کارایی مصرف آب در ذرت علوفه‌ای تحت تاثیر کود-آبیاری قطره‌ای ازت

علیرضا واعظی[1]، ابراهیم احمدزاده[2]، پوریا شهسواری[3]، جلال صبا[4]
1- استادیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان
2 و3- دانشجویان کارشناسی گروه خاکشناسی دانشگاه زنجان
4- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان
vaezi.alireza@gmail.com

چکیده
به منظور بررسی اثر کود-آبیاری قطره‌ای ازت بر کارایی مصرف آب در ذرت علوفه‌ای، آزمایشی در 6 سطح رطوبتی (صفر، 25، 50، 75، 100 و 125 درصد آب سهل‌الوصول) و پنج سطح کود ازتی (صفر، 25، 50، 75، و 100 درصد نیاز ازتی) در سه تکرار در سال 1389 به اجرا درآمد. بر اساس نتایج کارایی مصرف آب تحت تاثیر برهمکنش آب و ازت قرار گرفت ($p<0/0001$). بالاترین کارایی مصرف آب (33/038 کیلوگرم بر مترمکعب) در سطح ششم آب و چهارم کود و پایین‌ترین آن (11/39 کیلوگرم بر مترمکعب) در سطح صفر آب‌سهل‌الوصول و سطح صفر ازت به دست آمد.

کلمات کلیدی: **آب سهل‌الوصول، نیاز ازتی، کارایی مصرف آب، ذرت علوفه‌ای**

مقدمه

افزایش تولیدات کشاورزی برای رفع نیاز جمعیت در حال رشد سریع جهان ضروری است (Howell، 2010). آب عامل اصلی محدود کننده تولیدات کشاورزی است. گزارش‌ها نشان می‌دهد که نسبت آب تازه قابل دسترس کشاورزی (72 درصد) در جهان در حال کاهش است (Cai و Rosegrant، 2003). ایران به عنوان کشوری کم آب به شمار می‌آید و تنش آبی عامل اصلی کاهش محصولات کشاورزی است (Hassanli و همکاران، 2010). از این رو اتخاذ روش‌های پایدار جهت افزایش بهره‌وری آب محصول[1] (CWP) در نواحی خشک و نیمه‌خشک حائز اهمیت است (Debaeke و Aboudrare، 2004). بهره‌وری آب محصول یا کارایی مصرف آب[2] (WUE) شاخصی کلیدی در ارزیابی اثربخشی آبیاری بوده و به عنوان نسبت عملکرد اقتصادی به حجم آب مصرفی یا تبخیر و تعرق واقعی بیان می‌شود (Molden، 2003):

$$WUE=CWP= y_a/ET_a \quad (1)$$

که در آن y_a، عملکرد اقتصادی (کیلوگرم در هکتار)، ET_a، تبخیر و تعرق واقعی گیاه (مترمکعب در هکتار) و WUE، کارایی مصرف آب (کیلوگرم در مترمکعب) است. افزایش کارایی مصرف آب در کشتزارهای تحت آبیاری نقشی مهم در نگهداری امنیت غذایی ایفا می‌کند (Deng و همکاران، 2006). کاهش تبخیر و تعرق و افزایش عملکرد اقدامی مهم برای بهبود کارایی مصرف آب در نواحی خشک و نیمه‌خشک است (Gregory و همکاران، 2000; Kang و همکاران، 2002). تاکنون تحقیقات کشاورزی برای افزایش بهره‌وری آب، عمدتا بر افزایش کل تولیدات متمرکز شده‌اند (Debaeke و Aboudrare، 2004). کم‌آبیاری به عنوان راهبردی ارزشمند برای نواحی خشک و نیمه‌خشک ارائه شده است (Pereira و همکاران، 2002; Fereres و Soriano، 2007). هر چند اعمال بیش از اندازه کم‌آبیاری منجر به کاهش کارایی مصرف آب محصول می‌شود اما بررسی‌ها نشان داد که کم‌آبیاری موثر می‌تواند در افزایش عملکرد و

