی و گیاهچه تحت تیمار 30 تن ورمی‌کمپوست غنی شده در هکتار حاصل شد. مقایسات گروهی بیانگر آن بود که گروه 30 تن کمپوست در هکتار موجب افزایش معنی دار سرعت ظهور گیاهچه (36/18%)، سرعت ظهور تجمعی (49/82%)، سطح برگ (44/67%)، وزن تر و خشک گیاهچه (60/56% و 74/04%) در مقایسه با 45 تن کمپوست در هکتار گردید. در تمام تیمارهای کودی رابطه خطی و قوی بین سرعت ظهور تجمعی و سرعت ظهور گیاهچه و وزن خشک اندام هوایی و ریشه وجود داشت با این وجود مقدار این صفات در تیمارهای ورمی‌کمپوست 15 و 30 تن در هکتار بیشتر از تیمارهای دیگر مخصوصاً شاهد و کود شیمیایی بود.

واژه‌های کلیدی: سبز شدن، سرعت ظهور، کودهای آلی

مقدمه

لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) به عنوان دومین لگوم مهم بعد از نخود در سراسر جهان از لحاظ تغذیه‌ای حائز اهمیت می‌باشد (Skryptez, 2004) و لوبیا سبز نیز از جمله محصولاتی است که می‌توان در زمان‌های مختلف (مانند کشت بهاره، تابستانه و پائیزه) به کشت آن در مازندران اقدام نمود (Amoli et al., 2005). از طرف دیگر امروزه آگاهی روزافزون از پیامدهای زیست محیطی ناشی از مصرف بی رویه کودهای شیمیایی به منظور افزایش عملکرد محصولات زراعی در کوتاه مدت موجب ترغیب بخش کشاورزی به مصرف کودهای ارگانیک شده است. توسعه شهرنشینی و گسترش صنعت نیز از سوی دیگر موجب تولید حجم انبوهی از ضایعات آلی کشاورزی، صنایع غذایی و شهری، لجن فاضلاب و ضایعات جامد شهری گردیده که در محیط رها می‌شود (Himanen &. Hinninen, 2009; Suthar, 2009). تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد که کمپوست حاصل از طیف وسیعی از مواد زائد همچون لجن فاضلاب، بقایای کشاورزی، زباله شهری و صنعتی در تلفیق با گونه‌های مختلف کرم خاکی به یک ترکیب پایدار جهت مصارف کشاورزی تبدیل می‌شود. فرآیند گوارش مواد زائد در این نوع کرم‌ها موجب خرد شدن و کاهش اندازه ذرات، متعاقباً افزایش سطح ویژه کمپوست می‌گردد و این افزایش در سطح ویژه ذرات، امکان جذب سطحی بیشتر عناصر را فراهم می‌نماید (Maboeta & Rensburg, 2003; Suthar, 2007).

در همین زمینه مطالعات نشان داده است که ورمی کمپوست در مقایسه با ترکیب‌های خاکی و محیط‌های بدون خاک تأثیر مثبتی بر جوانه زنی بذرها، رشد نشاءها و باروری گیاهان داشته است و تأثیر مثبت آن تنها به دلیل تأمین و تغییر شکل و افزایش عناصر غذایی نیست بلکه در خاک تیمار شده با ورمی کمپوست، جمعیت میکروبی خاک افزایش معنی داری نسبت به تیمار فقط کود شیمیایی نشان داده و میکروارگانیسم‌ها با تولید موادی مانند هورمون‌ها و تنظیم کننده‌های رشدی بر روند رشد گیاه مؤثر هستند (Suthar, 2009). پژوهش‌های متعددی در خصوص تأثیر کودهای آلی مانند کمپوست زباله شهری و ورمی‌کمپوست بر مؤلفه‌های جوانه زنی و رشد رویشی

1، 2 و 3- به ترتیب کارشناس ارشد زراعت و اعضای هیأت علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
(* - نویسنده مسئول: Email: h.pirdashti@sanru.ac.ir)

گیاهان زراعی و زینتی صورت گرفته است، برای مثال Astaraii & Fattahi Kiasari (2006) در گیاه فلفل; Sahni et al. (2008) در نخود فرنگی; Perez-Murcia et al. (2006) در کلم بروکلی و Madan & Vasudevan, (1989) در برنج.

در مطالعه‌ای Bachman & Metzger (2008) اظهار داشتند که ترکیب 10 و 20 درصد وزنی ورمی‌کمپوست در شرایط گلدانی موجب بهبود روند رشدی گیاهچه‌های سیب زمینی و گل همیشه بهار گردیدند. همچنین در پژوهش دیگری که در ایالت ویرجینیای آمریکا انجام شد، مشخص گردید که افزایش سطوح مختلف کمپوست و لجن فاضلاب باعث اضافه شدن وزن توده زنده گندمیان ولی کاهش آن در گیاهان لگوم شد و این به حساسیت گیاه نسبت به تغییر وضعیت خاک پس از اعمال کمپوست بستگی دارد (Skousen & Clinger, 1994). در مطالعات دیگر نیز محققین تأثیر مثبت کودهای آلی از جمله ورمی کمپوست را به صورت جداگانه و تلفیق با کودشیمیایی در بهبود مؤلفه‌های جوانه زنی، رشد و عملکرد گیاه سویا گزارش نمودند (Pirdashti et al., 2010; Yazdani et al., 2008). با این وجود، برخی از محققان افزایش شوری و تراکم خاک را عامل محدودیت رشد تحت مقادیر بالای کودهای آلی بسته به نوع گیاه دانستند (Ayers & Westcot, 1985; Materechera et al, 1992; Skousen & Clinger, 1994; Saadallah et al., 2001; Guerrero et al., 2002; Hernandez-Apaolaza et al., 2005).

با توجه به این که تولید بیشتر محصول و استقرار بهتر گیاهچه مستلزم سرعت و یکنواختی سبز شدن بذرها می‌باشد (Iannucci et al., 2000)، هدف این پژوهش بررسی تأثیر مقادیر مختلف ورمی-کمپوست به صورت ساده و غنی شده با کود شیمیایی بر ظهور و رشد مرحله گیاهچه‌ای لوبیا سبز بوده است.

مواد و روش ها

این آزمایش به صورت گلدانی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در سال 1387 در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری اجرا شد. هشت تیمار کودی عبارت بودند از ورمی‌کمپوست 15، 30 و 45 تن در هکتار، ورمی کمپوست، 15، 30 و 45 تن در هکتار غنی شده با نصف کود شیمیایی مورد نیاز خاک، تیمار فقط مصرف کود شیمیایی (اوره، سولفات پتاسیم و سوپر فسفات تریپل هر کدام به میزان 100 کیلوگرم در هکتار) و تیمار شاهد (بدون مصرف ورمی‌کمپوست و/ یا کود شیمیایی). خصوصیات شیمیایی خاک گلدان و ورمی کمپوست (کود گاوی + تفاله نیشکر) مورد استفاده در جدول 1 آمده است. در هر گلدان پلاستیکی (به قطر 25 و ارتفاع 28 سانتی متر) 11 عدد بذر لوبیا کشت شد و پس از حصول از پایان یادداشت برداری از پارامترهای جوانه زنی به تعداد 2 عدد گیاهچه در هر گلدان کاهش یافت. آبیاری گلدان‌ها تقریباً هر 2 روز یک بار به طور یکنواخت بر حسب ظرفیت مزرعه انجام شد و هر هفته یکبار نیز گلدان‌ها در فضای آزاد جابجا گردید تا تمام گیاهان در شرایط محیطی (نور و گرما) یکسان قرار گیرند.

در این آزمایش تعداد گیاهچه‌های ظاهر شده طی 10 روز متوالی پس از کاشت شمارش گردید. درصد ظهور نهایی گیاهچه‌ها (10 روز پس از کاشت)، زمان لازم برای ظهور 50 درصد گیاهچه‌ها و زمان لازم برای حداکثر ظهور گیاهچه‌ها (برحسب تعداد روز از زمان کاشت) تعیین شد. برای تعیین متوسط زمان ظهور گیاهچه ها[1] از رابطه زیر (Orchard, 1977) استفاده شد:

$$MET = \frac{\sum fxi}{F} \qquad \text{(رابطه 1)}$$

در این رابطه fx تعداد گیاهچه‌های ظاهر شده در میانه دوره ظهور، x (روز پنجم) و F حداکثر تعداد گیاهچه‌های ظاهر شده در این دوره می‌باشد و سرعت ظهور گیاهچه (FER)[2] با استفاده از رابطه زیر (Abdul baki & Anderson, 1973) تعیین گردید:

$$FER = \frac{\text{درصد ظهور نهایی گیاهچه ها}}{\text{تعداد روز از کاشت تا پایان یادداشت برداری}} \qquad \text{(رابطه 2)}$$

(رابطه 3)

$$CER = \frac{\text{تعداد گیاهچه‌های شمارش شده}}{\text{تعداد روز تا شمارش نخست}} + \ldots\ldots\ldots + \frac{\text{تعداد گیاهچه‌های شمارش شده}}{\text{تعداد روز تا شمارش نخست}}$$

به منظور برآورد تأثیر تیمارهای کودی بر بنیه گیاهچه‌ای لوبیا سبز و خصوصیات مرتبط با آن در زمان گلدهی (60 روز پس از تاریخ کاشت) شاخص کلروفیل کل با استفاده از دستگاه کلروفیل متر[3] و سطح برگ هر بوته با استفاده از دستگاه اندازه گیری سطح برگ[4] تعیین گردید. در این مرحله صفات وزن تر، طول گیاهچه و ریشه اندازه گیری شد و جهت اندازه گیری وزن خشک اندام هوایی، ریشه و وزن خشک گیاهچه، نمونه‌ها به مدت 48 ساعت در دمای 65 درجه سانتی گراد آون، خشک و سپس با دقت 0/001 گرم توزین گردید. به هنگام گلدهی پس از برداشت گیاهان، از خاک گلدان‌ها نمونه برداری شد. نمونه‌های خاک پس از انتقال به آزمایشگاه خشک، کوبیده و از الک دو میلی متری عبور داده شدند و هدایت الکتریکی نمونه‌های خاک در عصاره اشباع اندازه گیری شد. تبدیل داده‌های مربوط به متوسط زمان ظهور گیاهچه با استفاده از رابطه SQRT $\sqrt{x+0.5}$ انجام شد (Soltani, 2005). تجزیه آماری داده‌های آزمایش با کمک نرم افزار SAS (SAS Institute, 1997)، مقایسه میانگین‌ها برای صفات مورد ارزیابی به روش آزمون چندامنه‌ای دانکن و رگرسیون بین برخی صفات مورد مطالعه توسط نرم افزار SPSS (Kalantari, 2006) انجام گرفت.

1- Mean Emergence Time (MET)
2- Field Emergence Rate (FER)
3- Japan SPAD-502, Minolta,
4 - LICOR Model LI-3000 A, USA

جدول 1- خصوصیات شیمیایی خاک و ورمی‌کمپوست استفاده شده در آزمایش

Table 1- Chemical properties of studied soil and vermicompost

خصوصیات properties	نیتروژن (درصد) N (%)	فسفر P	پتاسیم K	ماده آلی (درصد) Organic mater (%)	اسیدیته (pH)	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) Electrical conductivity (dS/m)
		قابل جذب (میلی گرم بر کیلوگرم) Available (mg Kg^{-1})				
خاک (Soil)	0.23	14	278.05	2.41	7.52	2.34
ورمی¬کمپوست(VC)	0.84	5600	1170.34	21	7.75	3.3

نتایج و بحث

درصد ظهور نهایی گیاهچه

با توجه به معنی دار بودن تأثیر تیمارهای کودی بر ظهور نهـایی گیاهچه لوبیا (جدول 2)، تیمار 15 تن ورمی‌کمپوست غنی شده با کود شیمیایی در هکتار درصد ظهور نهایی گیاهچه‌ها را نسبت به گیاهچه شاهد افزایش داد و بقیه تیمارهای کودی بـه غیـر از سـطح 45 تـن ورمی‌کمپوست در هکتار با تیمار شـاهد در یـک گـروه آمـاری قـرار گرفتند (جدول 3). در همـین زمینـه Sahni et al. (2008) کـاهش مرگ گیاهچه‌ای نخود فرنگی را در نسبت‌های مختلف ورمی‌کمپوست نسبت به تیمـار شـاهد مشـاهده کردنـد. همچنـین (Atiyeh et al. 2000, 2002) نیز گزارش نمودند که ورمی کمپوست در ترکیـب بـا خاک در شرایط گلخانه‌ای به دلیل تأمین تمام عناصر غذایی مورد نیاز گیاه موجب افزایش معنی‌دار جوانه زنی و رشد در گل همیشـه بهـار، گوجه فرنگی و فلفل گردید.

از طرفی محققان اظهار داشته اند که شوری بستر کشت به شدت تحت تأثیر میزان کمپوست مصرفی قرار مـی‌گیـرد، بـه طـوری کـه ترکیب 50 درصد وزنی کمپوست موجب محدودیت جوانه زنی و رشد گیاهان حسـاس مـی‌گـردد (Ayers & Westcot, 1985; Perez-Murcia, 2006). در همین زمینه کاهش بقای گیاهچه کلم بروکلی در اثر شوری بستر کشت پس از مصرف کود آلی (کمپوست زباله شهری و لجـن فاضـلاب خشـک) گـزارش شـده اسـت (Ingelmo et al., 2001). با توجه به اینکه گونه‌هـای زراعـی لگـوم از جملـه گیاهـان حساس به شوری بـه شـمار مـی‌رونـد (Saadallah et al., 2001) می‌توان کاهش درصـد ظهـور نهـایی گیاهچـه را در سـطح 45 تـن ورمی‌کمپوست غنی نشده و غنی شده در هکتار به ترتیب بـا شـوری 4/80 و 4/69 دسی زیمنس بر متر (جـدول 3) را بـه دلایـل مـذکور دانست. در این آزمایش درصد ظهـور نهـایی گیاهچـه از همبسـتگی بالایی با متوسط زمان ظهور ($r=0/72^{**}$) و سـرعت ظهـور گیاهچـه ($r=0/96^{**}$) برخوردار بود (جدول 5).

متوسط زمان ظهور گیاهچه‌ها (MET)

در بین تیمارهای کودی تفاوت معنی داری از لحاظ متوسط زمان ظهور گیاهچه مشاهده شد (جدول 2). با این وجود تیمارهای 15 و30 تن ورمی‌کمپوست در هکتار در هر دو حالت غنی شده و غنی نشده در یک گروه آماری با تیمار شاهد قرار گرفتند. در این آزمایش سطح 45 تن ورمی‌کمپوست در هکتـار (غنـی شـده و غنـی نشـده) از حـداقل متوسط زمان ظهور گیاهچه‌های لوبیـا برخـوردار بودنـد (جـدول 3). کندی سرعت ظهور گیاهچه (جدول 3) و کاهش معنـی دار متوسـط زمان ظهور گیاهچه بیانگر حساسیت این گیاه به مقدار بالای مصرف ورمی‌کمپوسـت مـی‌باشـد. در حـالی کـه Yazdani et al. (2008) افزایش متوسط زمان ظهور گیاهچه سویا تحت تیمار 20 تـن ورمـی کمپوست در هکتار را در مقایسه با شاهد گزارش نمودند. بنابر گزارش این محققان سرعت ظهور تجمعی گیاهچه تحت تأثیر این تیمار قرار نگرفت.

سرعت ظهور گیاهچه(FER)

سرعت ظهور گیاهچه لوبیا تحت تیمار 15 تـن ورمـی‌کمپوسـت غنی شده در هکتار بیش از سرعت ظهور گیاهچه شاهد بوده اسـت و تفاوت معنی داری بین تیمار 15 تن ورمی‌کمپوسـت در هکتـار غنـی نشده، سطح 30 تن ورمی‌کمپوست در هکتـار (غنـی شـده بـا کـود شیمیایی و غنی نشده) و کود شیمیایی با تیمار شاهد مشاهده نشد. در مورد این صفت نیز سطح 45 تن ورمی‌کمپوست غنی نشده در هکتار موجب کاهش معنی دار سرعت ظهور گیاهچه نسبت به تیمار شـاهد گردید (جدول 3). نتایج مقایسات ارتوگونال حاکی از افزایش 35/23 و 36/18 درصدی سرعت ظهور گیاهچه به ترتیب در گروه‌هـای 15 و 30 تن کمپوست در هکتار نسبت به سطح 45 تن در هکتار بوده است (جدول 4). نتایج جدول همبستگی نیز نشاندهنده همبستگی منفی و کاملاً معنی‌داری این صفت با شوری خاک ($r=0/74^{**}$) است (جـدول 5). در همـین زمینـه (Hernandez-Apaolaza et al. 2005) گزارش دادند که بین کـاهش سـرعت سـبز شـدن و مقـادیر بـالای کمپوست به واسطه افزایش شوری خاک همبستگی مثبتی وجود دارد.

جدول ۲- تجزیه واریانس اثرات مقادیر مختلف کودی بر مؤلفه‌های ظهور و رشد گیاهچه لوبیا

Table 2- Variance analysis for effect of different amount of fertilizer on seedling emergence and growth parameters.

منبع تغییرات (S.O.V)	درجه آزاد df	درصد ظهور نهایی گیاهچه Final emergence %	متوسط زمان ظهور گیاهچه MET	سرعت ظهور گیاهچه FER	سرعت ظهور تجمعی گیاهچه CER	طول گیاهچه Shoot Length (cm)	طول ریشه Root Length (cm)	سطح برگ Leaf area	محتوی کلروفیل SPAD	وزن خشک اندام هوایی Shoot dry weight	وزن خشک ریشه Root dry weight	وزن تر گیاهچه Seedling fresh weight	وزن خشک گیاهچه Seedling dry weight	شوری خاک Electrical conductivity
تکرار(R)	3	9.46	0.002	0.09	0.005	1.18	0.30	122.70	2.40	0.14	0.02	0.37	0.35	0.02
کود(T)	7	714.03**	0.06**	7.12**	0.43**	42.56**	21.35**	1382.55**	20.84**	9.67**	0.45**	68.96**	13.40**	2.67**
خطای آزمایش(E)	21	62.60	0.004	0.62	0.015	1.29	1.04	105.83	1.52	0.06	0.007	2.46	0.08	0.08
ضریب تغییرات (٪) CV (%)		11.00	4.54	11.00	10.14	5.57	8.19	4.21	2.97	9.14	15.77	13.32	8.31	8.28

** و * به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد.

** and *: Significant at %1 and %5 level of probability, respectively.

جدول۳- مقایسه میانگین مؤلفه‌های ظهور و رشد گیاهچه لوبیا در مقادیر مختلف تیمار کودی (۶۰ روز پس از کاشت، آغاز گلدهی)

Table 3- Mean comparison of seedling emergence and growth parameters of bush bean in different amounts of fertilizer treatments (60 days after sowing, initial flowering).

تیمارها Treatments	درصد ظهور نهایی گیاهچه Final emergence%	متوسط زمان ظهور گیاهچه MET	سرعت ظهور گیاهچه FER	سرعت ظهور تجمعی گیاهچه CER	طول گیاهچه Shoot length	طول ریشه Root length	سطح برگ (سانتی متر) Leaf area (cm^2)	محتوی کلروفیل (SPAD)	وزن خشک اندام هوایی Shoot dry weight	وزن خشک ریشه Root dry weight	وزن تر گیاهچه Seedling fresh weight	وزن خشک گیاهچه Seedling dry weight	شوری خاک (دسی زیمنس بر متر) Electrical conductivity (dS/m)
					سانتی متر (cm)				گرم در بوته g per plant				
Check	70.45bc	0.85a	7.04bc	1.17b	19.83de	12.33bc	239.56c	36.40c	1.74e	0.33c	10.24d	2.46e	2.66c
CF	75.00ab	0.88a	7.49ab	1.30ab	24.63a	13.33b	265.50b	41.83b	2.45d	0.73b	13.02bc	3.18d	2.76c
VC_{15}	77.27ab	0.89a	7.72ab	1.41a	22.00bc	13.36b	264.30b	41.06b	2.60d	0.74b	11.56cd	3.75d	3.22b
$VC_{15+1/2 CF}$	84.09a	0.89a	8.40a	1.46a	23.40ab	16.66a	293.66a	41.73b	4.75b	0.93a	15.32ab	5.69b	3.29b
VC_{30}	81.82ab	0.90a	8.18ab	1.44a	20.16d	11.50cd	269.60b	41.23b	3.10c	0.61b	14.63ab	3.71c	3.47b
$VC_{30+1/2 CF}$	81.82ab	0.91a	8.18ab	1.47a	20.76cd	13.10b	303.10a	44.16a	5.30a	0.97a	17.00a	6.77a	3.08bc
VC_{45}	45.45d	0.71b	4.54d	0.56d	14.06f	10.56d	125.50e	43.00ab	0.73f	0.08d	4.31f	0.83g	4.80a
$VC_{45+1/2 CF}$	59.09c	0.71b	5.90c	0.90c	18.30e	8.83e	191.36d	42.33ab	1.71e	0.17d	8.18e	1.89f	4.69a

* اعداد هر گروه در هر ستون که دارای یک حروف مشترک هستند، فاقد اختلاف آماری معنی داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند.

* Means in the same column followed by the same letters were not significantly different according to DMRT (P<0.05).

Check: تیمار شاهد (بدون مصرف ورمی‌کمپوست و یا شیمیایی)؛ CF: کود شیمیایی (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره، سولفات پتاسیم و سوپر فسفات تریبل)؛ VC_{15}: ۱۵ تن ورمی‌کمپوست در هکتار؛ $VC_{15+1/2 CF}$: ۱۵ تن ورمی‌کمپوست در هکتار + ۱/۲ کود شیمیایی؛ VC_{30}: ۳۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار؛ $VC_{30+1/2 CF}$: ۳۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار + ۱/۲ کود شیمیایی؛ VC_{45}: ۴۵ تن ورمی‌کمپوست در هکتار؛ $VC_{45+1/2 CF}$: ۴۵ تن ورمی‌کمپوست در هکتار + ۱/۲ کود شیمیایی

Check: no vermicompost or chemical fertilizer application, CF: Chemical fertilizer (100 Kg h^{-1} Urea, Potassium sulfate, Triple super phosphate), VC_{15}: 15 $t.ha^{-1}$ vermicompost VC_{15}+1/2 CF: 15 $t.ha^{-1}$ vermicompost + ½ CF, VC_{30}: 30 $t.ha^{-1}$ vermicompost, VC_{30}+1/2 CF: 30 $t.ha^{-1}$ vermicompost +1/2 CF, VC_{45}+1/2 CF: 45 $t.ha^{-1}$ vermicompost, T_8: 45 $t.ha^{-1}$ vermicompost + 1/2 CF

سرعت ظهور تجمعی گیاهچه (CER)

تیمارهای 15 و 30 تن ورمی‌کمپوست (غنی شده و غنی نشده) در هکتار موجب افزایش معنی دار سرعت ظهور تجمعی گیاهچه نسبت به تیمار شاهد شدند و گیاهچه‌ها تحت این تیمارها در مدت کوتاه تری به حداکثر ظهور رسیدند. سرعت ظهور تجمعی گیاهچه‌ها در تیمار 45 تن ورمی‌کمپوست (غنی شده و غنی نشده) در هکتار حتی بیش از شاهد کاهش نشان داد و سبز شدن گیاهچه تحت این تیمارها بطئی بوده است (جدول 3). با مقایسه گروهی تیمارها نیز مشخص گردید که گروه‌های 15 و 30 تن کمپوست در هکتار به طور مشابه (تقریباً 49 درصد) سرعت ظهور تجمعی گیاهچه را نسبت به سطح 45 تن کمپوست در هکتار (مجموع غنی شده و غنی نشده) افزایش دادند (جدول 4). بر اساس شکل 1-الف، بین سرعت ظهور تجمعی گیاهچه (CER) و سرعت ظهور گیاهچه (FER) رگرسیون خطی (R^2=0/92) مشاهده شد.

