

تأثیر کم آبی در ابتدای دوره رشد بر عملکرد کمی و کیفی چغندر قند

Effect of water deficit in initial growth stage on sugar beet yield

جواد گوهری، قاسم توحیدلو و محمود مصباح
مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند - کرج

چکیده

به منظور بررسی تأثیر تنش خشکی در مراحل اولیه رشد چغندر قند، این تحقیق به صورت کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار و در سه سال متوالی در مزرعه تحقیقاتی کمال‌آباد کرج اجرا شد. در این آزمایش کرت‌های اصلی (عامل A) به زمان شروع تنش اختصاص داده شد که شامل: اعمال تنش بعد از آبیاری سوم (a_1)، چهارم (a_2)، پنجم (a_3) و ششم (a_4) و کرت‌های فرعی (عامل B) به مدت زمان تنش شامل مصرف $\frac{1}{5}$ (b_1)، $\frac{2}{5}$ (b_2)، $\frac{3}{5}$ (b_3) و $\frac{4}{5}$ (b_4) آب قابل استفاده گیاه، اختصاص داده شد. نتایج بدست آمده با توجه به تجزیه واریانس جداگانه سه سال اجرای طرح نشان داد که در سال اول صفات، وزن ریشه، عملکرد شکر ناخالص و عملکرد شکر سفید تحت تأثیر مقدار تنش قرار گرفته و تیمارها در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌دار نشان دادند. در تجزیه مرکب سه ساله نیز دو صفت وزن ریشه و عملکرد شکر ناخالص تحت تأثیر مدت زمان تنش قرار گرفته و در سطح اعتماد ۵٪ معنی‌دار شده‌اند. دسته‌بندی میانگین‌ها به روش دانکن که بر روی نتایج سه ساله این تحقیق انجام شد نشان داد که در صد قند ناخالص و در صد قند قابل استحصال تحت تأثیر اثرات متقابل $A \times B$ قرار گرفته‌اند، به طوریکه تیمار A_2B_4 (شروع تنش بعد از آبیاری چهارم و مصرف کامل آب قابل دسترس) از نظر صفات مذکور در گروه برتر قرار دارند در حالیکه صفات مذکور تحت تأثیر اثرات

متقابل A_1B_2 (شروع تنش بعد از آبیاری سوم و مصرف $\frac{3}{5}$ آب قابل دسترس) در گروه پائین تر قرار گرفتند. همچنین وزن ریشه، عملکرد شکر ناخالص و شکر سفید که از صفات مهم در زراعت چغندر قند هستند تحت تاثیر اثرات متقابل تیمار A_3B_2 (شروع تنش بعد از آبیاری پنجم و مصرف $\frac{4}{5}$ آب قابل دسترس) در گروه برتر واقع شده اند. در حالیکه تیمار A_4B_4 (شروع تنش بعد از آبیاری ششم و مصرف کامل آب قابل دسترس) از این نظر در پائین ترین گروه قرار دارد. با توجه به نتایج بدست آمده اعمال تنش بعد از آبیاری پنجم (حدود ۴۵ روزگی رشد گیاه) و مقدار مصرف ۶۰٪ رطوبت قابل استفاده مطلوبترین حالت بوده که ضمن صرفه جویی یک نوبت آبیاری افزایش محصول نیز به همراه داشته است. همچنین نتایج بیانگر افت کمی و کیفی محصول در آبیاری زود به زود (مصرف کمتر از ۶۰٪ رطوبت قابل استفاده) می باشد.

مقدمه

با توجه به موقعیت اقلیمی کشور که اکثر مناطق آن در ناحیه خشک و نیمه خشک قرار گرفته است یافتن روشهای مناسب برای صرفه جویی در مصرف آب ضروری است. میانگین بارندگی سالانه کشور در حدود ۲۵۰ میلیمتر می باشد. این در حالیست که عدم توزیع مناسب زمان بارندگی نیز از اهمیت ویژه ای برخوردار است. از طرفی در بیشتر طول دوره رشد چغندر قند ریزش نزولات آسمانی محدود است و عمدتاً این بارندگیها در صورت وقوع نیز به سرعت تبخیر و از دسترس گیاه خارج می گردد. خاکهای ایران دارای حداقل ماده آلی بوده و توانائی جذب و نگهداری آب را به صورت مطلوب ندارند. وجود محصولات دیگر نیز که دوره رشد آنها با بخشی از دوره رشد چغندر قند همزمانی داشته و در بعضی از مراحل رشد در استفاده از نهاده های مهم همانند آب تداخل مصرف دارند، اهمیت مدیریت آبیاری را دو چندان می نماید. از همین رو انجام تحقیقات در ارتباط با مصرف بهینه آب و مدیریت مناسب آن ضروری می باشد. ذیلاً به نتایج تعدادی از تحقیقات انجام شده اشاره می گردد:

