نگرش کلی بر نتایج مصرف مقادیر مختلف پتاسیم در زراعت چغندرقند

A survey on results of different levels of potassium Consumption in sugar beet cultivation

جواد گوهری[۱]، قاسم توحیدلو[۲] و فرحناز حمدی[۲]

چکیده

این بررسی شامل آزمایشاتی است که در پنج منطقه مختلف چغندرکاری (کرج،همدان،شیراز، میاندوآب و مشهد) در سه سال متوالی اجراء شده و در آن از کود پتاسیم (K_2O) در پنج سطح مختلف صفر، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سولفات پتاسیم استفاده شده است. این تیمارها در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی در پنج تکرار مورد مطالعه قرار گرفتند. زمان اعمال تیمارها در بهار و قبل از کشت محصول بود. نتایج بدست آمده نشان داد که وزن ریشه و عملکرد شکر تحت تاثیر مقادیر مختلف پتاسیم قرار گرفته و در سطح اعتماد یک درصد معنی دار شدند. همچنین صفات مذکور تحت تاثیر مکانهای مختلف، اثر متقابل سال در مکان و تیمار در مکان در سال در سطح یک درصد معنی دار شدند. درصد قند بعنوان مهمترین صفت کیفی در این آزمایش تحت تاثیر تیمارهای مختلف پتاسیم قرار نگرفت اما سایر منابع تغییرات این صفت را تحت تاثیر معنی داری قرار دادند، در گروه بندی میانگین تیمارها از نظر وزن ریشه، درصد قند و عملکرد شکر مشخص شد که این صفات متاثر از زمان اجرا، منطقه تیمارها و همچنین اثر متقابل آنها بوده است بطوری که تحت تاثیر عوامل یاد شده در گروههای مختلف قرار گرفته اند. نکته مهم اینکه پتاسیم تنها محصول ریشه را تحت تاثیر قرار داد و تاثیر مثبتی بر روی عیار قند نداشت. در نتیجه، عملکرد شکر تحت تاثیر مصرف پتاسیم افزایش پیدا کرد.

۱- عضو هیات علمی موسسه تحقیقات چغندرقند
۲- کارشناسان موسسه تحقیقات چغندرقند

مقدمه

میزان پتاسیم در خاکهای مختلف در مقایسه با میزان ازت و فسفر خاک بسیار متغیر است به طوری که در بعضی از خاکها پتاس بسیار ناچیز است و در آنها همه ساله مصرف پتاس ضرورت دارد ولی در خاکهای دیگر ذخیره سازی به حدی است که سالیان دراز پتاسیم بصورت املاح بوسیله محصولات زراعی و شستشوی دائمی از خاک خارج می گردد و هنوز این خاکها هیچگونه احتیاجی به اضافه کردن پتاسیم ندارند(٤).

بطور کلی پتاسیم در خاکهای مناطق خشک بیشتر از نواحی مرطوب می باشد. بعلاوه در خاکهای هر ناحیه میزان آن رابطه نزدیکی با بافت خاک دارد. در خاکهای با بافت مشابه میزان پتاسیم بستگی به نوع مواد معدنی و سنگ مادر تشکیل دهنده خاک دارد(٤).

پتاسیم به سه شکل کلی نسبتاً غیر قابل جذب، با قابلیت جذب کند و با قابلیت جذب سریع در خاک وجود دارد که هر سه شکل یاد شده با یکدیگر در حالت تعادل می باشند. آن قسمت از پتاسیم (یک تا دو درصد) که دارای قابلیت جذب سریع است در محلول خاک وجود داشته و گیاه به راحتی از آن استفاده می کند(٤).

