

مدیریت تنش آبی جهت کاربرد بهینه آب و کود نیتروژنه در اراضی تحت کشت نیشکر

امید بهمنی^{۱*}

چکیده

جهت تعیین سطح بهینه آب مصرفی و عملکرد نیشکر، پژوهشی در قالب طرح کرت‌های خرد شده در سال ۱۳۸۶ در اهواز صورت گرفت. تیمارهای آبی: آبیاری کامل (I_1)، ۸۵٪ (I_2) و ۷۰٪ (I_3) آبیاری کامل بودند. نیتروژن نیز در سه سطح ۱۵۰ (N_1)، ۲۵۰ (N_2) و ۳۵۰ (N_3) کیلوگرم در هکتار لحاظ شد. تأثیر تنش آبی بر عملکرد نی و شکر در تیمار I_1 نسبت به I_3 معنی‌دار بود و کاربرد تیمار I_3 سبب کاهش عملکرد نی و شکر به میزان ۱۸ و ۱۷ درصد نسبت به تیمار I_1 شد. بین تیمارهای I_1 و I_2 اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. تنش آبی بر کاهش عملکرد تأثیر معنی‌داری داشت اما علی‌رغم کاهش سطح آب و افزایش درجه خلوص شکر، کارایی مصرف آب در تیمارهای آبی معنی‌دار نشد. عملکرد نی و شکر در تیمار N_3 نسبت به N_1 به میزان ۲۶ و ۲۰ درصد افزایش داشت. افزایش سطوح نیتروژن، افزایش معنی‌دار کارایی مصرف آب را نشان داد که بیانگر اهمیت ویژه کاربرد ازت در کنار آب جهت ارتقاء میزان عملکرد است. بیشترین و کمترین عملکرد نی و شکر در تیمارهای I_1N_3 و I_3N_1 مشاهده شد. تیمارهای I_1N_1 و I_3N_3 بیشترین و کمترین مقدار کارایی مصرف آب را داشتند. بر اساس نتایج بدست آمده، تیمار آبی I_2 برای کاربرد در کشت و صنعت امیرکبیر توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آبیاری، نیتروژن، عملکرد، کارایی مصرف آب، نیشکر.

ارجاع: بهمنی ا. ۱۳۹۰. مدیریت تنش آبی جهت کاربرد بهینه آب و کود نیتروژنه در اراضی تحت کشت نیشکر. مجله پژوهش آب ایران. ۱۵۳: (۸)۵ - ۱۶۰.

۱- استادیار گروه مهندسی آب دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان.

* نویسنده مسئول: omid_bahmani@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۵/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۲/۲۱

مقدمه

هدف اصلی در کشاورزی افزایش تولید بهینه و پایدار محصول است که با حمایت از توسعه و گسترش همه جانبه به لحاظ کیفی حاصل می‌شود. این مهم مستلزم ارائه راهکارهایی است که به موجب آن بتوان افزایش عملکرد را با کمترین تغییر در محیط زیست به دست آورد. نیشکر گیاه مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری است که ماده تر زیادی تولید می‌کند و جهت این امر نیازمند آب و نیتروژن برای تولید حداکثر محصول است (وایدنفلد، ۱۹۹۵). نیشکر در خوزستان در سطح وسیع کشت می‌شود و هم اکنون بیش از یکصد هزار هکتار از اراضی این منطقه زیر کشت نیشکر است (گزارش سالیانه). ارزیابی نیاز آبی و کودی گیاه نیشکر می‌تواند برای تنظیم و طراحی برنامه‌های آبیاری و مصرف بهینه آب و کود نیتروژنه لازم به‌ویژه برای کشت و صنعت‌های اهواز از اهمیت خاصی برخوردار باشد. یکی از مهم‌ترین عواملی که عملکرد گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد کود نیتروژنه است. مقدار نیتروژن مورد نیاز گیاه، بسته به شرایط نیتروژن و رطوبت خاک متغیر است به‌گونه‌ای که شرایط خشک منجر کاهش مقدار نیتروژن در گیاه می‌شود. کمبود آب و نیتروژن به تنهایی و به‌صورت متقابل، تأثیر منفی در رشد و عملکرد گیاه دارند (راتک و همکاران، ۲۰۰۵).

کارایی مصرف آب یکی از خصوصیات مهم در امر مدیریت آب است که نشان‌دهنده توانایی گیاه در مقابله با تنش آب است (دانیال و اسکات، ۱۹۹۱). روش‌های افزایش کارایی مصرف آب برای تولید عملکرد بهینه در مزارع تحت آبیاری از زمینه‌های اصلی مطالعه اثر متقابل گیاه و محیط در دهه‌های گذشته بوده است. هر عاملی که عملکرد را افزایش دهد، معمولاً کارایی مصرف آب را نیز بهبود می‌بخشد (گارسید و همکاران، ۱۹۹۲).