- سه مدیریت زراعی و شش رقم جهت صرفه جویی در مصرف آب در سه ماهه اول فصل رشد در زراعت چغندر قند در اصفهان بررسی شد. در این بررسی تفاوتی در مدیریت های مورد مطالعه (آبیاری کافی، تنش رطوبتی پس از سبز شدن و کشت پس از آخرین آبیاری گندم) در سالهای ۱۳۷۳ و ۱۳۷۴ ملاحظه نشد. لیکن تیمار کشت زودهنگام

همراه با تنش در سه سال اجرای آزمایش عملکرد قند بالاتری از دو مدیریت دیگر داشت (۱).

- آزمایشی به جهت بررسی امکان کشت چغندر قند پس از آخرین آبیاری محصول جو در سالهای ۷۴-۱۳۷۲ انجام شد و مشخص گردید که در عملکرد ریشه، عملکرد قند سفید اختلاف معنی داری در بین سالهای مختلف و ارقام وجود ندارد (۲).

- روشها و چگونگی آبیاری از موارد مهم در میزان مصرف آب است. پیشرفتهای اخیر در زمینه مکانیزاسیون آبیاری باعث شده است که بتوان آبیاری را به دفعات بیشتر ولی در هر دفعه با مقدار کمتری آب انجام داد. در بیشتر مناطق، حداکثر نیاز روزانه آب حدود ۸ میلی متر در روز عمدتاً در اواسط فصل رشد حادث می شود. آبیاری با دوره های کوتاه مدت بر این نظریه استوار است که اگر خاک دارای ظرفیت کافی نگهداری آب بوده و در شروع فصل در حد ظرفیت زراعی خود باشد آبیاری به تعداد دفعات بیشتر و در حد تبخیر و تعرق واقعی می تواند رشد و عملکرد رضایت بخشی را به همراه داشته باشد (۳).

- از سال ۱۹۱۵ مطالعات زیادی در ایستگاه تحقیقاتی برومزیان انگلستان بر اثرات تنش خشکی در اوایل و اواخر فصل رشد چغندر قند انجام گرفته و اثرات این تنشها بر سیستم ریشه های فرعی چغندر قند مطالعه شده است. نتایج نشان داده است که تیمارهای تنش رطوبتی در اوایل فصل باعث خسارت زیادی به محصول می گردد، ولی موجبات توانایی جذب آب از اعماق تا ۱۷۰ سانتی متری خاک را فراهم می آورد. در حالیکه در تیمار تنش رطوبتی پس از استقرار کامل گیاه بیشترین جذب آب تا عمق ۱۴۰ الی ۱۵۰ سانتی متری صورت گرفت. در حالت معمول چغندر قند از اعماق ۳۰-۱۲۰ و ۳۰-۱۲۰ سانتی متری خاک به ترتیب حدود ۸۰ و ۲۰ درصد از کل آب قابل استفاده خود را جذب می نماید (۷).

- معمولاً چغندر قند نسبت به تنشهای رطوبتی در اوایل دوره رشد حساس است و اگر تنش رطوبتی در مراحل بعدی رشد حادث شود قادر است که آنرا به خوبی تحمل نماید گرچه این تنشها نیز خسارت زیادی به محصول وارد می آورد (۴).

در آزمایش دیگری کاهش مقدار آب مصرفی تا ۷۰ درصد آبیاری نرمال، باعث کاهش شدید رطوبت اندام هوایی و ریشه ها شد ولی این تأثیر در تولید قند ناچیز بود. آبیاری کم، تبخیر و تعرق را کاهش می دهد زیرا سطح خاک خشک تر بوده و روزنه ها در این شرایط نسبتاً بسته هستند. در این تحقیق نتایج نشان داد که در ادامه رشد گیاه در

سال خشک، آبیاری سبک در حدود یک ماه پس از قطع آخرین آب سودمند است و مانع شکسته شدن ریشه‌ها در هنگام برداشت نهایی می‌شود (۶).

F.A.O^(۱) در سال ۱۹۷۹ که در نشریه شماره ۳۳ آن سازمان به چاپ رسیده رابطه

$$K(1 - \frac{ET_{max}}{ETa}) = K(1 - \frac{y_{max}}{ya}) \text{ که در آن:}$$

y_{max} : حداکثر عملکرد ریشه یا قند

ya : عملکرد ریشه یا عملکرد قند واقعی

ET_{max} : حداکثر مصرف آب برای تبخیر و تعرق

ETa : میزان آب مصرف شده واقعی

K : ضریب حساسیت گیاه می‌باشد.