ارتفاع گیاهچه و طول ریشه

بین تیمارهای کودی، کود شیمیایی معمول و سطح 15 تن ورمی‌کمپوست غنی شده در هکتار موجب حداکثر ارتفاع گیاهچه شدند، همچنین تیمار 15 تن در هکتار ورمی‌کمپوست غنی شده موجب حداکثر طول ریشه (با بیش از 25 درصد افزایش نسبت به شاهد) گردید. در این آزمایش تیمار 45 تن ورمی‌کمپوست غنی نشده در هکتار، ارتفاع گیاهچه و تیمارهای 45 تن ورمی‌کمپوست غنی شده با کود شیمیایی و غنی نشده در هکتار طول ریشه را نسبت به تیمار شاهد کاهش دادند (جدول 3). با مقایسه گروهی تیمارها مشخص گردید که گروه 15 تن طول گیاهچه را به میزان 28/72 درصد و طول ریشه را به میزان 35/40 درصد نسبت به گروه 45 تن کمپوست در هکتار افزایش داد (جدول 4). در همین زمینه Hernandez-Apaolaza et al, (2005) افزایش ارتفاع گیاهچه کاج را تحت تیمارهای کمپوست گیاهی گزارش نمودند و اظهار داشتند که رشد بخش هوایی صنوبر در مرحله گیاهچه‌ای کند بوده و تحت تأثیر تیمارهای کمپوست قرار نگرفت. همچنین این محققان دریافتند که معمولاً توسعه ریشه در شرایط شوری خاک محدود می‌شود. بنا بر گزارش موجود جایگزینی یک سوم تا یک چهارم از نیتروژن مورد نیاز گیاه به فرم کودهای شیمیایی با ورمی کمپوست افزایش ارتفاع گیاه برنج را موجب شده است (Madan & Vasudevan, 1989). در مطالعه دیگری Sahni et al. (2008) اظهار داشتند که طول ریشه، ارتفاع بوته و وزن خشک گیاهچه نخود فرنگی در گلدان‌های تیمار شده با 50 درصد وزنی ورمی کمپوست از لحاظ آماری مشابه با تیمار 25 درصد وزنی بوده است و این تیمارها موجب بهبود صفات مذکور نسبت به شاهد شدند. در بررسی تأثیر مواد آلی بر رشد گیاهچه‌ای سویا، کاهش طول ریشه در تیمار 20 تن ورمی‌کمپوست در هکتار نسبت به گیاه شاهد گزارش شد. در همان بررسی وزن ریشه، وزن و ارتفاع ساقه تحت تأثیر تیمار مذکور قرار نگرفت (Yazdani et al., 2008).

سطح برگ و محتوی کلروفیل (SPAD)

یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهد که حداکثر سطح برگ گیاهچه‌های لوبیا در خاک تیمار شده با سطوح 15 و 30 تن ورمی کمپوست غنی شده در هکتار مشاهده شد و گیاهچه تحت تیمار 45 تن ورمی کمپوست غنی نشده در هکتار از کمترین سطح برگ (125/50 سانتی متر مربع) برخوردار بود (جدول 3). گروه‌های 15 و 30 تن تقریباً در دامنه مشابهی (به ترتیب با 43/21 و 46/67 درصد) موجب افزایش سطح برگ لوبیا سبز در مقایسه با گروه کودی 45 تن کمپوست در هکتار گردیدند (جدول 4). در بررسی تأثیر سطوح 20 و 40 تن ورمی‌کمپوست غنی شده (تلفیق با 50 درصد کود شیمیایی مورد نیاز خاک) در هکتار، افزایش سطح و محتوی کلروفیل برگ سویا تحت تیمارهای مذکور در مقایسه با گیاه شاهد گزارش شد (Pirdashti et al., 2010).

در همین راستا Bachman & Metzger (2008) اظهار داشتند که ترکیب 20 درصدی ورمی کمپوست بستر کشت موجب حداکثر و حداقل سطح برگ به ترتیب در گیاهچه‌های سیب زمینی و فلفل گردید. این مطلب بیانگر آن است که در بین گیاهان زراعی نسبت به تغییر وضعیت شوری خاک پس از اعمال کمپوست حساسیت متفاوتی وجود دارد. همچنین Hernandez-Apaolaza et al. (2005) حساسیت گیاهچه کاج در مراحل اولیه رشدی تحت میزان بالای کود آلی را همراه با خشکیدگی حاشیه، کاهش اندازه و ریزش برگ بیان داشت. با توجه به نتایج بدست آمده تیمار 30 تن در هکتار غنی شده و سطح 45 تن ورمی‌کمپوست (غنی شده و غنی نشده) در هکتار حداکثر محتوی کلروفیل برگ را موجب شدند و دیگر تیمارهای کودی نیز سبب افزایش معنی دار کلروفیل برگ در مقایسه با گیاهچه شاهد شدند (جدول 3). نتایج جدول همبستگی نشان داد که محتوی کلروفیل برگ همبستگی مثبت و معنی داری ($r=0/42^*$) با شوری بستر کشت داشته است (جدول 5). در این آزمایش افزایش غلظت کلروفیل برگ تحت تیمار 45 تن ورمی‌کمپوست در هکتار را با توجه به پایین بودن سطح برگ، می‌توان به دلیل افزایش تراکم آن در واحد سطح برگ و یا افزایش املاح جهت تشکیل کلروفیل دانست.

وزن خشک اندام هوایی و ریشه

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای کودی بر وزن خشک ریشه و اندام هوایی (گرم در بوته) در سطح احتمال 1

درصد معنی دار بود (جدول 2). بیشترین وزن اندام هوایی گیاهچه‌ها در تیمار 30 تن ورمی‌کمپوست غنی شده در هکتار مشاهده شد، همچنین تیمارهای 15 و 30 تن ورمی کمپوست غنی شده در هکتار موجب حداکثر وزن ریشه شدند. در این آزمایش تیمارهای کودی، غیر از سطح بالای ورمی‌کمپوست، وزن ریشه و اندام هوایی را نسبت به شاهد افزایش دادند و تیمار 45 تن ورمی‌کمپوست در هکتار وزن ریشه و اندام هوایی را به طور معنی داری نسبت به شاهد کاهش داده است (جدول 3). در این آزمایش بین وزن خشک اندام هوایی و ریشه گیاهچه رگرسیون خطی (R^2=0/79) وجود داشت (شکل 1-ب). در همین زمینه محققان کاهش تخلخل و افزایش تراکم خاک را عامل محدودیت رشد ریشه در مصرف کمپوست گزارش نمودند. البته این محدودیت بسته به نوع کمپوست و نوع گونه گیاهی متفاوت می‌باشد (Materechera et al, 1992; Guerrero et al., 2002; Hernandez-Apaolaza, 2005).

همچنین Hernandez-Apaolaza et al. (2005) گزارش نمودند که مصرف مقادیر بالای کمپوست بر بیوماس، گسترش کلونی و عمق ریشه گیاهچه‌های کاج و صنوبر اثر سوء داشته است. در شرایط شوری معمولاً توسعه ریشه (به واسطه اثر اسمزی که منجر به تجمع نمک می‌گردد و نیز از طریق صدمه داخلی به سلول و تشدید فعالیت واکوئل ها) محدود می‌گردد، از طرفی در برخی موارد افزایش شوری مرگ گیاهچه را به همراه دارد. نتایج جدول همبستگی نشان داد که وزن خشک اندام هوایی و ریشه گیاهچه با تمام صفات فیزیولوژیکی بررسی شده به غیر از محتوی کلروفیل برگ از همبستگی مثبت و معنی داری برخوردار بود. وزن خشک اندام هوایی و ریشه نیز همبستگی بالایی با سطح برگ (به ترتیب $r=0/85^{**}$ و $r=0/89^{**}$) دارا بودند (جدول 5).

وزن تر و وزن خشک گیاهچه

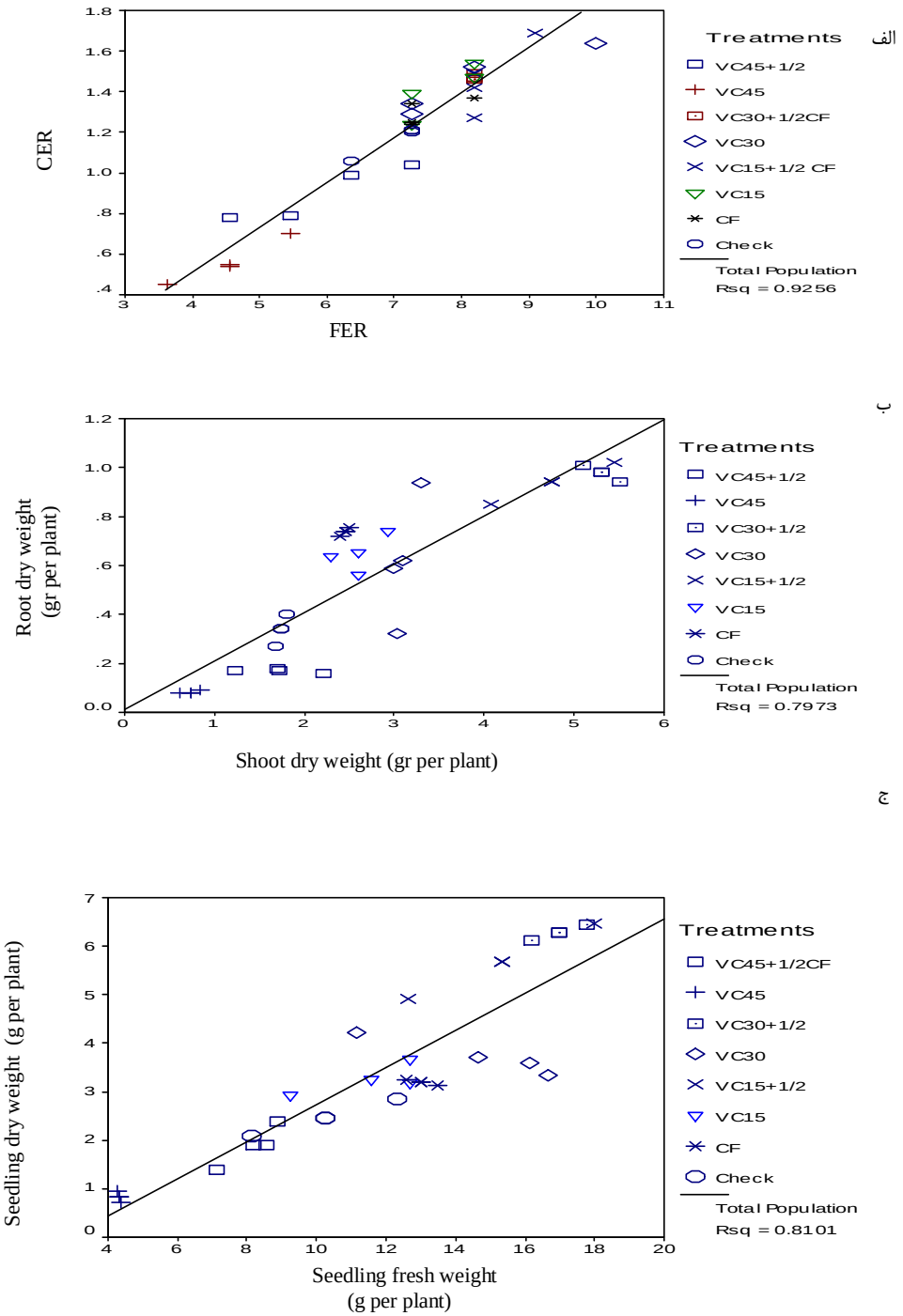
با توجه به نتایج بدست آمده تیمارهای 15 تن ورمی کمپوست غنی شده در هکتار، 30 تن ورمی کمپوست (غنی شده با کود شیمیایی و غنی نشده) در هکتار و تیمار فقط کود شیمیایی موجب افزایش وزن تر گیاهچه (گرم در بوته) نسبت به تیمار شاهد شدند.

در این آزمایش تیمار 45 تن ورمی‌کمپوست غنی نشده در هکتار وزن تر گیاهچه را نسبت به شاهد کاهش داده است. تیمار 30 تن ورمی کمپوست غنی شده در هکتار حداکثر وزن خشک گیاهچه (گرم در بوته) را موجب گردید و به غیر از 45 تن ورمی‌کمپوست (غنی شده و غنی نشده) در هکتار، دیگر کودها اثرات بینابینی را نشان دادند (جدول 3). در این آزمایش گروه 30 تن 65/56 درصد وزن تر گیاهچه و 74/04 درصد وزن خشک گیاهچه را نسبت به 45 تن کمپوست در هکتار افزایش داد (جدول 4). در همین زمینه Sahni et al, (2008) حداکثر رشد و وزن تر گیاهچه نخود فرنگی را 40 روز پس از کاشت تحت تیمار 50 درصد وزنی ورمی‌کمپوست بستر کشت گزارش نمودند. این محققان دریافتند که سطوح مختلف تیمار ورمی‌کمپوست به طور معنی داری افزایش ماده خشک گیاهچه نخود فرنگی را موجب شدند و این افزایش را نتیجه افزایش عناصر پر مصرف و کم مصرف ضروری گیاه (مانند نیتروژن، فسفر، پتاسیم، گوگرد، منگنز و آهن) دانستند. در همین راستا Perez-Murcia (2006) گزارش نمودند که ترکیب 30 درصد کمپوست بستر کشت حداکثر وزن خشک را در کلم بروکلی موجب گردید. این افزایش در میزان وزن خشک بیش از وزن تازه کلم بروکلی بوده است این مطلب بیانگر آن است که تیمار 30 درصد کمپوست علاوه بر افزایش محتوی آب بافت گیاه موجب افزایش واقعی جذب مواد غذایی گردید. به علاوه Subler et al, (1998) افزایش رشد گیاهچه‌ای سیب زمینی را در شرایط گلدانی تحت تیمار 10 درصد وزنی ورمی‌کمپوست مشاهده کردند.

جدول 4- درصد افزایش پارامترهای ظهور و رشد گیاهچه‌ای لوبیا سبز در مقایسه ارتوگونال

Table 4- Increases percent in seedling emergence and growth parameters of bush bean in orthogonal contrast

گروه کودی Fertilizer group	سرعت ظهور گیاهچه FER	سرعت ظهور تجمعی گیاهچه CER	طول گیاهچه Shoot length	طول ریشه Root length	سطح برگ Leaf area	وزن خشک اندام هوایی Shoot dry weight	وزن تر گیاهچه Seedling fresh weight	وزن خشک گیاهچه Seedling dry weight
غنی شده در برابر غنی نشده Enriched VS separated (VC)	8.94	10.23	9.99	8.16	16.33	45.15	22.46	42.25
15 در مقابل 30 تن در هکتار 15 VS 45 Mg ha^{-1}	35.23	49.12	28.72	35.40	43.21	66.80	53.57	71.18
30 در مقابل 45 تن در هکتار 30 VS 45 Mg ha^{-1}	36.18	49.82	20.91	21.21	44.67	70.95	60.56	74.04



شکل 1- رگرسیون خطی بین سرعت ظهور تجمعی گیاهچه (CER) و سرعت ظهور گیاهچه (FER) (الف)، رگرسیون خطی بین وزن خشک اندام هوایی و ریشه (ب) و رگرسیون خطی بین وزن تر و وزن خشک گیاهچه (ج)

Fig. 1- Linear regression between cumulating emergence rate (CER) and (field emergence rate (FER) (a), linear regression between shoot and root dry weight (b) and linear regression between seedling fresh and dry weight (c).

جدول ۵– ضرایب همبستگی مؤلفه‌های ظهور و رشد گیاهچه لوبیا سبز (n = ۳۲)

Table 5- Correlation coefficients of seedling emergence and growth parameters of bush bean (n = 32)

مؤلفه ها parameters	درصد ظهور نهایی گیاهچه Final emergence%	متوسط زمان ظهور گیاهچه MET	سرعت ظهور تجمعی گیاهچه CER	طول گیاهچه Shoot length	طول ریشه Root length	سطح برگ Leaf area	محتوی کلروفیل برگ (SPAD)	وزن خشک اندام هوایی Shoot dry weigh	وزن خشک ریشه Root dry weigh	وزن تر گیاهچه Seedling fresh weigh	وزن خشک گیاهچه Seedling dry weigh	شوری خاک Electrical conductivity
NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1											
2	0.72^{**}	1										
3	0.96^{**}	0.85^{**}	1									
4	0.66^{**}	0.70^{**}	0.72^{**}	1								
5	0.60^{**}	0.63^{**}	0.63^{**}	0.63^{**}	1							
6	0.88^{**}	0.85^{**}	0.94^{**}	0.80^{**}	0.65^{**}	1						
7	-0.07	-0.09	-0.09	-0.11	-0.05	-0.05	1					
8	0.74^{**}	0.67^{**}	0.77^{**}	0.55^{**}	0.63^{**}	0.85^{**}	0.28	1				
9	0.71^{**}	0.77^{**}	0.79^{**}	0.75^{**}	0.71^{**}	0.89^{**}	0.20	0.89^{**}	1			
10	0.36^{*}	0.39^{*}	0.41^{*}	0.52^{**}	0.52^{**}	0.53^{**}	0.05	0.57^{**}	0.58^{**}	1		
11	0.47^{**}	0.47^{**}	0.52^{**}	0.49^{**}	0.60^{**}	0.63^{**}	0.18	0.76^{**}	0.71^{**}	0.94^{**}	1	
12	-0.65^{**}	-0.74^{**}	-0.71^{**}	-0.72^{**}	-0.63^{**}	-0.76^{**}	0.42^{*}	-0.45^{**}	-0.62^{**}	-0.46^{**}	-0.44^{**}	1

** و *: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد

** and *: Significant at %1 and %5 level of probability, respectively..

از طرفی محققان کاهش بیوماس گیاه را تحت مقادیر بالای کود آلی گزارش نمودند و احتمال افزایش شوری و غلظت عناصر سنگین بستر کشت را از دلایل اثر سوء این کودها دانستند (Ayers & Westcot, 1985; Perez-Murcia, 2006). در گزارش دیگری Perez-Murcia (2006) کاهش بیوماس کلم بروکلی را در تیمار 50 درصد وزنی کمپوست بستر کشت نسبت به بستر کشت 70 درصد پیت + 30 درصد کمپوست و Astaraii & Fattahi Kiasari (2006) کاهش رشد گیاه فلفل را در مقادیر بیش از 20 درصد شیرابه کمپوست زباله شهری نسبت به آب گزارش نمودند تا جایی که همه گیاهچه‌ها در تیمار 100 درصد شیرابه از بین رفتند. در این آزمایش بین وزن تر و وزن خشک گیاهچه رگرسیون خطی (R^2=0/81) وجود داشت که در آن کودهای آلی غیر از سطح 45 تن در هکتار بالاتر از تیمار شاهد قرار داشتند (شکل 1-ج). همچنین وزن خشک گیاهچه لوبیا با تمام صفات مورد بررسی به غیر از شوری خاک و محتوی کلروفیل برگ همبستگی مثبت و معنی داری را نشان داد. وزن خشک گیاهچه نیز از همبستگی بالایی با وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه و وزن تر گیاهچه برخوردار بود (جدول 5).

نتیجه گیری

نتایج حاصل از بررسی اثر ورمی‌کمپوست بر ظهور و رشد گیاهچه‌ای لوبیا سبز نشان داد که سطوح 15 و 30 تن ورمی‌کمپوست در هکتار در هر دو حالت غنی شده و غنی نشده سرعت ظهور تجمعی گیاهچه را نسبت به تیمار شاهد افزایش دادند. سطح 15 تن ورمی‌کمپوست غنی شده در هکتار توانست به طور معنی داری موجب بهبود برخی مؤلفه‌های سبز شدن مانند درصد ظهور و همچنین سرعت ظهور گیاهچه نسبت به تیمار شاهد گردد، این تیمار بر بهبود صفات فیزیولوژیکی همچون طول ریشه و گیاهچه بیش از سایر تیمارهای کود آلی مؤثر بوده است. سطح 30 تن ورمی‌کمپوست غنی شده در هکتار نیز بهبود محتوای کلروفیل برگ و وزن خشک گیاهچه را موجب شد. در بررسی اثر سطوح مختلف ورمی کمپوست بر هدایت الکتریکی بستر کشت مشخص شد که با افزایش مقدار ورمی‌کمپوست (بیش از 30 تن در هکتار)، این کود به شدت شوری خاک را تحت تأثیر قرار داده و اثر بازدارنده افزایش سطح شوری بر رشد گیاهچه‌ای لوبیا که از گیاهان حساس به شوری به شمار می‌رود کاملاً مشهود بوده است.

منابع

1- Amoli, N., Afzali, M., Raeiatpanah, A., 2005. Possibility of bean cultivation with application of animal manure as second crop in paddy fields. In Proceedings of the 10th Congress of Soil Sciences. Karaj, Iran. pp. 321. (In Persian with English summary).
2- Astaraii, A., Fattahi Kiasari, Y., 2006. Effect of municipal wastewater compost on some chemical charestices of soil and pepper (*Capsicum annum*) plant. Agron. J. 8, 1-12.
3- Abdul baki A.A., Anderson, J.D., 1973. Vigor determination in soybean by multiple criteria. Crop. Sci. 13, 630-633.
4- Atiyeh, R.M., Arancon, N., Edwards, C.A., Metzger, J.D., 2000. Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes. Bioresource. Technol. 75, 175-180.
5- Atiyeh, R.M., Lee. S.S., Arancon, C.A., Metzger, N.Q., 2002. The influence of humic acid derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth. Bioresource. Technol. 84, 7-14.
6- Ayers, R.S., Westcot, D.W., 1985. Water Quality for Agriculture. Irrigation and Drainage. Paper No. 29. FAO, Roma. pp. 421-434.
7- Bachman, G.R., Metzger, J.R., 2008. Growth of bedding plants in commercial potting substrate amended with vermicompost. Bioresource. Technol. 99, 3155-3161.
8- Guerrero, F., Gasco, J.M., Hernandez Apaolaza, L., 2002. Use of pine bark and sewage sludge compost as components of substrates for *Pinus pinea* and *Cupressus arizonica* production. J. Plant. Nutr. 25, 129–141.
9- Hernandez-Apaolaza, L., Gasco, A.M., Gasco, J.M., Guerrero, F., 2005. Reuse of waste materials as growing media for ornamental plants. Bioresource. Technol. 96, 125–131.
10- Himanen, M.,K. Hinninen. 2009. Effect of commercial mineral-based additives on composting and compost quality. Waste. Manage. pp. 1-9.
11- Iannucci, A., Difonzo, N., Martinello, P., 2000. Temperature requirements for seed germination in four annual clovers grown under two irrigation treatments. Seed. Sci. Technol. 28, 59-66.
12- Ingelmo, F., Canet, R., Ibanez, M.A., Pomares, F., Garcıa, J., 1998. Use of MSW compost, dried sewage sludge and other wastes as partial substitutes for peat and soil. Bioresource. Technol. 63, 123–129.
13- Kalantari. KH. 2006. Data Processing and Analysis in Socio-economic Research. Sharif University Press. 388 pages. (In Persian with English summary).
14- Maboeta, M.S., Rensburg, L., 2003. Vermicomposting of industrially produced woodchips and sewage sludge utilizing *Eisenia fetida*. Ecotox. Environ. Safe. 56, 265–270.