وایدنفلد (۱۹۹۵) و نیاتی (۱۹۹۶) به این نتیجه رسیدند که تنش آبی به‌طور معنی‌داری بر رشد نیشکر تأثیر می‌گذارد و کمیت و کیفیت محصول را تحت‌الشعاع خود قرار می‌دهد. گاسچو (۱۹۸۵) طی تحقیقی که انجام داد یادآور شد که آب کافی باید در مرحله جوانه‌زنی، برگ دهی و استقرار گیاه در اختیار گیاه قرار گیرد، البته مصرف آب در این مراحل در مقایسه با کل دوره رشد میزان کمی را در برمی‌گیرد. نیاتی

(۱۹۹۶) پیشنهاد داد که جهت به‌دست آوردن حداکثر سود و کارایی آب می‌توان تنش را کمی زودتر از این که سطح پوشش گیاهی کامل شود اعمال کرد. جونز و همکاران، (۱۹۹۰) گزارش دادند زمانی که پوشش گیاهی نیشکر کامل شد پتانسیل تبخیر - تعرق از سطح آن به‌طور تقریبی برابر با میزان تبخیر از تشتک استاندارد کلاس A است.

در مطالعه‌ای که توماس و همکاران (۱۹۷۸) انجام دادند گزارش کردند که افزایش سطوح تنش آبی باعث کاهش محصول به واسطه کاهش در میزان رشد ساقه نیشکر شده است. کراپوف و همکاران (۱۹۹۳) و کاسمن و همکاران (۱۹۹۷) اظهار داشتند که نیتروژن و آب دو عامل اساسی و مهم هستند که سبب محدودیت در به‌دست آوردن حداکثر محصول می‌شوند. کورتایلاک و همکاران (۱۹۹۸) در تحقیقی که بر روی تأثیر کود نیتروژن بر روی نیشکر انجام دادند به این نتیجه رسیدند که وقتی میزان آب آبیاری برای نیشکر در حد مطلوبی باشد، عملکرد نیشکر و موجودی نیتروژن از طریق افزایش بازده کود به‌کار برده شده افزایش می‌یابد و سبب افزایش ظرفیت ذخیره نیتروژن خاک می‌شود. وایدنفلد (۲۰۰۰) در یک مطالعه پنج ساله که برای تعیین اثر تنش آبی در طول دوره رشد نیشکر بر روی رشد، کیفیت و پاسخ به کود نیتروژن انجام شد نشان داد اعمال تنش آبی در زمانی که مجموع تبخیر و تعرق بالا بود سبب کاهش شدید عملکرد نیشکر شد. پاسخ به کود نیتروژن به‌طور مشخص تحت تأثیر رطوبت در هیچ‌کدام از دوره‌های اعمال تنش قرار نگرفت. به‌طور معمول افزایش تنش آبی باعث کاهش تأثیر کود نیتروژن به‌کار رفته بر روی نیشکر می‌شود (اینگرام و هیلتون، ۱۹۸۶؛ پاراشار و همکاران، ۱۹۷۸؛ ردی و همکاران، ۱۹۷۸ و وایدنفلد، ۱۹۹۵). تحقیق وایدنفلد و انسویو (۲۰۰۸) بر روی نیشکر نشان داد که افزایش آب مصرفی باعث افزایش رشد نیشکر شده اما تأثیر معنی‌داری بر عملکرد نیشکر نداشت. این مطالعه نشان داد که نیشکر می‌تواند حداکثر عملکرد نی و شکر را داشته باشد بدون اینکه کاهش رطوبت خاک و اکنش گیاه به‌میزان جذب نیتروژن را کاهش دهد. باس و تانکور (۱۹۷۷) و توماس و همکاران (۱۹۷۸)، رشد نیشکر را بیشتر متأثر از میزان آب سهل‌الوصول خاک تا مقدار کود نیتروژن به‌کار رفته می‌دانند. به‌طور معمول وابستگی نزدیکی بین مقدار محصول

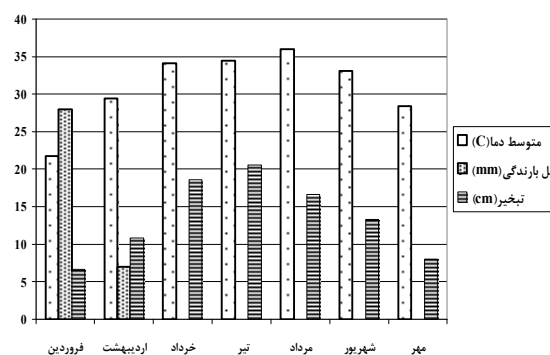
روش‌های اعمال تنش آبی می‌تواند به صورت تغییرات در دور و یا حجم آب آبیاری نسبت به آبیاری کامل باشد. در این مطالعه دور آبیاری ثابت و از تغییرات در میزان حجم آب استفاده شده است. سه تیمار آبی در نظر گرفته شد که تیمار اول، آبیاری کامل (I_1) و برحسب تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A تعیین شد، به این ترتیب که دور آبیاری، دور معمول در منطقه بود و میزان نیاز آبی با توجه به میزان تبخیر تجمعی در هر دور و سپس اعمال ضریب 0.66 برای تشتک تعیین شد، تیمارهای بعدی (I_2) ۸۵ و (I_3) ۷۰ درصد این مقدار جهت آبیاری انتخاب شد. آبیاری مزارع به صورت سطحی صورت گرفت و آب مورد نیاز گیاه با هیدروفلوم به مزارع آزمایشی انتقال یافت. برای اندازه‌گیری میزان جریان ورودی و خروجی در قطعه آزمایشی، در ابتدا و انتهای هر جویچه آزمایشی، فلوم WSC تیپ ۲ نصب شد.