مقدار K در مورد محصول قند از ۰/۶ شروع تا ۱/۱ در تنش شدید می‌رسد. در صورتیکه در مورد محصول ریشه از ۰/۷ شروع تا ۱/۰ بالغ می‌گردد (۹).

در ایتالیا چغندر قند تحت تیمارهای آبیاری کم، متوسط و زیاد در مقایسه با تیمار بدون آبیاری قرار گرفت. بیشترین عملکرد ریشه مربوط به تیمار بیشترین مقدار آبیاری بود ولی در این تیمار در صد قند کاهش نشان داد. بیشترین عملکرد شکر در تیمار آبیاری متوسط به مقدار ۱۱/۷ تن در هکتار بدست آمد که تفاوت معنی‌داری با تیمار آبیاری زیاد نداشت (۸).

- در رومانی جذب آب بوسیله چغندر قند در شرایط آبیاری و دیم به مقدار ۵۵۳۲ و ۴۸۶۰ مترمکعب در هکتار بالغ گردید. حداکثر مصرف روزانه آب در ماههای خرداد و تیر، هنگامی که گیاهان در حداکثر شرایط رشد رویشی خود هستند به مقدار ۴۴-۴۰ مترمکعب در هکتار گزارش شده است. مقدار آب مصرفی در آبیاریهای تکمیلی بین ۴۰۰ تا ۶۰۰ مترمکعب در هکتار در روز بود (۱۱).

جاگارد و همکاران طی تحقیقی در سال ۱۹۹۸ میزان تأثیر تنش خشکی بر عملکرد چغندر قند را بررسی نمودند. نتایج نشان داد که خشکی موجب اتلاف ۱۴۱۰۰۰ تن شکر در سال می‌گردد. این مقدار معادل ۱۰/۵ درصد تولید شکر در این کشور است. همچنین در این آزمایش مشخص شد که خاکهای سبک نسبت به خاکهای سنگین در مقابل کمبود

آب خسارت بیشتری را به محصول وارد می‌نمایند (۱۰).

- با بررسی تأثیر تنش بر چغندر قند و تعیین تابع تولید و ضریب گیاهی مشخص شد که با داشتن رابطه میزان آب با مقدار محصول می‌توان با برنامه‌ریزی دقیق و اعمال مقداری تنش راندمان استفاده از آب را افزایش داد و زمین بیشتری را زیر کشت برد (۵).

مواد و روشها

این آزمایش در سه سال متوالی از ۱۳۶۵ لغایت ۱۳۶۷ در مزرعه تحقیقاتی کمال‌آباد انجام شد. بدین جهت قطعه زمینی به مساحت ۳۰۰۰ مترمربع آماده گردید و طرح مورد نظر به صورت کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در ۴ تکرار پیاده گردید. در این تحقیق زمان شروع تنش در چهار سطح (عامل A) به شرح ذیل در کرت‌های اصلی قرار گرفت:

a_1 : شروع دوره تنش گیاه بعد از آبیاری سوم

a_2 : شروع دوره تنش گیاه بعد از آبیاری چهارم

a_3 : شروع دوره تنش گیاه بعد از آبیاری پنجم

a_4 : شروع دوره تنش گیاه بعد از آبیاری ششم

مدت زمان اعمال تنش براساس مصرف آب قابل دسترس خاک ($P_{fc} - P_{wp}$) در چهار سطح (عامل B) به صورت ذیل به کرت‌های فرعی اختصاص یافت.

b_1 : مدت زمان یا تعداد روزهایی که به اندازه $\frac{2}{5}(P_{fc} - P_{wp})$ یعنی حدود ۴۰ درصد از رطوبت وزنی خاک مصرف شده باشد.

b_2 : مدت زمان یا تعداد روزهایی که به اندازه $\frac{3}{5}(P_{fc} - P_{wp})$ یعنی حدود ۶۰ درصد از رطوبت وزنی خاک مصرف شده باشد.

b_3 : مدت زمان یا تعداد روزهایی که به اندازه $\frac{4}{5}(P_{fc} - P_{wp})$ یعنی حدود ۸۰ درصد از رطوبت وزنی خاک مصرف شده باشد.

b_4 : مدت زمان یا تعداد روزهایی که به اندازه $\frac{5}{5}(P_{fc} - P_{wp})$ یعنی کل آب قابل مصرف از رطوبت وزنی خاک مصرف شده باشد.