پتاسیم جزء عناصر پر مصرف مورد نیاز گیاه بوده و مقدار آن ۰/۷۷-۰/۵۵ درصد ماده خشک ریشه می باشد. در حالیکه این مقدار در وزن خشک اندام هوایی گیاه به سه درصد می رسد(۳). همچنین مقدار پتاسیم در گیاهان مختلف متفاوت بوده و در حبوبات، شبدر ، یونجه، چغندرقند و سیب زمینی مقدار آن بیش از غلات است(۲ و ٤). قسمت اعظم پتاسیم بصورت ترکیبات معدنی در سیتوپلاسم سلولها مشاهده می شود. پتاسیم برعکس فسفر و ازت در ترکیبات سلولی شرکت نمی کند و تنها نقش آن بیشتر در فعل و انفعالات مهم گیاهی است.

بین تولید هیدرات کربن و مقدار پتاسیم رابطه مثبت وجود دارد. زیرا پتاسیم فعالیت دیاستازی گیاهی را تشدید می نماید. در ضمن پتاسیم بدلیل نقشهایی که در قند سازی دارد موجب جلوگیری از خطر سرمازدگی گیاهان می شود. از طرف دیگر

کمبود پتاسیم سوخت و ساز نوری را کاهش داده و در این حال میزان تنفس افزایش یافته و در نهایت کربوهیداتها کم می شوند. وجود پتاسیم در نگهداری آب در داخل بافتهای گیاهی نیز از اهمیت خاصی برخوردار است(۲).

در سال ۱۳۷۰ گزارش گردیده است که در مقابل مصرف زیاد کودهای ازته و فسفاته، مصرف پتاسیم در سطح کشور ناچیز بوده و بایستی نسبت به اصلاح این وضعیت اقدام نمود(۱).

در سال ۱۹۹۳ گزارش شده است که مصرف پتاسیم در مقابل مصرف زیاد کودهای ازته و فسفاته کمتر بوده و این مقدار در حدود ۲۶/۵ کیلوگرم پتاس در هکتار است(۱۲).

به دلیل نقش عمده پتاسیم قابل تبادل در تجدید عنصر مزبور در محلول خاک و برداشت آن بوسیله گیاه یا اتلاف آن از طریق آبشوئی، توجهی بیشتر به تعریف رابطه میان پتاسیم قابل تبادل (Q برای مقدار) و فعالیت پتاسیم محلول خاک (I برای شدت) معطوف شده است. نسبت Q/I بوسیله بسیاری از دانشمندان بعنوان شاخص کمی و کیفی پیش بینی و ضعیت پتاسیم خاک بکار برده شده است(۲).

طی تحقیقی در سال ۱۹۷۳ در خاکهای پنجاب هندوستان این نتیجه حاصل شد که رابطه مثبتی بین ظرفیتی تثبیت پتاسیم با آمونیوم وجود دارد (r^2 = ۰/۷۸). این همبستگی در خاکهای آهکی بیشتر بود ((r^2 = ۰/۸۷). با عنایت به مطالب فوق الذکر بدیهی است هر یک از کودهای پتاسیمی یا آمونیومی را زودتر به خاک اضافه کنند، زودتر تثبیت شده و کود دیگری با سهولت بیشتری در اختیار گیاه قرار می گیرد(۸). در سال ۱۹۹۷ نسبت Q/I برای خاکهای مناسب رشد چغندرقند در خراسان مشخص گردید و نسبت میانگین فعالیت را در حدود ۰/۰۰۵۳ مول در لیتر عنوان شد(٦).

آزمایشات متعددی (۵، ٦، ۹، ۱۲، ۱٤ و ۱۵) در خصوص استفاده از پتاس بر روی چغندرقند انجام شده است و نتایج نشان می دهد که این کود موجب افزایش وزن محصول و همچنین ارتقاء کیفیت آن می گردد. در بعضی از این آزمایشات مصرف نیترات پتاسیم نسبت به کلرید پتاسیم برای افزایش محصول توصیه شده است.

در سال ۱۹۹۱ در ترکیه آزمایشی با استفاده از مقادیر مختلف صفر، ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار در زراعت چغندرقند به اجرا درآمد. نتایج بدست آمده نشان داد که عملکرد ریشه و درصد قند تحت تاثیر پتاسیم به میزان ۶۰ کیلوگرم در هکتار به طور معنی دار افزایش پیدا کرده است.

