

## برهمکنش تنش آبی و کودهای محتوی روی، منگنز و بور بر عملکرد و کارایی مصرف آب چغندر قند

نیازعلی ابراهیمی پاک<sup>1\*</sup> و مهرزاد مستشاری

استادیار پژوهشی موسسه بخش آبیاری و فیزیک خاک موسسه تحقیقات خاک و آب؛

nebrahimipak@yahoo.com

استادیار پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی قزوین؛

mm\_mohasses@yahoo.com

### چکیده

این تحقیق با هدف بررسی اثر تنش آبی و مقادیر مختلف کودهای روی، منگنز و بور بر اجزاء عملکرد و کارایی مصرف آب چغندر قند به صورت فاکتوریل در قالب بلوکهای کامل تصادفی با دو فاکتور دور آبیاری و سطوح مختلف کودی در سه تکرار به مدت سه سال در قزوین اجرا گردید. فاکتور دور آبیاری در چهار سطح شامل 6، 9، 12 و 15 روز ( تیمارهای  $E_1$  تا  $E_4$ ) و فاکتور سطوح کودی در 3 سطح شامل مصرف کود بر اساس آزمون خاک (30 کیلوگرم در هکتار اسید بوریك، 40 کیلوگرم در هکتار سولفات روی و 30 کیلوگرم در هکتار سولفات منگنز)، 30 درصد کمتر از توصیه کودی (21 کیلوگرم در هکتار اسید بوریك، 28 کیلوگرم در هکتار سولفات روی و 21 کیلوگرم در هکتار سولفات منگنز)، 30 درصد بیشتر از توصیه کودی (39 کیلوگرم در هکتار اسید بوریك، 52 کیلوگرم سولفات روی و 39 کیلوگرم در هکتار سولفات منگنز) به ترتیب تیمارهای  $F_1, F_2, F_3$  بود. نتایج تحلیل آماری عملکرد ریشه چغندر قند نشان داد که بین سطوح آبیاری و سطوح مصرف کودهای روی، منگنز و بور در سطح 5 درصد اختلاف معنی داری وجود دارد و عملکرد ریشه در سطح آبیاری 6 روزه و 30 درصد بیشتر از توصیه شده با مقدار 64696 کیلوگرم در هکتار بیشترین و در سطح آبیاری 15 روزه و 30 درصد بیشتر از توصیه با مقدار 41736 کیلوگرم کمترین مقدار را داشتند. میانگین عملکرد ریشه در سطح 30 درصد کمتر از توصیه کودی نسبت به سطوح دیگر بیشتر شد. لیکن میزان درصد شکر در سطح توصیه کودی بیشتر بود. در شرایط آبیاری با دور 6 روزه، با افزایش مصرف کود، عملکرد ریشه افزایش یافت بر اساس نتایج این تحقیق، چنانچه شرایط تنش آبی اتفاق بیافتد، لازم استاز مصرف کود بیشتر از توصیه شده، خودداری کرد. مقدار آب مصرفی در سطوح آبیاری 6، 9، 12 و 15 روزه به ترتیب برابر با 6677، 8104، 9659 و 5398 متر مکعب در هکتار بود. بیشترین کارایی مصرف آب آبیاری در دور آبیاری 15 روزه در سطح کودی 30 درصد کمتر از توصیه، مقدار توصیه و 30 درصد بیشتر از توصیه شده، به ترتیب با 8/39، 8/38 و 7/73 کیلوگرم ریشه چغندر قند بر متر مکعب آب، به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: کم آبی، اجزای عملکرد، عناصر کم مصرف، دور آبیاری

1. آدرس نویسنده مسؤول: کرج، میدان استاندارد، جاده مشکین دشت، بلوار امام خمینی (ره)، بعد از رزکان نو، مؤسسه تحقیقات خاک و آب

\* دریافت: خرداد، 1391 و پذیرش: شهریور، 1391

## مقدمه

چغندر قند (*Beta Vulgaris L.*) در تولید شکر از اهمیت زیادی برخوردار است. این گیاه جهت رشد و نمو به آب زیادی نیاز دارد و از نظر کود پذیری، جزء گیاهان پرتوقع است. در زراعت چغندر قند هدف‌هایی مانند حداکثر عملکرد ریشه، شکر تولیدی، و درآمد ارتباط مستقیمی با مقدار مصرف آب و کود دارد. (18 و 19). نیاز آبی زراعت چغندر قند تابع شرایط آب و هوایی، مدیریت آبیاری و طول دوره رشد هم چنین تراکم، ژنوتیپ و میزان کود مصرفی است (22 و 9).

نیاز آبی این گیاه در مناطق مختلف جهان بین 350 تا 1150 میلی متر گزارش شد (1) و در شرایط آب و هوایی ایران نیز این مقدار متغیر و در طول دوره رشد 150 روزه بین 850 تا 2100 میلی متر گزارش شده است (1، 2، 3، 4، 5، 6، 7، 8، 10، 9 و 18). تحمل نسبی چغندر قند به تنش خشکی، یکی از خصوصیات مهم برای اکثر مناطق خشک و نیمه خشک است (30) و به دلیل اینکه چغندر قند یک گیاه متحمل به خشکی است می‌توان با کم آبیاری هدفمند، عملکرد اقتصادی خوبی تولید کرد (37). نتایج آزمایش‌های میرزایی و همکاران (15)، کارتر و همکاران (21) و ویتر (37) نشان داد که تاثیر تنش آبی بستگی به زمان و شدت آن دارد. جنسن و همکاران (28) و لوساویو و همکاران (29) گزارش کردند که چغندر قند در 70 درصد رطوبت قابل استفاده خاک به خوبی رشد کرده و تنش رطوبتی مرحله اولیه رشد گیاه باعث کاهش محصول می‌شود. نتایج آزمایش فالر (24) نشان داد که چغندر قند در ابتدای مرحله جوانه زنی به تنش آبی حساس است.

جنسن و همکاران (28) و لوساویو (29) گزارش کردند که بر اثر تنش رطوبتی در آخر دوره رشد گیاه نه تنها عملکرد ریشه کاهش نمی‌یابد بلکه باعث افزایش درصد شکر نیز می‌گردد.

نتایج آزمایش رئیسی و همکاران (7) مویید این نکته است که با کاهش آب آبیاری در مراحل آخر رشد گیاه، عیار و عملکرد شکر خالص افزایش می‌یابد.

جلینی و همکاران (3) در آزمایشی با بکار بردن سه سطح آب آبیاری شامل بدون تنش آبی، تنش آبی ابتدایی (اول فصل) و تنش آبی مداوم و مقادیر مختلف کود ازت در چهار سطح، شاهد (بدون کود)، 50، 100 و 150 کیلوگرم ازت خالص در هکتار نتیجه گرفتند که بین سطوح آبیاری و ازت از نظر آماری اختلاف معنی داری وجود دارد و سطح تنش آبی مداوم با بیشترین کارایی 0/863 کیلوگرم شکر به ازای یک مترمکعب آب را داشت و بعد از آن سطوح تنش آبی ابتدایی و بدون تنش آبی به ترتیب با کارایی 0/675 و 0/544 کیلوگرم بر مترمکعب گزارش شدند.

کریمی (12)، با بکار بردن چهار سطح آب آبیاری 40، 80، 120، و 160 درصد تبخیر از سطح تشت تبخیر و مقادیر مختلف کود نیتروژن در چهار سطح شامل شاهد، 90، 180 و 270 کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع اوره، نتیجه گرفت که در شرایط کم آبیاری عملکرد کاهش یافت لیکن با افزایش نیتروژن عملکرد ریشه، شکر و ماده خشک کل افزایش نشان داد. Allen و همکاران (17) نشان دادند که افزایش دور آبیاری از یک هفته به دو تا سه هفته و تنش آبی در طول فصل رشد و همچنین قطع آبیاری از حدود 45 روز قبل از برداشت موجب افزایش درصد قند شد بدون اینکه در عملکرد ریشه کاهش روی دهد.