لازم بذکر است که براساس آزمایشات انجام شده ظرفیت زراعی خاک مزرعه محل آزمایش حدود ۲۷/۵٪ و نقطه پژمردگی آن در حدود ۱۳/۵٪ رطوبت وزنی بود. بدین

ترتیب رطوبت قابل استفاده در این خاک ۱۴٪ برآورد گردید. بافت خاک مزرعه آزمایشی سنگین بوده (silty-clay) و از نوع خاکهای قهوه‌ای^(۱) است که در کلاس II قرار دارد. در پائین هر سال قبل از اجرای طرح هنگام آماده‌سازی زمین مقدار ۱۳۸ کیلوگرم P_2O_5 از منبع فسفات آمونیوم با خاک مخلوط شد. همچنین در بهار پس از اعمال ۱۴۰ کیلوگرم ازت خالص از منبع اوره با توجه به میزان ازت حاصل از فسفات آمونیوم، آزمایش با استفاده از بذر چغندر قند رقم PP22 به میزان ۱۵ کیلوگرم در هکتار کاشته شد.

آبیاری سوم بعد از تنک و وجین اعمال گردید و پس از آن اعمال تیمارهای تنش آغاز شد. جهت اعمال تیمارها سه روز بعد از هر آبیاری نمونه برداری به طور مرتب و روزانه از خاک صورت گرفته و آبیاری درست در شرایط پیش‌بینی شده انجام پذیرفت. ضمناً در هر مرتبه آبیاری میزان آب ورودی و خروجی مزرعه اندازه‌گیری گردید.

در طول دوره رشد کلیه مراقبتهای لازم از جمله مبارزه با آفات و بیماریها، تنک و وجین علفهای هرز با توجه به مقتضیات آزمایش انجام شد. در زمان برداشت از هر کرت فرعی پس از حذف دو خط از هر طرف بعنوان حاشیه چهار خط وسط برداشت گردید که مساحت برداشت معادل ۳۶ مترمربع بود. پس از برداشت، ریشه‌ها شمارش و توزین شده و جهت تجزیه کیفی لازم به آزمایشگاه تکنولوژی قند ارسال شدند.

نتایج و بحث

نتایج کمی و کیفی داده‌های مربوط به طرح در جداول شماره ۱ لغایت ۵ ارائه گردیده است که ذیلاً به ترتیب سال و سپس به طور کلی مورد بحث قرار می‌گیرد.

سال اول: همانطور که در جدول شماره ۱ مشاهده می‌شود عامل مربوط به زمان شروع تنش بعد از آبیاریهای مختلف تأثیر معنی‌داری بر روی شاخص‌های مهم نداشتند و هیچکدام از آنها معنی‌دار نشده‌اند ولی فاکتور مقادیر مصرف آب قابل دسترس بر روی وزن ریشه و عملکرد شکر ناخالص تأثیر داشته و تفاوت آنها در سطح ۱٪ معنی‌دار شده است. همچنین عملکرد شکر سفید نیز تحت تأثیر تیمارهای میزان تنش قرار گرفته و در سطح ۵٪ معنی‌دار شده است.

Table 1: Variance analysis of measured properties in 1986

جدول شماره ۱- تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده سال ۱۳۶۵

(s.o.v.)	D.F.	Pol. %		K *		Na *		N *		Wac %	
		MS	Prob.	MS	Prob.	MS	Prob.	MS	Prob.	MS	Prob.
Rep.	3				0.38 66						
Factor A	3	1.62		0.213		1.184		6.112		0.71	
Error	9	0.301		0.119		0.093		0.678		0.439	
Factor B	3	1.898		0.168		3.117		8.168		4.145	
AB	9	0.138		0.023		0.176		0.488		0.273	
Error	36	0.148		0.073	0.07 49	0.423		0.817	0.3841	0.357	
Coef. of Var.		2.43%		2.89%		20.18%		21.15%		4.13%	

(s.o.v.)	D.F.	M.S. %		R.W		T/ha		W.S.I		T/ha	
		MS	Prob.	MS	Prob.	MS	Prob.	MS	Prob.	MS	Prob.
Rep.	3										
Factor A	3	0.64		208.13	0.0468	5.221	0.0455	4.245		0.15	
Error	9	0.073		12.621		0.403		0.237			
Factor B	3	0.972		81.582		1.3		1.875			
AB	9	0.059		67.207	0.0055	2.287	0.0042	1.515	0.0222		
Error	36	0.119		21.169	0.1685	0.819	0.0978	0.618	0.1951		
Coef. of Var.		10.82%		7.29%		8.72%		7.88%			

Table 2: Variance analysis of measured properties in 1987.