مواد و روشها

این بررسی در سه سال متوالی در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی در پنج تکرار و در پنج منطقه مهم چغندرکاری شامل کرج، همدان، میاندوآب، شیراز و مشهد اجرا گردید. پنج تیمار کود پتاسه با مقادیر صفر، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار بصورت خالص (k_2O) ازمنبع سولفات پتاسیم همزمان با کاشت در اوایل اردیبهشت ماه در اول هر سال اعمال گردیدند. برای اینکه نیاز گیاه به منابع دیگر کودی نیز بر طرف گردد مقدار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص از منبع اوره و نیز ۱۰۰ کیلوگرم فسفر خالص (P_2O_5) در هکتار از منبع سوپر فسفات به طور یکنواخت به مزرعه داده شد. نوع بذر استفاده شده بذر مولتی ژرم P.P.22 بود.

در مراحل مختلف رشد گیاه سایر عملیات داشت از جمله تنک و وجین، مبارزه با آفات و بیماریها و آبیاریهای لازم بطور مرتب انجام شد. در هنگام برداشت پس از حذف خطوط طرفین بعنوان حاشیه نمونه گیری انجام شد.

نمونه ها پس از توزین جهت تعیین وضعیت کیفی به آزمایشگاه ارسال گردیدند. در نهایت نتایج بدست آمده با استفاده از نرم افزار MSTATC تحلیل شد.

نتایج و بحث

قبل از ارائه نتایج این آزمایشات لازم بذکر است که بدلیل گستردگی حجم کار و نتایج بدست آمده، در این مقاله جهت اختصار به کلیات موضوع پرداخته شده است.

وزن ریشه (R.Y)

نتایج کمی و کیفی مهم بدست آمده از اجرای این آزمایشات در جدول شماره یک (جدول تجزیه واریانس) و جدول شماره دو (دسته بندی صفات به روش دانکن) آمده است.

همانطور که در جدول شماره یک ملاحظه می شود وزن ریشه به عنوان مهمترین صفت کمی محصول چغندرقند تحت تاثیر زمان، مکان اجرای آزمایش، اثر متقابل مکان در زمان، تیمارها و نیز اثر متقابل تیمار در مکان در زمان قرار گرفته و در سطح یک درصد معنی دار گردیده است. همچنین این صفت کمی بطور معنی دار تحت تاثیر اثر متقابل تیمار در زمان قرار گرفته است با توجه به تحقیقات انجام شده توسط سایر محققین (۳، ٤، ٥، ۹، ۱۱، ۱۲ و ١٤) نتایج بدست آمده با منابع مذکور مطابقت دارد.

در دسته بندی تیمارها مشاهده می شود که سطح چهارم پتاسیم یعنی مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار بالاترین مقدار وزن ریشه را شامل شده است در حالیکه تیمار شاهد در پایینترین گروه قرار دارد. تاثیر این مقدار در آزمایشات انجام شده در ترکیه و چین (۱ و ۳) نیز گزارش گردیده است. با دقت بیشتر در مقادیر وزن ریشه در تیمارهای مختلف، می توان اذعان نمود که با توجه به روند افزایشی عملکرد ریشه همزمان با روند صعودی افزایش مقدار پتاسیم و سپس توقف آن در سطح چهارم مقدار عملکرد ریشه تحت تأثیر این کود افزایش یافته و در فراتر از ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار میزان عملکرد ثابت می شود. لذا اعمال مقدار بیشتر از آن بازده مفیدی ندارد. به هر صورت باتوجه به نقش کود پتاسیم در فعل و انفعالات گیاهی و سوخت و ساز نوری می توان اظهار نمود که این عنصر فعل و انفعالات مطلوب را تشدید کرده و ارتباط خوبی بین منبع (Source) و مقصد (Sink) گیاه برقرار نموده است بنابراین گیاه توانسته است از عوامل محیطی و درونی خود به نحو مطلوبتری استفاده نماید. (۲)