[1] Crop water productivity
[2] Water use efficiency

کارایی مصرف آب موثر واقع گردد (Jin و همکاران، 1999). حاصلخیزی خاک عامل دیگر موثر در کارایی مصرف آب است. تامین مواد غذایی مورد نیاز گیاه در خاک موجب می‌شود ریشه در خاک گسترش زیادی پیدا کرده و دسترسی آن به آب افزایش یابد. این مسئله به نوبه خود در افزایش رشد گیاه و کارایی مصرف آب موثر است. نقش عناصر در افزایش رشد گیاه و بالا رفتن عملکرد نیز در افزایش کارایی مصرف آب حائز اهمیت است. بررسی‌ها در ارتباط با تولید ذرت در کشور نشان می‌دهد که با مصرف ازت از طریق آبیاری بارانی به اندازه 130 کیلوگرم در هکتار همراه با سایر عناصر غذایی نسبت به شاهد (بدون کوددهی)، عملکرد و کارایی مصرف آب به ترتیب به اندازه 54 درصد (34/391 تن در هکتار) و 67 درصد (1/66 کیلوگرم در مترمکعب) بیشتر شد (واعظی و همکاران، 1381). همچنین گزارش‌ها در مورد ذرت در تگزاس نشان داد که با مصرف ازت از صفر تا 480 پوند در ایکر، کارایی مصرف آب تا 90 درصد افزایش یافت. مصرف متعادل فسفر همراه با ازت میزان کارایی مصرف آب را تا 200 درصد افزایش داد (Stewart، 2001). با توجه به نقش ازت در افزایش رشد گیاه و درنتیجه بهبود کارایی مصرف آب، این تحقیق به منظور بررسی کارایی مصرف آب در ذرت تحت تاثیر کود-آبیاری قطره‌ای ازت انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به منظور بررسی اثر سطوح مختلف کود ازتی مصرفی از طریق آب آبیاری بر کارایی مصرف آب در ذرت علوفه‌ای در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان در قالب طرحی تحقیقاتی طی سال 1389 به اجرا درآمد. آزمایش در شش سطح رطوبتی (صفر، 25، 50، 75، 100 و 125 درصد آب سهل‌الوصول) و پنج سطح کود ازتی (صفر، 25، 50، 75، و 100 درصد نیاز ازتی) در سه تکرار به صورت اسپلیت بلوک با طرح پایه بلوکهای کامل تصادفی مجموعا در 90 واحد آزمایشی انجام گرفت. هر واحد آزمایشی عبارت از کرتی به طول 5 متر و عرض 3 متر بود که شامل 4 ردیف کشت با فاصله 75 سانتی‌متر از هم بود. برای پیاده‌سازی طرح آزمایشی پس از برداشت جو از زمین، عملیات شخم و آماده سازی بستر کشت در خرداد ماه 1389 انجام گرفت. سپس ذرت علوفه‌ای رقم ماکسیما به فاصله 15 سانتی‌متر در هر ردیف با استفاده از دستگاه ردیف‌کار پنوماتیک به عنوان محصول دوم کشت گردید.

آبیاری به روش قطره‌ای نواری به فاصله دو روز طی دوره رشد انجام گرفت. حجم آب مورد نیاز آبیاری با روش وزنی بر مبنای تخلیه رطوبتی خاک حساب گردید. برای این منظور رطوبت جرمی در ظرفیت زراعی (FC) و نقطه پژمردگی دائم (PWP) تعیین گردید و از آن میزان آب قابل دسترس (AW) به صورت جرمی حساب گردید. با ضرب این مقدار در جرم مخصوص ظاهری خاک، میزان آب قابل دسترس حجمی به دست آمد. با ضرب این مقدار در عمق توسعه ریشه، ارتفاع آب قابل دسترس تعیین شد. ارتفاع آب سهل‌الوصول[1] (RAW یا EAW) نیز از حاصلضرب ارتفاع آب قابل دسترس و حداکثر تخلیه مجاز رطوبتی ذرت به دست آمد. این مقدار به عنوان سطح 100 درصد آب سهل‌الوصول درنظر گرفته شد. از کسر این مقدار از مقدار آب موجود در FC، سطح صفر درصد آب سهل‌الوصول مشخص شد.

برای تعیین نیاز کودی، نمونه‌های خاک به طور تصادفی از نقاط مختلف مزرعه تهیه شدند و نمونه‌ی مرکب از آن‌ها به آزمایشگاه منتقل شد و با روش‌های رایج آزمایشگاهی از نظر غلظت عناصر پرمصرف و کم مصرف مورد تجزیه قرار گرفت. تجزیه خاک نشان داد که خاک مزرعه دارای ازت پایین بود. از این رو مصرف کود ازتی برای رسیدن به عملکرد بالا ضروری بود. میزان ازت مورد نیاز بر مبنای میزان ازت خاک و حد مناسب ازت گیاه به دست آمد. بر اساس نتایج تجزیه خاک، مقدار 300 کیلوگرم در هکتار کود اوره (دارای 46 درصد ازت) برای تامین 100% نیاز ازتی توصیه شد.