جدول شماره ۲- تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده سال ۱۳۶۶

(s.o.v.)	D.F.	Pol. %		K *		Na *		N *		Wac %	
		MS	Prob.	MS	Prob.	MS	Prob.	MS	Prob.	MS	Prob.
Rep.	3										
Factor A	3	7.031	0.0009	2.565	0.0081	7.33	0.0005	17.572	0.0103	19.859	0.0003
Error	9	0.634	0.3983	0.11		0.36		0.649		1.13	0.3947
Factor B	3	0.485		0.342		0.448		2.527		1.018	
AB	9	0.409	0.3438	0.812	0.1514	0.03		0.043		0.939	0.2446
Error	36	0.318		0.159		0.239	0.0408	0.389	0.4438	0.438	
Coef. of Var.		3.44%		10.46%		9.40%		15.30%		5.77%	

(s.o.v.)	D.F.	M.S. %		R.W		T/ha		W.S.I		T/ha	
		MS	Prob.	MS	Prob.	MS	Prob.	MS	Prob.	MS	Prob.
Rep.	3										
Factor A	3	3.386	0.0004	170.68	0.171	1.809		0.195			
Error	9	0.134		163.69	0.1828	4.21	0.1693	2.171	0.1594		
Factor B	3	0.186		81.345		1.996		0.993			
AB	9	0.13	0.2441	13.198		0.351		0.318			
Error	36	0.031		14.971		0.519		0.365	0.4171		
Coef. of Var.		8.75%		13.42%		12.91%		12.60%			

* = meq/100g pulp R.

Table 3: Variance analysis of measured properties in 1988.

جدول شماره ۳- تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده سال ۱۳۶۷

(s.e.v.)	D.F.	Pol.		R		R ₀		R ₁		R ₂	
		MS	Prob.	MS	Prob.	MS	Prob.	MS	Prob.	MS	Prob.
Rep.	3										
Factor A	3	1.093	0.3797	0.489	0.1702	0.909	0.0013	0.264		1.233	0.2134
Error	9	0.061		0.139		0.273	0.0176	0.197		1.011	0.3074
Factor B	3	0.722		0.210		0.047		0.653		0.726	
AB	9	0.004	0.3963	0.012		0.071		0.17	0.3216	0.7	
Error	36	1.043	0.1116	0.063		0.203	0.1648	0.165	0.2548	1.428	0.119
Coef. of Var.		4.65%		4.66%		15.12%		25.82%		8.22%	
(s.e.v.)	D.F.	W.S		R.W		T/ha		S.Y		T/ha	
		MS	Prob.	MS	Prob.	MS	Prob.	MS	Prob.	MS	Prob.
Rep.	3										
Factor A	3	0.095	0.0394	136.86	0.25	4.725	0.2309	2.924	0.2684		
Error	9	0.042	0.3043	20.933		0.198		0.886			
Factor B	3	0.022		85.176		2.737		1.894			
AB	9	0.016		44.356	0.272	1.243	0.2547	0.97	0.1649		
Error	36	0.064	0.3133	47.432	0.207	0.803		0.417			
Coef. of Var.		7.01%		18.99%		10.34%		8.65%			

Table 4: Combine analysis of three years experiment.

جدول شماره ۴- نتایج تجزیه مرکب سه ساله آزمایش

(s.e.v.)	D.F.	Pol.		R		R ₀		R ₁		R ₂	
		MS	Prob.	MS	Prob.	MS	Prob.	MS	Prob.	MS	Prob.
Year	2	111.14	0	4.139	0	24.802	0	107.0	0	109.58	0
R(Y)	9	3.245	0.0102	1.079	0.0016	3.041	0.0221	7.979	0.043	7.297	0.0030
Factor A	3	0.748		0.129		0.183		0.187		1.283	
YA	6	0.349		0.12		0.271		0.589		0.549	
Error	27	1.635		0.249		1.203		3.746		1.963	
Factor B	3	9.874	0.0274	0.314	0.1768	0.017		0.048		8.91	0.2411
YB	6	0.289		0.267	0.2116	0.129		0.327		0.601	
AB	9	0.454	0.327	0.193		0.431	0.1003	0.463	0.366	0.717	0.3583
YAB	18	0.627	0.1735	0.096		0.217		0.446	0.3669	0.752	0.2933
Error	108	0.391		0.187		0.255		0.421		0.641	
Coef. of Var.		4.53%		4.45%		15.12%		20.82%		6.03%	
(s.e.v.)	D.F.	W.S		R.W		T/ha		S.Y		T/ha	
		MS	Prob.	MS	Prob.	MS	Prob.	MS	Prob.	MS	Prob.
Year	2	7460.7	0	286.82	0	323.42	0	7460.7	0		
R(Y)	9	171.84	0.0409	3.913	0.0872	2.455	0.1823	171.84	0.0409		
Factor A	3	42.686		1.079		0.872		42.686			
YA	6	77.345	0.402	1.969		0.911		77.345	0.402		
Error	27	72.701		2.611		1.838		72.701			
Factor B	3	68.82	0.0361	1.779	0.0418	1.082	0.0879	68.82	0.0361		
YB	6	28.071	0.2846	1.062	0.1344	0.87	0.0716	28.071	0.2846		
AB	9	21.296		0.434		0.307		21.296			
YAB	18	21.136	0.1806	0.864	0.1676	0.648	0.2213	21.136	0.1806		
Error	108	22.382		0.828		0.435		22.382			
Coef. of Var.		10.28%		9.61%		9.72%		10.28%			