کود نیتروژنه اوره بود که به صورت محلول و همراه با آب آبیاری و در دو مرحله به زمین داده شد که مرحله اول آن در ۳۱ اردیبهشت ماه و مرحله بعدی در اول تیرماه بود. تیمار اول مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار (N_1)، تیمار دوم به میزان ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار (N_2) و برای تیمار سوم ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار (N_3) تعیین شد که تیمار سوم میزان کود کاربردی در منطقه بود. اولین کوددهی با مقادیر ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و دومین کوددهی با مقادیر ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار در تیمارهای N_1 ، N_2 و N_3 صورت گرفت. جهت تعیین طرح آزمایشی به این صورت عمل شد که تیمارهای آبیاری به عنوان تیمار اصلی و سطوح کود ازته به عنوان تیمارهای فرعی در نظر گرفته شدند و برای هر تیمار ۳ تکرار لحاظ شد. نوع طرح آزمایشی کرت‌های خرد شده^۱ و در قالب بلوک‌های کامل تصادفی انجام گرفت. ۲۷ کرت برای انجام این تحقیق مورد استفاده قرار گرفت که طول هر کرت ۵۰ متر و عرض نیز ۹/۱۵ متر انتخاب شد. فاصله پشته‌ها ۱/۸۳ متر و عمق آن‌ها حدود ۳۰ سانتی‌متر بود. به منظور حذف اثرات ناشی از نفوذ آب و ازت از تیمارهای مختلف روی یکدیگر، دو جویچه مجاور بین دو کرت به عنوان اثرات حاشیه‌ای در نظر گرفته شدند. اعمال تنش آبی بعد از کوددهی اولیه صورت گرفت و در این مرحله گیاه نیشکر به صورت چند برگه درآمده بود.

و میزان نیتروژن به کار رفته و همچنین بین مقدار محصول و نیتروژن و آب آبیاری یافت شده است (نوا و لومیس، ۱۹۸۱؛ سینکلر و هویل، ۱۹۸۹؛ موجو و همکاران، ۱۹۹۰؛ زند پارسا و سپاسخواه، ۲۰۰۱؛ پیرمردیان و همکاران، ۲۰۰۴). با توجه به تأثیر نیترات خاک در آلودگی محیط زیست و کاهش کارایی مصرف کود نیتروژن، مصرف صحیح این کود در شرایط رطوبتی مختلف برای به حداکثر رسانیدن کارایی مصرف آب و حداقل نمودن آبهویی آن از اهمیت بسزایی برخوردار است. هدف از این تحقیق بررسی و مطالعه اثرات سطوح مختلف آبیاری و کود نیتروژنه بر عملکرد نیشکر و توابع عملکرد آن و تعیین سطح بهینه آب آبیاری در زمین‌های نیشکر کشت و صنعت امیرکبیر خوزستان بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه آموزشی مرکز تحقیقات کشت و صنعت امیرکبیر و در سال ۱۳۸۶ صورت گرفت. این منطقه در ۴۵ کیلومتری جنوب اهواز و غرب رودخانه کارون، واقع در طول جغرافیائی $48^{\circ} 12'$ تا $48^{\circ} 30'$ و عرض جغرافیائی $31^{\circ} 15'$ تا $31^{\circ} 40'$ انجام گرفت. این زمین‌ها دارای سیستم زهکشی زیرزمینی بوده و زهکش‌ها در عمق حدود ۲ متری خاک قرار دارند. این پژوهش بر روی نیشکر واریته CP57-614 و راتون ۳ گیاه نیشکر صورت گرفت. نمونه‌گیری از خاک منطقه نشان داد که به‌طور متوسط بافت خاک به‌صورت لومی رسی است. داده‌های هواشناسی مورد نیاز شامل بارندگی، تبخیر - تعرق مرجع و دمای هوا از ایستگاه نزدیک محل تحقیق تهیه شد که در شکل ۱ مشاهده می‌شود.