15- Madan, M., Vasudevan, P., 1989. Silkworm litter use as nitrogen replacement for vegetable-crop cultivation and substrate for mushroom cultivation. Biol. Waste. 27, 209–218.
16- Materechera, S.A., Dexter, A.R., Alston, A.M., 1992. Formation of aggregates by plant roots in homogenised soils. Plant. Soil. 142, 69–79.
17- Orchard, T., 1977. Estemating the parameters of plant seedling emergence. Seed. Sci. Technol. 5, 61-69.
18- Perez-Murcia, M.D., Moral, R., Moreno-Caselles, J., Paredes, A.C., 2006. Use of composted sewage sludge in growth media for broccoli. Bioresource. Technol. 97, 123–130.
19- Pirdashti, H., Motaghian, A., Bahmanyar, M. A., 2010. Effect of organic amendments application on grain yield, leaf chlorophyll content and some morphological characteristics in soybean cultures. J. Plant. Nutr. 33: 485-495.
20- Saadallah, K., Drevon, J.J., Abdelly, C., 2001. Nodulation and growth of nodules in the common bean (*Phaseolus vulgaris*) under salt stress. Agronomie. 21, 627–634.
21- Sahni, S., Sarma, B.K., Singh, D.P., Singh, K.P., 2008. Vermicompost enhances performance of plant growth-promoting rhizobacteria in *Cicer arietium* rhizosphere against *Sclerotium rolfsii*. Crop. Prot. 27, 369–379.
22- SAS Institute. 1997. SAS User's Guide: Statistics, Version 6.12 ed. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
23- Skousen, J., Clinger, C., 1994. Sewage sludge land application program in West Virginia. J. Soil. Water. Conserv. 48, 145-151.
24- Skryptez, S., 2004. Dry Pea Situation and Outlook. Agriculture and Agri-Food Canada, Market Analysis Division. Biweekly Bulletin. 17. 1-10.
25- Soltani, A. 2005. Application SAS in Statistical Analysis. 2nd Eds. Mashhad Jihad-e-Daneshgahi Press. 182 pp. (In Persian with English summary).
26- Suthar, S., 2007. Vermicomposting potential of *Perionyx sansibaricus* (Perrier) in different waste materials. Bioresource. Technol. 98, 1231–1237.
27- Suthar, S., 2009. Vermicomposting of vegetable-market solid waste using *Eisenia fetida*: Impact of bulking material on earthworm growth and decomposition rate. Ecol. Eng. 35, 914–920.
28- Subler, S., Edwards, C.A., Metzger, J.D., 1998. Comparing composts and vermicomposts. Biocycle. 39, 63–66.
29- Yazdani, M., Pirdashti, H., Tajik, M. A., Bahmanyar, M. A., 2008. Effect of *Trichoderma* spp. and different organic manures on growth and development in soybean [*Glycine max* (L) Merril]. Electron. J. Crop. Pro. 1(3). 65-82.

Journal of Agroecology
Vol. 1, No. 1, Fall 2009, p. 103-114

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 1، شماره 1، پاییز 1388، ص. 114-103

Response of bush bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seedling emergence and growth to different vermicompost amounts

S. Mottaghian, H. Pirdashti* and M. A. Bahmanyar[1]

Abstract

Recently, increase in crop production depends on better seedling establishment, emergence rate and uniformity. Thus, an experiment was carried out in a randomized complete block design with 8 fertilizer treatments and 4 replications in 2008 at Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University. The aim of this research was to evaluate effect of vermicompost (VC) on bush bean seedling emergence parameters. The treatments were three levels of VC (15, 30 and 45 Mg ha^{-1} alone and plus with 50% chemical fertilizer), chemical fertilizer (100 Kg ha^{-1} Urea, Potassium sulfate, Triple super phosphate) and a control (no vermicompost or chemical fertilizer application). Among all treatments, strongly linear regression was observed between CER and FER and shoot and root dry weight, however, amount of these traits was greater in 15 and 30 Mg ha^{-1} than other treatments specially, control and chemical fertilizers. Analysis of data showed that the highest of field emergence rate, cumulating emergence rate and seedling and root length was obtained in 15 Mg enriched VC per hectare and maximum chlorophyll content, aerial parts and seedling dry weight was belonged to 30 Mg enriched VC per hectare. The orthogonal contrasts revealed that 30 Mg ha^{-1} compost was caused significant increases field emergence rate (36.18%), cumulating emergence rate (49.82%), leaf area (44.67%), seedling fresh and dry weight (60.56% and 74.04%) compared to 45 Mg ha^{-1} compost.

Keywords: Emergence, Emergence rates, Organic fertilizer

1- A Contribufion from Rice and Citrus Research Center and Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University.
(* - Corresponding author Email: h.pirdashti@sanru.ac.ir)

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 1، شماره 1، پاییز 1388، ص. 127-115

Journal of Agroecology
Vol. 1, No. 1, Fall 2009, p. 115-127

اثر الگوهای مختلف کاشت ذرت (*Zea mays* L.) در کاهش مصرف علفکش فورام سولفورون (اکوئیب)

مهران صفرخانلو[1]، اسکندر زند[2]، محمد علی باغستانی[3]، سید علیرضا ولد آبادی[4] و علیرضا باقری[5*]

تاریخ دریافت: 88/9/20
تاریخ پذیرش: 88/10/30

چکیده

به منظور بررسی استفاده از الگوی کاشت برای کاهش مصرف علف کش در ذرت دانه‌ای رقم سینگل کراس 704، آزمایشی در سال زراعی 1386 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان به صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با 4 تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایشی شامل: الگوی کاشت ذرت در سه سطح (تک ردیفه یا معمولی، دو ردیفه روبرو یا مربعی، دوردیفه زیگزاک روی هر پشته) و تیمارهای کنترلی در شش سطح (شاهد بدون حضور علف هرز (وجین کامل)، تیمارهای فورام سولفورون(اکوئیپ) با مقادیر 1، 1/5، 2 و 2/5 لیتر در هکتار و تیمار شاهد با حضور علف هرز) بودند. اندازه گیری عملکرد دانه ذرت و وزن خشک علف‌های هرز به تفکیک گونه در پانزده و چهل و پنج روز پس از سمپاشی انجام شد. نتایج نشان داد که مقادیر مختلف علفکشی در الگوهای کاشت مختلف اثرات متفاوتی را روی علف‌های هرز داشتند، بطوریکه استفاده از مقادیر کاهش یافته علفکش در الگوی کاشت زیگزاکی نسبت به دو الگوی کاشت مربعی و معمولی کنترل مطلوب علف‌های هرز را به همراه داشت. بیشترین عملکرد دانه ذرت پس از شاهد بدون علف هرز مربوط به الگوی کاشت زیگزاکی با مصرف 2 لیتر در هکتار فورام سولفورون و کمترین عملکرد دانه متعلق به الگوی کشت معمولی بود. درمجموع نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که انتخاب الگوی کاشت زیگزاکی می‌تواند با کاهش مصرف علفکش و در نتیجه مزایای زیست محیطی و اقتصادی همراه باشد.

واژه‌های کلیدی : آرایش کاشت، رقابت، تاج خروس ریشه قرمز، تاج خروس خوابیده، سلمه تره، فورام سولفورون

مقدمه

یکی از مشکلات مربوط به تولید ذرت، علف‌های هرز هستند که از طریق رقابت باعث کاهش عملکرد می‌شوند (Baghestani & Zand, 2002). کنترل علف‌های هرز به در مراحل نخستین رشد ذرت بخصوص در مناطق خشک دارای اهمیت ویژه‌ای است. در این مناطق وجود علف‌های هرز در مزرعه موجب تشدید تنش خشکی در بوته‌های ذرت شده و موجب کاهش شدید دانه می‌شود. همچنین علف‌های هرز مزارع ذرت با گیاه زراعی بر سر عناصر غذایی رقابت می‌نمایند. علاوه بر این در شرایط افزایش حاصلخیزی خاک علف‌های هرزی مانند قیاق استفاده بیشتری از عناصر غذایی برده و موجب خسارت به محصول می‌شوند (Mousavi, 2001).

با توجه به خسارت علف‌های هرز به ذرت، روش‌های مختلفی برای کنترل آنها بکار می‌رود که از جمله می‌توان به روش کنترل شیمیایی اشاره کرد. چنانچه پیشگیری و روش‌های زراعی به اندازه کافی در کنترل علف‌های هرز کار ساز نباشند آنگاه بهره گرفتن از علفکش‌ها به عنوان یک روش جایگزین توصیه می‌شود (Montazeri et al., 2005). از جمله علفکش‌های مورد استفاده در ذرت فورام سولفورون است. این علفکش از گروه سولفنیل اوره‌هاست که به صورت پس رویشی برای کنترل تعدادی از علف‌های هرز پهن برگ استفاده می‌شود (Zand et al., 2007). برخی آزمایشات دو علف‌کش نیکوسولفورن و فورام سولفورن را به عنوان علفکش‌های ثبت شده برای کنترل برخی پهن برگ‌ها و باریک برگ‌ها، بخصوص قیاق در ذرت گزارش کرده اند (Baghestani et al., 2007; Zand et al., 2006). در بررسی کنترل علف‌های هرز و عملکرد ذرت در واکنش با فورام سولفورون نیز، این علفکش توانست تا 90 درصد علف‌های هرز را کنترل کند (Robert et al., 2007).

استفاده از علفکش‌ها با وجود کنترل مناسب علف‌های هرز، با

1 و 4- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان
(* - نویسنده مسئول: Email: Alireza884@gmail.com)
2 و 3- اعضای هیئت علمی تحقیقات علف هرز، مؤسسه گیاهپزشکی کشور
5- دانشجوی دکتری علف هرز دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

خطراتی همراه است. کنترل شیمیایی علف‌های هرز در دراز مدت تنها راه حل و بهترین روش کنترل و مدیریت علف‌های هرز نبوده و از پایداری سیستم‌های زراعی می‌کاهد. توسعه علفکش‌هایی با کارآیی بالا، اگرچه فشار ناشی از علف‌های هرز را تا حدودی کم می‌کند، ولی با توسعه سریع جمعیت‌های علف هرز مقاوم به علفکش‌ها، افزایش نگرانی‌های زیست محیطی و هزینه‌های بالای وابسته به تولید مدرن، امروزه نیاز برای توسعه راهکارهای جدید و ایمن تر برای تولید محصولات کشاورزی بیشتر آشکار شده است (Rajcan & Swanton, 2001).

آگاهی از خطرات استفاده صرف از علفکش ها، تولید کنندگان را در جهت کاهش مصرف سموم که هم از لحاظ اقتصادی و هم از لحاظ محیطی مفید است تشویق کرده و آنها را به تغییر روش مدیریتی علف‌های هرز به سمت روش تلفیقی (IWM[1]) بر پایه اصول بوم شناختی سوق داده است (Mennan et al., 2006). هدف اصلی IWM کاهش مصرف علفکش‌ها و کاهش مقاومت علف‌های‌هرز در برابر هر عامل کنترل منفرد و به تأخیر انداختن و جلوگیری از توسعه علف‌های هرز مقاوم به علفکش‌ها است (Reisinger et al., 2005).

به منظور ارزیابی توانایی راهکارهای بوم شناختی در جهت مدیریت علف‌های هرز برای کاهش تکیه بر مصرف علفکش‌ها بایستی رقابت بین گیاهان زراعی و علف‌های هرز به طور کامل درک شود (Rajcan & Swanton, 2001). امروزه متخصصین علف‌های هرز فلسفه مدیریت علف‌های هرز را با هدف نگه داشتن رشد علف‌های هرز دریک سطح قابل قبول از لحاظ اقتصادی، زراعی و اکولوژیک مطرح ساخته اند، که هدف اصلی آن تغییر رابطه بین گیاه زراعی و علف هرز به نفع گیاه زراعی است. شواهد موجود حاکی از آن است که می‌توان تعادل بین گیاه زراعی و علف هرز را به نحو مطلوبی با اعمال مدیریت‌های کاربردی همچون تراکم گیاه زراعی، فاصله ردیف، رقم مناسب، تاریخ کاشت، مدیریت آب و مواد غذایی مصرفی، شخم، کشت مخلوط و غیره به نفع گیاه زراعی ایجاد کرد (Radosevich & Holt, 1984).

مطالعات انجام شده نشان داده اند که الگوی کاشت مناسب و کاهش فاصله ردیف‌ها در یک تراکم ثابت مزایایی را به همراه دارد. به این ترتیب که رقابت بین بوته‌های ذرت بر سر نور، عناصر غذایی و آب کاهش یافته (Porter et al., 1997). و لذا سرعت رشد ذرت در ابتدای فصل افزایش می‌یابد (Bullock et al., 1988). این امر باعث جذب بهتر نور خورشید، کارآیی مصرف نور بالاتر، در نتیجه عملکرد دانه‌ای بیشتر ذرت (Westgate et al., 1997) و کاهش پتانسیل تداخل علف‌های هرز می‌شود (Johnson et al., 1998). Fernandez et al. (2002) طی آزمایشی تأثیر الگوی کاشت ذرت را در رقابت با علف هرز پنجه مرغی[2] مورد بررسی قرار دادند. ایشان ذرت را به سه حالت از لحاظ نسبت فاصله ردیف‌ها به فاصله بوته‌ها روی ردیف کاشت (1، 2 و3 برابر) همراه با علف هرز کشت کرده و گزارش دادند که جذب نور و کارآیی مصرف آن توسط ذرت با افزایش یکنواختی در آرایش کاشت افزایش پیدا کرد و تولید ریزوم در پنجه‌مرغی کاهش یافت.

نظر به اهمیت کاهش مصرف علفکش‌ها در برنامه مدیریت تلفیقی علف‌های هرز این آزمایش با هدف بررسی تأثیر الگوی کاشت در کاهش میزان مصرف علفکش فورام سولفورون در کنترل علف‌های هرز پهن برگ ذرت دانه‌ای رقم سینگل کراس 704 تحت شرایط رقابت طراحی و اجراء گردید.

مواد و روش ها

این آزمایش در مزرعه‌ای با مختصات جغرافیایی 36 درجه و 3 دقیقه شمالی و 49 درجه و 41 دقیقه شرقی واقع در پنج کیلومتری جنوب غربی شهر تاکستان، با ارتفاع 1283 متر از سطح دریا به اجرا درآمد. براساس روش تقسیم بندی‌های اقلیمی کوپن، این منطقه دارای اقلیم نیمه خشک سرد بوده. متوسط بارندگی سالیانه آن در حدود 257 میلیمتر، متوسط دمای سالیانه 13/8 درجه سانتی گراد و متوسط حداقل و حداکثر دمای سالیانه آن به ترتیب 18- و 41/7 درجه سانتی گراد گزارش شده بود. بافت خاک مزرعه نیز از نوع لوم با اسیدیته 8/1 و هدایت الکتریکی 0/85 دسی زیمنس بر متر بود. در این مزرعه قطعه زمینی به مساحت 3780 متر مربع (56×67/5) که قبلاً سابقه آلودگی کافی به علف هرز داشت انتخاب گردید. برای حصول اطمینان بیشتر، آلودگی مصنوعی توسط بذور گونه‌های تاج خروس ریشه قرمز[3]، تاج خروس خوابیده[4] و سلمه تره[5] نیز که در سال قبل از مزارع اطراف جمع آوری و تا زمان کشت در دمای 4 درجه سانتی گراد به همین منظور نگهداری شده بودند، انجام شد. در اواخر مهر ماه، زمین مورد آزمایش به وسیله گاوآهن برگردان دار شخم زده شد و پس از آن، عملیات دیسک زدن صورت گرفت تا کلوخه‌های حاصل از شخم به خوبی خرد شود و بستر مناسبی برای بذرها فراهم گردد. سپس با توجه به تجزیه شیمیایی خاک 120 کیلوگرم در هکتار کود فسفره (P_2O_5) از منبع سوپر فسفات تریپل، 75 کیلوگرم در هکتار کود پتاس (K_2O) و 250 کیلوگرم ازت در سه مرحله اضافه شد.

آزمایش به صورت فاکتوریل در غالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی در 4 تکرار به اجرا در آمد. هر تکرار شامل 18 کرت

1- Integrated Weed Management

2- *Cynodon dactylon*
3- *Amaranthus retroflexus*
4- *Amaranthus blitoides*
5- *Chenopodium album*

بود که در مجموع 72 کرت، ترکیبات تیماری را در برد گرفتند. تیمارهای مورد آزمایش عبارت بودند از الگوهای مختلف کاشت در سه سطح : A1- کاشت ذرت به صورت یک ردیف روی پشته هایی بعرض 75 سانتی متر با فاصله بذر روی ردیف 18 ساتی متر به عنوان تیمار استاندارد (الگوی کاشت معمولی)، A2- کاشت ذرت به صورت دو ردیف روی پشته هایی بعرض 75 سانتی متر و با فاصله بذر روی ردیف 36 ساتی متر (الگوی کاشت مربعی)، A3- کاشت ذرت به صورت دو ردیف روی پشته هایی بعرض 75 سانتی مترو با فاصله بذر روی ردیف 36 ساتی متر (الگوی کاشت زیگزاگی)، و مقادیر مختلف علفکش فورام سولفورون در پنج سطح : B1- شاهد بدون حضور علف هرز (وجین کامل)، B2- کاربرد علف کش فورام سولفورون (اکوئیب) به میزان (1) لیتر در هکتار در مرحله تا 6 برگی ذرت. B3- کاربرد علف کش فورام سولفورون (اکوئیب) به میزان (1/5) لیتر در هکتار در مرحله 3 تا 6 برگی ذرت، B4- کاربرد علف کش فورام سولفورون (اکوئیب) به میزان (2) لیتر در هکتار در مرحله 3 تا 6 برگی ذرت، B5- کاربرد علف کش فورام سولفورون (اکوئیب) به میزان (2/5) لیتر درهکتار در مرحله 3 تا 6 برگی ذرت و B6- شاهد با حضور علف هرز).

برای ارزیابی اثر تیمارهای آزمایش روی کنترل علف‌های هرز هر کرت به دو قسمت سم پاشی شده و شاهد سم پاشی نشده تقسیم شد. نمونه‌برداری از علف‌های هرز در طول دوره رویشی از شاهد و سمپاشی شده در مرحله اول 15 روز پس از سمپاشی پس‌رویشی و مرحله دوم 45 روز پس از سمپاشی پس‌رویشی انجام شد. برای این منظور در هر مرحله دو کوادرات تصادفی 75×0/5 سانتی‌متر مربع یکی در قسمت سمپاشی نشده و دیگری در سمپاشی شده در قسمتی که نشان دهنده معدل کرت بود پرتاب شد. علف‌های هرز هر کرت کف‌بر شده و با قرار دادن در پاکت‌های کاغذی جداگانه با شماره‌گذاری و کدبندی به آزمایشگاه منتقل شدند. نمونه‌های انتقال داده شده به آزمایشگاه با قرار گرفتن در آون با دمای 75 درجه سانتی‌گراد و به مدت 48 تا 72 ساعت قرار داده شده و بلافاصله پس از خروج از آون وزن خشک آنها توسط ترازوی دقیق (0/01) اندازه‌گیری شد در این حالت درصد کاهش وزن خشک هر تیمار نسبت به شاهد همان کرت با استفاده از معادله 1 محاسبه شد.

(معادله 1)

$$\text{درصدکاهش وزن خشک} = 100 \times \frac{(\text{سمپاشی شده} - \text{سمپاشی نشده})}{\text{سمپاشی نشده}}$$

برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از نرم افزار SAS استفاده و در مواردی که اثرات متقابل معنی دار بود از برش دهی اثرات متقابل استفاده شد. با توجه به اینکه یکی از تیمارهای مورد آزمایش کمی بود برای انجام تجزیه‌ها پس از آنوا [1] از روش تجزیه رگرسیون استفاده شد (سلطانی، 1385). به این منظور با استفاده از نرم افزار V.7 Sigmaplot داده‌های حاصل با مدل‌های رگرسیونی برازش داده شده و معادله امید بخش به عنوان معادله برتر انتخاب شد (معادله‌های 2 و 3).

(معادله 2) معادله نمایی زوال[2] برای وزن خشک علف‌های هرز

$$Y = a + b\, e^{-cx}$$

(معادله 3) معادله سیگموئیدی[3] برای درصد کاهش عملکرد

$$Y = \frac{a + b}{1+e^{(-(x-c)/b))}}$$

به منظور تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS 9.1 ابتدا از نرمال بودن توزیع داده‌های خام اطمینان حاصل شد و در مواردی که داده‌ها از توزیع نرمال تبعیت نمی کردند، از روش تبدیل داده و پس از آن تبدیل برگشت (پس از برآورد آماری، نتایج از حالت تبدیل شده به حالت اولیه تبدیل برگشت داده شد) استفاده شد. برای مقایسه میانگین‌ها نیز از روش چند دامنه‌ای دانکن در سطح اطمینان $p<0/05$ استفاده شد. برای رسم جداول و گراف‌ها نرم افزارهای Excel و SigmaPlot مورد استفاده قرار گرفتند.

نتایج و بحث

وزن خشک تاج خروس ریشه قرمز

در مرحله نمونه برداری اول یعنی پانزده روز پس از مصرف علفکش وزن خشک علف هرز تاج خروس ریشه قرمز به طور معنی‌داری تحت تأثیر نوع الگوی کاشت ($p<0/05$) و مقادیر مختلف علفکش ($p<0/01$) قرار گرفت، این در حالی بود که اثرات متقابل الگوی کاشت و مقادیر مختلف علفکش تأثیر معنی داری را وزن خشک این علف هرز نداشتند (جدول 1). همانطور که شکل 1 نشان می‌دهد وزن خشک این علف هرز در الگوی کاشت زیگزاکی در مقایسه با الگوی کاشت مربعی دارای تفاوت معنی داری نمی باشد، اما با الگوی کاشت معمولی دارای تفاوت معنی دار بوده و الگوی کاشت زیگزاکی روی وزن خشک این علف هرز تأثیر کاهنده و معنی داری دارد.

وزن خشک علف هرز تاج خروس ریشه قرمز در تقابل با مقادیر مختلف علفکش فورام سولفوران عکس العمل متفاوتی را از خود به نمایش گذاشت، به طوریکه با افزایش مقدار علفکش از میزان وزن خشک علف‌های هرز کاهش یافت (شکل2). توجه به معادله برازش داده شده روی داده‌های مربوط به وزن خشک تاج خروس ریشه قرمز نشان می‌دهد که 98% از تغییرات مربوط به وزن خشک این علف هرز به تغییر غلظت علفکش بستگی دارد (R^2= %98).

