نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۰، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۵، ص. ۶۷۶-۶۶۴

Journal of Plant Protection
Vol. 30, No. 4, Winter 2017, P. 664-676

ارزیابی روش‌های کنترل علف‌های‌هرز بر عملکرد چغندرقند (*Beta vulgaris* L.) در سطوح مختلف نیتروژن

علی اصغر چیت بند[1*]- سید بهنام کلالی[2]- علیرضا قائمی[3]- سعید جاهدی پور[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۰/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۷/۱۰

چکیده

به منظور بررسی اثر کنترل کامل علف‌های‌هرز به وسیله وجین دستی و همچنین دو ترکیب علف‌کش انتخابی در مبارزه با علف‌های هرز پهن برگ چغندرقند در سطوح مختلف مصرف نیتروژن بر میزان عملکرد و خصوصیات کیفی چغندرقند، آزمایشی در سال ۱۳۹۳ در شهرستان تربت جام بصورت طرح آماری کرت‌های یکبار خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا درآمد. تیمارهای آزمایش شامل ۴ سطح مختلف نیتروژن (۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) به عنوان عامل اصلی، استفاده از تیمارهای علف‌کشی کلریدازون + فن‌مدیفام (هر یک به مقدار ۵ کیلوگرم در هکتار) و متامیترون + فن‌مدیفام (هر یک به مقدار ۵ کیلوگرم در هکتار) به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شد. چهار هفته پس از اعمال تیمارها، نمونه‌برداری از علف‌هرز و گیاه زراعی با استفاده از کوادرات ۰/۵×۰/۵ از خطوط وسط هر کرت انجام شد. نمونه‌ها پس از برداشت برای تعیین وزن خشک، در آون با ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک و سپس وزن شدند. در برداشت نهایی، نمونه‌برداری از نیمه انتهایی خطوط وسط هر کرت انجام برداشت شده و جهت تعیین عیار، نیتروژن مضره، سدیم، پتاسیم با استفاده از دستگاه بتالایزر به آزمایشگاه بخش چغندرقند مرکز تحقیقات کشاورزی انتقال یافت. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که کاربرد کود ازته و تیمارهای علف‌کشی، اختلاف معنی‌داری با هم در سطوح پنج و یک درصد داشتند. بر اساس نتایج حاصل شده، تراکم علف‌هرز تحت تأثیر مقادیر مختلف نیتروژن قرار نگرفت در حالی‌که افزایش نیتروژن مصرفی باعث افزایش وزن خشک علف‌های‌هرز در واحد سطح شد، بطوری‌که بالاترین آن در تیمار کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار به‌همراه عدم وجین علف‌های‌هرز به مقدار ۲۹۲ گرم در هر متر مربع حاصل شد. بیشترین عملکرد ریشه چغندرقند مربوط به تیمار کنترل کامل علف‌های‌هرز و کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به مقدار ۵۶۹۸۰ کیلوگرم در هکتار بود. در بین تیمارهای کنترل شیمیایی علف‌های‌هرز، بیشترین عملکرد ریشه چغندرقند در تیمار علف‌کش متامیترون + فن‌مدیفام و مصرف ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به میزان ۴۷۸۸۰ کیلوگرم در هکتار حاصل شد. بیشترین عملکرد قند خالص به ترتیب در ترکیب تیماری کنترل کامل علف‌های‌هرز و کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن به میزان ۹۷۶۰ کیلوگرم در هکتار و نیز استفاده از علف‌کش متامیترون + فن‌مدیفام همراه با کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به مقدار ۷۷۲۰ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. همچنین بالاترین درصد قند خالص و ناخالص در تیمار عدم کاربرد نیتروژن به همراه عدم کنترل علف‌های‌هرز به ترتیب به مقدار ۱۸/۷۱ و ۲۱/۳۴ درصد حاصل شد.

واژه‌های کلیدی: علف‌کش چغندرقند، علف‌هرز پهن برگ، عملکرد قند، وجین دستی

مقدمه

چغندرقند (*Beta vulgaris* L.) گیاهی دوساله و از منابع مهم تأمین انرژی در رژیم غذایی انسان بوده که بر اساس آمار وزارت جهاد کشاورزی، سطح زیر کشت چغندرقند در جهان حدود ۹ میلیون هکتار و در ایران در حدود ۲۰۰ هزار هکتار بوده و عملکرد متوسط کشور ۳۲ تن در هکتار می‌باشد (۵ و ۲۴). علف‌های‌هرز از مهمترین عوامل کاهندهٔ عملکرد چغندرقند به‌علت رقابت برای آب، مواد غذایی و نور در طول فصل رشد می‌باشند. بنابراین کنترل علف‌های‌هرز در ۴ تا ۸ هفته اول پس از کاشت، ضروری است (۶). مهمترین علف‌های‌هرز

۱- عضو هیأت علمی دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه لرستان
(*- نویسنده مسئول: (Email: a.a.chitband@gmail.com
۲- کارشناس ارشد علوم علف‌های‌هرز، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد
۳- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات خراسان رضوی
۴- دانشجوی دکتری آگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
DOI: 10.22067/jpp.v30i4.52258

مزارع چغندرقند را پهن‌برگ‌هایی از خانواده‌های چغندرقند[1]، آفتابگردان[2]، شب‌بو[3] و هفت‌بند[4] تشکیل می‌دهد و بطورکلی علف‌های‌هرز پهن‌برگ‌ها در مقایسه با باریک‌برگ از اهمیت بیشتری برخوردار هستند و عامل اصلی محدودیت در تولید چغندرقند محسوب می‌شوند (۷).

با توجه با پایین بودن عملکرد چغندرقند در ایران در مقایسه با کشورهایی چون هلند و فرانسه (با میانگین ۶۴/۸ تن در هکتار)، توجه به مسایل به‌زراعی، عوامل مدیریتی، محیطی و تکنولوژیکی ضروری می‌باشد. در این بین، مدیریت نادرست مصرف در کودهای شیمیایی یکی از عوامل مهم کاهش عملکرد در ریشه چغندر است (۳۳). تأمین عناصر غذایی بویژه نیتروژن از مهمترین عوامل دستیابی به عملکردهای بالا به‌شمار می‌آید. نظر به نقش مهم نیتروژن در رشد و نمو و تولید و کمبود آن در خاک‌های نواحی خشک و نیمه خشک جهان، این عنصر بعنوان یکی از مهمترین عوامل محدود کننده تولید گیاهان زراعی محسوب می‌گردد (۱۵). لذا بکارگیری صحیح و اصولی کود نیتروژن می‌تواند در مرحلهٔ نخست با افزایش کارایی تثبیت کربن، باعث افزایش تولید مادهٔ خشک و در مرحلهٔ بعدی از طریق تغییر الگوی توزیع و نهأیتا در افزایش شاخص برداشت مؤثر واقع شود. بنابراین در مصرف کودهای نیتروژنه، آگاهی از تفاوت بین گیاه زراعی و علف‌هرز در جذب عناصر و اثرات غذایی بر روابط رقابتی بین گیاه زراعی و علف‌های‌هرز اهمیت زیادی دارد (۸). رقابت علف‌هرز با گیاه زراعی می‌تواند تحت تأثیر زمان مصرف و محل قرار گرفتن کود نیتروژنه بخصوص در محصولاتی از قبیل ذرت، غلات دانه ریز (۱۵) و بیش از همه در چغندرقند قرار گیرد (۲۳).