[1] Readily (Easily) available water

بر این اساس سطوح ازت (صفر، 25%، 50%، 75% و 100% نیاز ازتی) به ترتیب با مقادیر صفر، 75، 150، 225 و 300 کیلوگرم در هکتار اوره مصرف شدند. کوددهی در پنج مرحله طی دوره رشد از طریق سیستم آبیاری قطره‌ای انجام گرفت. با توجه به این که خاک مزرعه دارای کمبود عناصر کم مصرف به ویژه آهن، منگنز، روی و مس بود، کود مخلوط ریزمغذی به مقدار 30 کیلوگرم در هکتار در دو نوبت، به مقدار یکسان در تمام تیمارها مصرف شد. برای تعیین عملکرد (تر)، تعداد 10 بوته از دو ردیف وسطی هر کرت به طور تصادفی از ناحیه یقه برداشت و وزن شد. بر اساس تعداد بوته در هر کرت، عملکرد هر کرت به دست آمد. برای تعیین مقدار ماده خشک، نمونه‌هایی از اندام‌های مختلف 10 بوته تهیه و وزن شد و در دمای 70 درجه سانتی‌گراد خشک و دوباره وزن شد. بر اساس میزان عملکرد هر کرت و درصد ماده خشک، مقدار ماده خشک آن کرت به دست آمد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که خاک مزرعه با بافت لوم رسی بوده و دارای ماده آلی مناسبی (2/27 درصد) می‌باشد. (جدول 1). کمبود ازت در خاک به عنوان یکی از عوامل محدود کننده ذرت در مزرعه بود. با توجه به درجه بالای شوری خاک مزرعه، این ویژگی نیز به عنوان عامل دیگر محدود کننده رشد ذرت بود.

جدول (1): ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه مورد بررسی

شن (%)	سیلت (%)	رس (%)	رطوبت جرمی در FC (%)	رطوبت جرمی در PWP (%)
23	37	40	29/26	7/22

ماده آلی (%)	آهک (%)	واکنش، pH	شوری (دسی زیمنس بر متر)	ازت (%)
2/27	34/30	7/03	3/34	0/14

نتایج نشان داد که میزان عملکرد تحت تاثیر معنی‌دار ($p<0/001$) کود-آبیاری ازت قرار گرفت (جدول 2). بیشترین عملکرد (102/178 کیلوگرم در هکتار) در بیشترین مقدار آب و ازت مصرفی (سطح ششم آب و سطح پنجم کود) و پایین‌ترین میزان آن (42/074 کیلوگرم در هکتار) در کمترین مقدار آب و ازت به دست آمد. همچنین اثر کود-آبیاری ازت بر کارایی مصرف آب در سطح 0/001 معنی‌دار بود. بالاترین کارایی مصرف آب (33/038 کیلوگرم بر مترمکعب) در تیمار سطح ششم آب و سطح چهارم ازت مصرفی و پایین‌ترین آن (11/395 کیلوگرم بر مترمکعب) در کمترین مقدار آب و ازت مشاهده شد. کارایی مصرف آب با افزایش مقدار آب کاهش و با افزایش مقدار کود افزایش یافت.

جدول (2): اثر تیمارهای کود ازتی بر عملکرد تر و خشک ذرت علوفه‌ای

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	معنی‌داری
عملکرد	29	898/526	5/029	0/000
کارایی مصرف آب	23	680/788	3/654	0/000

نتایج این تحقیق مطابق با یافته‌های واعظی و همکاران (1381) بود که نشان دادند کارایی مصرف آب در ذرت به شدت تحت تاثیر مقدار کود مصرفی در روش کود-آبیاری قرار گرفت و بالاترین کارایی مصرف آب در تیمار 75 درصد