1- Post-anova analyses

2- Exponential decay

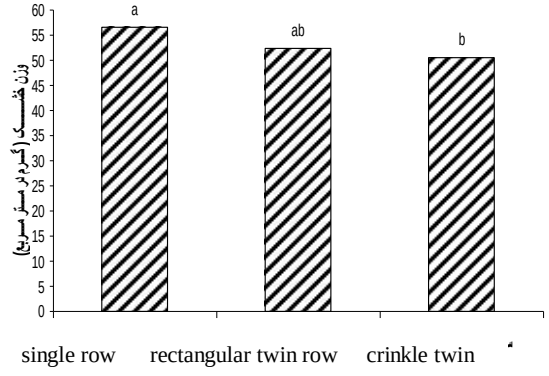
3- Sigmoid

جدول 1- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برای وزن خشک علف هرز تاج خروس ریشه قرمز، پانزده و چهل و پنج روز پس از مصرف علفکش.

Table 1- ANOVA (mean of square) *Amaranthus retroflexus* dray dry weight, 15 and 45 days after the application of herbicide.

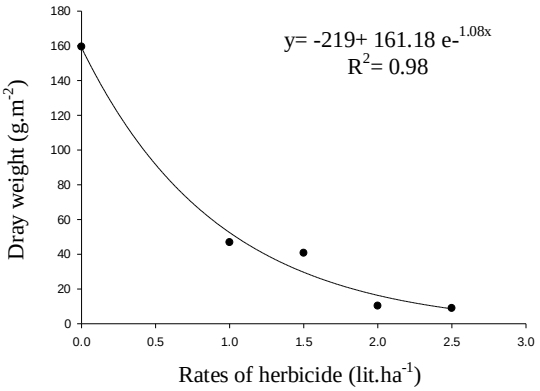
چهل و پنج روز پس از کنترل 45 days after the control	پانزده روز پس از کنترل 15 days after the control	درجه آزادی d f	منبع تغییرات Source
17.59 ns	28.45 ns	3	بلوک (Block)
3354.15**	190.86*	2	الگوی کاشت (Planting pattern) (A)
50791.95**	45860.07**	4	مقادیر مختلف علفکش (B) (Different rates of herbicide)
1866.97**	88.65 ns	8	A*B
152.99	45.32	42	خطا (Error)

*،** و ns به ترتیب معنی داری در سطح p<0/05، p<0/01 و عدم معنی داری می‌باشند. ** : P<0.01, ns: non-significant



شکل 1- وزن خشک (گرم در متر مربع) علف هرز تاج خروس ریشه قرمز در سیستم‌های کاشت مختلف، در نمونه برداری مرحله اول (پانزده روز پس از مصرف علفکش).

Fig. 1- Dray weight of *Amaranthus retroflexus* (g.m^{-2}) in different planting systems, at first stage sampling (15 days after the application of herbicide).



شکل 2- وزن خشک علف هرز تاج خروس ریشه قرمز (گرم در متر مربع) در مقادیر مختلف علفکش فورام سولفورون (لیتر در هکتار)، در نمونه برداری مرحله اول (پانزده روز پس از مصرف علفکش).

Fig. 2- Dray weight of *Amaranthus retroflexus* (g.m^{-2}) in different rates of Foramsulfuron (l.ha^{-1}), at first stage sampling (15 days after the application of herbicide).

مصرف مقادیر 2 و 2/5 لیتر در هکتار از علفکش در مقایسه با یکدیگر دارای اثرات تقریباً مشابهی روی وزن خشک علف هرز بودند، این درحالی بود که تفاوت زیادی را با سایر مقادیر علفکشی روی وزن خشک علف هرز تاج خروس ریشه قرمز داشتند. با توجه به عدم تفاوت چندان ما بین این دو تیمار، استفاده از مقدار 2 لیتر در هکتار با در نظر گرفتن صرفه اقتصادی و مشکلات مربوط به آلودگی محیطی ناشی از مقادیر زیاد علفکش، منطقی به نظر می‌رسد Baghestani et al.(2007) نیز این نتایج را تایید کردند.

تجزیه واریانس مربوط به وزن خشک علف هرز تاج خروس ریشه قرمز در مرحله نمونه برداری دوم (چهل و پنج روز پس از مصرف علفکش) نشان داد که الگوی کاشت، مقادیر مختلف علفکش و اثرات متقابل مابین آنها تأثیرات معنی داری (p<0/01) را روی وزن خشک این علف هرز داشتند (جدول 1). برش دهی اثرات متقابل میان تیمارهای اعمال شده و ارزیابی تأثیر سطوح مختلف تیمار مقادیر مختلف علفکش در هر یک از سطوح تیمار الگوهای مختلف کاشت نشان داد که استفاده از مقادیر علفکش در همه الگوهای کاشت اعمال شده دارای اثرات معنی داری (p<0/01) روی وزن خشک علف هرز تاج خروس بود، اما این تأثیر بسته به هر یک از الگوهای کاشت متفاوت بود (جدول 2).

جدول 2- برش دهی اثر متقابل مابین تیمارهای الگوهای کاشت و مقادیر مختلف علفکش برای وزن خشک علف هرز تاج خروس ریشه قرمز (میانگین مربعات سطوح B (مقادیر مختلف علفکش) در هر سطح A (الگوی کاشت))، چهل و پنج روز پس از مصرف علفکش.

Table 2- Interactions slicing between planting patterns and different rates of the application of herbicide treatments for *Amaranthus retroflexus* dray weight (means of square of B levels (different rates of the herbicide) per each level of A (planting pattern), 45 days after the application of herbicide.

سطح A (الگوی کاشت) levels of A (planting pattern)	درجه آزادی df	چهل و پنج روز پس از کنترل 15 days after the control
سیستم کاشت معمولی (Single row)	4	18151**
سیستم کاشت مربعی (Rectangular twin row)	4	17708**
سیستم کاشت زیگزاکی (Crinkle twin row)	4	18661**

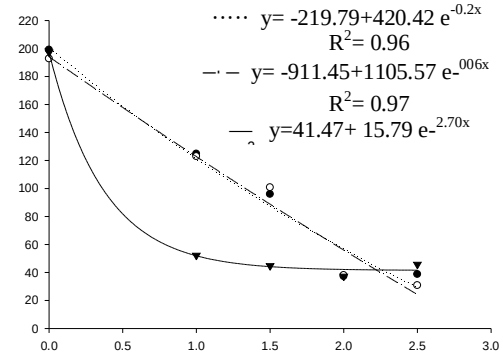
** معنی داری در سطح p<0/01 می‌باشند. * : P<0.01

شدت اثر استفاده از مقادیر مختلف علفکش فورام سولفورون تحت تأثیر الگوی کاشت قرار گرفت و میزان کاهش وزن خشک علف هرز تاج خروس ریشه قرمز به ازای هر واحد از مقادیر مختلف علفکش، بسته به الگوی کاشت متفاوت بود، به طوریکه در الگوی کاشت زیگزاکی بویژه در مقادیر کمتر علفکش این شدت کاهش وزن خشک علف هرز در مقایسه با دو الگوی کاشت دیگر بیشتر بود. شیب خط منحنی برازش داده شده در الگوی کاشت زیگزاکی (2/7) و الگوی‌های کاشت معمولی و مربعی (به ترتیب 0/2- و 0/06) نشان‌دهنده این مطلب است (شکل 3). الگوی کاشت و نحوه آرایش گیاه زراعی می‌تواند در نحوه استفاده از منابع و تسخیر فضا توسط گیاه زراعی و در نتیجه افزایش توان رقابتی آن تعیین کننده باشد که در نتایج حاصله این موضوع به وضوح مشخص است. Zimdahl (1993) بیان نمود که یکی از عوامل متعدد در تعیین شدت رقابت بین علف‌های هرز و گیاهان زراعی آرایش کشت گیاهان زراعی است. در تحقیقی کشت دورديفه زیگزاکی ذرت و تقویت رقابتی گیاه زراعی، شاخص‌های رشد تاج خروس را تضعیف نمود، بسته شدن زودتر کانوپی ذرت تحت الگوی کاشت دو ردیفه و سایه اندازی بیشتر آن بر بوته‌های تاج خروس نسبت به الگوی کاشت تک ردیفه علت این امر بود (Yadavi et al., 2007). در واقع با افزایش سایه انداز گیاه زراعی بر روی علف هرز (و یا برعکس) میزان تجمع مادهٔ خشک در گونه هایی که در زیر کانوپی قرار گرفته اند کاهش می‌یابد (Gibson et al., 2001; Rajcan & Swanton, 2001). به نظر می‌رسد دلیل این امر این باشد که در کانوپی‌های متراکم و در شرایطی که گیاه مشکل تغذیه‌ای نداشته و در اراضی حاصلخیز رشد می‌کند، نور مهمترین عامل محدودیت زا برای رشد و تولید در گیاه است (Traore et al., 2003). شدت رقابت برای نور در وهله اول به روابط ویژهٔ گیاه زراعی و علف هرز بستگی دارد، همچنین خصوصیات ساختاری گیاه زراعی و علف هرز از جمله مهم ترین عوامل مؤثر در تغییر کمیت نور دریافتی می‌باشند (Stewart, 2000).

نکته جالب توجه در مقایسه جدول برش دهی اثرات متقابل (جدول 2) و منحنی تجزیه رگرسیون (شکل 3) این مطلب است که در جدول 2 میانگین مربعات ناشی از اثر سطوح مختلف علفکش در هر یک از الگوی کاشت، در میان الگوی‌های کاشت و بخصوص ما بین الگوی کاشت معمولی و زیگزاکی تفاوتی را که منحنی نشان می‌دهد را نشان نمی دهند. این امر بیان‌گر این مطلب است که استفاده از مقادیر مختلف علفکش در این دو الگوی کاشت تفاوت آنچنان فاحشی که در شکل 3 مشاهده می‌شود را نشان نمی دهد. به نظر می‌رسد علت این تفاوت شدید در شیب منحنی برازش داده شده مابین این دو الگوی کاشت نه به دلیل اثرات متفاوت علفکش در آنها، بلکه به دلیل تأثیر منحصر به فرد الگوی کاشت زیگزاکی روی وزن خشک علف هرز تاج خروس است. به نظر می‌رسد پس از استفاده از علفکش فورام سولفورون و کنترل علف هرز تاج خروس ریشه قرمز توسط آن، استقرار مناسب گیاه زراعی ذرت و بهره برداری مناسب از فضا و منابع رشدی منجر به عدم امکان رشد و بازیابی مجدد علف‌هرز شده است. نتایج بدست آمده در این مرحله نشان می‌دهند که استفاده از الگوی کاشت مناسب می‌تواند در کاهش مصرف علفکش و پیامدهای مثبت اقتصادی و زیست محیطی راهگشا باشد. با الگوی کشت زیگزاگ (دورديفه) در ذرت می‌توان تقویت رقابتی گیاه زراعی، شاخص‌های رشد تاج خروس را تضعیف نمود (Yadavi et al., 2007).

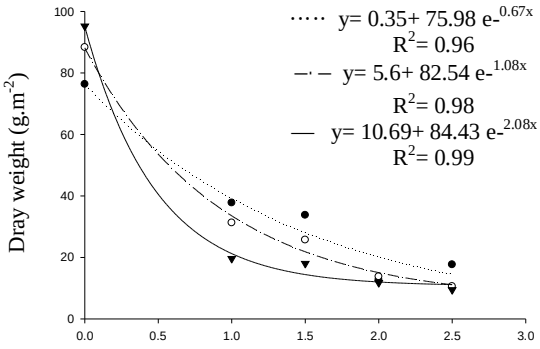
وزن خشک تاج خروس خوابیده

در اولین مرحله نمونه برداری (پانزده روز پس از مصرف علفکش) وزن خشک علف هرز تاج خروس خوابیده بطور معنی داری (p<0/01) تحت تأثیر میزان مصرف علفکش فورام سولفورون و اثر متقابل تیمارهای الگوی کاشت و مقدار مصرف علفکش قرار گرفت، این در حالی بود که تیمار الگوی کاشت اثر معنی داری را روی وزن خشک این علف هرز نداشت (جدول3).



شکل3- رابطه بین وزن خشک علف هرز تاج خروس ریشه قرمز با میزان مصرف علفکش، چهل و پنج روز پس از مصرف علفکش، در الگوی کاشت معمولی (····) الگوی کاشت مربعی (– ·–) و الگوی کاشت زیگزاکی (—).

Fig. 3- Relationship between dray weight of *Amaranthus retroflexus* and rate of herbicide application, 45 days after the application of herbicide in single row, (…..), rectangular twin row (_._) and crinkle twin row planting patterns (__).



شکل 4- رابطه بین وزن خشک علف هرز تاج خروس خوابیده نسبت به میزان مصرف علفکش، پانزده روز پس از مصرف علفکش، در الگوی کاشت معمولی (····) الگوی کاشت مربعی (– ·–) و الگوی کاشت زیگزاکی (—).

Fig. 4- Relationship between dray weight of *Amaranthus retroflexus* and rate of herbicide application, 15 days after the application of herbicide in single row, (…..), rectangular twin row (_._) and crinkle twin row planting patterns (__).

در نمونه برداری مرحله دوم (چهل و پنج روز پس از مصرف علفکش) نتایج بدست آمده نشان دادند که تیمارهای الگوی کاشت و مقدار مصرف علفکش داری اثر معنی دار ($p<0/01$) روی وزن خشک علف هرز تاج خروس بودند علاوه بر این اثر متقابل تیمارها نیز روی وزن خشک این علف‌هرز معنی دار بود ($p<0/01$) (جدول 3). کنترل علف‌های هرز در دوره بحرانی رشد گیاه زراعی در صورت بالا بودن توان رقابتی گیاه زراعی در مراحل بعدی رشد می‌تواند از رشد و بازیابی خسارت زایی علف‌های هرز در مراحل بعدی طی فصل رشد جلوگیری به عمل آورد. یکی از راه‌های افزایش توان رقابتی گیاه زراعی تنظیم آرایش فضایی مناسب و تلاش در جهت استفاده حداکثری گیاه زراعی از منابع موجود می‌باشد که می‌تواند از بروز مشکل علف‌های هرز در مراحل بعدی رشد ممانعت به عمل آورد. به نظر می‌رسد عدم معنی داری اثر تیمار الگوی کاشت در مرحله اول نمونه برداری و معنی داری اثر این تیمار در مرحله نمونه برداری چهل و پنج روز پس از مصرف علفکش مؤید این مطلب باشد که با گذشت فصل رشد و توسعه گیاه زراعی، آرایش فضایی توانسته است روی رشد گیاه زراعی و در نتیجه توان رقابتی آن اثر گذار بوده باشد. Tobeh et al. (1998) در بررسی رقابت ذرت و علف هرز ذکر کرده اند که رقابت برای عناصر غذایی در اوایل رشد بحرانی نمی باشد. در آزمایشی دیگر آرایش فضایی مطلوب حاصل از فاصله ردیف‌های نزدیک تر، سرعت رشد ذرت در ابتدای فصل را افزایش داد (Bullock et al., 1988). Dalley et al. (2006) نیز گزارش کردند که کارآیی مصرف آب در ذرت در اثر کاهش فاصله ردیف‌های کاشت افزایش می‌یابد. علاوه بر این Garcya et al. (2000) بیان نمودن که در گیاه سورگوم کاهش فاصله ردیف‌های کاشت بهبود کنترل علف‌های هرز را به دنبال دارد.

بررسی اثر سطوح مختلف تیمار مقادیر علفکشی در هر یک از الگوهای کاشت نشان می‌دهد که غلظت‌های مختلف علفکش فورام سولفورون در تمامی الگوهای کاشت اثرات معنی داری ($p<0/01$) را روی وزن خشک علف هرز تاج خروس خوابیده داشته است (جدول 4). از سوی دیگر الگوی‌های مختلف کاشت توانسته اند تأثیرات تیمار مقادیر مختلف علفکش را تحت تأثیر خود قرار دهند، لذا مشاهده می‌شود که تأثیر استفاده از سطوح مختلف غلظت علفکش در الگوی کاشت زیگزاکی در هر دو مرحله نمونه برداری دارای بیشترین و در الگوی کاشت معمولی دارای کمترین اثر کاهشی روی وزن خشک علف هرز تاج خروس خوابیده است. این امر با مشاهده میانگین مربعات سطوح مختلف تیمار مقادیر مختلف علفکش در هر یک از الگوهای کاشت کاملا مشهود است (جدول 4).

جدول 3- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برای وزن خشک علف هرز تاج خروس خوابیده، پانزده و چهل و پنج روز پس از مصرف علفکش
Table 3- ANOVA (mean of square) *Amaranthus blitoides* dray dry weight, 15 and 45 days after the application of herbicide.

چهل و پنج روز پس از کنترل 15 days after the control	پانزده روز پس از کنترل 15 days after the control	درجه آزادی d f	منبع تغییرات Source
15.69 ns	25.49 ns	3	بلوک (Block)
372.92**	121.03 ns	2	الگوی کاشت (Planting pattern) (A)
18.611.89**	11297.45**	4	مقادیر مختلف علفکش (B) (Different rates of herbicide)
342.27**	228.64**	8	A*B
41.53	45.66	42	خطا (Error)

*،** و ns به ترتیب معنی داری در سطح p<0/05، p<0/01 و عدم معنی داری می‌باشند. ** : P<0.01, ns: non-significant

جدول 4- برش دهی اثر متقابل مابین تیمارهای الگوهای کاشت و مقادیر مختلف علفکش برای وزن خشک علف هرز تاج خروس خوابیده (میانگین مربعات سطوح B (مقادیر مختلف علفکش) در هر سطح A (الگوی کاشت))، پانزده و چهل و پنج روز پس از مصرف علفکش

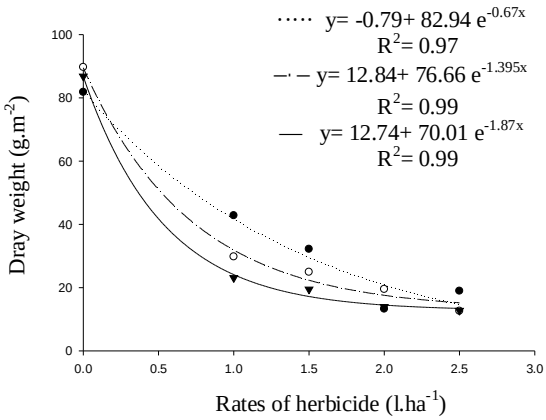
Table 4- Interactions slicing between planting patterns and different rates of the application of herbicide treatments for *Amaranthus blitoides* dray weight (means of square of B levels (different rates of the herbicide) per each level of A (planting pattern), 15 and 45 days after the application of herbicide.

چهل و پنج روز پس از کنترل 15 days after the control	پانزده روز پس از کنترل 15 days after the control	درجه آزادی df	سطح A(الگوی کاشت) Levels of A (planting pattern)
3716.27**	2512.34**	4	سیستم کاشت معمولی (Single row)
6779.82**	3986.64**	4	سیستم کاشت مربعی (Rectangular twin row)
8782.34**	5255.76**	4	سیستم کاشت زیگزاکی (Crinkle twin row)

** معنی داری در سطح p<0/01 می‌باشند. ** : P<0.01

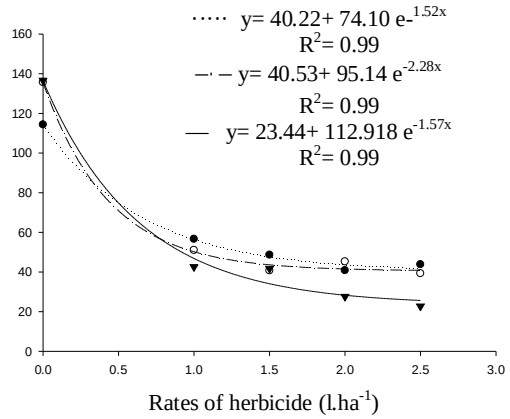
تغییرات روند کاهشی وزن خشک علف هرز تاج خروس خوابیده نسبت به مقادیر مختلف علفکش فورام سولفورون در الگوهای مختلف کاشت پانزده روز پس از مصرف علفکش در شکل 4 نشان داده شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود به ازای استفاده از مقدار ثابت 1 لیتر در هکتار علفکش، عکس العمل علف هرز در الگوهای مختلف کاشت متفاوت می‌باشند، بطوریکه وزن خشک علف هرز در تیمارهای الگوی کاشت معمولی، مربعی و زیگزاکی در پاسخ به مقدار 1 لیتر در هکتار علفکش فورام سولفورون به ترتیب معادل 37/77 ؛ 31/27 و 19/60 گرم در متر مربع است. این امر نشان دهنده برآیند اثر الگوی کاشت و مقدار مصرف علفکش روی وزن خشک علف هرز است که می‌تواند در کاهش مصرف علفکش بسیار موثر باشد. توجه به شیب خط معادله برازش داده شده مربوطه نیز بر این مطلب تاکید دارد که الگوی کاشت می‌تواند اثرگذاری استفاده از علفکش را تحت تأثیر خود قرار دهد، به این ترتیب که شیب خط در الگوی‌های کشت زیگزاکی، مربعی و معمولی به ترتیب معادل 2/08- ، 1/08- و 0/67- بدست آمده است که نشان دهنده اثر کاهشی بیشتر استفاده از علفکش در الگوی کشت زیگزاکی و پس از آن مربعی نسبت به الگوی کشت معمولی است (شکل 4).

بررسی روند حاصل از منحنی مربوط به داده‌های اثر مقادیر مختلف علفکش روی وزن خشک علف هرز تاج خروس خوابیده، چهل و پنج روز پس از مصرف علفکش در الگوی‌های مختلف کاشت (شکل 5) نشان می‌دهد که الگوی کشت زیگزاکی همچنان، تأثیر بیشتر را در کاهش وزن خشک این علف هرز داشته است. روند کاهشی در الگوی‌های کشت مربعی و معمولی پس از مقدار 1/5 لیتر در هکتار علفکش به سمت مقادیر 2 و 2/5 لیتر در هکتار تقریبا شیبی معادل صفر را نشان می‌دهند این در حالی است که در مورد الگوی کشت زیگزاکی این شیب همچنان نزولی بوده و کاهش وزن خشک علف هرز را در مقادیر 2 و 2/5 لیتر نشان می‌دهد. احتمالا دلیل این امر را می‌توان به وجود اثر غلظت بیشتر علفکش در تقابل با نوع الگوی کاشت و عدم امکان رشد و باززایی علف هرز در ادامه فصل رشد نسبت داد. در واقع به نظر می‌رسد که وجود بقایای علفکش با توجه به غلظت بیشتر آن در کنار اثر بازدارندگی ناشی از رقابت گیاه زراعی با توان رقابت بالا منجر به این امر شده است. Grichard et al. (2004) تصریح کردن که در کشت دو ردیفه سورگوم کارآیی مصرف علف کش‌ها افزایش یافت.



شکل 6- رابطه بین وزن خشک علف هرز سلمه تره نسبت به میزان مصرف علفکش، پانزده روز پس از مصرف علفکش، در الگوی کاشت معمولی (····) الگوی کاشت مربعی (– ·–) و الگوی کاشت زیگزاکی (—).

Fig. 6- Relationship between dray weight of *Chenopodium album* and rate of herbicide application, 15 days after the application of herbicide in single row, (…..), rectangular twin row (_._) and crinkle twin row planting patterns (__).



شکل 5- رابطه بین وزن خشک علف هرز تاج خروس خوابیده نسبت به میزان مصرف علفکش، چهل و پنج روز پس از مصرف علفکش، در الگوی کاشت معمولی (····) الگوی کاشت مربعی (– ·–) و الگوی کاشت زیگزاکی (—).