علف‌های‌هرز در مقایسه با گیاهان زراعی بهتر می‌توانند از کودهای شیمیایی بخصوص نیتروژن بهره‌برداری کنند. افزایش کاربرد نیتروژن در صورت کنترل علف‌های‌هرز سبب افزایش قدرت رقابت گیاه زراعی در مقابل علف‌های‌هرزی که متعاقباً می‌رویند، خواهد شد (۸). اسکات و همکاران (۲۷) در آزمایشی دریافتند که با افزایش در سطوح مصرف نیتروژن، قدرت رشد رویشی، تعداد و اندازه برگ چغندرقند بیشتر شده و به علت سایه‌اندازی بیشتر گیاه زراعی علف‌های‌هرز بهتر کنترل می‌شوند. در این شرایط علف‌های‌هرز علی‌رغم داشتن سیستم ریشه‌ای قوی‌تر و کارایی بیشتر در جذب نیتروژن، نور کمتری دریافت کرده و در نتیجه کاهش فتوسنتز، عملکرد کمتری خواهند داشت. در شرایط عدم کنترل علف‌های‌هرز، مصرف بیشتر نیتروژن منجر به افزایش قدرت رقابت علف‌های‌هرز بواسطهٔ داشتن سیستم ریشه‌ای قوی‌تر و در نتیجه کارایی بالاتر در جذب نیتروژن شده که در این شرایط رشد و نمو و سایه‌اندازی بیشتر علف‌های‌هرز بر گیاه زراعی باعث کاهش عملکرد چغندرقند می‌شود. کاربرد بیشتر نیتروژن بخصوص در اواخر فصل رشد سبب افزایش میزان نیتروژن مضره شده و ضریب استحصال قند را کاهش می‌دهد و همچنین سبب افزایش رشد علف‌های‌هرز شده و کاهش عملکرد ریشه می‌شود (۲۸). به نظر می‌رسد کاربرد علف‌کش‌هایی که قدرت بیشتری در کنترل علف‌های‌هرز دارند به مصرف نیتروژن واکنش مناسب‌تری نشان می‌دهند (۲۵). اور و همکاران (۲۲) طی آزمایشی در بررسی اثر متقابل علف‌کش‌های انتخابی و مقدار نیتروژن در گندم[5] بیان کردند که برای کنترل علف‌های‌هرز باریک برگ، کاربرد علف‌کش تاپیک به‌همراه مصرف ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار ضروری است. لی و اِسچمِل (۲۰) در بررسی چند علف‌کش انتخابی چغندرقند بکار رفته در مقادیر مختلف مصرف نیتروژن نتیجه گرفتند که بالاترین عملکرد ریشه در کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن بهمراه علف‌کش فن‌مدیفام بدست آمد.

با توجه به این نکته که میزان جذب کود نیتروژنه تحت تأثیر بافت و ساختمان خاک، میزان نیتروژن موجود در خاک همچنین زمان کشت و میزان آب قابل دسترس قرار می‌گیرد، انتخاب نوع روش مبارزه و کاربرد علف‌کش جهت کنترل علف‌های‌هرز می‌تواند در سطوح مختلف مصرف کود نیتروژن اثرات متفاوتی را در عملکرد کمی و کیفی چغندرقند داشته باشد (۲۵ و ۲۸). لذا تحقیق حاضر، به‌منظور یافتن بهترین روش مبارزه با علف‌های‌هرز و انتخاب مناسب‌ترین ترکیب علف‌کشی بکار گرفته شده در سطوح مختلف کاربرد کود نیتروژنه اجرا شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی کنترل علف‌های‌هرز پهن برگ مزارع چغندرقند با استفاده از وجین دستی و ترکیب دو علف‌کش انتخابی در سطوح مختلف مصرف نیتروژن بر میزان عملکرد و خصوصیات کیفی چغندرقند، آزمایشی در سال ۱۳۹۳ در شهرستان تربت جام با طول جغرافیایی ۶۰ درجه و۲۷ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۳۱ دقیقه شمالی، متوسط بارندگی منطقه ۱۷۶/۱ میلی‌متر با توزیع غیر یکنواخت، میانگین دمای سالانه ۱۵/۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵۱٪ بصورت طرح بلوک‌های یکبار خرد شده (اسپیلت پلات) در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا درآمد.

جهت عملیات آماده‌سازی زمین، ابتدا زمین توسط گاو آهن برگردان‌دار شخم و سپس دو دیسک عمود بر هم زده شد. عملیات تسطیح با استفاده از لولر انجام گرفت و سپس کرت‌بندی شد.

1- Chenopodiaceae
2- Asteraceae
3- Brassicaceae
4- Polygonaceae

5- Triticum aestivum L.

کودهای فسفات آمونیوم به مقدار ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار، سولفات پتاسیم به میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار به صورت قبل از کاشت بر اساس نتایج آزمون خاک مزرعه و توصیهٔ کودی منطقه به زمین داده شد. آنالیز خاک مزرعه بر اساس جدول (۱) آورده شده است.

جدول ۱- مشخصات خاک محل اجرای آزمایش

Table 1- The results of soil analysis in experimental location

عمق نمونه-برداری Sampling depth (cm)	شن (%) Sand	سیلت (%) Silt	رُس (%) Clay	بافت خاک Soil texture	مادهٔ آلی (%) Organic material	نیتروژن Nitrogen (mg/kg)	فسفر Phosphorus (mg/kg)	پتاسیم Potassium (mg/kg)	هدایت الکتریکی (EC) (dS/m)	اسیدیته pH
0-50	40	43	17	Loam-Sand	0.046	0.037	10.3	352	5.8	7.33