Table 5: Comparison of treatment means in Duncan method.

جدول شماره ۵- مقایسه میانگین سه ساله آزمایش به روش دانکن

	Pol.	K	Ma	N	W.B.C.	M.S.	R.W.	S.Y.	W.S.Y.
	%	*	*	*	%	%	U _{Ma}	U _{Ma}	U _{Ma}
B1	17.98A	6.86A	2.76A	3.32A	14.76A	3.26A	46.89A	8.42A	6.92A
B2	17.74A	6.70A	2.78A	3.32A	14.89A	3.26A	47.33A	8.38A	6.87A
B3	17.96A	6.82A	2.72A	3.26A	14.89A	3.16A	45.96AB	8.17AB	6.73AB
B4	17.85A	6.86A	2.78A	3.26A	14.74A	3.18A	44.74B	8.01B	6.68B
A1 B1	16.10AB	6.81ABC	2.67A	3.42A	14.91AB	3.19A	45.86ABC	8.31ABC	6.86AB
A1 B2	17.48B	6.77AB	2.74A	3.43A	14.17B	3.27A	47.26ABC	8.24ABC	6.71ABC
A1 B3	17.81AB	6.67ABC	2.93A	3.47A	14.98AB	3.21A	46.74ABC	8.26ABC	6.76ABC
A1 B4	17.88AB	6.65ABC	2.90A	3.25A	14.42AB	3.24A	46.55ABC	8.25ABC	6.74ABC
A2 B1	18.07AB	6.40C	2.62A	3.01A	16.04A	3.03A	45.87ABC	8.28ABC	6.89AB
A2 B2	17.98AB	6.80A	2.77A	3.24A	14.70AB	3.28A	46.18ABC	8.33AB	6.81ABC
A2 B3	17.87AB	6.48BC	2.87A	3.36A	14.77AB	3.20A	44.74BC	8.03BC	6.62BC
A2 B4	18.21A	6.60ABC	2.54A	3.47A	16.10A	3.12A	44.31BC	8.06BC	6.71ABC
A3 B1	16.11AB	6.82ABC	2.85A	3.26A	14.82AB	3.26A	47.29AB	8.68AB	7.11AB
A3 B2	17.62AB	6.61ABC	2.73A	3.28A	14.42AB	3.28A	60.28A	8.83A	7.23A
A3 B3	16.04AB	6.61ABC	2.61A	3.21A	14.92AB	3.12A	48.42BC	8.19ABC	6.77ABC
A3 B4	17.91AB	6.65ABC	2.70A	3.26A	14.70AB	3.20A	45.30BC	8.09BC	6.62BC
A4 B1	17.88AB	6.69ABC	3.02A	3.64A	14.33AB	3.33A	47.84AB	8.40AB	6.82ABC
A4 B2	17.84AB	6.62ABC	2.80A	3.32A	14.70AB	3.23A	45.61ABC	8.18ABC	6.71ABC
A4 B3	18.02AB	6.43C	2.47A	2.99A	16.80AB	3.03A	45.33BC	8.16ABC	6.78ABC
A4 B4	17.85AB	6.53ABC	2.87A	3.24A	14.73AB	3.22A	42.79C	7.95C	6.27C

سال دوم: در سال دوم اجرای آزمایش که نتایج آن در جدول شماره ۲ ارائه شده است صفات مهم کمی و کیفی محصول بجز سدیم تحت تأثیر تیمارها و اثرات متقابل آنها قرار نگرفتند و در نتیجه اختلاف معنی‌داری در نتایج مشاهده نگردید.