Vomucka and Pospisilvoa (35) اثر تنش آب با مقادیر تنش کم، متوسط و زیاد بر روی خصوصیات فیزیولوژیکی چغندر قند را بررسی کرده و نتیجه گرفتند که کارایی مصرف آب در گیاهان تحت تنش کم، بیشتر از 80 درصد و در تنش متوسط بین 65 تا 80 درصد و در تنش زیاد کمتر از 65 درصد بود. Ucan and Gencoglan (35) با در نظر گرفتن شش سطح آبیاری 1 تا 6 به ترتیب با مقادیر آب مصرفی 1331، 1241، 1108، 892، 668 و 429 میلی متر، اثرات کمبود آب، را بر میزان شکر، عملکرد شکر و عملکرد ریشه چغندر قند بررسی کردند. نتایج نشان داد در سطح 1 که میزان آب بیشتری دریافت کرده،

افزایش عملکرد ریشه و درصد شکر شد. نتایج آزمایش Szukalski (33) نشان داد که با به کار بردن مقدار 0/8 کیلوگرم بور، 5 کیلوگرم منگنز، 2 کیلوگرم مس، یک کیلوگرم روی و 0/4 کیلوگرم منیزیم در هر هکتار با آبیاری کامل افزایش 17 تا 35 درصد ریشه چغندر قند حاصل گردید. نتایج آزمایش گالوانیا وهمکاران (26) نشان داد که با به کار بردن مقدار 130 کیلوگرم ازت، 130 کیلوگرم فسفات و 130 کیلوگرم پتاسیم در هر هکتار به همراه 17/5 میلی گرم در کیلوگرم منگنز، 1/85 میلی گرم در کیلوگرم روی، 3/64 میلی گرم در کیلوگرم مس و 0/86 میلی گرم در کیلوگرم بور با آبیاری کامل مخصوصا مصرف توام بور، منگنز و روی در عملکرد چغندر قند و افزایش شکر تاثیر زیادی داشت.

نظر به اینکه چغندر قند در سطح وسیعی از نقاط مستعد کشور کشت می شود و از طرفی بسیاری از کشاورزان از کاربرد کود های روی، منگنز و روی و تاثیر آن در شرایط آبیاری کامل و تنش آبی، بر روند تغییرات مؤلفه های عملکرد ریشه، درصد شکر، شکر و عناصر موجود در ریشه اطلاع کافی ندارند لذا هدف از این پژوهش بررسی تاثیر تنش آبی و مقادیر مختلف عناصر روی، منگنز و بور بر اجزای عملکرد و کارایی مصرف آب چغندر قند بود.

### مواد و روش ها

این پژوهش در ایستگاه تحقیقات کشاورزی فیض آباد قزوین در خاکی به بافت لومی رسی در آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب بلوکهای کامل تصادفی در چهار سطح آبیاری شامل 6 (E<sub>1</sub>)، 9 (E<sub>2</sub>)، 12 (E<sub>3</sub>) و 15 (E<sub>4</sub>) روز عنوان کرت اصلی و عامل کود در 3 سطح که شامل F<sub>1</sub>:30 درصد کمتر از توصیه کودی (21 کیلوگرم در هکتار اسیدبوریك، 28 کیلوگرم در هکتار سولفات روی و 21 کیلوگرم در هکتار سولفات منگنز) و F<sub>2</sub>: مقدار توصیه کودی براساس آزمون خاک (30 کیلوگرم در هکتار اسید بوریك 40 کیلوگرم در هکتار سولفات روی و 30

میزان عملکرد شکر، عملکرد ریشه، کارایی مصرف آب، و شاخص سطح برگ بیشتر داشت و آنان یک رابطه خطی بین میزان عملکرد و مقدار آب مصرفی ارائه کردند.

Ransomanda and Ishida (31) با بررسی اثر تنش آبی بر چغندر قند نتیجه گرفتند که تنش آبی در اوائل رشد گیاه باعث کاهش عملکرد شکر شد ولی تنش آبی در اواخر فصل رشد باعث افزایش عملکرد و غلظت شکر شد لیکن تفاوت معنی داری بین شدت اثرات اوائل فصل و اواخر فصل وجود نداشت. Winter (37) و Carter (21) در بررسی های خود نشان دادند که چغندر قند در مرحله ذخیره سازی قند در مقابل تنش آبی و کمبود رطوبت خاک مقاومت نشان می دهد و درصد شکر آن افزایش می یابد. نتایج آزمایش المانی و همکاران (18) در سودان هم نشان داد که کم آبیاری در آخر مرحله رشد گیاه موجب افزایش مقدار شکر، پتاسیم و نیتروژن آمینه در ریشه شد.

نتایج پژوهش ملکوتی و همکاران (14) نشان داد که عنصر بور به صورت یک یا چند شکل یونی خود جذب گیاه شد و تاثیر مهمی در افزایش تولید محصول چغندر قند دارند. راسپ (32) در آزمایشی با به کار بردن مقدار 40 کیلوگرم منگنز، 100 کیلوگرم مس، 100 کیلوگرم روی و 20 کیلوگرم بور در هکتار، نتیجه گرفت که عملکرد محصول چغندر قند رابطه مستقیمی با مقدار آب آبیاری دارد و بیشترین عملکرد محصول در بیشترین مقدار آب مصرفی حاصل گردید لیکن عنصر بور، باعث افزایش کیفی محصول شد. کرم وندی و ملکوتی (11) گزارش نمودند که اثرات مصرف پتاسیم، گوگرد و بور بر افزایش عملکرد چغندر قند در شرایط آبیاری کامل معنی دار است. نتایج آزمایش کلارستاقی و ملکوتی (13) نشان داد که مصرف بور، آهن و روی باعث افزایش 10 درصدی عملکرد محصول در شرایط آبیاری کامل بود.

هانوسک (27) در آزمایشی با به کار بردن 3 کیلوگرم بور و 4/8 کیلوگرم مس در هر هکتار باعث

دوره رشد آبیاری به حد کافی (رساندن رطوبت خاک به ظرفیت زراعی مزرعه) انجام شد و پس از تنک کردن و استقرار گیاه تیمارهای آبیاری (تنش آبی) اعمال گردید.

ترکیب کودی توصیه شده بر اساس نتیجه تجزیه خاک (آزمون خاک) برای چغندر قند به صورت 200 کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و 300 کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل بود. مقدار توصیه کودی برای نیتروژن حدود 135 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بود که نیمی از آن هنگام کاشت و نیم دیگر در مرحله 6-8 برگی گیاه و بعد از تنک کردن مصرف شد. کودهای فسفاته و پتاسیمی و نیز کودهای حاوی روی، منگنز، مس، و بور در تمام تیمارهای آزمایش قبل از دیسک نهایی در سطح خاک مصرف شد تا با عملیات شخم، کود تا عمق 30 سانتی متری خاک مخلوط گردد. در طول فصل رشد به موازات اعمال تیمارهای آبیاری و کودی عملیات دیگر داشت مانند مبارزه با آفات و بیمار یها و علف های هرز صورت گرفت.

به منظور اندازه گیری دقیق مقدار رطوبت خاک قبل از آبیاری بر اساس دور های 6، 9، 12 و 15 روزه، مقدار رطوبت قابل استفاده لایه خاک در ناحیه ریشه گیاه (به روش وزنی) محاسبه می شد و سپس مقدار آب آبیاری با استفاده از رابطه 1 حساب گردید.

$$dn = \sum_{i=1}^n (Fc - ai) D.P_b \quad (1)$$

که در آن  $d$ : مقدار آب آبیاری مورد نیاز گیاه برحسب میلی متر،  $Fc$ : ظرفیت زراعی مزرعه بر حسب درصد وزنی،  $a$ : رطوبت خاک قبل از آبیاری،  $D$ : عمق خاک (عمق لایه) برحسب میلی متر،  $P_b$ : جرم مخصوص ظاهری خاک برحسب گرم بر سانتی متر مکعب،  $n$ : تعداد لایه های پروفیل خاک می باشد. پس از محاسبه مقدار  $d$ ، میزان آب آبیاری توسط کنتور آب اندازه گیری شد. با توجه به مسدود بودن انتهای هر کرت، آب مورد نیاز کرت آزمایشی به وسیله لوله پل یاتیلن در ابتدای هر کرت بین ردیف های کاشت تقسیم تا به طور یکنواخت در اختیار گیاه قرار گیرد.