عملیات کاشت در اواسط اردیبهشت ماه توسط دستگاه بذرکار پنوماتیک چغندرقند انجام شد. بذر انتخابی جهت کاشت، بذر منوژرم رقم Paulina (رقم خارجی و مقاوم به بیماری‌های رایزومانیا و نماتد چغندرقند) بود که به مقدار ۵ کیلوگرم در هکتار در ردیف‌هایی به فاصلهٔ ۵۰ سانتی‌متر، فاصلهٔ بذور در روی خط ۲۰ سانتی‌متر کاشته شد. هر کرت دارای ۶ خط به طول ۶ متر و عرض ۵۰ سانتی‌متر به مساحت ۱۸ متر مربع بود. فاصلهٔ کرت‌های اصلی و فرعی از یکدیگر به ترتیب ۲ متر و ۱ متر و فاصلهٔ تکرارها از یکدیگر ۲ متر در نظر گرفته شد بطوری‌که مساحت کل زمین مورد آزمایش، حدود ۳۹۰۰ متر مربع بود. تیمارهای آزمایش شامل چهار سطح مختلف کود نیتروژنه (۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره با ۴۶٪ نیتروژن) به‌عنوان فاکتور (عامل) اصلی و چهار تیمار مدیریت علف‌های‌هرز شامل عدم مبارزه (تیمار شاهد) و مبارزه کامل (تیمار وجین دستی) با علف‌های‌هرز در طول فصل رشد، ترکیب علف‌کش-های فن مدیفام (بتانال، EC ۱۵/۷ درصد، بایر کراپ ساینس آلمان[1]) و کلریدازون (پیرامین، WP ۶۵ درصد، بی ای اِس اِف آلمان[2]) و هر یک به مقدار ۵ کیلوگرم در هکتار و ترکیب علف‌کش‌های فن مدیفام و متامیترون (گُلتیکس، WP ۷۰ درصد، بایر کراپ ساینس آلمان) نیز به مقدار ۵ کیلوگرم در هکتار برای هر یک از آنها به‌عنوان فاکتور فرعی در نظرگرفته شد. نحوهٔ اجرای تیمارهای فوق در جدول (۲) آمده است. اولین آبیاری قبل از کاشت و آبیاری دوم یک هفته پس از کاشت، جهت سبز شدن بهتر چغندرقند انجام شد. سایر آبیاری‌ها به فاصله هر ۱۲ روز یکبار، تا اواخر مرداد ماه انجام شد. در طول فصل رشد، عملیات مبارزه با آفاتی چون سرخرطوم کوتاه چغندرقند (*Conorrhyn chusbresinrostris*) با استفاده از حشره‌کش مالاتیون ۵۷٪ به میزان ۲ کیلوگرم در هکتار و کوددهی بصورت سرک در دو نوبت، مرحله ۴-۶ برگی (پس از تنک کردن) و سی روز پس از تنک کردن انجام گردید. پاشش علف‌کش‌های مورد استفاده، در ۲۸ روز پس از کاشت با استفاده از سمپاش پشتی شارژی (مدل ماتابی الگانس پلاس[3]) مجهز به نازل شره‌ای با فشار ثابت ۲ تا ۲/۵ بار که برای ۳۰۰ لیتر در هکتار کالیبره شده بود، انجام شد. جهت نمونه‌گیری، هر کرت به دو قسمت مساوی تقسیم شده که یک قسمت جهت نمونه‌گیری در طول فصل و قسمت دیگر جهت برداشت نهایی در نظر گرفته شد. نمونه‌برداری از علف‌های‌هرز چهار هفته پس از سمپاشی با استفاده از کوادرات ۰/۵×۰/۵ متر از هر کرت انجام شد که بر اساس آن تعداد و وزن خشک علف‌های‌هرز به تفکیک گونه‌های اصلی مشخص شدند.

همچنین، نمونه‌برداری در ۳۲ روز پس از سبز شدن گیاه زراعی در فواصل مختلف در ۵ نوبت با استفاده از کوادرات ۰/۵ × ۰/۵ متر از ۴ خط وسط هر کرت انجام شد. نمونه‌ها پس از برداشت برای تعیین وزن خشک، در آون با ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک و سپس توزین شدند. در هر بار نمونه‌برداری به‌صورت تصادفی ۳ عدد کوآدرات ۰/۵×۰/۵ متری در هر کرت انداخته و تعداد هر گونه علف‌هرز جمع‌آوری و وزن خشک علف‌های‌هرز به تفکیک هر گونه توزین شد. جهت تعیین تراکم و فراوانی گونه علف‌های‌هرز در سطح هر کرت از شاخص تراکم (فراوانی) گونه علف‌هرز استفاده شد (۲۹):

$$F_K = \frac{\Sigma Z_i}{n} \times 100$$

(معادله ۱)

F: فراوانی گونهٔ k بر اساس بود یا نبود آن در هر کرت؛ Z_i: تعداد بوته از گونهٔ k در هر کوآدرات در کرت شمارهٔ i و n: تعداد کوآدرات قرار داده شده در هر کرت. از جمله صفات مورد بررسی در این آزمایش تعداد ریشه، وزن تر و خشک ریشه، وزن تر و خشک اندام هوایی بودند که برای اندازه‌گیری وزن خشک ریشه و اندام هوایی چغندرقند، حدود ۵۰ گرم نمونه از ریشه و اندام هوایی تهیه و پس از خشک کردن آنها، رطوبت نمونه با استفاده از فرمول ۱۰۰ × وزن تر/ وزن خشک محاسبه شد.

1- Bayer Crop Science, Germany

2- BASF, Germany

3- MATABI elegance plus (Foroughe Dasht Co.)

جدول ۲- فهرست تیمارهای اعمال شده در تحقیق

Table 2- List of treatments in study

نام تیمار Treatment name	شرح تیمار Treatment explain	نام تیمار Treatment name	شرح تیمار Treatment explain
N0W1	وجین کامل علف‌های‌هرز در طول فصل رشد + عدم مصرف نیتروژن Hand weeding + Without nitrogen	N2W1	وجین کامل علف‌های‌هرز در طول فصل رشد + ۱۵۰ Kg /ha نیتروژن Hand weeding + 150 Kg /ha nitrogen
N0W2	عدم وجین علف‌های‌هرز در طول فصل رشد + عدم مصرف نیتروژن No control + Without nitrogen	N2W2	عدم وجین علف‌های‌هرز در طول فصل رشد + ۱۵۰ Kg /ha نیتروژن No control + 150 Kg /ha nitrogen
N0W3	علف‌کش کلریدازون + علف‌کش فن‌مدیفام + عدم مصرف نیتروژن Chloridazon+ Phenmedipham + Without nitrogen	N2W3	علف‌کش کلریدازون + علف‌کش فن‌مدیفام + ۱۵۰ Kg /ha نیتروژن Chloridazon+ Phenmedipham + 150 Kg /ha nitrogen
N0W4	علف‌کش فن مدیفام + علف‌کش متامیترون + عدم مصرف نیتروژن Phenmedipham + Metamitron + Without nitrogen	N2W4	علف‌کش فن مدیفام + علف‌کش متامیترون + ۱۵۰ Kg /ha نیتروژن Phenmedipham + Metamitron + 150 Kg /ha nitrogen
N1W1	وجین کامل علف‌های‌هرز در طول فصل رشد + ۱۰۰ Kg /ha نیتروژن Hand weeding + 100 Kg /ha nitrogen	N3W1	وجین کامل علف‌های‌هرز در طول فصل رشد + ۲۰۰ Kg /ha نیتروژن Hand weeding + 200 Kg /ha nitrogen
N1W2	عدم وجین علف‌های‌هرز در طول فصل رشد + ۱۰۰ Kg /ha نیتروژن No control + 100 Kg /ha nitrogen	N3W2	عدم وجین علف‌های‌هرز در طول فصل رشد + ۲۰۰ Kg /ha نیتروژن No control + 200 Kg /ha nitrogen
N1W3	علف‌کش کلریدازون + علف‌کش فن‌مدیفام + ۱۰۰ Kg /ha نیتروژن Chloridazon+ Phenmedipham + 100 Kg /ha nitrogen	N3W3	علف‌کش کلریدازون + علف‌کش فن‌مدیفام + ۲۰۰ Kg /ha نیتروژن Chloridazon+ Phenmedipham + 200 Kg /ha nitrogen
N1W4	علف‌کش فن مدیفام + علف‌کش متامیترون + ۱۰۰ Kg /ha نیتروژن Phenmedipham + Metamitron + 100 Kg /ha nitrogen	N3W4	علف‌کش فن مدیفام + علف‌کش متامیترون + ۲۰۰ Kg /ha نیتروژن Phenmedipham + Metamitron + 200 Kg /ha nitrogen