Fig. 5- Relationship between dray weight of *Amaranthus blitoides* and rate of herbicide application, 15 days after the application of herbicide in single row, (…..), rectangular twin row (_._) and crinkle twin row planting patterns (__).

وزن خشک سلمه تره

در اولین مرحله نمونه برداری (پانزده روز پس از مصرف علفکش) وزن خشک علف هرز سلمه تره به طور معنی داری ($p<0/05$) تحت تأثیر الگوی کاشت، مقدار مصرف علفکش ($p<0/01$) و اثر متقابل الگوی کاشت و مقدار مصرف علفکش قرار گرفت (جدول 5). برش دهی اثرات متقابل مقادیر مختلف علفکش در سطوح مختلف الگوی کاشت (جدول 6) نشان داد که تیمارهای مقادیر مختلف علفکش در هر سه سیستم کاشت، دارای تأثیر معنی داری ($p<0/01$) روی وزن خشک علف هرز سلمه تره بودند. مشاهده میانگین مربعات سطوح مختلف تیمار استفاده از علفکش در هر یک از سطوح تیمار الگوهای مختلف کاشت، نشان داد که اثر استفاده از علفکش در الگوی‌های مختلف کاشت متفاوت بود، به طوریکه استفاده از علفکش در الگوی کاشت معمولی کمترین و در الگوی کاشت زیگزاکی بیشترین اثر را روی وزن خشک علف هرز سلمه تره داشت (جدول 6). تسخیر بهینه فضا به ترتیب در الگوهای کشت زیگزاکی و مربعی و وفور کمتر نیچ‌های خالی برای جوانه زنی، رشد و توسعه علف هرز در مقایسه با الگوی کشت معمولی می‌توانند دلیل این امر باشد. Fateh et al. (2006) طی آزمایشی گزارش کردند که کاشت ذرت به صورت دو ردیفه در مقایسه با کشت تک ردیفه، کاهش بیوماس علف هرز سلمه تره را در پی داشت. در گزارش دیگری کاهش فاصله ردیف ذرت از 76 به 38 سانتی متر باعث افزایش جذب تشعشع فعال (PAR) در کانوپی ذرت و به تبع آن موجب کاهش وزن خشک علف هرز سلمه تره گردید (Tharp & Kells, 2001).

با افزایش مقدار کاربرد علفکش وزن خشک علف هرز سلمه تره در هر سه الگوی کاشت به طور معنی داری ($P<0.01$) کاهش یافت. اما روند کاهشی وزن خشک علف هرز در هر سه الگوی کاشت یکنواخت نیست، بطوریکه در ابتدا به ازای استفاده از مقادیر کمتر علفکش روند کاهشی شدت بیشتر داشته ولی در مقادیر بالاتر علفکش، از شدت این روند کاسته شده است. توجه به روند کاهش وزن خشک علف هرز سلمه تره در هر سه الگوی کاشت مختلف نشان می‌دهد که استفاده از مقادیر مختلف علفکش اثرات مشابهی را در این سه الگوی مختلف کاشت به دنبال نداشته اند، بطوریکه شیب خط منحنی برازش داده شده مربوطه از الگوی کشت معمولی به سمت الگوی کشت زیگزاکی دارای روندی نزولی بوده و منفی تر شده است (شدت کاهش در الگوی کاشت زیگزاکی بیشتر شده است). این امر نشان می‌دهد که در واقع تأثیر مصرف علفکش فورام سولفورون تنها تابعی از مقدار مصرف علفکش نبوده و نوع الگوی کشت نیز روی آن اثر گذاشته است.

همانطور که شکل 6 نشان می‌دهد علف هرز سلمه تره در مواجهه با علفکش در الگوی کاشت زیگزاکی در مقایسه با سایر الگوی‌های کاشت آسیب پذیر تر می‌باشد بطوریکه با مصرف یک لیتر در هکتار علفکش وزن خشک این علف هرز از 32/19 به 19/45 گرم در متر مربع کاهش یافته است.

جدول 5- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برای وزن خشک علف هرز سلمه تره، پانزده و چهل و پنج روز پس از مصرف علفکش.

Table 5- ANOVA (mean of square) *Chenopodium album* dray dry weight, 15 and 45 days after the application of herbicide.

منبع تغییرات Source	درجه آزادی d f	پانزده روز پس از کنترل 15 days after the control	چهل و پنج روز پس از کنترل 15 days after the control
بلوک (Block)	3	18.49 ns	6.79 ns
الگوی کاشت (Planting pattern) (A)	2	222.41*	1100.08**
مقادیر مختلف علفکش (B) (Different rates of herbicide)	4	10491.23**	13473.74**
A*B	8	126.79*	34.15 ns
خطا (Error)	42	49.06	29.20

*،** و ns به ترتیب معنی داری در سطح p<0/05، p<0/01 و عدم معنی داری می‌باشند.

** : P<0.01, * : P<0.05, ns: non-significant

جدول 6- برش دهی اثر متقابل مابین تیمارهای الگوهای کاشت و مقادیر مختلف علفکش برای وزن خشک علف هرز سلمه تره (میانگین مربعات سطوح B (مقادیر مختلف علفکش) در هر سطح A (الگوی کاشت))، پانزده روز پس از مصرف علفکش.

Table 6- Interactions slicing between planting patterns and different rates of the application of herbicide treatments for *Chenopodium album* dray weight (means of square of B levels (different rates of the herbicide) per each level of A (planting pattern), 15 days after the application of herbicide.

(الگوی کاشت)Aسطح Levels of A (planting pattern)	درجه آزادی df	پانزده روز پس از کنترل 15 days after the control
سیستم کاشت معمولی (Single row)	4	2950.95**
سیستم کاشت مربعی (Rectangular twin row)	4	3858.70**
سیستم کاشت زیگزاکی (Crinkle twin row)	4	3935.16**

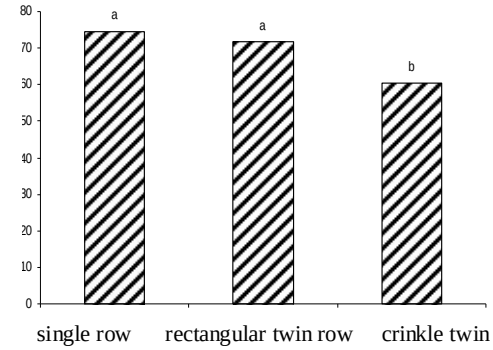
** معنی داری در سطح p<0/01 می‌باشند.

** : P<0.01

این در حالی است که در الگوی کاشت معمولی وزن خشک علف هرز سلمه تره با مصرف مقدار 2/5 لیتر در هکتار به مقداری مشابه وزن خشک این علف هرز در الگوی کاشت زیگزاکی با مصرف مقدار 1 لیتر در هکتار علفکش، رسیده است. آرایش مناسب و تسخیر بهینه فضا این امکان را به گیاه زراعی می‌دهد تا در ابتدای فصل رشد در صورت کنترل علف‌های هرز، از منابع محیطی بهره بیشتری برده و در شرایط عدم وجود رقابت درون گونه‌ای به بهره برداری مناسب از منابع محیطی و استقرار سریع خود بپردازد و در این حالت است که در مقابله با گونه‌های دیگر و شرایط رقابت بین گونه به عنوان رقیبی قوی مطرح گردد. بهترین آرایش جهت تسخیر فضا و استقرار مناسب در این آزمایش در الگوی کاشت زیگزاکی مشاهده شد. به نظر می‌رسد استقرار سریع و مناسب ذرت در این الگوی کاشت و عدم امکان جوانه زنی و رشد علف هرز پس از مصرف علفکش علت کارایی بیشتر علفکش فورام سولفورون در مقابل علف هرز سلمه تره باشد.

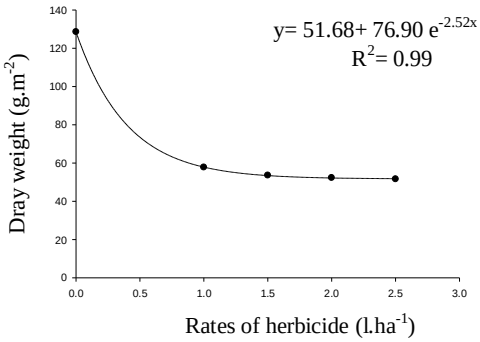
در دومین مرحله نمونه برداری (چهل و پنج روز پس از مصرف علفکش) وزن خشک علف هرز سلمه تره به طور معنی داری تحت تأثیر الگوی کاشت (p<0/01) و مقدار مصرف علفکش (p<0/01) قرار گرفت اما اثرات متقابل معنی دار نبودند (جدول 5). مقدار وزن خشک علف هرز سلمه تره در الگوی کاشت زیگزاکی در مقایسه با الگوهای کاشت معمولی و مربعی کاهش معنی داری را نشان داد، در حالی که این کاهش معنی دار وزن خشک مابین الگوهای کاشت معمولی و مربعی مشاهده نشد (شکل 7).

شکل 8 روند تغییرات وزن خشک این علف هرز را در پاسخ به مقادیر مصرف علفکش نشان می‌دهد. در ابتدا ما بین تیمارهای عدم مصرف علفکش و مصرف مقدار 1 لیتر در هکتار علفکش، میزان وزن خشک علف هرز سلمه تره به شدت، کم می‌شود ولی در ادامه از شیب کاهشی مربوطه کاسته می‌شود. بررسی اثر مقدار 1/5 لیتر علفکش و مقایسه آن با مقدار 1 لیتر در هکتار از یک سو و مقادیر 2 و 2/5 لیتر در هکتار از سوی دیگر نشان می‌دهد که کاهش وزن خشک علف هرز ناشی از این مقدار علفکش در مقایسه با کاهش وزن خشک ناشی از مقدار 1 لیتر در هکتار علفکش معنی دار بوده ولی با اثر کاهشی ناشی از مقادیر 2 و 2/5 لیتر در هکتار دارای تفاوت معنی دار نیست، با توجه به این مطلب به نظر می‌رسد که مقدار 1/5 لیتر در هکتار علفکش فورام سولفورون می‌تواند با توجه به نتیجه عمل و صرفه اقتصادی (از لحاظ میزان مصرف علفکش) کنترلی مناسب را به ارمغان آورد (شکل 8).



شکل 7- وزن خشک (گرم در متر مربع) علف هرز سلمه تره در سیستم‌های کاشت مختلف، در نمونه برداری مرحله دوم (چهل و پنج روز پس از مصرف علفکش)

Fig.7- Dray weight of *Chenopodium album* (gr.m^{-2}) in different planting systems, at first stage sampling (15 days after the application of herbicide)



شکل 8- وزن خشک علف هرز سلمه تره (گرم در متر مربع) در مقادیر مختلف علفکش فورام سولفورون (لیتر در هکتار)، در نمونه برداری مرحله دوم (چهل و پنج روز پس از مصرف علفکش)

Fig. 8- Dray weight of *Chenopodium album* (gr.m^{-2}) in different rates of Foramsulfuron (lit.ha^{-1}), at first stage sampling (15 days after the application of herbicide)

جدول 7- برش دهی اثر متقابل مابین تیمارهای الگوهای کاشت و تیمار کنترلی علف‌های هرز برای عملکرد دانه ذرت (میانگین مربعات سطوح B (مقادیر مختلف علفکش) در هر سطح A (الگوی کاشت)).

Table 7- Interactions slicing between planting patterns and different rates of the application of herbicide treatments for corn grain yield (means of square of B levels (different rates of the herbicide) per each level of A (planting pattern)

عملکرد دانه Grain yield	درجه آزادی df	سطحA (الگوی کاشت) Levels of A (planting pattern)
15.75**	5	سیستم کاشت معمولی (Single row)
11.47**	5	سیستم کاشت مربعی (Rectangular twin row)
13.51**	5	سیستم کاشت زیگزاکی (Crinkle twin row)

*،** و ns به ترتیب معنی داری در سطح p<0/05، p<0/01 و عدم معنی داری می‌باشند.

** : P<0.01, * : P<0.05, ns: non-significant

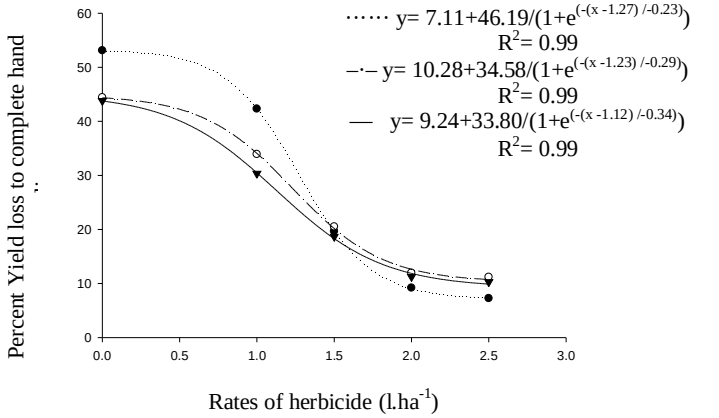
عملکرد دانه

عملکرد دانه ذرت به طور معنی داری (p<0/01) تحت تأثیر تیمارهای الگوی کاشت و عملیات کنترلی علف‌های هرز قرار گرفت. علاوه بر این اثر متقابل مابین تیمارهای فوق الذکر نیز با سطح احتمال p<0/05 معنی بود. با توجه به معنی داری اثرات متقابل و پس از آن برش دهی اثرات متقابل تیمارهای مورد آزمایش برای عملکرد دانه (جدول 7) مشاهده می‌شود که استفاده از شدت‌های مختلف عملیات مدیریتی (غلظت‌های مختلف علفکش فورام سولفورون و همچنین تیمار وجین کامل یعنی سطوح مختلف فاکتور B) در هر یک از الگوهای کاشت (سطوح مختلف فاکتور A) اثر معنی داری (p<0/01) را روی عملکرد دانه ذرت داشته است. این تأثیر معنی دار در تمامی الگوهای کاشت یکسان نبوده و بسته به نوع الگوی کاشت متفاوت می‌باشد. در آزمایش Fateh et al. (2006) گزارش کردند که اثر الگوی کاشت روی عملکرد دانه و تعداد ردیف دانه در بلال در سطح 95% معنی دار گردید.

نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون داده‌های مربوط به عملکرد دانه ذرت و تیمار کنترلی علف‌های هرز نشان می‌دهند که کاهش درصد افت عملکرد در تیمارهای مقادیر مختلف علفکش نسبت به تیمار وجین کامل از روندی سیگموئیدی طبعیت می‌کند (شکل 9). الگوی کاشت معمولی نسبت به دو الگوی کاشت دیگر در تیمار شاهد بدون کنترل علف‌های هرز، در برابر اثرات ناشی از علف‌های هرز حساس تر بوده و بیشترین درصد افت عملکرد با مقدار 42/31% در آن به بار آمده است. الگوهای کشت مربعی و زیگزاکی نیز به ترتیب با مقادیر 43/79 و 44/41 درصد افت عملکرد نسبت به تیمار وجین کامل، نشان می‌دهند که در تیمار عدم کنترل علف‌های هرز حساسیت کمتری را در مقایسه با الگوی کاشت معمولی نشان داده اند. در واقع

می‌توان این گونه نتیجه گرفت که آرایش فضایی گیاه زراعی می‌تواند در تعیین توان آن در مواجهه با علف‌های هرز مهم باشد، بطوریکه می‌تواند به سیستم تولیدی نوعی توان خود نگهداری در برابر گونه‌های مزاحم اعطا نماید. Finck(2003) بیان کرد که تأثیر آرایش کاشت ذرت بر روی عملکرد آن حاکی از افزایش عملکرد ذرت در اثر کاشت دو ردیفه می‌باشد. تأثیر آرایش کاشت دو ردیفه بر توان رقابتی ذرت با علف‌های هرز در مقایسه با کشت تک ردیفه، افزایش عملکرد دانه ذرت را نیز در پی داشته است (Fateh et al., 2006).

در مجموع نتایج این آزمایش نشان داد که مقدار بهینه مصرف علفکش‌ها جهت کنترل علف‌های هرز در الگوهای مختلف کاشت متفاوت بود. در واقع وزن خشک و در الگوی کشت زیگزاکی بیشترین تأثیر را از تیمار کنترلی یعنی مقادیر مختلف علفکش پذیرفتند به طوری که اثر متقابل تیمارهای الگوی کاشت زیگزاکی و مقادیر مختلف علفکش منجر به کاهش مصرف علفکش فورام سولفورون در این الگوی کاشت نسبت به سایر الگوهای کاشت گردید. علاوه بر این کارایی کنترل علف‌های هرز در این تیمارها اثرات مثبتی را روی عملکرد ذرت در الگوی کاشت زیگزاکی و پس از آن در الگوی کشت مربعی نسبت به الگوی کاشت معمولی داشت، که دلیل این امر را می‌توان در بهره برداری بهتر از منابع در نتیجه کنترل بهتر علف‌های هرز، جستجو کرد.



شکل 9- درصد افت عملکرد دانه در تیمارهای مقادیر مختلف علفکش نسبت به تیمار وجین کامل، در الگوی کاشت معمولی (‌‌‌‌) الگوی کاشت مربعی (– ·–) و الگوی کاشت زیگزاکی (—)

Fig. 9- Percent Yield loss to complete hand weeding, in single row, (…..), rectangular twin row (_._) and crinkle twin row planting patterns (__).

منابع

1- Baghestani, M.A., Zand, E., 2002. Directions of weed science. Zeitoon. (In Persian)
2- Baghestani, M.A., Zand, E., Soufizadeh, S., Eskandari, A., Pour Azar, R., Veysi, M., Nasseirzadeh, N., 2007. Efficacy evaluation of some dual purpose herbicides to control weeds in maize (*Zea mays* L.). Crop Prot. 26, 936-942.
3- Bullock, D.G., Nielsen, R.L., Nyquist, W.E.A., 1988. Growth analysis comparison of corn grown in conventional and equidistant plant spacing. Crop Sci. 28, 254-258.
4- Dalley, C.D., Bernards, M.L., Kells, J.J., 2006. Effect of weed removal timing and row spacing on soil moisture in corn (*Zea mays*). Weed Technol. 20, 399-409.
5- Fateh, E., Sharifzadeh, F., Mazaheri, D., Baghestani, M.A., 2006. Evaluation of competition ability between corn (Zea mays) and lambsquarter (*Chenopodium album*) influenced by planting pattern and their effect on corn yield component. Pajouhesh Sazandegi 73, 87-95. (In Persian with English summary).
6- Fernandez, O.N., Vignolio, O.R., Requesens, E.C., 2002. Competition between corn (*Zea mays*) and bermudagrass (*Cynodon dactylon*) in relation to the crop plant arrangement. Agronomie 22, 293-305.
7- Finck, C., 2003. Twin rows take to field. Farm Journal. (Midwest/ Centraledition). Philadelphia, 127: 128-115.
8- Garcya, F.D., Fernandez, M.A., Ali, D.R., Brusco, M.I., 2000. Interaction between narrow row spacing and low dosages of atrazine on weed control in grain sorghum *(Sorghum bicolor*) in la pampa, argentina. Abstracts of the III International Weed Science Congress, Foz do Iguassu, Brazil.

9- Gibson, K.D., Fischer, A.J., Foin, T.C., 2001. Shading and the growth and photosynthetic responses of ammannia occinnea. Weed Res. 41, 59-67.
10- Grichard, W.J., Besler, B.A., D., B.K., 2004. Effect of row spacing and herbicide dose on weed control and grain sorghum yield. Crop Prot. 23, 263-267.
11- Johnson, G.A., Hoverstad, T.R., Greenwald, R.E., 1998. Integrated weed management using narrow corn row spacing, herbicides and cultivation. Agron J. 90, 40-46.
12- Mennan, H., Ngouajio, M., Isık, D., Kaya, E., 2006. Effects of alternative management systems on weed populations in hazelnut (*Corylus avellana* L.). Crop Prot. 25, 91-112.
13- Montazeri, M., Zand, E., Baghestani, M.A., 2005. Weed control in wheat fields of Iran. Iranian research institute of plant protection. (In Persian).
14- Mosavi, M., 2001. Integrated weed management. Miaad press, Tehran. (in Persian).
15- Porter, P.M., Hicks, D.R., Lueschen, W.E., Ford, J.H., Warnes, D.D., Hoverstad, T.R., 1997. Corn response to row width and plant population in the northern corn belt. J. Prod. Agr. 10, 293-300.
16- Radosevich, S.R., Holt, J.S., 1984. Weed Ecology: Implications for Vegetation Managgement. John Wiely & Sons, New York.
17- Rajcan, I., Swanton, C.J., 2001. Understanding maize-weed competition: resource competition, light quality and whole plant. Field Crop Res. 71, 139-150.
18- Reisinger, P., Lehoczky, E., Komives, T., 2005. Competitiveness and precision management of the noxious weed Cannabis sativa L. in winter wheat. Commun Soil Sci. Plan. 36, 629-634.
19- Robert, E.N., Hamill, A.S., Swanton, C.J., Tardif, F.J., Sikkema, P.H., 2007. Weed control yield response to foramsulfuron in corn. Weed Techno. 21, 453-458.
20- Soltani, A., 2006. Re-consideration of Application of Statistical Methods in agricultural researches. Jahad press, Mashhad. (In Persian).
21- Stewart, G., 2000. Twin row corn. http:/www.ontariocorn.org/feb 2000 art 4.html.
22- Tharp, B.R., Kells, J.J., 2001. Effect of glufosinate-resistant corn (*Zea mays*) population and row spacing on light interception, corn yield, and common lambsquarters (*Chenopodium album*) growth. Weed Technol. 15, 413-418.
23- Tobeh, A., Hashemi dezfooli, S.A., Majidi, A., Roozitalab, M.H., Mazaheri, D., 1998. Effect of common and minimum tillage systems with nuber of weeding on final density and weed types, quantitative and qualitative yield of corn. Seed and Plant production Journal 14, 46-65. (In Persian with English summary).
24- Traore, S., Mason, S.C., Martin, A.R., Mortensen, D.A., Spotanski, J.J., 2003. Velvetleaf interference effects on yield and growth of grain sorghum. Agron. J. 95, 1602-1607.
25- Westgate, M.E., Forcella, F., Reicosky, D.C., Somsen, J., 1997. Rapid canopy closure for maize production in the northern US corn belt: radiation-use efficiency and grain yield. Field Crop Res. 49, 249-258.
26- Yadavi, A.R., Agha Alikhani, M., Ghalavand, A., Zand, E., 2007. Effect of plant density and planting arrangement on grain yield and growth indices of corn under redroot pigweed (*Amaranthus retoflexus* L.) competition. Pajouhesh Sazandegi 75, 87-95. (In Persian with English summary).
27- Zand, E., Baghestani, M.A., Bitarafan, M., Shimi, P., 2007. A guideline for herbicide in Iran. Jahad press., Mashhad. (In Persian)
28- Zand, E., Baghestani, M.A., Soufizadeh, S., Eskandari, A., pourazar, A., Veysi, M., Mousavi, K.S., Barjasteh, A., 2006. Evaluation of some newly registered herbicieds for weed control in wheat (*Triticum aestivum* L.) In Iran. Crop Prot. 10, 1-10.
29- Zimdahl, R., 1993. Fundamental of Weed Science. Academic press, Inc., USA.