شکل ۱- داده‌های هواشناسی در طول دوره رشد نیشکر

عملکرد نی و ارتفاع ساقه صفاتی بودند که به طور مستقیم در مزرعه اندازه گیری شدند. بعد از استحصال شربت از نی و قرائت خصوصیات کیفی آن توسط دستگاه های ساکاریمتر و پلاریمتر و در نهایت تعیین درصد شکر سفید، میزان عملکرد شکر و کارایی مصرف آب شکر محاسبه شد. کارایی مصرف آب با توجه به عملکرد شکر به میزان آب مصرفی در تیمارهای مختلف محاسبه شد. تجزیه و تحلیل آماری داده ها با نرم افزار SAS صورت پذیرفت و برای مقایسه میانگین ها از آزمون دانکن استفاده شد. برای تعیین فاکتور حساسیت نیشکر به خشکی از مدل پیشنهادی FAO 33 استفاده شد:

$$1 - \left(\frac{Y}{Y_{\max}} \right) = K_y \left(1 - \frac{ET}{ET_{\max}} \right) \quad (1)$$

که در آن: ET تبخیر - تعرق واقعی گیاه (میلی متر)، ETmax تبخیر - تعرق پتانسیل گیاه (میلی متر)، Y مقدار عملکرد واقعی (تن در هکتار)، Ymax حداکثر عملکرد (تن در هکتار) و Ky فاکتور حساسیت محصول است.

جدول ۱- مقایسه میانگین تیمارهای آبیاری در اجزاء عملکرد نیشکر

میانگین صفات					
تیمارها	عملکرد نی (ton/ha)	عملکرد شکر (ton/ha)	ارتفاع ساقه (cm)	درجه خلوص شکر (%)	کارایی مصرف آب (kg sugar/m ³)
I1	۸۸/۴۱A	۱۲/۴۱a	۱۶۳/۶۳a	۱۴/۰۳a	۰/۶۳a
I2	۸۴/۰۹ab	۱۱/۸۵ab	۱۵۶/۷۴a	۱۴/۰۸a	۰/۶۹a
I3	۷۲/۴۹B	۱۰/۲۷b	۱۵۱/۸۰a	۱۴/۱۴a	۰/۷۱ a
N1	۷۲/۱۴B	۱۰/۰۶۳b	۱۴۸/۹۳b	۱۳/۹۷a	۰/۵۹b
N2	۸۱/۸۷ab	۱۱/۵۴۱ab	۱۵۸/۳۷ab	۱۴/۱۰a	۰/۶۸ab
N3	۹۱/۰۶A	۱۲/۹۰۷a	۱۶۴/۸۸a	۱۴/۱۸a	۰/۷۶a

در هر ستون در تیمارهای آبیاری و نیتروژن میانگین های با حروف مشابه براساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد اختلاف معنی داری ندارند

I₁ و I₂ اختلاف معنی داری در صفات اندازه گیری شده وجود نداشت که نشان می دهد تیمارهای I₁ و I₂ سطوح بهینه برای آبیاری هستند. به ازای کاهش ۱۵ درصدی میزان آب، کاهش عملکرد نی و شکر به ترتیب ۵ و ۴/۵ درصد نسبت به تیمار I₁ بود و به نظر می آید اقتصادی است که از تیمار I₂ جهت آبیاری استفاده شود. به ازای کاربرد تیمار I₃ نسبت به I₁، عملکرد نی و شکر به ترتیب ۱۸ و ۱۷ درصد کاهش یافتند. در این مطالعه اختلاف بین سطوح مختلف ازت برای عملکرد نی و شکر معنی دار بود و حداکثر عملکرد با مصرف

اثر تنش آبی بر عملکرد شکر و نی در تیمار I₁ و I₃ معنی دار بود و کاهش میزان آب مورد نیاز به میزان ۳۰ درصد سبب کاهش در میزان بازده این صفات شد.

میلفورد و همکاران (۱۹۸۵) علت اختلاف عملکرد بین تیمارهای آبی را به کاهش پتانسیل فشاری و هدایت روزنه ای در حالت تنش آبی نسبت دادند که این امر سبب کاهش عملکرد به علت انبساط کمتر سلولی می شود. ارتفاع ساقه و درصد خلوص شکر تغییر محسوس و معنی داری را تحت تنش آبی از خود نشان ندادند. بین سطوح تیمارهای

عملکرد نی و شکر به‌ازای کاربرد تیمار N_2 نسبت به N_3 ، ۱۰ و ۱۱ درصد و به‌ازای کاربرد تیمار N_1 نسبت به N_3 ، ۲۱ و ۲۲ درصد کاهش یافتند.

همان‌طور که در جدول ۲ ملاحظه می‌شود در تمامی صفات و در کلیه سطوح تنش آبی با افزایش میزان ازت کاربردی یک روند صعودی و رو به رشد به وقوع پیوسته است و این ناشی از تأثیر ازت در رشد رویشی گیاه و در نتیجه افزایش کمی عملکرد صفات تحت بررسی است.