در برداشت نهایی، نمونه‌برداری کلیهٔ تیمارها از ۴ خط وسط واقع در نیمه انتهایی هر کرت به مساحت ۶ متر مربع انجام و پس از انتقال به قسمت عیارسنجی کارخانهٔ قند شیرین طرق نسبت به تهیهٔ خمیر آنها اقدام شد. خمیرهای تهیه شده در ظروف مخصوص قرار داده شده و به شرکت تحقیقات و خدمات زراعی چغندرقند خراسان رضوی منتقل و هر یک از عملیات‌های عیارسنجی جهت تعیین عیار، ازت مضره، سدیم، پتاسیم با استفاده از دستگاه بتالایزر از هر نمونه خمیر بدست آمده از تیمارهای اعمال شده به‌روش برانشویک انجام شد. دستگاه بتالایزر جهت تعیین ملاس موجود در غدد چغندرقند از رابطه راینفیلد (معادلهٔ ۲) بصورت زیر استفاده می‌کند (۲۶):

$$\%Ms = 0.0343\ (Na + k) + 0.094\ (a - amion - n) - 0.29$$ (معادله ۲)

همچنین درایکات و همکاران (۹) برای این منظور معادلهٔ ۳ را پیشنهاد کردند:

$$\%Ms = 0.175\ K + 0.13\ Na + 0.215\ (a - a\ \min\ o - n) - 0.29$$ (معادله ۳)

در این معادلات مقادیر پتاسیم و سدیم و نیتروژن مضره بر حسب میلی اکی والان در یکصد گرم ریشه چغندرقند می‌باشد. اجزاء عملکرد تعیین شده در این تحقیق، با استفاده از روابط زیر محاسبه شدند (معادلهٔ ۴):

عملکرد ناخالص قند = عیار × عملکرد ریشه

عملکرد خالص قند = درصد قند قابل استحصال × عملکرد ریشه

درصد قند قابل استحصال (Sugar) = عیار − قند ملاس

راندمان قند قابل استحصال = ۱۰۰ × عیار / درصد قند قابل استحصال

داده‌های حاصل از نمونه‌برداری با استفاده از نرم افزار SAS 9.1، MSTAT-C و EXCEL مورد آنالیز قرار گرفتند. همچنین مقایسات میانگین‌های صفات مورد بررسی، با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

الف) خصوصیات علف‌های‌هرز

تراکم علف‌های‌هرز

نتایج آزمایش انجام شده نشان داد که سه علف‌هرز سلمه‌تره (*Chenopodium album* L.)، تاج‌خروس ریشه قرمز (*Amarantus retroflexus* L.) و تاج‌ریزی سیاه (*Sulanum nigrum* L.) از مهمترین علف‌های‌هرز مورد بررسی به لحاظ تراکم بودند که عمدتاً گونه‌های یکساله را شامل می‌شدند. سایر علف‌های‌هرز خرفه (*Portulaca oleracea* L.)، سوروف (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.)، پیچک صحرایی (*Convolvulus arvensis* L.)، توق (*Xanthium strumarium* L.)، تاج‌خروس خوابیده (*Amaranthus blitoides* S. Wats.)، اویارسلام ارغوانی (*Cyperus rotundus* L.)، گاوپنبه (*Abutilon theophrasti* Medik.) و خارخسک (*Tribulus terrestris* L.) از تراکم کمتری برخوردار بودند. کلیهٔ علف‌های‌هرز مشاهده شده در این آزمایش، در جدول (۳) آورده شده است. زند و همکاران (۳۲) گزارش کردند که

گونه‌های علف‌هرز غالب در محیط‌های مختلف تابعی از روند و راهبرد تکاملی آنهاست و اظهار داشتند که در مزارع محصولات یکساله، عملیات خاک‌ورزی مکرر منجر به غالبیت گونه‌های علف‌هرز یکساله می‌شود که تابع راهبرد تکاملی فرارکننده- رقابت کننده هستند در حالی‌که در باغات میوه به دلیل دستکاری و تخریب کمتر خاک و محیط، عمدتاً گیاهانی که بر اساس استراتژی رقابت- تحمل به تنش تکامل یافته‌اند غالب شده که بیشتر شامل گیاهان چند ساله هستند.

جدول ۳- مشخصات علف‌های‌هرز مشاهده شده در این آزمایش

Table 3- Weeds observed specifications in this experiment

نام علمی Scientific names	نام تیره Family names	نام فارسی Persian names	نام انگلیسی English names	چرخه زندگی Life cycle	فصل رشد Vegetation Season	تراکم (تعداد) Density (m^2)
**Chenopodium album*	*Chenopodiaceae*	سلمه‌تره	lambsquarters	A	S	14-15
**Amaranthus retroflexus*	*Amaranthaceae*	تاج‌خروس وحشی	Pigweed	A	S	11-12
**Solamum nigrum*	*Solanaceae*	تاج‌ریزی سیاه	Black nightshade	A	S	10
Portulaca oleracea	*Portulacaceae*	خرفه	Common purslane	A	S	6-7
Echinocloa crus-gali	*Poaceae*	سوروف	Barnyardgrass	A	S	4-6
Convolvulus arvensis	*Convolvulaceae*	پیچک صحرایی	Binweed	P	S	4-5
Xanthium strumarium	*Asteraceae*	توق	Common cocklebur	A	S	3-4
Amaranthus blitoides	*Amaranthaceae*	تاج‌خروس خوابیده	Prosrate pigweed	A	S	2-3
Cyperus rotundus	*Cyperaceae*	اویارسلام ارغوانی	Nutsedge	p	S	2-3
Abutilon theophrasti	*Malvaceae*	گاوپنبه	Velveltleaf	A	S	1-2
Tribulus terrestris	*Zygophyllaceae*	خارخسک	Land caltrops	A	S	1
Poa annua	*Poaceae*	چمن یکساله	Annual bluegrass	A	S	1-2

*: علف‌های‌هرز مشاهده شده غالب؛ بدون ستاره: سایر علف‌های‌هرز؛ A=Annual: یک‌ساله؛ P=Perennial: چندساله؛ S=Summer:تابستانه

*: The dominant weeds observed; Without stars: Other weeds; A: Annual, P: Perennial; S: Summer