Journal of Agroecology
Vol. 1, No. 1, Fall 2009, p. 115-127

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 1، شماره 1، پاییز 1388، ص. 127-115

The effect of Planting Pattern of corn (*Zea mays* L.) in Reducing Foramsulfuron Dose

M. SafarKhanloo*, E. Zand, M.A. Baghestani, A. Valadabadi and A. Bagheri[1]

Abstract

In order to evaluate of using planting pattern for reducing herbicides dose in corn (single cross 704), a field experiment was conducted in 2007 at research field of Collage of Agriculture, Islamic Azad University branch of Takestan. The experimental design was randomized complete block with 18 treatments and using factorial design with 4 replications. Treatments consisted of corn planting pattern in 3 levels (single row, rectangular twin row and crinkle twin row), and weed control treatments in 6 levels (rates of 1, 1.5, 2, 2.5 l/ha foramsulfuron, A weed free as control and full season hand weeding control). Biomass of weed species 15 and 45 days after post emergence herbicide application, and seed yield of corn were measured. Results of statistical analysis showed that different dose of herbicide in each planting pattern had a various effect on weeds. Application of low rates of herbicide in crinkle planting pattern was similar to higher dosages of herbicide in rectangular and single planting pattern. The most seed yield was occurred in the crinkle planting pattern with rate of 2 $l.ha^{-1}$ foramsulfuron and the lowest seed yield was belong to single row planting pattern. Environmental and economical advantages can be obtained by reducing herbicide rates, and selecting an appropriate planting pattern.

Keywords: Amaranthus retroflexus, Amaranthus blitoides, Chenopodium album, Crop arrangement, Competiton, Foramsulfuron

1- A Contribution from Islamic Azad University of Takestan, Crop protection organization and College of Agriculture Ferdowsi University of Mashhad
(* - Corresponding author Email: Alireza884@gmail.com)

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 1، شماره 1، پاییز 1388، ص. 142-129

Journal of Agroecology
Vol. 1, No. 1, Fall 2009, p. 129-142

استانداردهای ملی کشاورزی زیستی (ارگانیک) ایران

I: مفاهیم، اصول و اهداف تولیدات زیستی و استانداردهای تولید محصولات زراعی و باغی

رضا قربانی*[1]، علیرضا کوچکی[2]، محسن جهان[3]، مهدی نصیری[4] و پرویز رضوانی‌مقدم[5]

تاریخ دریافت: 88/9/15
تاریخ پذیرش: 88/10/30

چکیده

اگر چه کشاورزی سنتی و تولید محصولات کشاورزی بدون استفاده از مواد شیمیایی از سابقه‌ی بسیار طولانی برخوردار است، ولی کشاورزی زیستی که اساساً بر منابع تولید محلی متکی بوده و فعالیت آن بر حفظ تعادل اکولوژیکی و توسعهٔ مطلوب فرآیندهای بیولوژیک استوار است و از طرف دیگر دارای مقررات و استانداردهای خاصی است، از سابقه‌ی چندانی برخوردار نیست. شواهد زیادی حاکی از برتری کشاورزی زیستی بر کشاورزی رایج از جنبه‌های مختلف زیست محیطی مانند افزایش تنوع زیستی، کاهش بقایای سموم شیمیایی در مواد غذایی گیاهی و دامی، کاهش گازهای گلخانه‌ای و گرمای زمین و جنبه‌های اجتماعی- اقتصادی مانند تولید پایدار و عدالت اجتماعی و اقتصادی وجود دارند. سطح زیر کشت جهانی محصولات زیستی در سال 2006 حدود 31 میلیون هکتار و ارزش تجاری محصولات زیستی به 38 میلیارد دلار در سال رسیده است. نظام‌های کشاورزی زیستی مبتنی بر استانداردهای خاص و دقیقی هستند که در آنها امنیت و اطمینان مصرف کنندگان، رقابت عادلانه بین تولیدکنندگان و تسهیل در تجارت محصولات زیستی بین دولت‌ها در نظر گرفته شده است. استانداردها در کشاورزی زیستی شامل اصول، قواعد، پیشنهادات و ضرورت‌هایی هستند که باید در کلیهٔ مراحل تولید و فرآوری تا مصرف رعایت شوند. با وجودی که کشور ما از نظر کشاورزی سابقه‌ی بسیار طولانی دارد و برخی محصولات مهم زراعی فعلی در دنیا از قبیل غلات و حبوبات در این قسمت از جهان اهلی شده‌اند، متأسفانه هنوز در چارچوب کشاورزی زیستی نوین، فاقد مقررات ملی است. امروزه بازارهای خارجی و به‌خصوص اتحادیهٔ اروپا، تمایل خود را نسبت به خرید محصولات زیستی ایران (پسته، گردو، خرما، کشمش، میوه‌های تازه، زعفران و غیره) اعلام داشته‌اند، ولی هنوز هیچ‌گونه مقررات ملی در این رابطه با تولید محصولات زیستی ایران وجود ندارد. در این مقاله سعی شده است تا ضمن بررسی و مرور قوانین بین‌المللی موجود در این زمینه، مجموعه استانداردهای پایه و اصلی جهت تولید زیستی محصولات زراعی و باغی برای کشور ایران تهیه و پیشنهاد شوند.

واژه‌های کلیدی: کشاورزی زیستی، کشاورزی پایدار، استانداردهای تولید زیستی

مقدمه

امروزه در سرتاسر دنیا و خصوصاً در کشورهای صنعتی و پیشرفته به‌دنبال سیستم‌های جایگزینی در کشاورزی هستند که ضمن توانایی تولید محصولات کافی و کیفی، حداقل تخریب محیط زیست و منابع را در بر داشته و در عین حال از ثبات و پایداری دراز مدت نیز برخوردار باشند. کشاورزی زیستی[6] به‌عنوان یکی از مناسب‌ترین نظام‌های تولیدی جایگزینی سیستم‌های کشاورزی رایج[7] مورد توجه متخصصین کشاورزی و محیط زیست، کشاورزان و عامه مردم و نیز دولتمردان و سیاستگذاران در سطح جهان قرار گرفته و تحقیقات وسیعی در زمینهٔ ابعاد مختلف این نوع نظام‌های تولیدی پایدار بطور فزاینده‌ای رو به‌گسترش است. تعاریف مختلف کشاورزی زیستی در سطح جهان عمدتاً از مبنای مشترکی برخوردارند. بنا به تعریف اتحادیهٔ بین‌المللی جنبش کشاورزی زیستی (آیفوم)[8] که یک سازمان بین‌المللی مستقل بوده و عهده‌دار گسترش این نظام تولیدی است، کشاورزی زیستی نوعی نظام کشاورزی است که اساساً بر منابع تولید

1، 2، 3، 4 و 5- اعضای هیأت علمی گروه زراعت دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(* - نویسنده مسئول: Email: ghorbani43@gmail.com)

6- Organic Agriculture

7- Conventional Agriculture

8- International Federation of Organic Agriculture Movement (IFOAM)

محلی متکی بوده و فعالیت آن برحفظ تعادل اکولوژیکی و توسعهٔ مطلوب فرآیندهای بیولوژیک استوار است، بنابراین حاصلخیزی خاک و تنوع زیستی و پایداری، اجزای کلیدی سیستم‌های کشاورزی زیستی محسوب می‌شوند. در این تعریف، کشاورزی زیستی نوعی نظام مدیریتی جامع است که در آن کمیت و کیفیت محصولات از تولید تا فرآیند و انتقال به مصرف‌کننده، سلامت خاک، گیاه، حیوان، انسان، میکروارگانیسم‌ها، محیط و سیاره‌ی زمین به‌عنوان یک موجود واحد رعایت شده و اصول اکولوژیکی و محیط زیست و نیز اصول عدالت و روابط اجتماعی و احترام به مخلوقات در نظر گرفته شده است (Ghorbani & Koocheki, 2006). معمولاً واژه‌های «بیولوژیکی» و «اکولوژیکی» نیز برای تشریح نظام‌های تولید محصولات زیستی استفاده شده است. امروزه، جنبه‌های اجتماعی و اخلاقی از جمله رفتار منصفانه با کارگران، تجارت عادلانه، استفاده از نیروهای کار خانوادگی و منابع محلی، رعایت جنبه‌های رفاهی برای حیوانات را نیز در نظام‌های کشاورزی زیستی منظور می‌کنند (IFOAM, 2001).

در حال حاضر، سرعت فزاینده‌ی رشد بازارها برای محصولات زیستی و جنبه‌های درآمدزای آن، مشوق خوبی برای کشاورزان است (Guthman, 2001). تقاضا برای این محصولات عمدتاً به دو عامل ربط داده می‌شود که یکی درجه‌ی سلامت و طعم بهتر و دیگری هم‌نوایی این نوع سیستم تولید با محیط‌زیست است. ترس از محصولات تراریخته (محصولاتی که دستکاری ژنتیکی شده‌اند) عامل دیگری در افزایش فروش محصولات زیستی در آمریکا بوده است (NBJ, 1999). نتایج یک بررسی نشان داده است که پرداخت مبلغ بیشتر برای محصولات زیستی توسط مصرف کنندگان، یکی از عوامل اصلی است که کشاورزان رایج را به سوی کشاورزی زیستی سوق داده است. بر اساس بررسی‌هایی که در کشورهای صنعتی انجام شده است، 84% از آمریکایی‌ها اظهار کرده‌اند که مصرف این نوع محصولات را ترجیح می‌دهند (Harris, 1990). به‌طور کلی، حدود 10% خانوارهای آمریکایی به‌طور منظم این محصولات را در حد چشمگیری خریداری می‌کنند که از 4/8% در خانواده‌های پر اولاد تا 18% در خانواده‌های کم اولاد متغیر است. مهم‌ترین عوامل این نوسان، میزان درآمد (اثر مثبت)، تحصیلات (اثر مثبت)، اندازهٔ خانوار (اثر منفی)، وجود بچه‌های زیادتر (اثر منفی) است(Spence, 1999). حدود یک‌سوم مصرف کنندگان، گاهگاه این محصولات را خریداری می‌کنند. از مصرف‌کنندگانی که این محصولات را خریداری نمی‌کنند، 28% گران بودن را دلیل اصلی، 19% عدم تفاوت آنها از نظر کیفی، 80% اطلاع نداشتن از این محصولات و 6% ناراضی بودن از کیفیت این محصولات را ذکر کرده‌اند.

جنبش کشاورزی زیستی در کشورهای صنعتی از جمله انگلستان، ژاپن و آمریکا از دههٔ 1930 و 1940 به عنوان گزینه‌ای در مقابل گسترش فشرده‌سازی کشاورزی و به ویژه مصرف زیاد کودهای نیتروژنه ظهور کرد. تا اواخر دههٔ 1940، سازمان‌هایی چون اتحادیهٔ خاک در انگلستان که توسط بالفور تأسیس شد، مؤسسهٔ انتشاراتی رادل در آمریکا که توسط رادل بنا نهاده شد و بیولند در آلمان به عنوان مؤسسات اولیهٔ کشاورزی زیستی بودند. فعالیت‌های هانس مولر در آلمان، منجر به ارائه‌ی اولین برچسب محصولات گواهی‌شده در جهان با عنوان بیولند شد که تاکنون نیز ادامه داشته است. در این خصوص در دهه‌ی 1930، موکیچی اکادا در ژاپن ایده‌ی کشاورزی طبیعی را ارائه داد (Lotter, 2003). واژه‌ی کشاورزی زیستی برای اولین بار در دههٔ 1940 توسط لرد نورت بورن در کتابش با عنوان «نگاهی به زمین» به‌کار برده شد (Scofield, 1986). نامبرده این واژه را نه‌تنها در ارتباط با کاربرد مواد آلی برای حاصلخیزی خاک، بلکه به‌عنوان مفهومی برای طراحی و مدیریت مزرعه در قالبی جامع و از طریق تلفیق خاک- گیاه- دام استفاده کرد. این نوع رهیافت سیستمی (نظام‌مند)، هسته‌ی اولیه‌ی کشاورزی زیستی امروزی را تشکیل داده است (Lampkin & Padel, 1994). در سال‌های 1960 تا 1970، سازمان‌ها و مؤسسات مختلفی به‌منظور گسترش کشاورزی زیستی در کشورهای مختلف جهان تأسیس شدند. در سال 1972 در فرانسه، اتحادیه‌های مختلفی از تولیدکنندگان این محصولات گردهم آمدند و فدراسیون بین‌المللی جنبش کشاورزی زیستی را تأسیس کردند. آیفوام یک سازمان خصوصی غیر انتفاعی است که مرکز آن در آلمان است و در حال حاضر دارای 770 عضو از 105 کشور می‌باشد. در سال 1973، برای اولین بار در آمریکا تولیدات زیستی تحت حمایت قانون قرار گرفت. در دهه‌ی 1980، کشاورزی زیستی در اکثر کشورهای اروپایی توسعه یافت و در کشورهای در حال توسعه مانند مراکش نیز در دهه‌ی 1980 کشاورزی زیستی معرفی شد (Koocheki, 2004). علیرغم توجه روزافزون جهانی به سیستم‌های کشاورزی پایدار و زیستی و با وجود ویژگی‌های خاص کشاورزی، جغرافیایی، اقلیمی، فرهنگی، تاریخی، اجتماعی و همچنین منابع غنی و متنوعی که در کشور بزرگ ایران وجود دارند، متأسفانه هنوز این نوع سیستم تولید در نظام‌های کشاورزی ایران عملاً جایگاهی نداشته‌اند.

نظام‌های تولید محصولات زیستی مبتنی بر استانداردهای خاص و دقیقی هستند که هدف از آنها رسیدن به بوم نظام‌هایی است که از نظر اجتماعی، اکولوژیکی و اقتصادی پایدار باشند (Lotter, 2003). در تهیه‌ی استانداردها و قواعد بین المللی تولیدات زیستی، امنیت و اطمینان مصرف کنندگان، رقابت عادلانه بین تولید کنندگان و تسهیل در تجارت محصولات زیستی بین دولت‌ها در نظر گرفته شده است (Ghorbani & Koocheki, 2006). تولید محصولات زیستی در کشورهای در حال توسعه‌ای که استانداردهای ملی ندارند، بر اساس استانداردهای کشورهای توسعه یافته که معمولاً استانداردهای مشکلی هستند، صورت می‌گیرد. سازمان‌هایی که در این زمینه در کشورهای

در حال توسعه کار می‌کنند عمدتاً شرکت‌های اروپایی هستند که به‌ندرت کارکنان محلی را به‌کار می‌گیرند و در بسیاری از موارد، این شرکت‌ها حتی دفتری در کشورهای مربوط تأسیس نمی‌کنند و سازمان‌های ذیربط مستقیماً از کشورهای اروپایی اقدام می‌کنند. این سازمان‌ها از مقررات اتحادیه‌ی اروپا و آیفوام استفاده می‌کنند و رعایت این مقررات برای کشاورزان خرده‌پا و کسب گواهی محصولات زیستی گران تمام می‌شود. در کشور ایران، محصولات کشاورزی زیستی بسیار متنوع و با ارزش بوده و می‌تواند جایگاه صادراتی بسیار مطلوبی برای بازارهای داخلی و بین‌المللی داشته باشد. معرفی نظام تولید زیستی به زارعین کشور و روی آوردن کشاورزان به کشاورزی زیستی مستلزم تدوین استانداردهای ملی و نیز تأسیس مؤسسات دولتی و غیر دولتی گواهی‌کنندهٔ محصولات زیستی در ایران می‌باشد.

استانداردها و قواعد بین المللی کشاورزی زیستی

استانداردها در کشاورزی زیستی شامل اصول، قواعد، پیشنهادات و ضرورت‌هایی هستند که باید در کلیهٔ مراحل تولید و فرآوری تا مصرف رعایت شوند. نیاز به داشتن قواعد و استانداردهای روشن و هماهنگ نه تنها بوسیلهٔ آیفوام و سازمان‌های منطقه‌ای بلکه بوسیلهٔ سازمان‌های بین‌المللی مانند سازمان خوار و بار کشاورزی جهانی (FAO)، سازمان بهداشت جهانی (WHO) و سازمان تجارت جهانی (WTO) مورد تأکید قرار گرفته و بر این عقیده‌اند که قواعد بین‌المللی مربوط به تولیدات زیستی، هم برای امنیت و اطمینان مصرف‌کنندگان و هم برای رقابت عادلانهٔ تولیدکنندگان و تسهیل در تجارت ضروری می‌باشند. وجود قواعد و استانداردهای بین‌المللی همچنین برای دولت‌هایی که علاقمند به توسعهٔ قوانین و استانداردهای کشاورزی زیستی در کشورهایشان هستند نیز اهمیت زیادی دارد.

در ابعاد جهانی، سه سازمان محوریت تدوین استانداردهای کشاورزی زیستی را بر عهده دارند که شامل فدراسیون بین‌المللی جنبش کشاورزی زیستی، کدکس آلیمنتاریوس و سازمان بین‌المللی استاندارد[1] (ISO) می‌باشند. استانداردهای پایه، اولین بار توسط آیفوام در سال 1980 انتشار یافت و بعد از آن هر دو سال یکبار، مورد بررسی و تجدید نظر قرار می‌گیرد. کمیسیون کدکس آلیمنتاریوس[2] نیز که برنامهٔ مشترکی بین WHO و FAO برای استانداردهای مربوط به غذا[3] می‌باشد در سال 1963 بوسیلهٔ FAO و WHO بمنظور توسعهٔ استانداردهای مواد غذایی تاسیس شد و در سال 1991 با شرکت مؤسسات نظارت‌کننده‌ای مانند آیفوام و اتحادیهٔ اروپا برای بیان دقیق اصول تولید، فرآوری، برچسب و علامتگذاری و بازاریابی محصولات زیستی شروع بکار کرد. کدکس آلیمنتاریوس در سال 1999 اصول تولید محصولات زیستی گیاهی و در سال 2001 استانداردهای مربوط به محصولات زیستی دامی را تصویب نمود. اصول و قواعد کدکس با استانداردهای پایه آیفوام و اتحادیهٔ اروپا نیز مطابقت داشته و تنها تفاوت‌هایی که وجود دارد مربوط به خصوصیات بومی مناطقی است که این استانداردها برای آنها تدوین شده است. هر دو سال یکبار موارد و اصلاحاتی به استانداردهای کدکس اضافه می‌شوند ولی بررسی کلی استانداردهای کدکس هرچهار سال یکبار انجام می‌شود. از دیگر مراکز بین‌لمللی مرتبط با استانداردهای محصولات زیستی سازمان بین المللی استاندارد[4] میباشد که مهم‌ترین استانداردی که برای گواهی محصولات زیستی ارائه کرده است ایزو- 65 [5] می‌باشد. در سال 1996 اصول صدور گواهی برای مؤسسه‌های گواهی‌کنندهٔ محصولات زیستی به تصویب رسیده است و برنامه اعتباردهی آیفوام به موسسات گواهی‌کننده محصولات زیستی بر اساس ایزو- 65 می‌باشد.

علاوه بر استانداردهای بین‌المللی، استانداردهای منطقه‌ای[6] نیز در در نواحی مختلف دنیا بوجود آمده‌اند، مانند اتحادیه اروپا که در سال 1993 قواعد مربوط به تولیدات زیستی گیاهی (EU-2092/91) و در سال 2000 قواعد مربوط به تولیدات زیستی دامی (EU-1804/99) را به‌طور قانونی اعلام کرد. در سال 1999، کمیسیون کدکس آلیمنتاریوس[7] سازمان بهداشت جهانی و فائو با همکاری آیفوام دستورالعمل تولید، فرآیند، بازاریابی و برچسب‌گذاری مواد غذایی زیستی را تدوین کردند. امروزه، در برخی از کشورهای جهان، تولیدات زیستی تحت حمایت قانون است (Ghorbani & Koocheki, 2006; Lotter, 2003).

همچنین در اکثر کشورهای دنیا استانداردهای ملی[8] و نیز بومی تدوین شده که پس از کسب اعتبار مورد استفاده قرار می‌گیرند. در کشورهای مختلف جهان، مؤسسات متعدد وابسته به دولت یا غیر دولتی بنام مؤسسات گواهی‌کننده[9] به‌کمک استانداردهای ملی و یا استانداردهای تأیید شده خاص خود، در رابطه با گواهی محصولات زیستی اقدام می‌کنند. باید توجع داشت که استانداردهای پایه آیفوام نمی‌توانند به‌تنهایی برای هر کشور یا مکان خاصی استفاده شوند، بلکه این استانداردها حداقل قواعدی هستند که باید در تدوین استانداردهای کشاورزی زیستی در سطوح منطقه‌ای، ملی یا بومی در

1- The International Organization for Standardization
2- The Codex Alimentarius Commission
3- A joint FAO/WHO food standard program

4- International Organization for Standardization (ISO)
5- ISO/IEG Guide 65
6- Regional/Supranational
7- Codex Allimentarius
8- National standards
9- Certifying body (independent body or third-party certification or certifying agent)

نظر گرفته شوند. بنابراین استانداردهای مورد استفاده برای تأیید محصولات زیستی یعنی صدور گواهی[1] باید با در نظر گرفتن استانداردهای پایه آیفوام و شرایط خاص منطقه‌ای، کشوری و یا محلی با دقت تدوین شوند. صدور گواهی زیستی فرآیندی است که طی آن یک مؤسسهٔ گواهی‌کنندهٔ معتبر، تأیید می‌نماید که کلیهٔ مراحل تولید و فرآوری یک محصول تحت شرایط و استانداردهای زیستی انجام شده است. در صورت صدور گواهی مذکور، محصولات می‌توانند با برچسب مؤسسهٔ گواهی‌کننده به‌عنوان محصولات زیستی به فروش برسند. استانداردهای پایه آیفوام برای تولید و فرآوری محصولات زیستی همراه با معیارهای اعتباردهی آیفوام که برای تایید اعتبار مؤسسهٔ گواهی‌کننده نوشته شده‌اند مجموعاً بنام آیفوام نورمز[2] معروف است.

از دیگر موارد مهم مرتبط با رعایت استانداردهای کشاورزی زیستی تایید اعتبار (اعتبارسازی)[3] موسسه گواهی‌کننده می‌باشد. عمل اعتبارسازی به‌منظور ایجاد یکسانی و هماهنگی بین مؤسسات گواهی‌کننده سراسر جهان و نیز برای اطمینان از آگاه بودن مؤسسهٔ گواهی‌کننده و رعایت اصول آیفوام نورمز می‌باشد. در سال 1992 آیفوام برنامهٔ اعتبارسازی[4] را ضروری اعلام نمود و اجرای آن را به سازمان مستقلی بنام مرکز بین‌المللی سرویس اعتبارسازی[5] (IOAS) واگذار کرد. IOAS یک سازمان غیر انتفاعی[6] بوده که در آمریکا به ثبت رسیده و دارای شعبه‌هایی در آمریکا، اروپا و استرالیا می‌باشد. وزارت بازرگانی آمریکا در اگوست 2004 نیز IOAS را به‌عنوان مسئول اجرای ایزو-61[7] که هدف آن در نظر گرفتن آیفوام نورمز و ISO 65 است، را به رسمیت شناخت. کلیهٔ مؤسسات گواهی‌کننده آیفوام اعم از دولتی و غیر دولتی، باید توسط IOAS تأیید اعتبار شوند. برای تأیید اعتبار، مؤسسهٔ گواهی کننده باید پس از تکمیل فرم‌های مربوطه و پرداخت هزینه‌ها، امکانات لازم برای ارزیابی مؤسسهٔ خود را توسط ارزیاب‌های IOAS فراهم نماید. از سال 2004 سرویس اطلاع‌رسانی برای دولت‌ها فعال شده و IOAS از هر گونه اقدام دولت‌ها برای اجرای گواهی محصولات زیستی استقبال می‌کند (Ghorbani & Koocheki, 2006).