توصیه کودی مشاهده شد. بررسی‌های کریمی و یوسف‌گمرکچی (1386) در روش آبیاری قطره‌ای در ذرت دانه‌ای نشان داد که بیشترین مقدار عملکرد (16583/52 کیلوگرم در هکتار) در سطح 120 درصد نیاز آبی با کاشت یک ردیفه و بالاترین کارایی مصرف آب (3/75 کیلوگرم بر متر مکعب) در سطح 80 درصد نیاز آبی با کاشت یک ردیفه بود. در پژوهش حاضر میزان عملکرد و کارایی مصرف آب در تیمار سطح سوم آب و سطح پنجم ازت به ترتیب 89/881 کیلوگرم در هکتار و 20/332 کیلوگرم بر مترمکعب بود. این تیمار تفاوتی معنی‌دار با تیمارهایی که بالاترین میزان عملکرد و کارایی مصرف آب را داشتند، نداشت. در حقیقت با مصرف 50 درصد آب سهل‌الوصول و مصرف کامل ازت با آب آبیاری، عملکرد و کارایی مصرف مشابهی با تیمار 100 درصد آب مصرفی به دست آمد. بررسی‌های Mohammad و Zuraiqi (2003) در مورد کود-آبیاری ازت در سطح صفر، 30، 60 و 90 میلی‌گرم در لیتر ازت در سیر نشان داد که در پایین‌ترین سطح ازت مصرفی، عملکرد (75 کیلوگرم در هکتار) به طور معنی‌دار افزایش یافت. کود-آبیاری ازت همچنین میزان جذب فسفر، پتاسیم، آهن و روی را افزایش داد و کارایی مصرف آب را بالا برد. در پژوهشی Bhat و همکاران (2007) اثر کود-آبیاری NPK در چهار سطح صفر، 25، 50، 75 و 100 درصد توصیه کودی (100:18:117) و در سه فاصله زمانی (10، 20 و 30 روز) را در درخت آرکانوت طی 11 سال بررسی کردند. بر اساس نتایج کارایی مصرف آب تحت تاثیر معنی‌دار مقدار مصرف کود و زمان آن قرار گرفت. بالاترین عملکرد (4017 کیلوگرم در هکتار) در تیمار 75 درصد با فاصله 10 روز به دست آمد. کارایی مصرف آب در این تیمار (3/41 کیلوگرم دانه در میلی‌متر آب) به طور چشمگیری بالاتر از تیمار 100 درصد با فاصله 10 روز (2/69 کیلوگرم دانه در میلی‌متر آب) بود. این مطالعه نشان داد که کود-آبیاری علاوه بر افزایش حاصلخیزی خاک در بهبود کارایی مصرف آب و کود موثر واقع شد.

منابع

- کریمی، ا. و یوسف گمرکچی، ا. 1386. بررسی عملکرد و کارایی مصرف آب گیاه ذرت در کشت یک و دو ردیفه در سیستم های آبیاری قطره ای (تیپ) و سطحی مجله آبیاری و زهکشی ایران 1(2): 21-31.
- واعظی، ع.ر.، همائی، م. و ملکوتی، م.ج. 1381. اثر کود-آبیاری بر کارآیی مصرف کود و آب در ذرت علوفه‌ای. مجله علوم خاک و آب 16(2): 152-160.
- Bhat, R., Sujatha, S. and Balasimha, D. 2007. Impact of drip fertigation on productivity of arecanut (Areca catechu L.). Agricultural Water Management 90: 101-111.
- Debaeke, P., Aboudrare, A., 2004. Adaptation of crop management to water-limited environments. European Journal of Agronomy 21: 433–446.
- Deng, X.P., Shan, L., Zhang, H. and Turner, N.C., 2006. Improving agricultural water use efficiency in arid and semi-arid areas of China. Agricultural Water Management 80: 23–40.
- Fereres, E., Soriano, M.A., 2007. Deficit irrigation for reducing agricultural water use. Special issue on 'Integrated approaches to sustain and improve plant production under drought stress. Journal of Expeimental Botany 58, 147–159.
- Gregory, P.J., Simmonds, L.P., Pilbeam, C.J., 2000. Soil type, climatic regime, and the response of water use efficiency to crop management. Agronomy Journal 92: 814–820.
- Hassanli, A.M., Ahmadirad, S. and Beecham, S., 2010. Evaluation of the influence of irrigation methods and water quality on sugar beet yield and water use efficiency. Agricultural Water Management 97: 357–362.
- Jin, M.G., Zhang, R.Q., Gao, Y.F., 1999. Temporal and spatial soil water management: a case study in the Heiloonggang region, PR China. . Agricultural Water Management 42: 173–187.
- Kang, S.Z., Zhang, L., Liang, Y.L., Hu, X.T., Cai, H.J., Gu, B.J., 2002. Effects of limited irrigation on yield and water use efficiency of winter wheat in the Loess Plateau of China. Agricultural Water Management 55: 203–216.

- Mohammad, M.J., Zuraiqi, S., 2003. Enhancement of yield and nitrogen and water use efficiency by nitrogen dripfertigation of garlic. Journal of Plant Nutrition 26 (9): 1749–1766.
- Molden, D., 2003. A water-productivity framework for understanding and action. In: Kijne, J.W., Barker, R., Molden, D. (Eds.), Water Productivity in Agriculture: Limits and Opportunities for Improvement. International Water Management Institute, Colombo, Sri Lanka, pp. 1–18.
- Pereira, L.S., Oweis, T., Zairi, A., 2002. Irrigation management under water scarcity. Agricultural Water Management 57: 175–206.
- Stewart, W.M. 2001. Balanced fertilization increases water use efficiency. A regional newsletter published by the Potash & Phosphate Institute (PPI) and the Potash & Phosphate Institute of Canada (PPIC). Available on the: www.ppi-ppic.org.