کیلو گرم در هکتار سولفات منگنز) و  $F_3$ : 30 درصد بیشتر از توصیه کودی (39 کیلوگرم در هکتار اسیدبوریک، 52 کیلوگرم در هکتار سولفات روی و 39 کیلوگرم در هکتار سولفات منگنز) به عنوان عامل فرعی در زمان کاشت مصرف گردید.

در اوایل بهار، ابتدا زمین مورد نظر انتخاب و پیش از کاشت چغندر قند، نمونه ای مرکب از خاک مزرعه از دو عمق 0 تا 20 و 20 تا 45 سانتی متر برداشت و جهت تجزیه های فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه انتقال داده شد نمونه های منتقل شده به آزمایشگاه بعد از خشک کردن، و خرد کردن از الک 2 میلی متری عبور داده شد و سپس توزیع اندازه ذرات با استفاده از روش هیدرومتری، جرم مخصوص ظاهری با استفاده از رینگ های فلزی به قطر 6 و ارتفاع 4 سانتی متر، جرم مخصوص حقیقی با استفاده از پیکنومتر انجام شد. برای تعیین مقدار آب قابل استفاده، رطوبت ظرفیت مزرعه ای و نقطه پژمردگی دائم به ترتیب در مکش 0/3 و 15 بار توسط دستگاه صفحه فشاری اندازه گیری گردید. قابلیت هدایت الکتریکی خاک در عصار گل اشباع به وسیله دستگاه هدایت سنج الکتریکی و pH در حالت گل اشباع توسط دستگاه pH متر اندازه گیری شدند. پتاسیم قابل جذب به روش استات آمونیوم نرمال، فسفر قابل جذب به روش بیکربنات سدیم نیم مولار، ازت کل به روش کجلدال، کربنات کلسیم معادل در خاک به روش کلسیمتری تعیین شدند Dewis and Freitas; (23). نتایج تجزیه های فیزیکی و شیمیایی خاک به ترتیب در جدول های 1 و 2 ارائه شد.

در نیمه اول اردیبهشت پس از آماده کردن بستر، از بذر چغندر قند رقم منورم جهت کاشت به وسیله بذرکار استفاده گردید. میزان بذر مصرفی 12 کیلوگرم در هکتار، فاصله ردیف ها 60 سانتی متر، فاصله هر بوته در ردیف 20 سانتی متر و عمق کاشت حدود 3 سانتی متر با تراکم 80 هزار بوته در هکتار بود. کرت بندی آزمایش مطابق نقشه طرح بعد از عملیات کاشت اجرا شد. در اوایل

جدول 1- ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از اجرای آزمایش محل اجرا قبل از کاشت

عمق (سانتی متر)	جرم مخصوص ظاهری (g/cm <sup>3</sup> )	بافت خاک	درصد رس	درصد سلیت	درصد شن	ظرفیت زراعی مزرعه (درصد وزنی)	نقطه پژمردگی دائم (در صد وزنی)	pH خاک	S.P	ECx 10 <sup>3</sup> (ds/m)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	N (%)	O.C. (%)(meq/L)
0-20	1/72	Clay Loam	33	39	28	24/5	13/9	8/1	49	0/74	8	240	0/088	0/86
20-45	1/92	Clay Loam	39	29	32	24/5	14/2	8	52	0/87	10	205	0/055	0/6

جدول 2- وضعیت عناصر غذایی کم مصرف خاک محل اجرای آزمایش قبل از کشت

عمق خاک (سانتی متر)	B (mg/kg)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cu (mg/kg)
0-20	0/3	0/2	4/98	2/46	0/56	1/16
20-45	0/25	0/2	5/26	2/74	0/44	1/98

هکتار محاسبه شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزارهای SPSS و Minitab استفاده شد.

### نتایج

#### مقدار آب آبیاری گیاه

جدول 3 مقدار آب آبیاری ماهیانه گیاه چغندرقد را نشان می‌دهد با توجه به جدول مقدار آب آبیاری تیمارهای E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, E<sub>3</sub> و E<sub>4</sub> به ترتیب 9659، 8104، 6677 و 5398 متر مکعب در هکتار شد. تیمار E<sub>1</sub> با 22 نوبت آبیاری و مقدار 9659 متر مکعب آب آبیاری در طول سال زراعی بیشترین و تیمار E<sub>4</sub> با 11 نوبت آبیاری و مقدار 5398 متر مکعب آب آبیاری کمترین مقدار را داشتند.

در نیمه اول آبان پس از رسیدن محصول، محصول کرت ها، با حذف حاشیه‌ها از سطحی معادل 4/5 مترمربع برداشت شد و ضمن اندازه‌گیری عملکرد ریشه، یک دسته از نمونه‌ها به آزمایشگاه جهت تعیین مقادیر عناصر بور، آهن، روی، مس و منگنز در ریشه برگ ارسال شد و دسته دیگر از آنها در کارخانه قند شستشو شده و خمیر ریشه جهت تعیین درصد شکر به آزمایشگاه تکنولوژی موسسه چغندرقد منتقل گردید. همچنین از هر کرت نمونه‌ای از کل اندام هوایی گیاهی تهیه شد و در آون به مدت 48 ساعت در دمای 60 درجه سلسیوس خشک گردید. بدین ترتیب کل میزان ماده خشک تولیدی (عملکرد بیولوژیک) در هر

جدول 3- میانگین دفعات و آب آبیاری چغندرقد (میلی‌متر) در طی دوران رشد در تیمارهای مورد آزمایش.

تیمار	دفعات آبیاری	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	جمع سالیانه	میانگین ماهیانه
E <sub>1</sub>	22	95	148	148/3	275	215/4	90/4	965/9	160/9
E <sub>2</sub>	16	95	126/3	164	168	204/1	53	810/4	135
E <sub>3</sub>	13	95	132/2	126	143	137/7	42/8	667/7	111/3
E <sub>4</sub>	11	95	103	95	111	107	28/8	539/8	89/96

دار نیست اما اثر متقابل آب و کود بر عملکرد ریشه واجزا عملکرد معنی دار شد. نتایج جلینی (3)، کریمی (12)، میرزایی (15)، Allen (17) و Ucan (34) نشان می دهد که تاثیر مقدار آب آبیاری بر عملکرد ریشه چغندر قند معنی دار بود که نتایج این پژوهش با آنها مطابقت دارد.

تجزیه واریانس مرکب عملکرد و اجزاء عملکرد، درصد قند، شکر و غلظت عناصر در ریشه چغندر قند در جدول 4 ارائه شده است. نتایج نشان می دهد که اثر دور آب آبیاری و سال بر عملکرد ریشه چغندر قند، درصد شکر، شکر خالص، غلظت عنصر بور و آهن در ریشه چغندر قند در سطح 1 درصد معنی دار است ولی اثر سطوح کودی در سطح یک درصد معنی

جدول 4- تجزیه واریانس مرکب عملکرد و اجزاء عملکرد ریشه، درصد قند و شکر و غلظت عناصر در ریشه چغندر قند.