کشاورزی زیستی در ایران

کشاورزان ایرانی در طول هزاران سال با استفاده از تجربه‌های خود، نظام‌های کشاورزی را که بر پایداری تولید در درازمدت متکی بوده است، استقرار بخشیده‌اند. این نظام‌ها بر مبنای اصول زیر طراحی شده‌اند (Koocheki, 2004):

- دیدگاه‌های جامع در مدیریت منابع پایه‌ی کشاورزی
- بهره برداری بهینه از منابع بومی و حداقل استفاده از نهاده‌های خارجی
- تنوع ژنتیکی و فیزیکی
- حفاظت از خاک و آب
- به حداقل رساندن مخاطرات
- استفاده از فن آوری‌های خاص برای هر محل

نمونه‌های بسیار بارزی از نظام‌های کشاورزی پایدار از ابعاد بوم شناختی و اقتصادی– اجتماعی و نیز سازگار با محیط زیست در ایران تکامل یافته است که از آن میان می‌توان به قنات، نظام‌های کوچ‌نشینی و عشایری و کارکردن دسته‌جمعی و مشارکتی اشاره کرد (Koocheki & Ghorbani, 2005). بدین‌ترتیب از دیدگاه کارکردی، زمینه‌های فرهنگی تولید محصولات بدون استفاده از مواد شیمیایی خارجی و با اتکاء بر نهاده‌های داخلی و حفظ منابع طبیعی و محیط‌زیست در پیکره‌ی کشاورزی ایران از دیر باز وجود داشته است. متأسفانه، از آنجایی که محصولات زیستی در قالب نوین خود مفهوم و مقررات خاصی دارد، کشاورزان سنتی از این نظر نادیده گرفته شده‌اند و عملاً این قبیل محصولات در بازارهای جهانی به عنوان محصولات زیستی پذیرفته نیست و به‌عبارت دیگر، ارزش‌های تولید محصولات زیستی ما و بسیاری از کشورهای در حال توسعهٔ جهان، توسط بازارهای بین‌المللی نادیده گرفته می‌شود.

تولیدات زیستی دارای استانداردها و مقررات خاص بین‌المللی است که برای حمایت از تولیدکنندگان و اطمینان مصرف‌کنندگان باید از آن قواعد و استانداردها پیروی شود. با توجه به تقاضای روز افزون این محصولات در بازارهای جهانی، این استانداردها توسط سازمان‌هایی چون آیفوام، فائو و کمیسیون مشترک فائو و سازمان بهداشت جهانی (کدکس آلیمنتاریوس) دایماً در حال بازنگری و اصلاح هستند. کشورهای مختلف بر اساس این استانداردها، مقررات داخلی خود را وضع و استانداردهای ملی را تدوین می‌کنند و سازمان‌های گواهی کننده‌ی محصولات زیستی برای صحت و ایجاد اعتماد، بر تولید، فرآوری و بازاریابی آنها نظارت و پس از صحه‌گذاری، از برچسب رسمی خود روی این محصولات استفاده می‌کنند و گواهی محصول زیستی را صادر می‌نمایند.

در ارتباط با کشاورزی زیستی، متأسفانه کشور ما هنوز فاقد مقررات ملی و آیین‌نامه‌های داخلی بوده و هیچ‌گونه تشکیلاتی در رابطه با استانداردها و گواهی محصولات ارگانیک وجود ندارد. با مراجعه به آمارهای بین‌المللی سطح زیر کشت محصولات زیستی (Willer et al., 2008; Willer, 2001) ملاحظه می‌شود که کشور

1- Organic certification
2- IFOAM NORMS
3- Accreditation
4- IFOAM Accreditation Program (IAP)
5- International Organic Accreditation Service Inc. (IOAS)
6- Non-profit
7- ISO/IEG Guide

ما فاقد هر گونه محصولات زیستی گواهی شده، می‌باشد. بنابراین، به‌نظر می‌رسد که علی‌رغم همهٔ اختلاف نظرهایی که در زمینهٔ کشاورزی پایدار و تولیدات زیستی در سطوح اجرایی و آموزشی و پژوهشی کشور وجود دارد، که البته این موضوع منحصر به کشور ما نیست و در سطح بین‌المللی نیز صادق است، لازم است از ابعاد ساختاری و توانمندسازی در مورد چنین نظام تولیدی که امروزه در جهان بسیار مورد توجه است، گام‌هایی برداریم. تدوین استانداردهای تولید محصولات زیستی کشاورزی ایران با چنین رویکردی انجام گرفته و باید توسعه یابد. امید است که با نهادینه کردن چنین نظام‌هایی در کشور، توجه به ارزش‌های زیست محیطی ارتقاء یافته و فرهنگ تولید غذای سالم پایدار با اتکاء بر حفظ محیط زیست و بهره‌برداری بهینه از منابع در بوم نظام‌های کشت‌ورزی کشور توسعه یابد.

هدف از استانداردهای پایه[1]

هدف از استانداردهای پایه آیفوام، فراهم کردن چارچوب لازم برای مؤسسات گواهی کننده و سازمان‌هایی است که استانداردهای زیستی را تبیین می‌کنند. به‌عبارت دیگر، استانداردهای پایه برای نوشتن دیگر استانداردهایی که برای صدور گواهی زیستی لازم هستند، به‌کار می‌رود. اخیراً استانداردهای پایه به همراه معیارهای آیفوام، مجموعاً به‌نام نورم‌های آیفوام منتشر می‌شود. استانداردهای گواهی باید شرایط خاص محلی را نیز در نظر گرفته و نیازهای خاص هر منطقه را برآورده سازند. استانداردهای پایه برای اولین بار در سال 1980 نوشته شدند. استانداردهای پایه هر دو سال یک‌بار تجدید نظر می‌شوند.

تولید کنندگان و کسانی که در امر فرآوری و فروش محصولات زیستی نقش دارند باید توسط مؤسسات گواهی کننده و بر مبنای استانداردهای پایه آیفوام گواهی شوند که این امر نیازمند یک سیستم منظم بازرسی و گواهی به منظور تضمین زیستی بودن محصول و جلب اعتماد مصرف کننده می‌باشد.

ساختار استانداردهای پایه

استانداردهای پایه کشاورزی زیستی که توسط آیفوام نوشته شده، حداقل استانداردهایی هستند که باید تمام استانداردهای ملی، ناحیه‌ای و خصوصی آنها را رعایت نمایند و شامل چهار بخش می‌باشند که عبارتند از:

اصول کلی[2]

اهداف تولید و فرآوری زیستی محصولات کشاورزی می‌باشند.

1- Basic Standards
2- General principles

این اصول بصورت جملات مثبت نوشته می‌شوند و در آنها از افعال مثبت نظیر «هست» و «هستند» استفاده می‌شود.

پیشنهادات[3]

پیشنهادات، فعالیت‌هایی هستند که آیفوم به ترویج آنها می‌پردازد، اما الزامی در عمل به آنها نیست. در نوشتن پیشنهادات عبارت «لازم است» یا «می بایست» به‌کار برده می‌شود.

استانداردهای پایه[4]

حداقل نیازهایی هستند که باید برای تأیید و گواهی یک محصول رعایت و برآورده شوند. در استانداردهای پایه از واژه «باید» استفاده می‌شود.

تبصره‌ها[5]

شامل موارد استثناء استانداردها هستند که تنها در شرایط مشخص به‌کار برده می‌شوند و در متن بصورت ایتالیک نوشته می‌شوند.

استانداردهای پیش‌نویس[6]

استانداردهایی را که در حوزه‌ها و موضوعات جدید قرار دارند، در قالب استانداردهای پیش‌نویس طبقه‌بندی می‌شود تا بدین‌وسیله سازمان‌های اعمال کننده‌ی استانداردها بتوانند قبل از تصمیم‌گیری نهایی به مطالعه و تجزیه و تحلیل آنها بپردازند، هر چند که سازمان‌های اعمال کننده‌ی استانداردها و نیز کمیته‌های گواهی و تأیید ملزم به تصویب این استانداردهای پیش‌نویس نیستند.

اصول کلی، پیشنهادات و استانداردها

استانداردها در کشاورزی زیستی، شامل اصول، قواعد، پیشنهادات و ضرورت‌هایی هستند که باید در کلیه‌ی مراحل تولید، فرآوری و انتقال به مصرف کننده رعایت شوند.

1- اهداف اصلی تولید و فرآوری زیستی

- تولید غذا با کیفیت بالا و کمیت کافی.
- تعامل و برهمکنش با نظام‌ها و چرخه‌های طبیعت به شکلی سازنده که باعث غنای حیات کرهٔ زمین شوند.

3- Recommendations
4- Basic standards
5- Derogations
6- Draft standards

- گسترده‌تر در نظر گرفتن تبعات اجتماعی و اکولوژیکی نظام تولید و فرآوری زیستی.
- نگهداری و افزایش حاصلخیزی خاک در دراز مدت.
- به حداقل رساندن کلیه انواع آلودگی‌ها.
- استفادهٔ حتی‌المقدور از منابع تجدید شدنی در نظام‌های تولیدی محلی.
- حرکت به‌سوی یک زنجیرهٔ کلیت‌گرای تولید، فرآوری و توزیع که هم از نظر اجتماعی و هم از نظر بوم‌شناختی مسئولیت‌پذیر باشد.
- بهبود و تقویت چرخه‌های زیستی در سیستم‌های کشاورزی، شامل میکروارگانیسم‌ها، فلور گیاهی و جانوری خاک، گیاهان و جانوران.
- توسعهٔ یک بوم نظام آبی ارزشمند و پایدار.
- حفاظت از تنوع ژنتیکی سیستم تولیدی و اطراف و حواشی آن، شامل حفاظت از محیط‌های طبیعی.
- بهبود استفاده و مراقبت از سلامت آب، منابع آبی و تمامی حیات موجود در آن.
- ایجاد تعادل و تعامل بین تولید گیاه و نگهداری از دام و دامپروری.
- دادن شرایط مناسب زندگی به دام‌ها با توجه به نیازهای اساسی دام‌ها و محیط مورد نیازشان.
- فرآوری محصولات زیستی‌ای که از منابع تجدید شونده در آنها استفاده شده است.
- تولید محصولات الیافی که دارای عمر طولانی و کیفیت مناسب باشند.
- اجازه‌ی داشتن کیفیت مناسبی از زندگی به هر شخصی که در سیستم تولیدی و فرآوری زیستی وجود دارد، به‌طوری‌که نیازهای اولیه‌ی او تأمین شده و از کار خود لذت ببرد، از جمله ایجاد یک محیط کاری امن و سالم.

2: حفاظت از آب و خاک

اصول کلی

در روش‌های کشاورزی زیستی باید حفاظت و بهبود خاک و حفظ کیفیت آب کاملاً در نظر گرفته شده و از این دو منبع طبیعی بطور مؤثر و کارآمد استفاده‌ی مطلوب شود.

پیشنهادات

- لازم است از طریق خاک‌ورزی حداقل، خاک‌ورزی روی خطوط تراز، انتخاب گیاه مناسب، حفظ پوشش گیاهی سطح خاک و سایر عملیات مدیریتی که سبب محافظت از خاک می‌شوند از تلفات لایه سطحی خاک جلوگیری نمود.
- لازم است از روش‌ها و ابزارهای مناسب برای ممانعت از فرسایش، تراکم، شوری و سایر اشکال تخریب خاک استفاده شود.
- از آب و سایر نهاده‌ها باید طوری استفاده شود که از طریق ایجاد و ورود رواناب به آب‌های سطحی یا آبشویی به منابع آب زیرزمینی سبب آلودگی منابع آب نشوند.
- در فرآوری و کنترل محصولات زیستی لازم است سیستم‌هایی به‌کار برده شوند که امکان بازیافت و استفاده مجدد از آب را بدون ایجاد آلودگی شیمیایی یا عوامل بیماری‌زای انسانی و جانوری فراهم کنند.
- لازم است سیستم‌هایی طراحی شوند که از منابع آب به‌صورتی‌که با شرایط اقلیمی و جغرافیایی محل متناسب باشد، استفاده گردد.
- طراحی مدیریت زیستی باید طوری باشد که اثرات کاربرد کودهای دامی، کودهای محلول و فاضلاب‌های تأسیسات فرآوری و کنترل را بر منابع آب پیش بینی نموده و آنها را کاهش دهد.
- لازم است اهداف مدیریت پایدار منابع تأمین شود.

استانداردها

2-1: آماده سازی زمین از طریق سوزاندن پوشش گیاهی باید به حداقل ممکن کاهش یابد.

2-2: عناصر غذایی، مواد آلی و سایر منابعی که در طی برداشت گیاه از خاک خارج شده‌اند باید از طریق بازچرخش مواد و یا افزودن عناصر غذایی و مواد آلی به خاک برگردانده شوند.

2-4: مدیریت چرای دامی باید به گونه‌ای باشد که سبب تخریب و یا آلودگی منابع آب و خاک نشود.

2-5: باید از ابزارهای مناسب برای جلوگیری از شور شدن و یا بهبود شوری خاک استفاده شود.

2-6: منابع آب نباید بیش از حد مورد استفاده قرار گیرند. متصدیان باید به دنبال روش‌هایی باشند که کیفیت آب را حفظ نمایند. در جایی که شرایط فراهم است، آب باران باید مورد استفاده قرار گرفته و میزان بهره برداری از آب نیز پایش شود.

3: مهندسی ژنتیک

اصول کلی

مهندسی ژنتیک هیچ جایگاهی در تولید و فرآوری محصولات زیستی ندارد.

پیشنهادات

استفاده از موجودات تغییر یافته ژنتیکی و مشتقات آنها اکیداً ممنوع است.

استانداردها

3-1: استفاده عمدی و یا سهل انگاری در معرفی موجودات تغییر یافته ژنتیکی به سیستم‌های کشاورزی زیستی اکیداً ممنوع است. این امر تمام جانوران، بذرها، اندام‌های تکثیری گیاه و نهاده‌های مزرعه‌ای نظیر کود، موادی که برای بهبود شرایط خاک استفاده می‌شوند، واکسن‌ها و موادی که برای محافظت گیاه بکار می‌روند را شامل می‌شود.

3-2: استفاده از موجودات تغییر یافته ژنتیکی و مشتقات آنها شامل جانوران، بذرها، اندام‌های تکثیری گیاه و نهاده‌های مزرعه‌ای نظیر کود، موادی که برای بهبود شرایط خاک استفاده می‌شوند، واکسن‌ها و موادی که برای محافظت گیاه بکار می‌روند، اکیداً ممنوع است.

3-3: استفاده از بذرهای تغییر یافته‌ی ژنتیکی، مواد گیاهی و یا گیاهان تراریخته مجاز نیست.

3-4: در تولید فرآورده‌های زیستی نباید از مواد افزودنی و یا سایر مواد حاصل از موجودات تغییر یافته‌ی ژنتیکی استفاده شود.

3-5: منشاء اولیه‌ی نهاده‌ها، و مواد افزودنی باید مشخص شده و اطمینان حاصل شود که در این مواد از موجودات تغییر یافته‌ی ژنتیکی استفاده نشده است.

3-6: آلودگی محصولات زیستی با مواد تغییر یافته‌ی ژنتیکی که ناشی از سهل انگاری متصدی باشد ممکن است سبب خارج شدن محصول از حالت زیستی شود.

3-7: در سیستم‌های تولید دوگانه، شامل تولید موازی محصولات رایج و زیستی، استفاده از موجودات تغییر یافته‌ی ژنتیکی مجاز نیست.

4: مدیریت اراضی ملی و محصولاتی که به‌صورت طبیعی برداشت می‌شوند

اصول کلی

مدیریت زیستی از تخریب منابع زیستی و غیر زیستی جلوگیری می‌کند.

پیشنهادات

- در طی برداشت یا جمع‌آوری محصولات از عرصه‌های طبیعی، باید حفاظت و پایداری بوم‌نظام‌ها مد نظر قرار گیرد.
- متصدیان باید به حفظ اراضی طبیعی کمک نمایند.

استانداردها

4-1: محصولاتی که به‌صورت طبیعی برداشت می‌شوند، تنها در صورتی به‌عنوان محصول زیستی شناخته می‌شوند که از یک محیط پایدار و باثبات برداشت شوند. میزان برداشت یا جمع‌آوری نباید بیش از عملکرد پایدار بوم‌نظام باشد و حیات گونه‌های گیاهی، جانوری و یا قارچی حتی آنهایی که به‌طور مستقیم در تولید نقش ندارند به مخاطره اندازد.

4-2: برداشت باید تنها از مناطق مشخصی که در آنها از مواد ممنوعه استفاده نشده است صورت گیرد.

4-3: برداشت یا جمع‌آوری باید تنها از مناطقی صورت گیرد که فاصله مناسبی با منابع آلودگی و نیز سیستم‌های رایج داشته باشند.

4-4: کسانی که در امر جمع‌آوری و برداشت دخالت دارند باید با منطقه مورد نظر آشنا باشند.

5- نیازهای عمومی برای تولید محصولات زراعی و باغی

اصول کلی

کشاورزی زیستی از طریق انجام عملیاتی مطابق با نظام‌ها و چرخه‌های طبیعی باعث توسعه بوم‌نظام‌های کشاورزی پایدار می‌شود.

پیشنهادات

- برای حصول پایداری مطلوب یک بوم‌نظام کشاورزی، کلیه فعالیت‌ها شامل تولید گیاه، دامپروری و حفظ محیط، باید به‌صورتی تنظیم شوند که تمام عناصر موجود با یکدیگر اثر متقابل مثبت داشته باشند. به همین علت توانایی‌های عملی مبتنی بر دانش، مشاهده و تجربه برای تولید کنندگان زیستی ضروری است. این‌گونه عملیات، اغلب فرد را از استفاده از نهاده‌های مصنوعی بی‌نیاز کرده و اتکاء به نهاده‌های خارجی را کاهش می‌دهد.
- گذر از کشاورزی رایج به زیستی در طی یک دوره‌ی زمانی صورت می‌گیرد. ممکن است کل مزرعه به‌صورت تدریجی به زیستی تبدیل شود و یا بخشی از مزرعه به این نظام اختصاص یابد.
- قبل از این‌که محصول گواهی لازم مبنی بر زیستی بودن دریافت کند، بخش‌های مجزای هر واحد تولیدی باید مطابق با استانداردها به‌صورت زیستی درآید.
- استانداردها باید مشخص کنند که تولیدات زیستی و غیر زیستی چگونه می‌توانند در مرحله‌ی تولید و نیز ارائه‌ی مستندات به‌منظور جلوگیری از اختلاط به‌طور کامل از هم جدا شوند.

استانداردها

5-1: قبل از اینکه محصول گواهی زیستی دریافت کند، باید یک دوره‌ی مدیریت زیستی کـه تمـامی نیازهـای اسـتانداردها را مرتفـع می‌کند وجود داشته باشد.

5-2: زمان شـروع دوره‌ی گـذر ممکـن اسـت از زمـان ارائـه‌ی درخواست به مؤسسات گواهی کننده یا از تاریخی کـه از نهـاده‌هـای ممنوعه در کشاورزی زیستی استفاده نشده، محاسبه شود. البتـه لازم است مستنداتی که بتواند ثابت کند نیازهای مربوط به اسـتانداردها از آن تاریخ کاملاً رعایت شده است نیز ارائه گردد.

6: تولید محصولات رایج و زیستی به‌صورت مجزا

اصول کلی

کل مزرعه (از جمله دام) باید طبق استانداردها در طول یک دورهٔ زمانی تبدیل به سیستم زیستی شود.

پیشنهادات

- کشاورز باید برنامه‌ی لازم از جمله برنامـه‌ی زمـانی مشخصـی برای تبدیل مزرعه‌ی رایج به زیستی، ارائه نماید.
- استانداردها باید مشخص کنند که تولیدات زیستی و غیر زیستی چگونه می‌توانند در مرحله تولیـد و نیـز ارائـه مسـتندات، بـرای جلوگیری از اختلاط نهاده‌ها و محصولات به‌طور کامل از هم جدا شوند.

استانداردها

6-1: تولید همزمان محصولات زراعـی و دامـی زیسـتی، نیمـه زیستی و رایج تنها در مزارعی مجاز است که این بخش‌هـا کـاملاً از هم منفک و قابل تمایز باشند.

6-2: برای اطمینان از تمایز و جداسـازی بـین تولیـد زیسـتی و متداول، مؤسسات گواهی دهنده باید تمامی نظام را، از ابتدای تولید تا مرحلهٔ رسیدن به بازار، بازرسی و کنترل کنند.

7: حفظ مدیریت زیستی

اصول کلی

سیستم تولید زیستی نیازمند تعهد دائم به عملیات تولیـد زیسـتی است و گواهی زیستی بر اساس تعهد به انجام عملیات تولید زیسـتی داده می‌شود.

پیشنهادات

کشاورز باید طوری مدیریت گذر به زیستی را طراحـی کنـد کـه شامل برنامه‌ها و راهکارهایی باشد که بتواند عملیات مدیریت زیستی را به‌شکل پایداری حفظ نماید.

استانداردها

7-1: نظام‌های تولیدات گیاهی و دامی، نباید بین مدیریت زیستی و رایج جابجا شوند (تغییر وضعیت باید بصورت دایمی باشد).

8: تولید گیاه

انتخاب گیاه و ارقام زراعی

اصول کلی

گونه‌های مورد استفاده برای نظام‌های کشاورزی زیستی باید بـر اساس سازگاری به شرایط اقلیمی و خاکی محل و نیـز مقاومـت بـه آفات و بیماری‌ها انتخاب شوند.

تمامی مواد گیاهی و بذرهای مصرفی باید گواهی زیستی داشـته باشند.

پیشنهادات

- باید دامنه‌ی وسیعی از گیاهان و واریته‌ها برای افزایش پایداری، خوداتکایی و تنوع مزارع زیستی کشت شوند.
- در انتخاب ارقام، لازم است تنوع ژنتیکی در نظر گرفته شـده و به آن توجه گردد.
- واریته‌هایی که به‌صورت زیستی رشد کرده‌اند و واریته‌هایی کـه برای کشت زیستی مناسب‌اند باید ارجحیت داده شوند.
- باید واریته‌هایی مورد استفاده قرار گیرند که به‌صـورت زیسـتی تولید یا اصلاح شده‌اند.

استانداردها

8-1: باید از بذرها و مواد گیاهی زیسـتی در کشـاورزی زیسـتی استفاده شود. در صورتی‌که این مواد به‌صورت تجاری موجود نباشـند، سازمان اعمال کننده‌ی استانداردها باید برای استفاده از بذرها یا مواد گیاهی غیر زیستی محدودیت زمانی تعیین نماید.

8-2: زمانی‌که بذر زیستی وجود نداشته باشد، می‌توان از انواع غیر زیستی استفاده کرد، به‌شرطی که این مواد با آفت کش‌هـا یـا سـایر موادی که در استانداردها استفاده از آنها مجاز شـناخته نشـده اسـت، تیمار نشده باشند.

اگر بذر تیمار نشده موجود نباشد، می‌توان با توجـه بـه شـرایط و محدودیت‌های اعمال شده از طرف مؤسسه‌ی گواهی کننده، از انـواع تیمار شده آنها استفاده کرد.