۳۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار به‌دست آمد. اختلاف معنی‌داری بین تیمار N_1 و N_3 برای کلیه اجزا عملکرد به‌جز درصد خلوص شکر وجود داشت که نشان داد تغییرات در میزان کود نیتروژن تأثیری بر شاخص کیفی درجه خلوص شکر نداشته و نیتروژن نهایتاً در رشد رویشی و بالطبع افزایش کمی شاخص‌های اجزاء عملکرد نقش به‌سزایی ایفا کرده است و این افزایش در کارایی مصرف آب نیز به‌طور معنی‌داری تأثیر خود را نشان داده است (جدول ۱). میزان

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای آبیاری و ازت بر اجزاء عملکرد

میانگین صفات					
تیمارها	عملکرد نی (ton/ha)	عملکرد شکر (ton/ha)	ارتفاع نی (cm)	درجه خلوص شکر (%)	کارایی مصرف آب (kg sugar/m ³)
I_1N_1	۸۴/۲۵ab	۱۱/۴۳Abc	۱۶۱/۱۳ ab	۱۳/۵۷b	۰/۵۸b
I_1N_2	۸۶/۴۴ab	۱۲/۱۹ab	۱۶۴/۷۷ ab	۱۴/۱۰ab	۰/۶۱b
I_1N_3	۹۴/۵۳a	۱۳/۶۱a	۱۶۵/۰۰ ab	۱۴/۴۱a	۰/۶۹ ab
I_2N_1	۷۲/۵۸bc	۱۰/۲۱bc	۱۴۷/۹۳ ab	۱۴/۰۲ab	۰/۵۹b
I_2N_2	۸۴/۷۷ab	۱۲/۰۶ab	۱۵۱/۴۳ ab	۱۴/۲۱ab	۰/۷۰ ab
I_2N_3	۹۴/۹۲a	۱۳/۲۹ab	۱۷۰/۸۷a	۱۴/۰۱ab	۰/۷۷ ab
I_3N_1	۵۹/۶۰c	۸/۵۵c	۱۳۷/۷۳B	۱۴/۳۲a	۰/۵۹b
I_3N_2	۷۴/۱۳bc	۱۰/۳۷Abc	۱۵۸/۹۰ ab	۱۳/۹۸ab	۰/۷۲ ab
I_3N_3	۸۳/۷۳ab	۱۱/۸۲ab	۱۵۸/۷۷ ab	۱۴/۱۱ab	۰/۸۲a

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه براساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

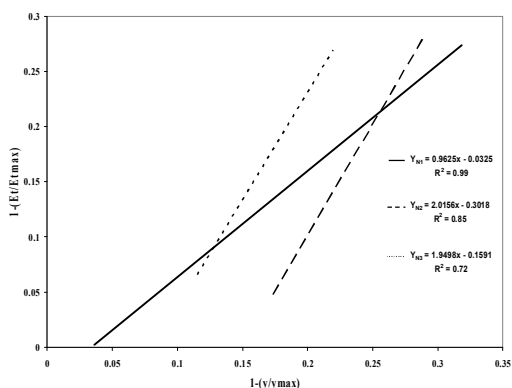
مصرف آب کمک کند. این یافته تأییدی بر مطالعات پژوهشگرانی است که نشان دادند با افزایش کود نیتروژن کارایی مصرف آب بیشتر می‌شود (یوهارت و آندالد، ۱۹۹۵). افزایش کارایی مصرف آب در نتیجه اعمال تنش خشکی را می‌توان به دلایل متعددی از جمله تلفات آب در تیمارهای آبیاری کامل دانست (اتاگل و همکاران، ۱۹۹۵).

علت افزایش کارایی مصرف آب در شرایط خشک‌تر شاید به این دلیل باشد که در صورت کمبود آب، روزه‌ها مقداری بسته‌تر می‌شوند. بسته شدن روزه بر روی خروج آب از گیاه به اتمسفر و ورود گاز دی‌اکسیدکربن و تجمع ماده خشک تأثیر دارد ولی تأثیر آن به یک نسبت نبوده و خروج آب از گیاه بیشتر تحت تأثیر قرار می‌گیرد. این امر سبب می‌شود که مخرج کسر رابطه کارایی مصرف آب بیش از صورت آن

با توجه به جدول ۲ ملاحظه شد که بیشترین عملکرد نی و شکر به‌ترتیب در تیمارهای I_2N_3 و I_1N_3 و کمترین آن در تیمار I_3N_1 اتفاق افتاده است. I_3N_1 کمترین میزان ارتفاع نی را از خود نشان داد و چون این تیمار کمترین مقدار ازت و آب را دارد در نتیجه در کاهش رشد این صفات اثر معنی‌داری ایجاد کرد. مشاهده می‌شود که تیمارهای تنش آبی و سطوح ازت به‌طور همزمان کارایی مصرف آب را نسبت به تیمار آبیاری کامل افزایش داده‌اند. بیشترین مقدار میانگین کارایی مصرف آب ۰/۸۱۷ کیلوگرم شکر بر متر مکعب بود که در تیمار I_3N_3 دیده شد. در یک سطح تنش برابر در تیمار I_3 مشاهده می‌شود که با افزایش میزان کود نیتروژنه از ۱۵۰ به ۳۵۰ کیلوگرم، ۲۷/۷٪ به‌میزان کارایی مصرف آب اضافه شده است، بنابراین در شرایط تنش رطوبتی مصرف کود نیتروژن می‌تواند به افزایش کارایی