میانگین مربعات									
عملکرد کمی و کیفی					غلظت عنصر در ریشه (میلی گرم بر کیلوگرم)				
منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد ریشه (تن در هکتار)	درصد قند	عملکرد شکر (تن در هکتار)	بر	آهن	منگنز	روی	مس
تکرار	2	113/59	1/5	1/17	121/71	4076/32	80/92	4/194	0/55
سال	2	8765/9**	8774**	224/5**	295/1**	219201**	665/9*	95/4**	49/2**
تیمار آب	3	2156/9**	8/62**	81/15**	57/53*	5600/97*	39/81	26/89	9/406
تیمار کود	2	96/45	0/21	0/08	18/25	8264/2*	165/86	3/25	8/9*
اثر متقابل آب و کود	6	30/04**	0/56**	1/28**	32/34	5226/28	64/31	21/17	1/32
اثر متقابل سال و آب	6	84/56	3/25**	5/48**	23/76	5487/78	18/54	41/05	0/97
اثر متقابل سال و کود	4	184/003	0/31	1/38	16/31	3962/50	200/97	11/40	3/3
اثر متقابل سال، آب و کود	12	29/27	0/61	1/34	20/43	1041/1**	85/28	32/22	3/18

\* و \*\* در سطح 5 و 1 درصد معنی دار می باشد

### F<sub>1</sub>: 30 درصد کمتر از توصیه کودی

#### الف - عملکرد ریشه

جدول 5 مقایسه میانگین عملکرد ریشه چغندر قند را نشان می دهد در این سطح کودی تیمار E<sub>1</sub> با 63/03 تن در هکتار بیشترین و تیمار E<sub>4</sub> با 45/32 تن در هکتار کمترین مقدار را داشتند. تیمارهای E<sub>1</sub>، E<sub>2</sub>، E<sub>3</sub> و E<sub>4</sub> براساس آزمون دانکن در گروه های آماری a، a، b و b قرار گرفتند و با کاهش آب آبیاری، میزان عملکرد ریشه چغندر قند کاهش یافت که با نتایج میرزایی و همکاران (15)، توکلی و فرداد (2) و لوساویو و همکاران (29) هماهنگی داشت.

#### ب- کارایی مصرف آب

جدول 5 تغییرات کارایی مصرف آب بر اساس تولید ریشه چغندر قند و شکر به ازاء آب مصرفی را نشان می دهد. در تیمار E<sub>4</sub> بیشترین کارایی با مقدار 8/39 کیلوگرم ریشه چغندر قند بر مترمکعب آب آبیاری و در

تیمار E<sub>1</sub> کمترین مقدار کارایی 6/53 کیلوگرم ریشه چغندر قند بر مترمکعب آب آبیاری را داشتند ضمن اینکه تیمار E<sub>4</sub> با کارایی 1/29 کیلوگرم شکر خالص بر متر مکعب آب آبیاری بیشترین و تیمار E<sub>1</sub> با 1/09 کیلو گرم شکر خالص بر متر مکعب آب آبیاری کمترین مقدار را داشتند. تغییرات عملکرد ریشه چغندر قند در مقابل آب آبیاری نشان داد که با کاهش 44 درصد آب آبیاری در تیمار E<sub>4</sub>، عملکرد ریشه چغندر قند 28 درصد کاهش می یابد.

#### ج- عیار قند و عملکرد شکر

جدول 5 مقایسه میانگین عملکرد شکر خالص و درصد شکر را نشان می دهد با توجه به جدول مشاهده میشود که بیشترین عملکرد شکر در تیمار E<sub>1</sub> برابر با 10540 کیلوگرم در هکتار و کمترین مقدار آن در تیمار E<sub>4</sub> برابر با 6933 کیلوگرم در هکتار بود تیمارهای E<sub>1</sub>، E<sub>2</sub>، E<sub>3</sub> و E<sub>4</sub> براساس آزمون دانکن در گروههای آماری a، a، b و b

تیمارهای  $E_1, E_2, E_3$  و  $E_4$  بر اساس آزمون دانکن در گروه های آماری  $ab, a, b$  قرار داشتند و مقدار روی در تیمار  $F_1E_1$  با  $16/84$  میلی گرم در کیلوگرم بیشترین و تیمار  $F_1E_3$  با  $15$  میلی گرم در کیلوگرم کمترین مقدار را داشتند. تیمارهای  $E_1, E_2, E_3$  و  $E_4$  بر اساس آزمون دانکن در گروه آماری A قرار داشتند و مقدار منگنز در تیمار  $F_1E_1$  با  $69/38$  میلی گرم در کیلوگرم بیشترین و تیمار  $F_1E_3$  با  $62/7$  میلی گرم در کیلوگرم کمترین مقدار را داشتند. تیمارهای  $E_1, E_2, E_3$  و  $E_4$  بر اساس آزمون دانکن در گروه آماری A قرار داشتند.

b قرار داشتند و همچنین بیشترین مقدار درصد عیار قند در تیمار  $E_1$  برابر با  $16/68$  درصد و کمترین مقدار آن در تیمار  $E_4$  برابر با  $15/3$  درصد است و تیمارهای  $E_1, E_2, E_3$  و  $E_4$  بر اساس آزمون دانکن در گروههای آماری  $ab, a, b$  قرار داشتند.

#### د- عناصر موجود در ریشه چغندر قند

جدول 6 مقایسه میانگین عناصر موجود ریشه چغندر قند را نشان می دهد با توجه به جدول مشاهده می شود که در این سطح کودی مقدار بور در تیمار  $F_1E_3$  با  $12/95$  میلی گرم در کیلوگرم بیش ترین و تیمار  $F_1E_4$  با  $10/03$  میلی گرم در کیلوگرم کمترین مقدار را داشتند.

جدول 5- مقایسه میانگین صفات و کارایی مصرف آب چغندر قند در سطوح عناصر کودی روی، منگنز و بر (دانکن 5-درصد).

مقادیر کود	تیمار	عملکرد ریشه (کیلوگرم در هکتار)	آب آبیاری (متر مکعب در هکتار)	درصد قند	عملکرد شکر (کیلوگرم در هکتار)	چغندر قند (کیلوگرم بر متر مکعب آب آبیاری)	راند مان غده راند مان شکر (کیلوگرم بر متر مکعب آب آبیاری)
30 درصد	$E_1F_1$	63030 <sup>a</sup>	9659	16/68 <sup>a</sup>	10540 <sup>a</sup>	6/53	1/09
کمتر از توصیه شده	$E_2F_1$	61260 <sup>a</sup>	8104	16/04 <sup>ab</sup>	9826 <sup>a</sup>	7/55	1/21
	$E_3F_1$	49860 <sup>b</sup>	6677	15/41 <sup>b</sup>	7683 <sup>b</sup>	7/46	1/15
	$E_4F_1$	45320 <sup>b</sup>	5398	15/3 <sup>b</sup>	6933 <sup>b</sup>	8/39	1/29
توصیه شده	$E_1F_2$	64350 <sup>a</sup>	9659	16/42 <sup>a</sup>	10566 <sup>a</sup>	6/66	1/09
	$E_2F_2$	58460 <sup>b</sup>	8104	16/45 <sup>a</sup>	9617 <sup>a</sup>	7/21	1/18
	$E_3F_2$	48700 <sup>c</sup>	6677	15/91 <sup>ab</sup>	7748 <sup>b</sup>	7/29	1/16
	$E_4F_2$	45240 <sup>c</sup>	5398	15/21 <sup>b</sup>	6881 <sup>b</sup>	8/38	1/27
30 درصد	$E_1F_3$	64696 <sup>a</sup>	9659	16/64 <sup>a</sup>	10765 <sup>a</sup>	6/7	1/10
بیشتر از توصیه شده	$E_2F_3$	53260 <sup>b</sup>	8104	16 <sup>ab</sup>	8522 <sup>b</sup>	6/57	1/05
	$E_3F_3$	46703 <sup>c</sup>	6677	15/3 <sup>b</sup>	7146 <sup>c</sup>	7	1/07
	$E_4F_3$	41736 <sup>c</sup>	5398	15/5 <sup>b</sup>	6469 <sup>c</sup>	7/73	1/2

کمترین مقدار را داراست و تیمارهای  $E_1, E_2, E_3$  و  $E_4$  بر اساس آزمون دانکن در گروه آماری  $a, b, c, c$  قرار داشتند.