اثر متقابل تیمار در مکان نیز نشان می دهد که سطح چهارم تیمار در منطقه کرج بالاترین عملکرد را دارد و در حالیکه سطح اول تیمار در منطقه میاندوآب کمترین عملکرد را بخود اختصاص داده است. باتوجه بیشتر به میانگینها همانطور که مشخص

است سطوح اول تیمارهای پتاسیم در اغلب موارد عملکرد ریشه کمتری را نسبت به سطوح دیگر موجب شده اند لذا این امر بیانگر تأثیر این کود بر روی صفات کمی محصول می باشد. در بین مناطق، مشهد از نظر استفاده از کود پتاسیم روند مشخصی را نشان نداد.

درصد قند (S.C.)

درصد قند بعنوان یک صفت مهم کیفی متأثر از عوامل ژنتیکی و محیطی می باشد. باتوجه به این موضوع همانطور که در جدول تجزیه واریانس ملاحظه می شود این صفت تحت تأثیر زمان، مکان، اثر متقابل آنها، اثر متقابل تیمار در زمان، اثر متقابل تیمار در مکان و همچنین تیمار در مکان در زمان قرار گرفته و در سطح اعتماد یک درصد معنی دار شده است. در حالیکه سطوح مختلف تیمارها تأثیری در عیارقند نداشته اند. لذا علیرغم فرضیه ای که مدعی است پتاس در قندسازی گیاهان نقش بسزایی دارد این موضوع در این آزمایش به اثبات نرسیده و تمامی تیمارها از این نظر در یک گروه آماری قرار گرفتند. ولی نتایج تعدادی از آزمایشات نیز نشان میدهند (٦، ٩، ١١، ١٢ و ١٤) که کود پتاسیم موجب افزایش درصد قند میشود که این موضوع همانطور که ذکر شد در این آزمایش ملاحظه نگردید. در صورتیکه نتیجه بدست آمده از آزمایش انجام شده در ایستگاه تحقیقاتی برومزبارن انگلیس (٥) با نتایج بدست آمده در این تحقیق مطابقت دارد.

در بین مناطق، میاندوآب و مشهد بیشترین درصد قند را دارا هستند و از نظر آماری در گروه مجزایی قرار گرفته اند. در حالیکه کرج کمترین عیار قند را نشان می دهد. درصد قند تحت تأثیر اثر متقابل زمان در مکان نیز در گروههای مجزایی قرار دارد. بطوری که مناطق میاندوآب و مشهد در سالهای مختلف آزمایش بالاترین درصد قند را در مقایسه با مناطق دیگر نشان میدهند.

اثر متقابل تیمار در مکان بر روی این صفت کیفی مهم نشان میدهد که منطقه میاندوآب با سطح اول تیمار کودی (شاهد) از بالاترین میزان قند برخوردار است که این امر با توجه به فرضیات پیشین در خصوص تأثیر پتاس در ساخت هیدراتهای کربن دور از انتظار بود. از طرفی بدلیل عملکرد پائین ریشه در منطقه مذکور این

موضوع قابل توجیه است. در هر حال در بین مناطق، اختلاف عیار و تغییرات آن بیشتر تحت تأثیر تغییرات وزن ریشه است تا مقدار پتاسیم مصرف شده. بطورکلی تغییرات عیارقند تحت تأثیر مقدار پتاسیم در مناطق مختلف از روند خاصی برخوردار نبود و احتمالا این تغییرات تحت تأثیر پتاس نبوده است.

عملکرد شکر(S.Y.)

عملکرد شکر بعنوان هدف نهایی زراعت چغندرقند می باشد. جدول تجزیه واریانس مربوطه بیانگر این است که این صفت تحت تأثیر مکان، اثر متقابل زمان در مکان، سطوح تیمار، تیمار در مکان و تیمار در زمان در مکان قرار گرفته و در سطح یک درصد معنی دار شده است. همچنین در این جدول تیمار در سال نیز در سطح پنج درصد معنی دار می باشد. باتوجه به اینکه این صفت کیفی برآیندی از عملکرد ریشه و درصد قند و هر دوی این صفات به نوعی متأثر از عوامل ژنتیکی و محیطی می باشد. تأثیر عوامل یاد شده بر روی این صفت قابل توجیه است. این نتیجه با سایر نتایج بدست آمده (۸، ۹، ۱۱، ۱۲ و ۱٤) مطابقت دارد.