حاصل شده است. همچنین دیده می‌شود که در مقادیر کم تبخیر - تعرق کارایی مصرف ازت بر عملکرد به نحو معنی‌داری کاهش یافته است که می‌تواند ناشی از تأثیر تنش آبی بر توانایی جذب ازت توسط گیاه باشد. مطالعات صورت گرفته توسط کراپوف و همکاران (۱۹۹۳) و کاسمن و همکاران (۱۹۹۷) نیز در این راستا بوده که بیان داشتند اثر متقابل دو تیمار آب و ازت سبب محدودیت و یا افزایش عملکرد صفات وابسته خواهد شد.

در شکل ۳ با توجه به شیب‌های حاصله از ارتباط بین $1-(Y/Y_{max})$ و $1-(ET/ET_{max})$ برای سطوح مختلف نیتروژن میزان K_y محاسبه شد که برای تیمارهای N_1 ، N_2 و N_3 مقادیر K_y به ترتیب ۰/۹۶۳، ۲/۰۲ و ۱/۹۵ به دست آمد و بیانگر این مطلب است با افزایش مقدار نیتروژن K_y بیشتر می‌شود و سپس تقریباً ثابت می‌ماند، درواقع با افزایش سطح ازت مقاومت به خشکی کاهش می‌یابد که می‌تواند ناشی از تنش اسمزی حاصل از نیترات اضافی تلقی شود. فریرا و همکاران (۲۰۰۷) ضریب K_y را برای سبب زمینی تحت سطوح مختلف نیتروژن در منطقه گرم و خشک به دست آوردند و مشاهده کردند که این ضریب به‌ازای افزایش نیتروژن تا حد خاصی افزایش یافته و سپس این روند متوقف شده و ضریب حد مشخصی پیدا می‌کند، آن‌ها با تکرار این تحقیق دریافتند که رابطه خاصی بین ضریب K_y و سطوح نیتروژن وجود ندارد.



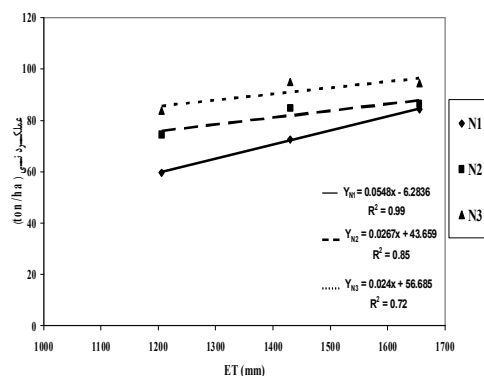
شکل ۳- رابطه بین $1-(ET/ET_{max})$ و $1-(Y/Y_{max})$ برای محاسبه K_y

کاهش یافته و در نتیجه مقدار کارایی مصرف آب افزایش می‌یابد.

معمولاً کارایی مصرف آب در سطوح کمتر رطوبت خاک بالاتر است. مشاهده شده است زمانی که حاصلخیزی خاک محدود کننده نیست با افزایش تأمین آب کارایی مصرف آب افزایش می‌یابد در مقابل در شرایطی که مصرف کود کم است با افزایش تأمین آب، کارایی مصرف آب کاهش پیدا می‌کند (کوچکی و سلطانی، ۱۳۷۷).

همبستگی بین عملکرد شکر، ارتفاع ساقه و عملکرد نی با کارایی مصرف آب معنی‌دار شده است و به عبارتی می‌توان گفت توجه به این صفات مناسب‌ترین گزینه جهت افزایش کارایی مصرف آب شکر است و در واقع برهم کنش متعادل میزان آب آبیاری و نیتروژن و تأثیر آن بر اجزای عملکرد می‌تواند راهکاری در افزایش کارایی مصرف آب تلقی شود. این نتیجه با نتایج حاصل از مطالعات کورتایلاک و همکاران (۱۹۹۸) که مطلوب بودن میزان آب را عامل اصلی بازدهی نیتروژن بیان کردند یکسان است.

شکل ۲ تغییرات عملکرد نیشکر در مقابل تبخیر- تعرق واقعی نشان را می‌دهد، توابع رگرسیونی خطی نشان می‌دهند که همبستگی بالایی بین دو متغیر عملکرد و تبخیر - تعرق به‌ازای تمام سطوح نیتروژن وجود دارد.