سال سوم: همانطور که در جدول شماره ۳ مشاهده می‌شود متغیرهای اندازه‌گیری شده عمدتاً تحت تأثیر تیمارها و اثرات متقابل آنها قرار نگرفته‌اند در نتیجه اختلاف معنی‌داری در صفات کمی و کیفی محصول بجز در مورد سدیم ملاحظه نگردید.

نتایج سه ساله: نتایج تجزیه مرکب سه‌ساله آزمایش که در جدول شماره ۴ ارائه شده است نشان می‌دهد که وزن ریشه و عملکرد شکر ناخالص تحت تأثیر میزان تنش قرار گرفته و در سطح ۵٪ معنی‌دار شده‌اند.

در جدول شماره ۵ گروه‌بندی میانگین تیمارها در سالهای اجرای طرح ارائه شده است. همانطوری که در این جدول مشاهده می‌شود زمان شروع تنش تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر صفات کمی و کیفی محصول نداشته است به‌طوری‌که متغیرهای اندازه‌گیری شده در یک گروه قرار گرفته‌اند. از آنجائیکه در این آزمایش زمان وقوع اولین تیمار تنش پس از

آبیاری سوم و بعد از تنک و وجین بوده است لذا به نظر می‌رسد گیاه از این مرحله به بعد تا حدودی قادر به تحمل تنش آب می‌باشد. ولی تیمار مدت زمان تنش، وزن ریشه، عملکرد شکر ناخالص و عملکرد شکر سفید را تحت تأثیر قرار داده است به‌طوری‌که تیمارهای b_1 و b_2 یعنی کمترین مقدار تنش از نظر صفات مذکور در گروه برتر و تیمار حداکثر تنش در آخرین گروه واقع شده است که بیانگر تأثیر نامطلوب میزان تنش بر عملکرد محصول می‌باشد. از نتایج بدست آمده چنین استنباط می‌شود که اعمال تنش آب صفت کمی محصول یعنی وزن ریشه را بیشتر از صفت کیفی یعنی عیار قند تحت تأثیر قرار می‌دهد. این موضوع نقش آب را در فرآیند توسعه سلول و ایجاد فشار ترگر جهت رشد گیاه بیان می‌دارد. بنابراین از آنجائیکه در تیمارهای b_3 (۸۰٪ رطوبت مصرف شده) و b_4 (۱۰۰٪ رطوبت مصرف شده) آب به مقدار کافی در اختیار قرار نگرفته است، توسعه سلولی درحد مطلوب در اندامهای مختلف گیاه از جمله اندام هوایی انجام نگرفته، به تبع آن فتوسنتز مطلوب انجام نشده و در نهایت افت عملکرد ریشه را به دنبال داشته است. این موضوع با تحقیق انجام شده توسط کرتر و همکاران نیز تصریح شده است. نتیجه‌گیری می‌شود که بهترین زمان آبیاری پس از مصرف ۶۰٪ آب قابل استفاده خاک توسط گیاه است.

همچنین در این جدول مشاهده می‌شود که درصد قند خالص و ناخالص تحت تأثیر اثر متقابل AB قرار گرفته و بالاترین آن مربوط به تیمار A_2B_4 (شروع تشنگی بعد از آبیاری سوم و مصرف کل آب قابل دسترس) می‌باشد و در گروه a قرار دارد. این موضوع نشان می‌دهد که با افزایش تنش، وزن ریشه‌ها کاهش یافته و گیاه برای مبارزه با تنش آب، مواد تنظیم کننده اسمزی که قندها نیز جزئی از این مواد هستند در خود جمع می‌نماید لذا درصد قند افزایش نشان می‌دهد. در نتیجه با در نظر گرفتن این مطالب، رابطه معکوس بین افزایش درصد قند و کاهش میزان محصول ریشه توجیه می‌گردد (۸).

کمترین مقدار درصد قند نیز مربوط به تیمار A_1B_2 می‌باشد به‌طوری‌که این تیمار نسبت به تیمار A_2B_4 در گروه پائین‌تری واقع شده است.

صفات مهم دیگر از جمله وزن ریشه، عملکرد شکر ناخالص و عملکرد شکر سفید تحت تأثیر متقابل AB قرار گرفته و تیمار A_3B_2 (شروع تنش بعد از آبیاری پنجم و شروع آبیاری پس از مصرف $\frac{2}{5}$ آب قابل دسترس) در گروه برتر واقع شده است. در

حالی که همان صفات تحت تأثیر تیمار A_4B_4 (شروع تنش بعد از آبیاری ششم و آبیاری پس از مصرف کل آب قابل دسترس) در پائین ترین گروه واقع شده است. همانطور که مشخص است با نزدیک شدن رطوبت به نقطه پژمردگی در خاک، گیاه قادر به جذب آب نبوده و نتوانسته است توسعه سلولی و به تبع آن رشد اندامهای خود را گسترش دهد لذا عملکرد ریشه به عنوان یکی از مهمترین صفات کمی کاهش یافته و در نهایت تأثیر خود را بر عملکرد شکر گذاشته است. این موضوع با تحقیق انجام شده در سازمان FAO مطابقت دارد که بیان کننده حساسیت بیشتر محصول ریشه به کم آبی در مقایسه با محصول قند می باشد.