نتایج حاصل نشان داد که تراکم علف‌های‌هرز در تیمارهای مختلف نیتروژن معنی‌دار نبود (جدول ۴). بالاترین تراکم علف‌های‌هرز مربوط به تیمار عدم وجین (W_2) با تعداد علف‌هرز ۱۲/۵۱ بوته در متر مربع بود و تیمارهای علف‌کش کلریدازون + فن مدیفام (W_3) و علف‌کش فن مدیفام + متامیترون (W_4) به ترتیب با تراکم‌های ۲/۹۶ و ۲/۴۱ بوته در متر مربع در گروه دوم و تیمار وجین علف‌های‌هرز (W_1) با تعداد ۱/۱۵ بوته در متر مربع در جایگاه سوم قرار گرفتند (جدول ۶). بندگی و آرمین (۳) بیان کردند که تراکم علف‌هرز تحت تأثیر مقادیر مختلف نیتروژن قرار نمی‌گیرد. نتایج اثرات متقابل مصرف نیتروژن با روش‌های متفاوت کنترل بر روی تراکم علف‌هرز نشان داد که بیشترین تعداد علف‌هرز در تیمارهای ۲۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم مصرف نیتروژن به‌همراه تیمار عدم وجین علف‌های‌هرز (N_3W_2 و N_2W_2) به ترتیب با تراکم‌های ۱۵/۸۳ و ۱۳/۷ بوته در هر متر مربع بودند که نشان دهندهٔ اثر متقابل مثبت و معنی‌داری بین دو فاکتور مقدار مصرف نیتروژن و عدم وجین علف‌های‌هرز بود (جدول ۶). در واقع اثر مثبت مذکور بیانگر کارایی بالای ریشه علف‌های‌هرز در استفاده از نیتروژن خاک در مقایسه با ریشه چغندرقند بود که منجر به افزایش تراکم علف‌های‌هرز شده بود. آلیسون و همکاران (۱) گزارش کردند که ریشه برخی علف‌های‌هرز در مقایسه با ریشه چغندرقند کارایی بالاتری در استفاده از منابع خاکی بخصوص نیتروژن موجود در آن دارند.

وزن خشک علف‌های‌هرز

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که کاربرد روش‌های کنترل علف‌های‌هرز بر وزن خشک علف‌هرز در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۴)، بطوری‌که بالاترین وزن خشک علف‌های‌هرز در تیمارهای عدم وجین علف‌های‌هرز (W_2) با ۲۰۸/۳ گرم مادهٔ خشک در هر متر مربع و کمترین آن مربوط به تیمارهای وجین علف‌های‌هرز (W_1) با ۸ گرم مادهٔ خشک در متر مربع بود. همچنین نتایج تجزیه واریانس مقادیر کاربرد نیتروژن بر وزن خشک علف‌هرز در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۴).

هر یک از تیمارهای کاربرد نیتروژن به ترتیب ۲۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار (حداکثر تیمارهای کاربرد نیتروژن) دارای وزن خشک علف‌های‌هرز بیشتری در مقایسه با سایر تیمارها بودند، بعبارتی با افزایش مصرف کود نیتروژنه وزن خشک علف‌های‌هرز نیز افزایش یافته بود (جدول ۶). در واقع با کاربرد مصرف نیتروژن، علف‌های‌هرز به علت داشتن سیستم ریشه‌ای قوی و کارآمد، از موجود در خاک نسبت به چغندرقند موفق‌تر عمل می‌کنند بهمین دلیل در تیمارهای

عدم کنترل علف‌های‌هرز با افزایش مصرف نیتروژن، عملکرد ریشه و کل مادهٔ خشک چغندرقند کاهش یافته بود (۲۸).

جدول ٤- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد بررسی در چغندرقند

Table 4- Results of analysis of variance (mean squares) of measured traits in sugar beet

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	تراکم علف‌هرز Weed density	وزن خشک علف‌هرز Weed drymatter	تراکم چغندرقند Sugarbeet density	عملکرد مادهٔ‌خشک Dry matter yield	درصد قند ناخالص Percent of sugar	درصد قند خالص Percent pure sugar	عملکرد قند ناخالص Sugar yield
تکرار Rep	3	46.19	0.03	1.08	4.83	0.29	0.48	2.21
نیتروژن N	3	1162.18 ns	0.33 *	46.57 ns	69.52**	1.12 ns	2.89 ns	43.44**
خطا Error	8	1428.93	0.08	45.85	1.25	1.62	2.74	0.37
کنترل Control	3	32738. 2**	11.30**	281.07**	171.62**	4.23**	5.22**	102.22**
نیتروژن × کنترل Control × N	9	512.80**	0.34**	24.66 ns	7.55**	2.73**	3.96**	6.21**
خطا Error	24	219.85	0.07	0.98	0.62	0.63	0.77	0.18
ضریب تغییرات CV (٪)		31.17%	33.18%	5.11%	9.77%	9.73%	5.2%	7.29%

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ هستند

ns, * and **; Non Significant, Significant at 5% and 1% levels of probability respectively

جدول ٥- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد بررسی در چغندرقند

Table 5- Results of analysis of variance (mean squares) of measured traits in sugar bee

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	عملکرد قند خالص Pure sugar yield	راندمان استحصال Purity efficiency	عملکرد ریشه Root yield	قند ملاس Molasses	نیتروژن مضره Nitrogen harmful	پتاسیم Potassium	سدیم Sodium
تکرار Rep	3	1.58	0.98	78.29	0.01	0.11	0.02	0.03
نیتروژن N	3	28.87**	3.86*	1121.05**	1.19*	11.30*	1.09 ns	2.72 ns
خطا Error	8	0.36	10.85	4.36	0.32	2.31	1.45	1.37
کنترل Control	3	73.38**	11.40**	2748.28**	0.20*	2.34*	0.84*	0.40 ns
نیتروژن × کنترل Control × N	9	4.55**	12.68**	146.28**	0.25**	3.03**	0.34 ns	0.61*
خطا Error	24	0.16	1.78	3.26	0.05	0.58	0.19	0.25
ضریب تغییرات (٪) CV		8.11%	1.57%	6.08%	7.46%	14.16%	8.35%	12.10%

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ هستند

ns, * and **; Non Significant, Significant at 5% and 1% levels of probability respectively

مقادیر وزن خشک هر یک از تیمارهای علف‌کشی کلریدازون + فن‌مدیفام (W_3) و متامیترون + فن‌مدیفام (W_4) به ترتیب ۱۹/۳ و ۱۶ گرم در متر مربع بود که نشان دهندهٔ مؤثرتر بودن تیمار علف‌کش کلریدازون + فن‌مدیفام (W_3) در کنترل علف‌های‌هرز بود (جدول ۶). اثرات متقابل کاربرد کود نیتروژنه با کنترل علف‌های‌هرز بر وزن خشک علف‌های‌هرز معنی‌دار بود (جدول ۴) و در تیمار کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار به‌همراه عدم وجین علف‌های‌هرز (N_3W_2) در مقایسه با کاربرد خالص هر یک از آنها (N_3 و W_2) دارای مقدار بیشتری (۲۹۲ گرم در هر متر مربع) بود (جدول ۴) که بیانگر کارایی بیشتر علف‌های‌هرز در استفاده از نیتروژن بود. سایر تیمارها اثرات متقابل معنی‌داری را نشان دادند (جدول ۶). بندگی و آرمین (۳) گزارش دادند که افزایش نیتروژن مصرفی سبب افزایش وزن خشک علف‌های‌هرز در واحد سطح شد. نتایج تحقیقات مالنو و همکاران (۲۱)؛ فتی و همکاران (۱۲) و هلال و همکاران (۱۴) نیز بیانگر افزایش وزن علف‌های‌هرز با افزایش میزان نیتروژن مصرفی بود.