شکل ۲- تابع عملکرد برای مقادیر مختلف N با توجه به مقادیر تبخیر - تعرق

از شکل ۲ این طور استنباط می‌شود که با افزایش مقدار نیتروژن جابه‌جایی در نمودار عملکرد به سمت بالاتر بین تیمارهای N_1 و N_3 نسبتاً محسوس‌تر است و درواقع به‌ازای افزایش میزان تبخیر - تعرق و سطح ازت عملکرد بیشتری

نتیجه‌گیری

بنابراین توصیه می‌شود به‌منظور استفاده بهینه از منابع آب و کود از ته و مدیریت مصرف آن‌ها، میزان کود و آب مصرفی در سطح متعادل و با توجه به نیاز مورد استفاده قرار گیرد. استفاده از یک برنامه آبیاری مناسب با توجه به میزان نیاز گیاه و کاربرد سطوح بهینه کود از ته طبق نتایجی که از این تحقیق حاصل شده است می‌تواند راهکار مناسبی برای کاهش شستشوی نیترات و مصرف بهینه‌تر آن شود.

سپاس‌گزاری

از مدیران و کارشناسان محترم مرکز تحقیقات و توسعه نیشکر واحد امیرکبیر اهواز که در این تحقیق ما را یاری و مساعدت نمودند بسیار سپاس‌گزاریم.

منابع

- ۱- گزارش سالیانه مرکز تحقیقات نیشکر. ۱۳۸۳. شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی. اهواز. ایران.
- ۲- کوچکی ع. و سلطانی ا. ۱۳۷۷. اصول و عملیات کشاورزی در مناطق خشک. انتشارات نشر آموزش دانشگاهی.
- 3- Bose P.K. and Thakur K. 1977. Critical time of irrigation and nitrogen fertilization under deficit conditional Review of work done at Sugarcane Research Institute, Pusa. Indian Sugar 26: 809-811.
- 4- Cassman K. G. Peng S. and Doberman A. 1997. Nutritional physiology of the rice plant and productivity decline of irrigated rice systems in the tropics. Soil Sc. and Plant Nutrition, 43: 1111-1116.
- 5- Courtaillac N. Baran R. Oliver R. Casabianca H. and Ganry F. 1998. Efficiency of nitrogen fertilizer in the sugarcane-vertical system in Guadeloupe according to growth and ratoon age of the cane. Agro. J, 52: 9-17.
- 6- Daniels M. B. and Scott H. D. 1991. Water use efficiency of double cropped wheat and soybean. Agro. J. 83: 564-570.
- 7- Ferreira T.C. and Goncalves D.A. 2007. Crop-yield water use production function of potatoes (*Solanum tuberosum*, L.) grown under differential nitrogen and irrigation treatments in a hot, dry climate. Agri. Water Manag. 90(1-2): 45-55.
- 8- Gascho G.J. 1985. Water sugarcane relationships. Sugar J. 48(6): 11-17.
- 9- Garside A. L. Lawn R. J. Muchow R. C. and Byth D. E. 1992. Irrigation management of

کاهش معنی‌دار عملکرد نی و شکر در تیمار I₃ نسبت به I₁ می‌تواند به این دلیل باشد که تنش آبی در زمانی اتفاق افتاد که مجموع تبخیر و تعرق بالا بود و در نتیجه میزان کاهش عملکرد شدید بود، بنابراین می‌توان گفت سطح I₃ برای آبیاری مناسب نیست و نمی‌تواند نیاز آبی گیاه را برآورده کند. این نتایج با یافته‌های حاصل از تحقیقات وایدنفلد (۲۰۰۰) یکسان است. کاهش سطح آب موردنیاز باعث افزایش کارایی مصرف آب شد ولی این تأثیر معنی‌دار نبود و می‌توان این‌طور استنباط کرد، که تنش آبی به‌میزان معنی‌داری بر کاهش عملکرد محصول تأثیر داشت اما علی‌رغم کاهش سطح آب و افزایش درجه خلوص شکر، کارایی مصرف آب شکر روند معنی‌داری به‌همراه نداشت.

برخلاف نتایج وایدنفلد (۲۰۰۰) که نشان داد پاسخ گیاه به جذب کود نیتروژن به‌طور مشخص تحت تأثیر رطوبت در هیچ‌کدام از دوره‌های تنش قرار نگرفته است در این مطالعه مشاهده شد که مقدار رطوبت تأثیر محسوسی بر کاهش اثر کود از ته بر شاخص‌های عملکرد داشت و یکی از اثرات تنش آبی بر میزان عملکرد، کاهش میزان کاربرد کود از ته در مراحل رشد بود. مطالعات مختلف (اینگرام و هیلتون، ۱۹۸۶، وایدنفلد، ۱۹۹۵) نشان داده است که تنش آبی سبب کاهش میزان جذب نیتروژن خواهد شد که با نتایج حاصله از این پژوهش هم‌خوانی دارد.