#### ب- کارایی مصرف آب آبیاری

جدول 5 تغییرات کارایی مصرف آب آبیاری بر اساس تولید ریشه چغندر قند به ازاء آب آبیاری را نشان می دهد در این سطح کودی تیمار  $E_4$  با  $8/38$  کیلوگرم ریشه چغندر قند بر متر مکعب آب آبیاری بیشترین و تیمار

$F_2$ : سطح کودی مقدار توصیه کود بر اساس آزمون خاک

#### الف- عملکرد ریشه

جدول 5 مقایسه میانگین عملکرد ریشه چغندر قند را نشان می دهد در این سطح کودی تیمار  $E_1$  با  $64/35$  تن در هکتار بیشترین و تیمار  $E_4$  با  $45/24$  تن در هکتار

با 15/21 گرم در دانه و تیمارهای E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, E<sub>3</sub>, E<sub>4</sub> بر اساس آزمون دانکن در گروه‌های آماری a, ab, b قرار داشتند.

#### د- عناصر موجود در ریشه چغندر قند

جدول (6) مقایسه میانگین عناصر ریز مغذی ریشه چغندر قند در این سطح کود توصیه شده را نشان می‌دهد. با توجه به جدول مشاهده می‌شود که مقدار بور در تیمار E<sub>2</sub>F<sub>2</sub> با 15 میلی گرم در کیلو گرم بیشترین و تیمار E<sub>1</sub>F<sub>2</sub> با 10/81 میلی گرم در کیلو گرم کمترین مقدار را داشتند. تیمارهای E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, E<sub>3</sub>, E<sub>4</sub> بر اساس آزمون دانکن در گروه آماری a قرار داشتند. مقدار روی در تیمار E<sub>1</sub>F<sub>2</sub> با 17/65 میلی گرم در کیلو گرم بیشترین و در تیمار E<sub>2</sub>F<sub>2</sub> با 14/4 میلی گرم در کیلو گرم کمترین مقدار را داشتند. تیمارهای E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, E<sub>3</sub>, E<sub>4</sub> بر اساس آزمون دانکن در گروه آماری a قرار داشتند. مقدار منگنز در تیمار E<sub>2</sub>F<sub>3</sub> با 64/27 میلی گرم در کیلو گرم بیشترین و در تیمار E<sub>1</sub>F<sub>2</sub> با 60/9 میلی گرم در کیلو گرم کمترین مقدار را داشتند. تیمارهای E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, E<sub>3</sub>, E<sub>4</sub> بر اساس آزمون دانکن در گروه آماری a قرار داشتند.

E<sub>1</sub> با 6/66 کیلو گرم بر متر مکعب آب آبیاری کمترین مقدار را داشتند. همچنین تیمار E<sub>4</sub> با 1/27 کیلو گرم شکر خالص بر متر مکعب آب آبیاری بیشترین و تیمار E<sub>1</sub> با 1/09 کیلو گرم بر متر مکعب آب آبیاری کمترین مقدار را داشتند. تغییرات عملکرد ریشه چغندر قند در مقابل آب آبیاری نشان می‌دهد که با کاهش 44 درصد آب آبیاری در تیمار E<sub>4</sub>، عملکرد ریشه چغندر قند 29/7 درصد کاهش می‌یابد.

#### ج- درصد عیار قند و عملکرد شکر

جدول 5 مقایسه میانگین عملکرد شکر خالص و درصد عیار قند را نشان می‌دهد. با توجه به جدول مشاهده می‌شود که تیمار E<sub>1</sub> برابر با 10566 کیلوگرم بیشترین و تیمار E<sub>4</sub> برابر با 6881 کیلوگرم در هکتار کمترین مقدار را دارد و تیمارهای E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, E<sub>3</sub>, E<sub>4</sub> بر اساس آزمون دانکن در گروه‌های آماری a, a, b, b قرار داشتند و همچنین بیشترین مقدار درصد عیار قند در تیمار E<sub>2</sub> برابر با 16/45 درصد و کمترین مقدار در تیمار E<sub>4</sub> برابر

جدول 6- اثر دور آب آبیاری و مقادیر مختلف کود های منگنز سولفات روی و اسید بوریک بر غلظت عناصر ریشه چغندر قند (دانکن 5 درصد).

مقادیر کودی	تیمار	بور	آهن	روی	مس	منگنز
						(میلی گرم در کیلو گرم)
	E <sub>1</sub> F <sub>1</sub>	11/79 <sup>ab</sup>	169/54 <sup>ab</sup>	16/84 <sup>a</sup>	6/48 <sup>a</sup>	69/38 <sup>a</sup>
30 درصد کمتر از	E <sub>2</sub> F <sub>1</sub>	16/3 <sup>a</sup>	191/23 <sup>ab</sup>	15/25 <sup>a</sup>	6/1 <sup>a</sup>	63/73 <sup>a</sup>
توصیه شده	E <sub>3</sub> F <sub>1</sub>	12/95 <sup>a</sup>	138/6 <sup>b</sup>	15 <sup>a</sup>	6/26 <sup>a</sup>	62/7 <sup>a</sup>
	E <sub>4</sub> F <sub>1</sub>	10/03 <sup>b</sup>	216/23 <sup>a</sup>	15/06 <sup>a</sup>	7/7 <sup>a</sup>	68/24 <sup>a</sup>
	E <sub>1</sub> F <sub>2</sub>	10/81 <sup>a</sup>	165/1 <sup>a</sup>	17/65 <sup>a</sup>	5/16 <sup>a</sup>	60/9 <sup>a</sup>
	E <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	15 <sup>a</sup>	158/6 <sup>a</sup>	14/4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	62/44 <sup>a</sup>
	E <sub>3</sub> F <sub>2</sub>	14/9 <sup>a</sup>	169/6 <sup>a</sup>	16/6 <sup>a</sup>	6/23 <sup>a</sup>	64/27 <sup>a</sup>
مقدار توصیه شده	E <sub>4</sub> F <sub>2</sub>	13/04 <sup>a</sup>	167 <sup>a</sup>	15/95 <sup>a</sup>	6/27 <sup>a</sup>	63/9 <sup>a</sup>
	E <sub>1</sub> F <sub>3</sub>	10/38 <sup>a</sup>	134/71 <sup>a</sup>	15/45 <sup>ab</sup>	6/07 <sup>a</sup>	60/04 <sup>a</sup>
30 درصد	E <sub>2</sub> F <sub>3</sub>	12/13 <sup>a</sup>	164/24 <sup>a</sup>	14/4 <sup>b</sup>	6/11 <sup>a</sup>	63/93 <sup>a</sup>
بیشتر از توصیه	E <sub>3</sub> F <sub>3</sub>	11/4 <sup>a</sup>	137/4 <sup>a</sup>	14/68 <sup>ab</sup>	6/04 <sup>a</sup>	67/55 <sup>a</sup>
شده	E <sub>4</sub> F <sub>3</sub>	12/8 <sup>a</sup>	163/4 <sup>a</sup>	19/26 <sup>a</sup>	7/23 <sup>a</sup>	63/37 <sup>a</sup>



### F<sub>3</sub>: سطح 30 درصد بیشتر از توصیه کودی:

#### الف - عملکرد ریشه

جدول 5 مقایسه میانگین عملکرد ریشه چغندر قند را نشان می دهد با توجه به جدول مشاهده شد که تیمار E<sub>1</sub> با 64/969 تن در هکتار بیشترین و تیمار E<sub>4</sub> با 41/74 تن در هکتار کمترین مقدار را داشت و تیمارهای E<sub>4</sub>, E<sub>3</sub>, E<sub>2</sub>, E<sub>1</sub> بر اساس آزمون دانکن در گروه آماری a, b, c قرار داشتند.