در جدول گروه بندی میانگینها، عملکرد شکر در سال اول اجرای آزمایش بلاترین مقدار را باتوجه به عملکرد ریشه در این سال داراست. در بین مناطق، منطقه مشهد بیشترین عملکرد شکر و میاندوآب کمترین مقدار را دارا هستند که باتوجه به محصول ریشه بالا و عیارقند مطلوب در منطقه مشهد و همچنین عملکرد پائین ریشه در میاندوآب قابل توجیه است. در بررسی اثر متقابل زمان در مکان نیز همانطور که مشهود است منطقه مشهد در سال اول اجرای آزمایش بیشترین عملکرد شکر را شامل شده است این در حالی است که کرج در سال دوم اجرای آزمایش دارای کمترین مقدار تولید شکر را شامل شده است. این موضوع در سالهای دیگر صادق نبوده و احتمال میرود شرایط اقلیمی در این سال بر میزان عملکرد تأثیر گذاشته باشد.

تأثیر تیمارها بر روی عملکرد شکر مبین آن است که با افزایش مقدار کود پتاسه تا حدود ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد شکر افزایش می یابد. افزایش مقدار کود به بالاتر از این مقدار تأثیری در عملکرد نداشته است. به عبارت دیگر مصرف کود پتاس بیش از ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار بازدهی مفیدی ندارد. نتایج بدست آمده مقادیر عملکرد

شکر (S.Y.) با میزان پتاس مصرفی رابطه ای را نشان می دهد که این رابطه به شکلهای مختلف خطی، نمایی و لگاریتی آزمون گردید و بهترین معادله همبستگی به صورت $S.Y.=6.12*K^{0.00528}$ بدست آمد که در آن $R^2=68.72\%$ و ضریب همبستگی معادل ۰/۸۳ + است که در سطح پنج درصد معنی دار می باشد.

اثر متقابل تیمار در زمان بر روی عملکرد شکر بیانگر تأثیر تقریبا مطلوب سطح چهارم پتاس در سالهای مختلف اجرای آزمایش است. تیمار شاهد در سالهای مختلف آزمایش کمترین تولید شکر را داشته است. عملکرد شکر تحت تأثیر تیمار در مکان تأثیر کود پتاسه را در میزان محصول نهایی نشان میدهد.

در حالیکه عملکرد شکر نیز اثرات متفاوتی را از خود نشان داد. تیمار شاهد در منطقه مشهد بیشترین عملکرد شکر را دارا است همان تیمار در میاندوآب کمترین مقدار را نشان میدهد. این امر نتایج تحقیقاتی را که مصرف پتاس را باتوجه به تجزیه خاک پیشنهاد می کند، تأیید می نماید.

جدول ۱ - تجزیه واریانس عملکرد ریشه، عیار قند و عملکرد شکر در سالهای اجرای آزمایش

Table 1- Analysis of variance for Root Yield , Sugar Content and Sugar Yield in three years expriment

مقدار کا	منابع تغییر		R.Y t/ha	عملکرد ریشه	S.Y t/ha	عملکرد شکر	Pol %	عیار قند
K Value	Source of variation	D.F.	M.S.	Prob.	M.S.	Prob.	M.S.	Prob.
1	سال (Y)	2	987.581	0.0001	18.511	0.0012	14.170	0.0000
-3	خطا (E)	12	43.540	-	1.478	-	0.149	-
4	مکان (L)	4	2054.331	0.0000	64.802	0.0000	249.016	0.0000
5	سال × مکان (Y*L)	8	503.977	0.0000	13.171	0.0000	64.737	0.0000
-7	خطا (E)	48	39.385	-	1.380	-	0.558	-
8	تیمار (T)	4	204.271	0.0003	6.038	0.0004	0.581	0.3836
9	سال × تیمار (Y*T)	8	75.092	0.0444	2.204	0.0570	3.099	0.0000
12	مکان × تیمار (L*T)	16	173.955	0.0000	6.596	0.0000	1.111	0.0138
13	سال × مکان × تیمار (Y*L*T)	32	80.244	0.0006	2.439	0.0007	1.435	0.0000
-15		240	37.105	-	1.145	-	0.555	-
	ضریب تغییرات Coef . of Var.		18.38%	-	17.84%	-	4.08%	-