نکته حائز اهمیت در این مطالعه این بود که با توجه به آنالیزهای صورت گرفته در هیچ کدام از صفات بین تیمارهای آبیاری I₁ و I₂ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد و همچنین با افزایش نیتروژن مصرفی از ۲۵۰ به ۳۵۰ کیلوگرم، اختلاف معنی‌داری میان صفات اندازه‌گیری شده مشاهده نشد که می‌تواند نشان‌دهنده عدم کارایی گیاه در استفاده از این میزان نیتروژن اضافی و یا خارج شدن آن از دسترس گیاه در اثر آبشویی باشد.

نتایج نشان داد می‌توان تیمار دوم آب آبیاری (I₂) را برای استفاده کاربردی در اراضی نیشکر خوزستان پیشنهاد کرد و از میزان آب صرفه‌جویی شده برای زیر کشت بردن اراضی بیشتر استفاده کرد و از شستشوی کودهای از ته جلوگیری کرد که سبب استفاده بهینه‌تر از آن‌ها خواهد شد.

- 19- Pirmoradian N. Sepaskhah A.R. and Maftoun M. 2004. Deficit irrigation and nitrogen effects on N-use efficiency and grain protein of rice. *Agro. J.*, 24(9-11): 143-153.
- 20- Rathke G. W. Christen O. and Diepenbrok W. 2005. Effect of nitrogen source and rate on productivity and quality of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) grown in different crop rotations. *Field Crops Res.* 94 (2 and 3): 103-113.
- 21- Reddy M.R. Reddy S.C. Venkatachari A. and Kulkarny H.L. 1978. Studies on the effect of nitrogen and moisture regimes on yield and quality of sugarcane. *Proc. 42nd Annual Convention of the Sugar Technologist's Assoc. of India.* 99-121.
- 22- Sinclair T. R. and Hoire T. 1989. Leaf nitrogen, photosynthesis, and crop radiation use efficiency: a review. *Crop Science*, 29: 90-98.
- 23- Thomas J.R. Salinas F.G. and Namken L.N. 1978. Growth and yield of sugarcane as affected by row spacing and Irrigation regime. *Proc. Am. Soc. Sugar Cane Techno.* 7: 129-135.
- 24- Uhart S. A. and Andralde F.H. 1995. Nitrogen deficiency of the maize endosperm and embryo during drought. *Crop science* 34: 76-83.
- 25- Wiedenfeld R.P. 1995. Effects of irrigation and N fertilizer application on sugarcane yield and quality. *Field Crops Res.* 43: 101-108.
- 26- Wiedenfeld R.P. 2000. Water stress during different sugarcane growth periods on yield and response to N fertilization. *Agricultural Water Management* 43: 173-182.
- 27- Wiedenfeld B. and Enciso J. 2008. Sugarcane responses to irrigation and nitrogen in semiarid south Texas Bob. *Agro. J.* 100:665-671.
- 28- Zand-Parsa Sh. and Sepaskhah A. R. 2001. Optimal applied water and nitrogen for corn. *Agri. Water Manag.* 52: 73-85.
- soybean in a semi-arid tropical environment .II. Effect of irrigation frequency on soil and plant water status and crop water use. *Aust. J. Agric. Res.* 43: 1019-1032.
- 10- Ingram K.T. Hilton H.W. 1986. Nitrogen-potassium fertilization and soil moisture effects on growth and Development of drip-irrigated sugarcane. *Crop Sci.* 26: 1034-1039.
- 11- Jones C.A. Santo L.T. Kingston G. and Gascho G.J. 1990. Sugarcane In: *Irrigation of Agricultural Crops. Agronomy Monograph No. 30. ASSA-CSSA-SSSA. Madison, WI.*
- 12- Kropff M. J. Cassman K. G. van Laar H. and Peng S. 1993. Nitrogen and yield potential of irrigated rice. *Plant and Soil*, 156: 391-394.
- 13- Milford G.F.J. Pocock T.O. and Riley J. 1985. An analysis of leaf growth in sugarbeet. II: Leaf appearance in field crop. *Annals of applied Biology*, 106: 163-172.
- 14- Muchow R. C. Sinclair T. R. and Bennett J. M. 1990. Temperature and solar radiation effects on potential maize yield across locations. *Agro. J.*, 82: 338-343.
- 15- Novoa R. and Loomis R. S. 1981. Nitrogen and plant production. *Plant and Soil*, 58: 177-204.
- 16- Nyati C.T. 1996. Effect of irrigation regime on cane and sugar yields of variety NCo376 in the south-eastlowveld of Zimbabwe. *Proc. South African Sugar Technologists Assn.* 70: 59-62.
- 17- Otegul. M. E. Anderson F. H. and Suero E. E. 1995. Growth, water and kernel abortion of maize subjected to drought at silking field. *Crop research*, 40: 87-94.
- 18- Parashar K.S. Saraf C.S. and Sharma R.P. 1978. Studies on the effect of soil-moisture regimes fertilizer levels on spring planted sugar cane grown pure and inter-cropped with Moong. *Indian Sugar* 28: 253-261.