9: طول دوره‌ی گذر برای تبدیل نظام‌های کشاورزی رایج به زیستی

اصول کلی

استقرار اولیه‌ی یک نظام مدیریتی زیستی و تقویت حاصلخیزی خاک نیازمند یک دوره‌ی زمانی است که دوره‌ی گذر خوانده می‌شود.

پیشنهادات

- به‌منظور بهبود حاصلخیزی خاک و برقراری دوباره‌ی تعادل بوم‌نظام، طول دوره‌ی گذر باید به اندازه‌ی کافی طولانی باشد.
- طول دوره گذر باید مطابق با موارد زیر باشد:
- تاریخچه‌ی بهره‌برداری از زمین
- وضعیت اکولوژیکی منطقه
- تجربه‌ی کشاورز

طول دوره‌ی گذر برای شرایط ایران، حداقل 24 ماه پس از آخرین کاربرد مواد یا عملیات ممنوعه پیشنهاد می‌گردد. این دوره ممکن است بسته به سه مورد گفته شده (تاریخچه‌ی زمین، اکولوژی منطقه و تجربه‌ی کشاورز) تا 48 ماه نیز تشخیص داده شود.

استانداردها

9-1: تولیدات حاصل از گیاهان یکساله را هنگامی می‌توان به عنوان زیستی گواهی نمود که قبل از آغاز چرخه‌ی تولید، استانداردهای مورد نیاز به مدت حداقل 18 ماه رعایت و اعمال شده باشد. در مورد گیاهان چندساله (به‌غیر از مراتع)، گذشت یک دوره‌ی زمانی حداقل 24 ماهه قبل از برداشت الزامی است.

9-2: برای مراتع و محصولات برداشت شده از آنها، یک دوره‌ی حداقل 12 ماهه باید سپری شود.

9-3: بسته به شرایطی نظیر تاریخچه‌ی بهره‌برداری از زمین، توانایی مدیریت کشاورز (دامدار) و عوامل محیطی، طول دوره‌ی گذر ممکن است توسط سازمان اعمال کننده‌ی استانداردها افزایش یابد.

9-4: زمانی‌که طول دوره‌ی گذر بیش از موارد ذکر شده در بند 4-2-1 باشد و الصاق برچسب محصول با عنوان «محصول زراعت زیستی در حال گذر» و یا عبارات مشابه مجاز باشد، قبل از الصاق برچسب باید استانداردهای مربوطه حداقل به مدت 12 ماه رعایت شده باشد.

10: تنوع در تولید محصولات زراعی و باغی

اصول کلی

خاک و مدیریت آن اساس تولید زیستی است. نظام‌های تولید زیستی بر پایه‌ی حفاظت خاک و بوم‌نظام‌های اطراف و حمایت از تنوع گونه‌ای و بهبود چرخش عناصر غذایی و کاهش تلفات خاک و عناصر غذایی استوار است.

پیشنهادات

ایجاد تنوع در تولید محصول از طریق روش‌های زیر امکان پذیر است:

- تناوب گیاهی متنوع و طولانی مدت که در آنها کود سبز، بقولات و گیاهان با ریشه عمیق نیز وجود داشته باشند.
- حفظ پوشش گیاهی مناسب سطح خاک حتی‌الامکان در تمام طول سال با استفاده از گونه‌های گیاهی متنوع.

استانداردها

10-1: در صورت نیاز، مؤسسات گواهی‌کننده باید اطمینان حاصل کنند که تنوع کافی در زمان و یا مکان به‌صورتی که فشار حاصل از حشرات، علف‌های هرز و بیماری‌ها و آفات به حداقل برسند، منظور شده باشد. همچنین حفاظت و یا افزایش مواد آلی، حاصلخیزی و فعالیت میکروبی و سلامتی کلّی خاک در نظر گرفته شود. برای گیاهان غیر چندساله، این امر به‌صورت طبیعی امکان‌پذیر می‌باشد ولی الزاماً تنها بوسیلهٔ تناوب زراعی این امر قابل حصول نیست..

11: حاصلخیزی خاک و مصرف کود

اصول کلی

در زراعت زیستی، به‌منظور افزایش و یا حداقل حفظ حاصلخیزی خاک و فعالیت بیولوژیکی آن مواد میکروبی، با منشاء گیاهی و یا حیوانی به خاک برگردانده می‌شود.

پیشنهادات

- مواد میکروبی با منشاء گیاهی و حیوانی قابل تجزیه که از طریق عملیات زیستی تولید شده‌اند، باید اساس برنامه حاصلخیزی خاک را تشکیل دهند.
- عناصر غذایی باید به‌صورت پایدار مورد استفاده قرار گیرند و تلفات عناصر غذایی از مزرعه به محیط‌های طبیعی به حداقل رسانده شود. لازم است عناصر غذایی در زمان و مکان مناسب و به روشی استفاده شوند که بیشترین اثر را داشته باشد.
- از تجمع فلزات سنگین یا سایر آلاینده‌ها باید اجتناب شود.
- کودهای معدنی طبیعی و همچنین کودهایی که منشاء بیولوژیک دارند و استفاده از آنها در استانداردها جایز شمرده شده است، باید تنها به عنوان یک جزء از سیستم غذایی و به عنوان مکمّل در نظر گرفته شوند و نباید از آنها به عنوان جایگزینی برای چرخه عناصر غذایی استفاده شود.

- کودهای آلی دارای فضولات انسانی تنها در صورتی می‌توانند استفاده شوند که عاری از عوامل بیماریزای انسانی باشند. توصیه می‌شود این کودها برای گیاهانی که مورد استفاده انسان قرار می‌گیرند یا خاکهایی که در طی شش ماه آینده برای تولید گیاهان یک‌ساله استفاده می‌شوند، بکار برده نشوند.

استانداردها

11-1: برنامه‌ی حاصلخیزی خاک باید بر مبنای مواد میکروبی، با منشاء گیاهی یا حیوانی استوار باشد.

11-2: عناصر غذایی و کودها باید طوری استفاده شوند که خاک، آب و تنوع زیستی را حفظ کنند. ممکن است در خصوص مقدار، محل، زمان، تیمار، روش و یا انتخاب نهاده‌ها محدودیت‌هایی اعمال شود.

11-3: کودهای آلی داری فضولات انسانی برای کاربرد در مورد گیاهانی که مورد استفاده انسان قرار می‌گیرند اکیداً ممنوع است.

در مواردی که نهاد اعمال کننده‌ی استانداردها، به‌منظور جلوگیری از انتقال آفات یا انگل‌ها و عوامل بیماریزا و نیز به‌منظور اطمینان از اینکه کودهای آلی با سایر مواد خانگی و یا ضایعات صنعتی آغشته به مواد ممنوعه آلوده نشده است، جزئیات نیازهای بهداشتی را تعیین کرده است، می‌توان استثنائاتی در نظر گرفت.

11-4: کودهای معدنی تنها در برنامه‌های دراز مدت حاصلخیزی به همراه روش‌های دیگر حاصلخیزی نظیر افزودن ماده آلی، کود سبز، تناوب و تثبیت نیتروژن توسط گیاهان می‌توانند با تشخیص مؤسسه‌ی گواهی دهنده استفاده شوند.

11-5: کودهای معدنی باید با همان ترکیب طبیعی و استخراج شده، به‌کار روند و نباید حلالیت آنها با تیمارهای شیمیایی (به‌غیر از اضافه کردن آب و مخلوط کردن آنها با سایر نهاده‌های طبیعی مجاز) افزایش یابد.

در شرایط استثنایی و بعد از اینکه کلیه اطّلاعات مربوطه در نظر گرفته شد، نهاد اعمال کننده‌ی استانداردها می‌تواند استثنائاتی را در این رابطه بپذیرد. این موارد استثناء شامل کودهای نیتروژنه نیست.

11-6: استفاده از شلات نیترات و کلیه کودهای نیتروژنه‌ی مصنوعی از جمله اوره اکیداً ممنوع است.

12: مدیریت آفات، بیماری‌ها، علف‌های هرز و مصرف تنظیم‌کننده‌های رشد

اصول کلی

نظام‌های زیستی از روش‌های بیولوژیکی و زراعی برای جلوگیری از تلفات بیش از اندازه‌ی آفات، بیماری‌ها وعلف‌های هرز استفاده می‌کنند. در این نظام‌ها از گیاهان و واریته‌هایی استفاده می‌شود که سازگاری خوبی با محیط داشته و نیز از برنامه‌های حاصلخیزی خاک برای حفظ خاک‌های حاصلخیز با فعالیت بیولوژیکی بالا، تناوب‌های سازگار با منطقه، گیاهان همراه، کودهای سبز و سایر روش‌های مشخص زیستی که در این استانداردها تعریف شده‌اند، استفاده می‌کند.

رشد و نمو باید به‌صورت طبیعی انجام شود.

پیشنهادات

آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز باید از طریق یک یا چند روش از روش‌های زیر، مدیریت شوند:

- برنامه‌های تناوبی مناسب
- خاکورزی
- حفظ دشمنان طبیعی آفات از طریق فراهم کردن زیستگاه‌های مطلوب نظیر پرچین‌ها، محل آشیان‌سازی و مناطق حایل که از پوشش گیاهی که محل زندگی شکارچیان آفات است، حفاظت می‌کنند.
- بوم‌نظام‌های متنوع. این بوم‌نظام‌ها در بین مناطق جغرافیایی مختلف متفاوتند، به عنوان مثال مناطق حایل، نظام‌های جنگل زراعی، تناوب گیاهی، کشت مخلوط و غیره
- کنترل علف‌های هرز با استفاده از روش‌های فیزیکی مانند حرارتی
- آماده‌سازی بستر بذر
- آزادسازی دشمنان طبیعی
- استفاده از برخی تمهیدات بیودینامیک
- مالچ‌دهی و درو کردن
- چرای دام
- کنترل مکانیکی نظیر استفاده از تله، مانع، نور و صدا

استانداردها

12-1: تمام نظام‌های تولید زیستی باید دارای مجموعه‌ای از فرآیندها و مکانیسم‌هایی باشند که بتوانند محصول را از آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز مهم در موقعیت‌های عادی محافظت نمایند.

12-2: تنها استفاده از مواد گیاهی، حیوانی و میکروارگانیسم‌های محلی برای مدیریت آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز، مجاز است. اگر بوم‌نظام و یا کیفیت محصولات زیستی تولیدی به مخاطره بیفتد «برنامه‌ی ارزیابی نهاده‌های افزودنی برای کشاورزی زیستی» بررسی و معیارهایی برای پذیرش نهاده‌های پیشنهادی توسط مؤسسه‌ی گواهی دهنده مطرح و تصویب خواهند شد.

12-3: روش‌های فیزیکی مدیریت آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز، شامل کنترل آنها با استفاده از حرارت مجاز است. کاربرد حرارت به‌منظور ضدعفونی کردن خاک برای مبارزه با آفات و بیماری‌ها تنها

در شرایطی که سازمان گواهی کننده اجازه دهد، مجاز است. نهاد اعمال کننده استانداردها باید ویژگی‌ها یا استانداردهایی را برای کلیه‌ی روش‌های ضدعفونی کردن خاک وضع کند.

12-4: هرگونه کاربرد نهاده‌ها برای مدیریت آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز و یا کنترل رشد باید مطابق با استانداردها باشد.

12-5: کلیه نهاده‌های شیمیایی مورد استفاده، باید دارای ویژگی‌های ذکر شده باشند.

13: اجتناب از آلودگی

اصول کلی

تمامی روش‌ها و ابزارهای مناسب به‌منظور اطمینان از عدم آلودگی خاک و غذای زیستی با مواد غیر زیستی بکار برده شوند.

پیشنهادات

لازم است ابزارها و روش‌های منطقی برای شناسایی و اجتناب از آلودگی‌های بالقوه بکار گرفته شوند.

اگر مورد خطرناک یا احتمال بروز آلودگی وجود داشت، سازمان‌های گواهی کننده و نهاد اعمال‌کننده‌ی استانداردها باید محدودیت‌هایی را برای کاربرد حداکثر سطوح فلزات سنگین و دیگر مواد آلاینده وضع کنند.

تجمع فلزات سنگین و دیگر آلاینده‌ها باید محدود شده و در صورت امکان از ابزارهای مناسب برای بهبود وضعیت استفاده کرد.

در استانداردها باید بر مبنای تجزیه و تحلیل‌های لازم، پارامترهایی برای پذیرش یا رد محصولات زیستی تعیین شوند.

لازم است در استانداردها برنامه‌ای برای چگونگی ارزیابی محصولات زیستی از نظر منطقی بودن میزان آلودگی تدوین شود.

آلودگی که در نتیجه‌ی شرایط خارج از کنترل کشاورز ایجاد شود لزوماً وضعیت زیستی بودن عملیات را تغییر نمی‌دهد.

استانداردها

13-1: باید از راههایی نظیر استفاده از موانع و یا مناطق حایل برای اجتناب از آلودگی و یا محدود کردن میزان آلودگی در محصولات زیستی استفاده شود.

13-2: در مورد احتمال وقوع آلودگی، سازمان گواهی‌کننده باید اطمینان یابد که محصولات و منابع آلودگی (خاک، آب، هوا و نهاده‌ها) به‌درستی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و نیز سطح آلودگی تعیین شود.

13-3: برای پوشش سازه‌های حفاظت شده، مالچ‌ها، حصارها، تله‌ی حشرات و سیلوها، تنها استفاده از پلی‌اتیلن، پلی‌پروپیلن و سایر پلی‌کربنات‌ها مجاز است. این مواد باید پس از استفاده از سطح خاک جمع‌آوری شده و نباید بر روی خاک مزرعه سوزانده شوند.

13-4: تمام تجهیزات و ماشین آلاتی که در مزارع کشاورزی رایج استفاده می‌شوند باید قبل از استفاده در مزارع زیستی کاملاً پاک شده و هیچگونه بقایایی بر روی آنها وجود نداشته باشد.

اصطلاحات

آیورودیک (Ayurvedic): طب سنتی هند.

تنوع زیستی (Biodiversity): تنوع اشکال مختلف حیات و بوم‌نظام‌های کره زمین.

اصلاح (Breeding): انتخاب گیاهان و جانوران به‌منظور تولید مثل و یا بهبود ویژگی‌های مطلوب در نسل بعد.

منطقه حایل (Buffer zone): منطقه‌ای کاملاً مشخص با مرزهای تعیین شده که در آن تولید محصولات زیستی صورت می‌گیرد و استفاده از مواد ممنوعه‌ای که در مناطق مجاور استفاده می‌شود، محدود است.

نشان گواهی (Certification mark): هرگونه علامت و یا نشانه‌ای که دلالت می‌کند بر این‌که محصول بر طبق استانداردهای یک مؤسسه گواهی کننده تولید و گواهی شده است.

برنامه‌ی گواهی (Certification Programme): نظامی که توسط یک ساختار گواهی‌کننده همراه با قوانین، فرآیند و سیستم مدیریتی آن برای انجام گواهی عمل می‌کند.

آلودگی (Contamination): آغشته شدن محصول یا زمین زیستی یا تماس آنها با هر ماده‌ای که محصول را از حالت زیستی خارج می‌کند.

رایج (Conventional): هرگونه ماده یا عملیات تولید یا فرآوری که گواهی زیستی یا زیستی «در حال گذر» دریافت نکرده باشد.

دوره‌ی گذر (Conversion period): زمان بین شروع مدیریت زیستی و دریافت گواهی زیستی.

تناوب گیاهی (Crop rotation): تغییر گونه یا تیره‌های گیاهان کشت شده در یک قطعه زمین بر مبنای یک الگوی مشخص یا بصورت پشت سر هم به‌منظور مبارزه با آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز و حفظ یا بهبود حاصلخیزی خاک و محتوای مواد آلی خاک.

گندزدایی (Disinfect): استفاده از روش‌های فیزیکی یا شیمیایی به‌منظور کاهش تعداد میکروارگانیسم‌هایی که بطور بالقوه مضر هستند تا حدی که وجود آنها برای سلامت غذا خطری نداشته باشد.

مواد افزودنی (Food additive): موادی که برای غنی کردن و یا حفظ کیفیت، ثبات، رنگ، طعم، بو و یا سایر ویژگی‌های مواد غذایی یا به عنوان مکمل به آنها اضافه می‌شوند.

مهندسی ژنتیک (Genetic Engineering): مجموعه تکنیک‌های بیولوژی مولکولی که توسط آن مواد ژنتیکی گیاهان،

حیوانات، میکروارگانیسم‌ها، سلول‌ها و یا سایر واحدهای بیولوژیکی به روشی که درحالت عادی از طریق روش‌های تولید مثلی طبیعی اتفاق نمی‌افتد، تغییر می‌کند.

موجودات تغییر یافته ژنتیکی (Genetically Modified Organism (GMO)): گیاه، جانور و یا میکرو ارگانیسمی که توسط مهندسی ژنتیک دستکاری شده باشد.

کود سبز (Green manure): گیاهی که به‌منظور بهبود شرایط خاک کشت شده و در حالت سبز بودن (قبل از اتمام دوره رشد) به خاک برگردانده می‌شود.

زیستگاه (Habitat): منطقه‌ای که یک گیاه یا جانور به‌طور طبیعی در آن زندگی می‌کند.

تیمار هومئوپاتیک (Homeopathic Treatment): تیمار بیماری بر اساس تجویز موادی که از طریق ترقیق و جانشینی ماده‌ای بدست می‌آید که این مواد در حیوانات سالم علامت بیماری حیوانات بیمار را ظاهر می‌سازند.

محتویات (Ingredients): هر ماده‌ای از جمله یک افزودنی غذایی که در تولید یا آماده‌سازی یک غذا به‌کار می‌رود و یا در فرآورده‌ی نهایی حتی به شکل تغییر کرده وجود داشته باشد.

تولید خرد شده (Spilt production): در این حالت تنها یک بخش از واحد زراعی یا فرآوری زیستی بوده و بقیه قسمت‌ها به‌صورت الف) غیر زیستی ب) در حال گذر یا ج) زیستی گواهی نشده می‌باشد.

تولید موازی (Parallel production): زیر مجموعه‌ای از تولید خرد شده است. در این حالت در یک واحد زراعی مشخص به‌طور همزمان پرورش، اصلاح و یا فرآوری یک محصول به دو صورت زیستی گواهی شده و گواهی نشده در حال گذر و یا سیستم غیر زیستی صورت می‌گیرد.

مواد مصنوعی (Synthetic): موادی که در طی فرآیندهای شیمیایی و صنعتی ساخته شده‌اند که شامل موادی است که در طبیعت یافت نمی‌شوند و یا از منابع طبیعی شبیه‌سازی شده‌اند (از مواد خام طبیعی استخراج نشده‌اند).

تشکر و قدردانی

بدون شک انجام این تحقیق بدون حمایت مالی معاونت محترم پژوهشی دانشگاه فردوسی (طرح شماره 42952/ 84/10/27) میسر نمی‌گردید، بدین‌وسیله از همکاری آن معاونت محترم تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

1- Gehlot, D., 2005. Organic Farming: Standards, Accreditation, Certification and Inspectation. Agrobios Publishing, India. pp. 357. ISBN: 81-7754-237-0
2- Ghorbani, R., Koocheki, A., 2006. Necessity of compilation of organic agriculture standards. Engineering Inspectation Seasonal. 24: 28-31. (In Persian with English summary).
3- Guthman, J., 2001. Organic production in California: Ideal and real. California Institute for Rural Studies, Report, Davis, CA. 37p.
4- Harris, L., 1990. Organic index. Louis Harris and Associates.
5- IFOAM. 2001. First draft of 2002 IFOAM basic standards, for organic production and processing. Online report. IFOAM, Thoely-Theley, Germany, Retrieved October 2002 from http://www.ifoam.org
6- IFOAM. 2008. Retrieved February 12, 2008, from http://www.ifoam.org
7- Koocheki, A., 2004. Organic Agriculture: opportunities and challenges. Acad. Sci. 24, 25: 55-95.
8- Koocheki, A., Ghorbani, R., 2005. Traditional agriculture in Iran and development challenges for organic agriculture. Int. J. Biodiv. Sci. Manag. 11: 1-7.
9- Koocheki, A., Khajehosseini, M., 2008. Modern Agronomy. Jahad Daneshgahi Pub. Mashhad. ISBN: 964-324-168-8. (In Persian with English summary).
10- Lampkin, N.H., Padel, S., 1994. Organic farming: sustainableagriculture in practice. In: The economic of organic farming. Lampkin, N.H., and Padel, S. (Eds.). CAB Waltingford, UK. pp. 3-8.
11- Lotter, D.W., 2003. Organic agriculture. J. Sustain. Agr. 21(4): 59-128.
12- NBJ. 1999. Organic and fucntional foods pump natural food sales. Nutrition Business Journal, IV (3), March: 1-2.Retrieved June 2007 from http://www.nutritionbusiness.com
13- Padel, S., Lampkin, N.H., 1994. Conversion to Organic farming. An overview. In: The economics of organic farming. Lampkin, N.H., and Padel, S. (Eds.). CAB, Wallingford, UK. pp. 295-313.
14- Scofield, A.M., 1986. Organic farming, the origin of the name. Biol. Agric. Hortic. 4: 1-5.
15- Spence, P., 1999. National products consumer reports: Nationwide samples of 52000 houseledds matched to U.S. census figures. In: Organic growing into the 21st century. Berkeley, CA. Aug. 1-3 Organic Farming Research

Foundation.
16- Willer, H., 2001. Organic agriculture in the five continents. Stiflung Okologie and Landbau. Bad Durkheim, Germany. www.soel.de
17- Willer, H., Yussefi-Mazle, M., Sorensen, M., 2008. The world of organic agriculture; statistics and emerging trends. IFOAM, Fibl. Earthscan, London, UK.

Journal of Agroecology
Vol. 1, No. 1, Fall 2009, p. 129-142

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 1، شماره 1، پاییز 1388، ص. 142-129

National organic standards for Iran:

I. Concepts, principles and aims of organic production and standards for agronomic and horticultural products

R. Ghorbani[*] , A. Koocheki , M. Jahan , M. Nassiri and P. Rezvani-Moghadam[1]

Abstract

Traditional agriculture and non-chemical crop production have a long story; however organic agriculture which relies on local and in-farm inputs, with the aim of protecting ecological balances and developing biological cycles on the one hand while regarding regulations and specific standards on the other hand, doesn't have a very long history. There are numerous environmental reasons for the priority of organic agriculture to conventional systems such as increasing biodiversity, reducing chemical residue in plant and animal products, reducing greenhouse gases and air temperatures; and socio-economic factors like equity and sustainability. Worldwide, in 2006 about 31 million hectares were managed organically with estimated international sales of over 38 billion US dollars. There are very specific standards, regulations and criteria for organic agriculture for the security of producers and consumers, suitable competition between producers and clear regulations for international trades of organic products. Standards in organic agriculture are principles, regulations and criteria that must be considered from production up to processing and consumption. Although Iran has a very long history in agriculture and a variety of cereals and pulses have been domesticated in its regions, unfortunately, there are no organic production plans and standards for this country. During these recent years, there have been international interests especially on behalf of European countries towards exporting some organic products such as pistachio, walnut, date, fresh fruits and saffron from Iran, but the main reason for the refusal of our products could be the absence of organic standards which are to be considered during the production of those products. The present paper recommends the principles and standards, considering IFOAM standards for organic plant products in Iran.

Keywords: Organic farming, Organic food, Sustainable agriculture

1 - A Contribution from Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
(* - Corresponding author Email: ghorbani43@gmail.com)