#### ب- کارایی مصرف آب

جدول 5 تغییرات کارایی مصرف آب آبیاری بر اساس تولید ریشه چغندر قند به ازاء آب آبیاری را نشان می دهد. با توجه به جدول مشاهده می شود که تیمار E<sub>4</sub> با 7/73 کیلوگرم ریشه چغندر قند بر متر مکعب آب آبیاری بیشترین و تیمار E<sub>1</sub> با 6/57 کیلوگرم بر متر مکعب آب آبیاری کمترین مقدار را داشت. همچنین تیمار E<sub>4</sub> با 1/2 کیلوگرم شکر خالص بر متر مکعب آب آبیاری بیشترین و تیمار E<sub>2</sub> با 1/05 کیلوگرم بر متر مکعب آب آبیاری کمترین مقدار را داشت. تغییرات عملکرد ریشه چغندر قند در مقابل آب آبیاری نشان می دهد که با کاهش 44 درصد آب آبیاری در تیمار E<sub>4</sub> عملکرد ریشه چغندر قند 35/5 درصد کاهش یافت.

#### ج - درصد عیار قند و عملکرد شکر

جدول 5 مقایسه میانگین عملکرد شکر خالص و درصد عیار قند را نشان می دهد با توجه به جدول مشاهده می شود که تیمار E<sub>1</sub> برابر با 10765 کیلوگرم در هکتار بیشترین و تیمار E<sub>4</sub> برابر با 6469 کیلوگرم در هکتار کمترین مقدار را دارد و تیمارهای E<sub>4</sub>, E<sub>3</sub>, E<sub>2</sub>, E<sub>1</sub> بر اساس آزمون دانکن در گروه های آماری a, b, c قرار داشتند و همچنین بیشترین مقدار درصد قند در تیمار E<sub>1</sub> برابر با 16/64 درصد و کمترین مقدار در تیمار E<sub>3</sub> برابر با 15/3 درصد بود و تیمارهای E<sub>4</sub>, E<sub>3</sub>, E<sub>2</sub>, E<sub>1</sub> بر اساس آزمون دانکن در گروه های آماری a, b, ab, b قرار داشتند.

#### د - عناصر موجود در ریشه چغندر قند

جدول 6 مقایسه میانگین عناصر روی، منگنز و بور ریشه چغندر قند در این سطح کود 30 درصد بیشتر از توصیه شده را نشان می دهد با توجه به جدول مشاهده می شود که مقدار بور در تیمار F<sub>3</sub>E<sub>4</sub> با 12/8 میلی گرم در کیلو گرم بیشترین و تیمار F<sub>3</sub>E<sub>1</sub> با 10/38 میلی گرم در کیلو گرم کمترین مقدار را دارد. تیمارهای E<sub>4</sub>, E<sub>3</sub>, E<sub>2</sub>, E<sub>1</sub> بر اساس آزمون دانکن در گروه آماری a قرار داشتند و مقدار روی در تیمار F<sub>3</sub>E<sub>4</sub> با 19/26 میلی گرم در کیلو گرم بیشترین و تیمار F<sub>3</sub>E<sub>2</sub> با 14/4 میلی گرم در کیلوگرم کمترین مقدار بود. تیمارهای E<sub>4</sub>, E<sub>3</sub>, E<sub>2</sub>, E<sub>1</sub> بر اساس آزمون دانکن در گروه آماری a, ab, ab, b قرار داشتند. مقدار منگنز در تیمار F<sub>3</sub>E<sub>3</sub> با 67/55 میلی گرم در کیلو گرم بیشترین و تیمار F<sub>3</sub>E<sub>1</sub> با 60/04 میلی گرم در کیلو گرم کمترین مقدار را داشت. تیمارهای E<sub>4</sub>, E<sub>3</sub>, E<sub>2</sub>, E<sub>1</sub> بر اساس آزمون دانکن در گروه آماری a قرار داشتند.

#### بحث

نتایج آزمایش ابراهیمی پاک (1389)، رئیسی (1368)، حقیقت (1378)، طاهری (1361)، وزیری (1370)، رحیمیان (1376)، عقدائی (1378)، توکلی (1375) و رضوی (1374) نشان داد که میزان تبخیر - تعرق گیاه چغندر قند بین 850 تا 2100 میلی متر است و نتایج این آزمایش نشان داد که میزان آب مصرفی تیمارهای E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, E<sub>3</sub>, E<sub>4</sub> به ترتیب 9659، 8104، 6677 و 5398 متر مکعب در هکتار بود و تیمار دور 6 روزه که یک تیمار بدون تنش رطوبتی و تقریباً معادل پتانسیل تبخیر - تعرق گیاه بود (1). میانگین آب آبیاری تیمار E<sub>1</sub> برابر با 7/31، تیمار E<sub>2</sub> برابر با 6/13، تیمار E<sub>3</sub> برابر با 5/01، تیمار E<sub>4</sub> برابر با 4/1 میلی متر در روز بود و تیمار E<sub>1</sub> با 275 میلی متر آب آبیاری در مرداد ماه بیشترین و تیمار E<sub>4</sub> با 28/8 میلی متر آب آبیاری در مهر ماه کمترین مقدار را داشتند. تیمار E<sub>1</sub> با 22 دفعه آبیاری و مقدار 9659 متر مکعب آب آبیاری در طول سال زراعی بیشترین و تیمار E<sub>4</sub> با 11 دفعه آبیاری

و مقدار 5398 متر مکعب آب آبیاری کمترین مقدار را داشتند.

نتایج آزمایش جلینی (3)، کریمی (12)، Ucan (34)، جنسن (28) و لوساویو (29) نشان داد که عملکرد محصول ارتباط مستقیم با آب مصرفی داشت و با افزایش آب مصرفی میزان عملکرد محصول افزایش یافت. نتایج آزمایش نشان داد که با افزایش آب مصرفی میزان افزایش می یابد به طوری که تیمار  $E_1F_3$  با عملکرد 64696 کیلو گرم در هکتار ریشه چغندر قند و میزان 9659 متر مکعب در هکتار آب آبیاری بیشترین و تیمار  $E_4F_3$  با عملکرد 41736 کیلو گرم در هکتار و میزان 5398 متر مکعب در هکتار آب مصرفی کمترین مقدار عملکرد را داشتند و حداکثر عملکرد ریشه در هر سه سطح کودی در حداکثر مقدار آب آبیاری در تیمار دور 6 روزه بدست آمد.

نتایج آزمایش راسپ (32)، کرموندی (11)، کلارستاقی (13)، Szukalski (33) گالوانیا (26) نشان داد که در شرایط آبیاری کامل، مصرف توام بور، منگنز، روی و گوگرد موجب افزایش عملکرد ریشه چغندر قند شد در این آزمایش هم با افزایش توام میزان آب مصرفی در شرایط آبیاری کامل و استفاده از کودهای روی، منگنز و بور عملکرد افزایش پیدا کرد (جدول 5) بطوری که ملاحظه می شود عملکرد ریشه در تیمارهای  $E_1F_1$ ،  $E_1F_2$  و  $E_1F_3$  به ترتیب برابر با 63، 64/3 و 64/7 تن در هکتار شد. مقایسه عملکرد ریشه چغندر قند در شرایط کم آبی در تیمارهای  $E_2F_1$ ،  $E_2F_2$  و  $E_2F_3$  نشان داد که با افزایش میزان کود مصرفی روی، منگنز و بور عملکرد محصول کاهش پیدا کرد و عملکرد به ترتیب 61/2، 58/46 و 53/26 تن در هکتار شد (جدول 5) و مقایسه تیمارهای  $E_3F_1$ ،  $E_3F_2$  و  $E_3F_3$  با  $E_4F_1$ ،  $E_4F_2$  و  $E_4F_3$  نشان دهنده آن است که در شرایط کم آبی با افزایش میزان روی، منگنز و بور عملکرد محصول کاهش می یابد و در شرایط آبیاری کامل با افزایش میزان کودهای روی،

منگنز و بور عملکرد محصول افزایش یافت لیکن در شرایط کم آبی با افزایش مقدار کودهای روی، منگنز و بور عملکرد محصول کاهش پیدا کرد. و می توان گفت که در حالت کمبود آب آبیاری نباید بیشتر از اندازه روی، منگنز و بور استفاده شود و در شرایطی که مصرف آب آبیاری محدودیت نداشته باشد با افزایش مصرف روی، منگنز و بور عملکرد ریشه افزایش پیدا می کند که با نتایج گالوانیا و همکاران (26) مطابقت دارد

نتایج تغییرات عملکرد ریشه چغندر قند در سطح کود 30 درصد کمتر از توصیه شده در اثر متقابل آب و کود روی، منگنز و بور در شرایط کاهش آب نشان داد که با کاهش 16/1 درصد آب مصرفی که در تیمار  $E_1F_1$  نسبت به  $E_2F_1$  که عملکرد ریشه فقط 2/81 درصد کاهش کرد و با کاهش 30/9 درصد آب مصرفی در تیمار  $E_1F_1$  نسبت به  $E_3F_1$  عملکرد ریشه 20/9 درصد، با کاهش 44/1 درصد آب مصرفی در تیمار  $E_1F_1$  نسبت به  $E_4F_1$  عملکرد ریشه فقط 28/1 درصد کاهش یافت.