ب) خصوصیات گیاه زراعی

تراکم چغندرقند (Density)

نتایج نشان داد که اثرات کاربرد سطوح مختلف نیتروژن بر تراکم

چغندرقند معنی‌دار نیست (جدول ۴). بدین معنی که با افزایش مصرف نیتروژن تغییری در تعداد بوته چغندرقند در هکتار بوجود نیامد که این امر کاملاً بدیهی است (جدول ۶). در تیمارهای کنترل علف‌های‌هرز تنها تیمار عدم وجین علف‌های‌هرز (W_2) با تراکم ۸۸/۰۸ هزار بوته در هکتار نسبت به دیگر تیمارها اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ درصد نشان داد. اختلاف آن بدین علت است که در تیمار مذکور به‌علت عدم کنترل علف‌های‌هرز، رشد بیش از اندازه و سایه‌اندازی آنها بر چغندرقند و همچنین کاهش آب و مواد غذایی قابل دسترس برای گیاه زراعی، تعدادی از بوته‌های ضعیف‌تر چغندرقند از بین رفته و تراکم بوته چغندرقند در هکتار کاهش یافته بود (جدول ۶). در تیمارهای اثر متقابل، کمترین تراکم چغندرقند مربوط به تیمار کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار بهمراه عدم کنترل علف‌های‌هرز (N_1W_2) با تراکم ۸۲ هزار بوته در هکتار بود که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت. این اختلاف به علت اثر متقابل منفی (کاهش تراکم چغندرقند) بین دو تیمار مذکور در ترکیب آنها در مقایسه با تراکم هر یک از آن دو بصورت خالص بود (جدول ۶).

عملکرد مادهٔ خشک (TDM)

بر اساس نتایج حاصل کاربرد کود نیتروژن بر عملکرد ماده خشک مثبت و معنی‌دار بوده (جدول ۴)، بطوری‌که در تیمارهای کاربرد نیتروژن، بیشترین عملکرد ماده خشک به مقدار ۱۰۳۳۰ کیلوگرم مربوط به تیمار کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (N_3) و کمترین آن در تیمار عدم مصرف نیتروژن (N_0) به میزان ۵۱۲۳ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد (جدول ۶). در اوایل فصل رشد، کاربرد نیتروژن باعث افزایش ماده خشک در واحد سطح بخصوص در برگ و دمبرگ‌ها می‌شود در حالی‌که در اواخر فصل علاوه بر آن سبب افزایش تولید ماده خشک در ریشه خواهد شد (۱۱). بنابراین مصرف نیتروژن باعث افزایش اندازه و تعداد برگ و همچنین افزایش وزن ریشه چغندرقند می‌شود. همچنین، تیمارهای کنترل علف‌های‌هرز دارای اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ درصد عملکرد مادهٔ خشک چغندرقند بودند (جدول ۴). بالاترین آن در تیمار وجین کامل علف‌های‌هرز (W_1) با عملکرد ۱۰۸۶۰ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد. تیمارهای علف‌کش کلریدازون + فن‌مدیفام (W_3) و علف‌کش متامیترون + فن مدیفام (W_4) دارای عملکردی به ترتیب ۹۳۹۷ و ۹۵۵۱ کیلوگرم بودند و کمترین عملکرد مادهٔ خشک در تیمار عدم وجین علف‌های‌هرز (W_2) با عملکردی معادل ۲۴۸۵ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۶). علی‌رغم بیشتر بودن تیمار W_4 نسبت به تیمار W_3 اختلاف این دو تیمار با هم معنی‌دار نبود.

در تیمار وجین دستی و کنترل کامل علف‌های‌هرز در طول فصل رشد به علت عدم وجود رقابت و در دسترس بودن نور، آب و مواد غذایی به میزان کافی، عملکرد ماده خشک چغندرقند در این تیمار بیشتر از تیمارهای دیگر بود و در تیمار عدم کنترل علف‌های‌هرز بدلیل سایه‌اندازی علف‌های‌هرز بر روی چغندرقند و همچنین رقابت بر سر منابع غذایی و آب و فضا، رشد اندام‌های هوایی و ریشه چغندرقند به حداقل رسیده و در نتیجه عملکرد مادهٔ خشک این تیمار کمتر از سایر تیمارها بود (۴ و ۱۸). در تیمارهای کاربرد علف‌کش به دلیل اینکه کلیهٔ علف‌های‌هرز باریک برگ و پهن برگ‌هایی مانند خارشتر (*Alhagi camelorum* Fisch.) کنترل نشده نبودند، رقابت ناشی از علف‌های‌هرز و گیاه زراعی باعث کاهش عملکرد ماده خشک شده بود. اثر متقابل تیمارهای کاربرد نیتروژن و روش کنترل علف‌های‌هرز دارای بالاترین مقدار عملکرد مادهٔ خشک در تیمار ۲۰۰ نیتروژن در ترکیب با وجین کامل علف‌های‌هرز (N_3W_1) به میزان ۱۴۸۹۰ کیلوگرم در هکتار شده بود. بعبارتی تیمار مذکور عملکرد ماده خشک بیشتری در مقایسه با کاربرد خالص هر یک از تیمارها داشت. کمترین عملکرد مادهٔ خشک نیز مربوط به تیمار عدم مصرف نیتروژن بهمراه عدم وجین علف‌های‌هرز (N_0W_2) با مقدار عملکرد ۱۷۶۳ کیلوگرم در هکتار بود که نشان دهندهٔ اثر متقابل منفی بین دو تیمار بود. عملکرد ماده خشک تیمار مذکور کمتر از عملکرد هر یک از تیمارها بصورت خالص بود (جدول ۶).

درصد قند ناخالص= عیار قند (Polarity)

بین تیمارهای نیتروژن از نظر درصد قند ناخالص اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۴)، بعبارتی بکار بردن مقادیر مختلف کود نیتروژنه بر درصد قند ناخالص چغندرقند تأثیری نداشت (جدول ۶). هوبا و همکاران (۱۶) بیان کردند که در خاک‌های با درصد نیتروژن کم، افزودن نیتروژن تا ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار بر درصد قند ناخالص تأثیری نخواهد داشت. در تیمارهای کنترل علف‌های‌هرز، تیمار عدم وجین علف‌های‌هرز (W_2) با عیار ۲۰/۳۳ درصد دارای بالاترین مقدار قند ناخالص بود. با توجه به اینکه اندازه ریشه با درصد قند ناخالص آن ارتباط مستقیم دارد (۲۸)، بنابراین تیمار W_2 دارای درصد عیار بیشتر و اندازهٔ ریشه کوچکتری از سایر تیمارها بود. تیمار وجین کامل علف‌های‌هرز (W_1) با مقدار عیار ۱۹/۶۲ درصد در گروه بعدی و کمترین درصد عیار مربوط به تیمار ترکیب علف‌کش‌های علف‌کش کلریدازون + علف‌کش فن‌مدیفام (W_3) با مقدار ۱۸/۸۹ درصد بود (جدول ۶). اثر متقابل مقادیر مصرف نیتروژن بهمراه روش کنترل علف‌های‌هرز بر درصد قند ناخالص نشان داد که تیمار عدم مصرف نیتروژن با عدم وجین علف‌های‌هرز (N_0W_2) دارای بیشترین قند ناخالص با مقدار ۲۱/۳۴ درصد بود (جدول ۶).