با توجه به محدودیت آب و بارندگی در اکثر مناطق زیر کشت چغندر قند و همزمانی آبیاری های چهارم و پنجم چغندر قند با مرحله حساس زایشی غلات و همچنین همزمانی کاشت برخی محصولات بهاره به نظر می رسد که آب در این مرحله دارای حداکثر ارزش بوده و کمترین صرفه جوئی و جابجائی آبیاری می تواند بازده بالائی در مزرعه داشته باشد. لذا می توان نتیجه گرفت که در دوره بعد از تنک چغندر قند تأخیر در آبیاری تا مصرف ۶۰٪ رطوبت قابل استفاده خاک هیچ گونه کاهش عملکردی در محصول ایجاد نشده و آبیاری زود هنگام مورد نیاز نبوده است. بدین ترتیب می توان دور آبیاری چغندر قند را در این مرحله تا حدود یک هفته به تأخیر انداخت. بویژه اینکه میزان تأثیر کم آبیاری در عملکرد قند حداقل می باشد. تیمار آبیاری پس از مصرف ۸۰٪ رطوبت قابل استفاده در سطح پائین تری قرار داشته که نشاننده خسارت قابل ملاحظه به محصول است و تئوری که می گوید چغندر قند می تواند تنش رطوبتی را در اوائل رشد تحمل نموده و افت محصول نداشته باشد نقض می نماید مگر اینکه از ارقام متحمل به خشکی استفاده گردد.

منابع مورد استفاده

- ۱- جهاد اکبر محمدرضا و حمیدرضا ابراهیمیان. ۱۳۷۷. ارزیابی سه مدیریت زراعی و شش رقم جهت صرفه جویی آب در سه ماهه اول فصل رشد در زراعت چغندر قند. انتشارات مؤسسه تحقیقات چغندر قند
- ۲- علیمرادی ایرج. ۱۳۷۵. بررسی امکان کشت چغندر قند پس از آخرین آبیاری محصول جو.

چکیده مقالات چهارمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه صنعتی اصفهان. دانشکده کشاورزی. ۴ تا ۷ شهریور ماه ۱۳۷۵.

۳- کوچکی عوض و محمدحسینی و مهدی نصیری. ۱۳۷۲. رابطه آب و خاک در گیاهان زراعی. ترجمه. انتشارات جهاد دانشگاهی

۴- حکمت شعار حسن. ۱۳۷۲. فیزیولوژی گیاهان در شرایط دشوار. ترجمه. نیکنام تبریز.

۵- رحیمیان محمدحسین. ۱۳۷۷. تأثیر تنش آبی بر چغندر قند و تعیین تولید و ضرایب گیاهی. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر ۹ تا ۱۳ شهریور ماه ۱۳۷۷.

6- Amato, D.A. Giordano., I. Ventui. G. 1983. The effect of different irrigation programmes and harvesting dates on sugar beet. Rivista. di. Agronomia. 17: 157

7- Brown, R.F. and Dunhan, R.J. 1989. Recent Progress on fibrous root system of sugar beet in world sugar and sweetener year book 1989. F.O. Licht. GmbH, Rutzbury. PP: F5-F13

8- Corter, JN. Jensen, ME. and Traveller, DT. 1980. Effect of mid and late season water stress on sugar beet growth and yield. Agronomy Journal. 7215, 806-815

9- Doorenbos, J and Kassam, A.H. 1979. Yield response to water. Food and Agricultural Organization of the United Nations. Irrigation and drainage paper. No. 33. pp: 141- 144

10- Jaggard, K.W., Dewar, AM and Pidgeon, J.D. 1998. The relative effects of drought stress and virus yellows on the yield of sugar beet in the UK. Journal of Agricultural Science 130: 337- 343

11- Nagy, Z., and Turdena, A. 1991. Research on the water use of sugar beet crops in forec asting and altering water application in the irrigation system of transylvania. Buletinul-Instituluii Agronomic - Napoca. Seria - Agricultura - si - Horticul. 54: 2: 47-52