این تغییرات در سطح کودی توصیه شده در اثر متقابل آب و کود روی، منگنز و بور در شرایط کاهش آب نشان داد که با کاهش 16/1 درصد آب مصرفی در تیمار  $E_1F_2$  نسبت به  $E_2F_2$  عملکرد ریشه 9/1 درصد کاهش پیدا کرد و با کاهش 30/9 درصد آب مصرفی در تیمار  $E_1F_2$  نسبت به  $E_3F_2$  عملکرد ریشه فقط 24/4 درصد و با کاهش 44/1 درصد آب مصرفی تیمار  $E_1F_2$  نسبت به  $E_4F_2$  عملکرد ریشه 29/6 درصد کاهش پیدا کرد.

نتایج تغییرات عملکرد ریشه چغندر قند در سطح کودی 30 درصد بیشتر از توصیه شده در اثر متقابل آب و کود روی، منگنز و بور در شرایط کاهش آب نشان داد که با کاهش 16/1 درصد آب مصرفی در تیمار  $E_1F_3$  نسبت به  $E_2F_3$ ، عملکرد ریشه 17/7 درصد کاهش پیدا کرد. با کاهش 30/9 درصد آب مصرفی در تیمار  $E_1F_3$  نسبت به  $E_3F_3$  عملکرد ریشه فقط 27/8 درصد و با کاهش

داشت. در همین سطح کودی تیمار E<sub>2</sub> با میزان 8104 متر مکعب آب آبیاری و 8522 کیلوگرم شکر تولیدی کمترین راندمان تولید برابر با 1/05 کیلوگرم در متر مکعب داشت. نتیجه اینکه در مورد سطح کودی تیمار E<sub>3</sub>F<sub>3</sub> با راندمان بالای تولید ریشه و راندمان بالای تولید شکر تقریباً راندمان بالای تولید شکر از بقیه تیمارها بهتر می‌باشد لذا تیمار E<sub>3</sub>F<sub>3</sub> با میزان 6677 متر مکعب آب آبیاری و دوره آبیاری توصیه می‌شود.

نتایج اثر متقابل آب و کود روی، منگنز و بور نشان داد که کارایی بیشتر مصرف کود در شرایط تنش آبی به ترتیب در سطوح 30 درصد کمتر از توصیه شده، توصیه شده و 30 درصد بیشتر از توصیه شده است و به عبارتی در شرایط تنش آبی سطح کودی کمتر از 30 درصد توصیه شده را پیشنهاد شد.

#### نتیجه گیری

نتایج نشان داد که کاهش میزان آب آبیاری، باعث کاهش عملکرد محصول می‌شود، لیکن میانگین کارایی مصرف آب آبیاری افزایش می‌یابد. با توجه به افزایش کارایی مصرف آب و کود روی، منگنز، و بور در تنش های آبی، می‌توان با اعمال تنش آبی به گیاه به خصوص در مراحل غیر حساس و یا در طول فصل رشد مقدار کارایی مصرف آب و کود را افزایش داد.

تیمار E<sub>2</sub>F<sub>1</sub> با مصرف 21 کیلوگرم در هکتار اسید بوریک، 28 کیلو گرم در هکتار سولفات روی و 21 کیلو گرم در هکتار سولفات منگنز با دور آبیاری 9 روزه و 8104 مترمکعب آب مصرفی و عملکرد 61260 کیلو گرم در هکتار و با کارایی 7/55 کیلوگرم بر متر مکعب در منطقه توصیه و پیشنهاد می‌شود.

44/1 درصد آب مصرفی در تیمار E<sub>1</sub>F<sub>3</sub> نسبت به E<sub>4</sub>F<sub>3</sub> عملکرد ریشه 35/5 درصد کاهش یافت.

در سطح کودی 30 درصد کمتر از توصیه کودی تیمار E<sub>4</sub> F<sub>1</sub> با میزان 5399 متر مکعب آب آبیاری و عملکرد ریشه برابر با 45320 کیلوگرم بالاترین راندمان برابر با 8/4 کیلوگرم بر متر مکعب آب آبیاری داشت. در همین سطح تیمار E<sub>1</sub>F<sub>1</sub> با میزان 16/68 درصد عیار قند بیشترین مقدار را داشت. لیکن تیمار E<sub>2</sub>F<sub>1</sub> با میزان 8104 متر مکعب آب آبیاری و 16/04 درصد عیار قند، بالاترین راندمان تولید درصد عیار قند داشت و از طرفی تیمار E<sub>2</sub>F<sub>1</sub> با میزان مصرف 8104 متر مکعب آب آبیاری و 9826 کیلوگرم شکر خالص در هر هکتار با راندمان تولید 1/21 کیلوگرم بر متر مکعب بیشترین راندمان تولید شکر را داشت. نتایج نشان داد که در شرایط تنش ملایم و کمبود کود تیمار E<sub>2</sub>F<sub>1</sub> با میزان مصرف 8104 متر مکعب آب آبیاری و دوره 9 روز گزینه مناسبی است که در مناطق مشابه قابل توصیه می‌باشد

در سطح کودی توصیه شده تیمار E<sub>4</sub>F<sub>2</sub> با میزان 5399 متر مکعب آب مصرفی و مقدار 45240 کیلوگرم عملکرد ریشه و راندمان 8/39 کیلوگرم بر متر مکعب بالاترین راندمان تولید را دارد. همچنین در همین سطح تیمار E<sub>4</sub>F<sub>2</sub> با میزان 5399 متر مکعب آب آبیاری و عیار قند 15/21 بالاترین عملکرد راندمان تولید شکر را دارد.

در سطح کودی بیشتر از 30 درصد توصیه شده، تیمار E<sub>4</sub>F<sub>3</sub> با میزان 5399 متر مکعب آب آبیاری و 41736 کیلوگرم در هکتار دارای بالاترین راندمان تولید برابر با 7/73 کیلوگرم در متر مکعب آب آبیاری داشت. و در همین سطح تیمار E<sub>4</sub>F<sub>3</sub> با 5399 متر مکعب آب آبیاری و 15/5 درصد قند تولید بالاترین راندمان تولید درصد قند را دارد که با نتایج راسپ (1988) مطابقت