جدول ۲- دسته بندی میانگین های صفات کمی و کیفی محصول به روش دانکن

Table 2. Grouping of Root Yield, Sugar Content and Sugar Yield meuns by Duncan's test

سال Year	مکان Location	عملکرد ریشه R.Y.(t/ha)	عملکرد شکر S.Y(t/ha)	عیار ق Pol (%)	سال Year	تیمار Tretment	عملکرد ریشه R.y.(t/ha)	عملکرد شکر S.Y(t/ha)	عیار ق Pol (%)	مکان Loc	تیمار treat	عملکرد ریشه R.Y (t/ha)	عملکرد شکر S.Y(t/ha)	ق
1		35.85A	6.36A	17.88B		1	31.69C	5.76C	18.39A	1	1	34.58CDE	5.31HIJ	
2		30.24C	5.59B	18.47A		2	34.72AB	6.26AB	18.32A	1	2	41.59AB	6.54BCDEF	1
3		33.34B	6.04A	18.46A		3	34.47AB	6.24AB	18.25A	1	3	38.74BC	6.12DEFGHI	1
						4	36.18A	6.54A	18.19A	1	4	43.76A	7.00ABCD	
Karaj	۱- کرج	38.95A	6.15BC	15.81D		5	33.85B	6.09BC	18.19A	1	5	36.07BCDE	5.78EFGHIJ	1
Hamedan	۲- همدان	34.67B	5.85C	17.01C						2	1	36.68BCDE	6.27CDEFGH	17
Miandoab	۳- میاندوآب	26.09C	5.21D	19.96A	1	1	31.63DEF	5.77CD	18.47A	2	2	37.18BCD	6.34CDEFG	
Shiraz	۴ - شیراز	35.14B	6.53B	18.67B	1	2	37.89AB	6.81A	18.23A	2	3	33.53CDEF	5.69FGHIJ	16
Mashhad	۵ - مشهد	36.06B	7.17A	19.88A	1	3	34.47BCDE	6.16ABC	17.79B	2	4	34.92CDE	5.84EFGHIJ	16
					1	4	38.33A	6.65AB	17.32C	2	5	31.03EFG	5.10J	17
1	1	46.40A	7.51AB	16.20F	1	5	36.93ABC	6.39ABC	17.58BC	3	1	16.05H	3.27K	
1	2	33.48DEF	4.63FG	13.73H	2	1	28.33F	5.21D	18.48A	3	2	26.96G	5.39GHIJ	19
1	3	27.26GH	5.50E	20.26A	2	2	29.13F	5.33D	18.30A	3	3	28.81FG	5.68FGHIJ	19
1	4	34.71CDE	6.58CD	18.97D	2	3	30.80EF	5.76CD	18.62A	3	4	32.12DEF	6.47BCDEF	20
1	5	37.39CD	7.57A	20.22A	2	4	33.84CDE	6.31ABC	18.59A	3	5	26.52G	5.22IJ	19
2	1	28.40GH	4.42G	15.72G	2	5	29.09F	5.35D	18.35A	4	1	33.33CDEF	6.35CDEFG	19
2	2	30.19FG	5.32EF	17.62E	3	1	31.57DEF	5.69CD	18.23A	4	2	34.13CDEF	6.33CDEFG	18
2	3	25.65H	5.04EFG	19.57C	3	2	33.78CDE	6.07BC	18.43A	4	3	35.01CDE	6.49BCDEF	18
2	4	32.37EF	6.37D	19.72BC	3	3	34.95ABCD	6.24ABC	18.33A	4	4	35.18CDE	6.48BCDEF	
2	5	34.59CDE	6.81BCD	19.70BC	3	4	33.01DE	6.05BC	18.65A	4	5	38.07BC	6.99ABCD	
3	1	42.05B	6.52CD	15.51G	3	5	33.36CDE	6.15ABC	18.64A	5	1	37.83BCD	7.61A	20
3	2	24.68H	4.83EFG	19.67BC						5	2	33.76CDEF	6.73ABCDE	19
3	3	25.37H	5.08EFG	20.05AB						5	3	36.27BCDE	7.25ABC	19
3	4	38.36C	6.63CD	17.33E						5	4	34.90CDE	6.91ABCD	19
										5	5	37.56BCD	7.36AB	19