### منابع مورد استفاده

1. ابراهیمی پاک، ن. ع. 1389. گزارش نهایی " تعیین تبخیر - تعرق پتانسیل گیاه چغندر قند با استفاده از لایسیمتر در شهرکرد: گزارش نهایی به شماره 89/909 مورخ 1389/8/9 مرکز اسناد علمی کشاورزی ، 105 صفحه، موسسه خا ک و آب
2. توکلی، ع. و فرداد، ح. 1375. بهینه سازی کم آبیاری بر اساس توابع تولید، هزینه و قیمت چغندر قند در کرج. دومین کنگره ملی مسائل آب و خاک کشور، 30-27 بهمن، تهران صفحه 369-354.
3. جلیلی، م. قائمی، ع. ر. و ذره پرور، ه. 1387. بررسی اثرات تنش آبی و مقادیر مختلف کود نیتروژن بر عملکرد و کارایی مصرف آب در چغندر قند. مجله پژوهش در علوم کشاورزی، جلد چهارم، شماره دوم، زمستان 1378 صفحه 164-172
4. حقیقت، ا. ستار، م. و رئیسی، ف. 1378. تاثیر رژیم‌های آبیاری و مقادیر مختلف کود ازت بر عملکرد و عیار قند چغندر قند در اصفهان: مجموعه مقالات هفتمین سمینار آبیاری و کاهش تبخیر دانشگاه باهنر کرمان- صفحه 109
5. رحیمیان، م. 1376. تعیین نیاز آبی گیاه چغندر قند و ضریب گیاهی مربوط به روش لایسیمتری، گزارش پژوهشی تحقیقات خاک و آب خراسان
6. رضوی، ر. 1374. تعیین آب مصرفی پتانسیل چغندر قند با استفاده از لایسیمتر، نشریه فنی شماره 256-74- آذربایجان غربی
7. رئیسی، ف. 1368. بررسی تاثیر کاهش میزان آب آبیاری در آخر فصل رشد گیاه بر تولید شکر در چغندر قند: مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان - مجموع گزارشهای پژوهشی سال 1368.
8. طاهری، ک. 1361. تعیین آب مصرفی گیاهان نظیر ذرت علوفه‌ای چغندر قند و آفتابگردان در منطقه باختران با استفاده از لایسیمتر، نشریه فنی شماره 16 موسسه خاک و آب.
9. عقدا ئی، م. و فیضی، م. 1378. تعیین تبخیر و تعرق پتانسیل چغندر قند به روش لایسیمتری: مجموعه مقالات هشتمین سمینار آبیاری و کاهش تبخیر کرمان صفحه 27.
10. کوچکی، ع.، م. حسینی و م. نصیری محلاتی. 1372. رابطه آب و خاک در گیاهان زراعی (ترجمه)، چاپ اول، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، 560 صفحه.
11. کرم وندی، ا. و ملکوتی، م. ج. 1377. اثرات مصرف پتاسیم و گوگرد و بر در افزایش عملکرد و کیفیت چغندر قند در مناطق آبیک، کرج، شهریار و ساوه: نشریه علمی - پژوهشی خاک و آب، جلد 12 - شماره 5، سال 1377، ص 49.
12. کریمی، ا. 1388. ارزیابی رژیم‌های آبیاری سطحی بر کارایی مصرف نیتروژن در زراعت چغندر قند. مجله پژوهش های تولید گیاهی، جلد شانزدهم، شماره اول، صفحه 133-148
13. کلارستانی، ک. و ملکوتی، م. ج. 1375. چگونگی استفاده از کودهای شیمیایی و آلی در افزایش تولید چغندر قند در ایران، نشریه فنی شماره 5 - انتشارات نشر آموزش کشاورزی، سازمان تات.
14. ملکوتی، م. ج. 1378. نقش ریز مغذی‌ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی: تهران: دانشگاه تربیت مدرس، دفتر نشر آثار 1378.
15. میرزایی، م. ، رضوانی، م. و گوهری، ج. 1384. تاثیر تنش خشکی در مراحل مختلف رشد بر عملکرد و برخی خصوصیات فیزیولوژیکی چغندر قند مجله علمی - پژوهشی چغندر قند، جلد 21، شماره 1، صفحه 1.
16. وزیری، ژ. 1370. تعیین آب مصرفی پتانسیل چغندر قند با استفاده از لایسیمتر، گزارش پژوهشی خاک و آب، باختران.

17. Allen R., M. Smith, Monteith, J. L. Pereira, L. A. and Seegeren, A. 1991. Report on the expert consultation for the revision of FAO methodologies for crop water requirements. FAO, AGI, Rome.
18. Almani, M. P, mishani, C., and Samadi, A. D. B. 1997. Drought resistance in sugar beet genotypes. *Iranian J. of Agric Sci* 28: 15-25.
19. Baker, and Associates Consulting Engineers. 1989. United report to the Wyoming Department of Environmental Quality, Scottbluff, NE. 185p.
20. Bucks, D. A., Nakayama, F. S., and Warrick, A. W. 1982. Principles, Practices, and Potentialities of trickle drip irrigation. In: Hillel, D. (Ed.), *Advances in Irrigation*, Vol. 1. Academic Press, New York, Pp: 219-298.
21. Carter, J. N, Jensen, M. E. and Traveller, D. J. 1980. Effect of mid- to –Late season water stress on sugar beet growth and yield. *Agron*, J 3: 72, 806-815.
22. Dewis, J. and Freitas, F. 1984. Physical and Chemical methods of soil and water Analysis. FAO soil bulletin 10, Oxford and IBH Publishing co. PVT. LTD. New Dehli Bombay Calcutta.
23. Doorenbos, J and Kassam, A. K. 1977. Yield response to water, F .O .A, Irrigation and drainage paper 33, Food and Agriculture organization of the United Nations. Rome, Italy.
24. Faller, N. 1984. Sugar content in dry matter of sugar beet roots in Baranja Area over several years in field crop ABS 1987 vol 40, No12, 155.
25. Garrity, D. P. 1982. Moisture deficits and grain sorghum performance: Evapotranspiration - yield relationships. *Agron. J.* 74: 815-819.
26. Golovina, L. P., Budzherak, A. L. and Lysenko, M. N. 1988. The influence of fertilizers on the biological cycling of micro elements in regarded chernizem conditions of the right-bank forest-steppe of the Ukrainian SSR:*Agrochemica* 1: 71-77.
27. Hanousek, J .1973. The results of Experiments with the application of trace element to sugar Beet: *Agrochemia* 13: 5 142- 145.
28. Jensen, M. E. and Leonard, E. J. 1971. Irrigation and water management, P.180 220: in *Advances in sugar beet production* Iowa Sstate University Press.
29. Losavio, N., Mastroilli, M. R. E., Scaracia, M. E., Ventrellu, D., and Venezian, M. E. 1990. Measurement of Evapotranspiration and water stress determination using energy balance: *Annali-dell Institute Sperimentale-Agronomic*, 21: 265-76.
30. Ober, E. S., Clark, C. J. A., Lebloa, M., Royal, A., Jaggard, K.W., and Pidgeon, J. D. 2004 . Assessing the genetic resources to improve drought in sugar beet. *Agronomic traits of diverse genotypes under droughted and irrigated conditions. Field Crops Research*, 90:213-234.
31. Ransomanda, C. V., and Ishida, J. K. 2006. Stomata and non stomata limitation of photosynthesis under water stress in field- grown grapevines. *Australian Journal of Plant Physiology*, 421-433.
32. Rasp, H . 1985. The effect of added trace elements in a 12-year crop rotation land wirts chaftliche-forschung 1985, 38: 4, 395-403
33. Szukalski, H .1973. Effect of fertilization with trac elements in the light of recent field experiments: *Prace Naukowe Istitutu Technologi Nicorganinciznej j Nawazaw mineralnych politechniki - worclawskiej- konferncje* 6: 186-201.
34. Ucan, K. and C. Gencoglan, C. 2004. The effect of water deficit on yield and yield components of sugarbeet. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 28(3): 163-172.
35. Vomucka, I. and Pospisilvoa, J. 2003. Rehydration of sugar beet plant after water stress. *Biologia Plant Arum*, 46 (1):57-62.

- 36 Winter, S. R. 1990. Sugar beet response to nitrogen as affected by seasonal Irrigation, *Agro. J.* 82: 984-988
- 37 Winter, S. R. 1980. Suitability of sugar beet for limited irrigation in a semi-arid climate. *Agronomy Journal*, 72:118-123.
- 38 Wyoming Department of Environmental Quality, Scottbluff, N.E. 185p. Bondok, M. A. 1996. The role boron regulating growth yield and hormonal balance in sugar beet, *Annals of Agric. Sci (cario)* 41, (1):15-33