میانگینهای دارای حروف مشابه بیانگر عدم اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵% می باشند

Similar alphabels are not significant at %5

منابع مورد استفاده

۱ – امیر مکری، ه. ۱۳۷۰. بررسی تحلیلی روند مصرف کودهای شیمیایی در ایران. امور تحقیقات بازار. شرکت ملی صنایع پتروشیمی ایران. شماره ۴۰۳.

۲ – زرین کفش. م.۱۳٦۸. حاصلخیزی خاک و تولید ترجمه. انتشارات دانشگاه تهران.

۳ – کلارستاقی، ک.۱۳٦۳. تغذیه چغندرقند. مؤسسه تحقیقات خاک و آب– شماره ٦٤٤.

٤ – ملکوتی، م، ج و همایی، م. ۱۳۷۳. حاصلخیزی خاکهای مناطق خشک «مشکلات و راه حلها» انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. ص ٤٩٤.

5. Allison, MF. KW.,Jaggard, MJ. Armstrog. 1994. Time of application and chemical form potassium, phosphorus, magnesium and sodium fertilizer and effects on the growth, yield and quality of sugarbeet. Journal of Agricultural Science 123: 1.61-70; 30.

6. Amiri, R. Ms Dorudi and V. Fallah. 1997. Q/I parameter of potassium in some soils of Khorasan Province [Iran]. Soil and Water Journal. 9:1, VL, 14-86; 28.

7. Denesova, O and E. Andres. 1995. New results with Potassium and magnsium ferttilizer application to sugar beet. Bratislova. 35: 9-10, 161-162.

8. Grewal, J.S. and J.S.Kanwar. 1973. Potassium and ammonium fixation In Indian Soils (A review). Indian Council of Agricultural Research, New Dehli. India. PP.72

9. Gumakov, A.1996. Relation between potassium, yields and quality of sugar beet. Listy-cukovrnicke - a- Reparske- 112:1, 11-17; 8.

10. Kasap, Y, and F. Killi. 1994. Research on the effects of potassium fertilizer on yield and quality of sugarbeet grown at Kahramanmarass. Turkish Journal of Agriculture and forestry. 18:2,107-110.

11. Krauss, A. 1992. Role of Potassium in nutrient efficiency. 4th National congress of soil science, Islamabad, Pakistan.

12. Liuy, Y. JC. Zou, G. Geng, FQ XU and Yz . Wang,. 1992. Effect of potassium on sugar beet quality and adversity resistance. China sugar beet. No 4, 15-20.

13. Nosko, BS and VI . Babynin. 1995. Potassium Regim in a typical chernozem and sugar beet yield under application of potassium fertilizers. Agrokyimiya No. 11, 15-25; 5.

14. Orlovius, K. 1992. Effect of different K fertilizer and soil K supply on the quality of sugar beet. Kongressbund Hamburg. Vortrage zum generalthema des. 105. VDLUFA- Kongresses. Hygiene von lebensmitteln 107-110.

15. Uebel- E. 1992. Effect of potassium application on yield, potassium balance and soil K content. Can potassium fertilizer application be omitted Neue-Landwirtschaft. No 3, 51-52.