جدول ٦- نتایج مقایسه میانگین سطوح مختلف کاربرد نیتروژن و کنترل علف‌های‌هرز و اثرات متقابل آنها در صفات مورد بررسی چغندرقند

Table 6- Mean comparison of the traits under different levels of nitrogen and weed control and their interaction effects in sugar beet

تیمار Treatment	تراکم علف‌هرز Weed density (m^2)	وزن خشک علف‌هرز Weed drymatter (gr/m^2)	تراکم چغندرقند Sugarbeet density (N/ha)	عملکرد مادهٔ خشک Dry matter yield (kg/ha)	درصد قند ناخالص Percent of sugar	درصد قند خالص Percent pure sugar	عملکرد قند ناخالص Sugar yield (Kg/ha)	عملکرد قند خالص Pure sugar yield (Kg/ha)	راندمان استحصال Purity efficiency	عملکرد ریشه Root yield (Kg/ha)	قند ملاس Molasses	نیتروژن مضره Nitrogen harmful	پتاسیم Potassium	سدیم Sodium
عدم مصرف نیتروژن (N_0)	4.08 a	49.7 b	96000 a	5123 c	19.42 a	17.29 a	3430 b	2950 d	87 a	18900 d	2.69 b	4.51 b	4.9 ab	3.48 a
۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن (N_1)	3.75 a	49.5 b	97750 a	7123 b	19.87 a	16.71 a	5140 b	4470 c	85.74 ab	25930 c	2.78 ab	4.56 b	5.3 ab	3.97 a
۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن (N_2)	5.55 a	69 ab	94170 a	9712 a	19.24 a	16.6 a	6800 ab	5650 b	83.71 b	35770 b	3.14 a	5.99 ab	5.6 cd	4.55 a
۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن (N_3)	5.65 a	83.5 ab	93330 a	10330 a	18.8 a	16.09 a	7730 ab	7740 a	83.78 b	39180 a	3.20 a	6.4 a	5.4 ab	4.38 a
وجین دستی (W_1)	1.15 c	8 b	98250 a	10860 a	19.62 b	16.87 ab	7880 b	6760 a	85.94 ab	40220 a	2.75 b	4.76 b	5.4 ab	3.92 a
عدم وجین دستی (شاهد) (W_2)	12.51 a	208.3 a	88080 b	2485 c	20.33 a	17.47 ab	1470 ab	1270 d	85.85 ab	7260 d	2.86 ab	5.37 ab	4.85 ab	4.3 a
کلریدازون+ فن مدیفام (W_3)	2.96 b	19.3 b	97750 a	9397 b	18.79 c	15.91 c	6640 b	5610 c	84.06 b	37710 c	2.98 ab	5.81 a	5.4 ab	3.96 a
متامیترون+ فن مدیفام (W_4)	2.41 b	16 b	97170 a	9551 b	19.48 bc	16.44 bc	7140 b	5980 b	84.39 b	36600 b	3.03 a	5.52 a	5.4 ab	4.19 a
وجین+ عدم مصرف نیتروژن ($N_0 \times W_1$)	1.2 d	14.3 d	96670 ab	8033 c	20.23 ab	17.82 ab	5640 d	4960 d	88.09 ab	27970 e	2.38 ab	3.61 gh	5.2 ab	3.41 cd
عدم وجین + عدم مصرف نیتروژن ($N_0 \times W_2$)	10.33 b	141.3 c	93000 abc	1763 f	21.34 ab	18.71 a	1310 c	1130 g	87.48 ab	6240 g	2.57 cd	4.70 efgh	4.9 ab	3.16 d
کلریدازون + فن مدیفام + عدم مصرف نیتروژن ($N_0 \times W_3$)	2.2 cd	26.3 d	99330 ab	5033 de	16.91 d	13.68 e	2930 d	2370 f	80.97 g	17370 f	3.23 d	5.55 c	5.5 cd	3.29 cd
متامیترون+ فن مدیفام + عدم مصرف نیتروژن ($N_0 \times W_4$)	2.57 cd	26.7 d	95000 abc	5663 de	19.19 bc	16.6 bcd	3840 d	3320 e	86.41 ab	20010 f	2.58 ab	3.40 h	5.4 ab	4.06 bcd
وجین + ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن ($N_1 \times W_1$)	0.67 d	10.3 d	100000 a	8953 c	19.41 bc	16.72 bcd	6310 d	5430 d	86.12 abc	32470 d	2.69 cd	4.61 efgh	5.4 ab	3.82 bcd
عدم وجین + ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن ($N_1 \times W_2$)	10.17 b	172 c	82000 bcd	2340 f	20.05abc	17.54 abc	1650 c	1440 g	87.43 a	8200 g	2.51 cd	4.52 fgh	4.5 a	3.82 bcd
کلریدازون+ فن مدیفام + ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن ($N_1 \times W_3$)	2.4 cd	22.5 d	100000 a	8723 c	20.3 ab	17.74 ab	6290 d	5500 d	87.4 a	31050de	2.56 cd	4.46 fgh	4.5 a	4.13 bcd
متامیترون+ فن مدیفام + ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن ($N_1 \times W_4$)	1.77 cd	20.1 d	101000 a	8477 c	19.71 bc	17.16 abcd	6310 d	5500 d	87.07 a	32050 d	2.55 bc	4.44 fgh	5.1 ab	4.1 bcd
وجین + ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن ($N_2 \times W_1$)	1.13 d	8.3 d	99000 ab	11550 b	18.91 bc	15.82 cd	8220 d	6880 c	83.7 cdef	43440 c	3.09 cd	5.68 bcdef	5.8 bcd	4.57 ab
عدم وجین + ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن ($N_2 \times W_2$)	13.7 a	228 b	90000 d	3720 e	20.03abc	17.14 abcd	1560 b	1330 g	85.6 abcd	7790 g	2.89 cd	5.04 defg	4.7 ab	5.06 ab
کلریدازون+ فن مدیفام + ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن ($N_2 \times W_3$)	4.47 c	18.6 d	97330 ab	12170 b	18.59 c	15.53 d	8430 d	7050 bc	83.54 def	45410bc	3.06 cd	5.36 bcdef	6.1 c	4.45 a
متامیترون+ فن مدیفام + ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن ($N_2 \times W_4$)	2.9 cd	18.5 d	98330 ab	11420 b	19.41 bc	15.89 cd	9010 d	7360 bc	81.78 fg	46440bc	3.53 d	5.15 cdef	5.7 bcd	3.99 bcd
وجین + ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن ($N_3 \times W_1$)	1.6 cd	7 d	97330 ab	14890 a	19.93abc	17.12 abcd	11360 d	9760 a	85.9 abcd	56980 a	2.81cd	7.24 a	5.3 ab	3.87 bcd
عدم وجین + ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن ($N_3 \times W_2$)	15.83 a	292 a	87330 cd	2117 f	19.92abc	16.47 bcd	1360 a	1150 g	82.63 efg	6800 g	3.47 cd	5.23 cdef	5.3 ab	5.17 ab
کلریدازون+ فن مدیفام + ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن ($N_3 \times W_3$)	1.77 cd	12.3 d	94330 abc	11660 b	19.76 bc	16.68 bcd	8910 d	7520 bc	84.3 bcde	45070bc	3.09 cd	6.22 abcd	5.5 ab	3.98 bcd
متامیترون+ فن مدیفام + ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن ($N_3 \times W_4$)	2.4 cd	15.7 d	94330 abc	12650 b	19.59 bc	16.12 bcd	9380 d	7720 b	82.28 efg	47880 b	3.44 cd	6.99 ab	5.3 ab	4.6 ab

تیمارهایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند دارای اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ نیستند Treatments have at least one common letter are not significantly difference at 5% level

درصد قند خالص (Suger)

کاربرد کود ازته بر درصد قند خالص نیز تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۴) و با افزایش کود نیتروژن روند کاهشی را نشان داد. در بین تیمارها، تیمار عدم مصرف نیتروژن (N_0) و تیمار کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم مصرف نیتروژن در هکتار (N_3) با مقدار ۱۷/۲۹ و ۱۶/۰۹ درصد به ترتیب دارای بالاترین و کمترین درصد قند خالص بودند (جدول ۶). علت آنرا می‌توان این‌گونه تشریح کرد که در حدود ۸۰ درصد مادهٔ خشک ریشه را ساکارز تشکیل داده بطوری‌که تمامی این ساکارز در فرآیند تولید قند قابل استحصال مورد استفاده قرار نمی‌گیرد (۱۳). افزایش ناخالصی‌های ریشه از جمله نیتروژن آمینه، پتاسیم و سدیم مانع از کریستاله شدن ساکارز و باقیماندن درصدی از ساکارز در ملاس می‌شود. مصرف بی‌رویهٔ کود نیتروژنه و کاربرد آن در زمان نامناسب باعث افزایش نیتروژن آمینه می‌شود. از طرفی گیاه برای تعادل بار یونی، املاح سدیم و پتاسیم را جذب کرده که این امر باعث پایین آمدن درصد قند خالص می‌شود (۱۹). در بین تیمارهای کنترل علف‌های‌هرز، بالاترین درصد قند خالص مربوط به تیمار عدم وجین علف‌های‌هرز (W_2) با مقدار ۱۷/۴۷ درصد بود که با تیمار وجین کامل علف‌های‌هرز (W_1) با مقدار ۱۶/۸۷ اختلاف معنی‌داری نداشت که علت را باید در جذب بیشتر نیتروژن توسط علف‌های‌هرز و جذب کمتر آن توسط گیاه زراعی و در نتیجه کاهش میزان نیتروژن و افزایش درصد قند خالص در چغندرقند دانست. کمترین درصد قند خالص نیز مربوط به تیمار ترکیب علف‌کش‌های کلریدازون به‌همراه فن‌مدیفام (W_3) با مقدار ۱۵/۹۱ درصد بود که دارای اختلاف معنی‌داری با تیمار علف‌کش‌های متامیترون با فن‌مدیفام (W_4) به مقدار ۱۶/۴۴ درصد بود (جدول ۶). اثر متقابل مقادیر مصرف نیتروژن بهمراه روش کنترل علف‌های‌هرز بر درصد قند خالص نشان داد که تیمار عدم مصرف نیتروژن با عدم وجین علف‌های‌هرز (N_0W_2) دارای بیشترین قند خالص با مقدار ۱۸/۷۱ درصد بود (جدول ۶).

عملکرد قند ناخالص (SY)

کاربرد نیتروژن بر عملکرد قند ناخالص در سطح ۰/۰۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴)، بطوری‌که بالاترین عملکرد قند ناخالص در تیمار کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم مصرف نیتروژن در هکتار (N_3) با مقدار ۷۷۳۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن مربوط به تیمار عدم مصرف نیتروژن (N_0) با مقدار ۳۴۳۰ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۶). از آنجاییکه عملکرد قند ناخالص از حاصلضرب عملکرد ریشه در درصد قند ناخالص (عیار) حاصل می‌شود و با توجه به عدم اختلاف معنی‌دار در بین تیمارها، بیشتر بودن عملکرد قند ناخالص در تیمار کودی N_3 را می‌توان به بالاتر بودن عملکرد ریشه آن نسبت داد. در تیمارهای کنترل علف‌های‌هرز، بالاترین عملکرد قند ناخالص مربوط به تیمار وجین کامل علف‌های‌هرز (W_1) با مقدار ۷۸۸۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن مربوط به تیمار عدم وجین علف‌های‌هرز (W_2) با مقدار۱۴۷۰ کیلوگرم در هکتار بود. این در حالی است که تیمار W_2 دارای بالاترین مقدار درصد قند ناخالص بود ولی بعلت داشتن عملکرد ریشه بسیار پایین، عملکرد قند ناخالص آن در مقایسه با سایر تیمارها به حداقل رسیده بود. مقادیر عملکرد قند ناخالص هر یک از تیمارهای علف‌کش کلریدازون + علف‌کش فن‌مدیفام (W_3) و علف‌کش فن مدیفام + علف‌کش متامیترون (W_4) به ترتیب ۶۶۴۰ و ۷۱۴۰ کیلوگرم در هکتار رسید که دارای اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ درصد با هم بودند (جدول ۶). اثرات متقابل کاربرد نیتروژن و روش کنترل علف‌های‌هرز دارای بیشترین و کمترین عملکرد قند ناخالص در تیمارهای کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم مصرف ازت در هکتار با وجین کامل علف‌های‌هرز (N_3W_1) و عدم مصرف نیتروژن با عدم وجین علف‌های‌هرز (N_0W_2) با مقادیر ۱۱۳۶۰ و ۱۳۱۰ کیلوگرم در هکتارکه به ترتیب دارای اثر متقابل مثبت و منفی در تولید قند ناخالص داشتند (جدول ۶). بندگی و آرمین (۳) طی تحقیقی گزارش دادند که مصرف نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر عملکرد قند ناخالص دارد، بطوری‌که که بیشترین عملکرد قند ناخالص در تیمار ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن و کمترین آن در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن بکار رفته در هکتار حاصل شد.

عملکرد قند خالص (WSY)

عملکرد قند خالص در تیمارهای متفاوت کودی اختلاف معنی‌داری با هم داشتند (جدول ۵). عملکرد قند خالص با افزایش مقدار نیتروژن روند افزایشی داشت بطوری‌که بیشترین و کمترین مقدار آن در تیمارهای کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم مصرف ازت در هکتار (N_3) و عدم مصرف ازت (N_0) با مقادیر ۷۷۴۰ و ۲۹۵۰ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۶). بنابراین افزایش مقدار عملکرد قند خالص تابعی از افزایش عملکرد ریشه به ازای افزایش کاربرد نیتروژن بود. گوهری و همکاران (۱۳) بیان نمودند که با افزایش عملکرد ریشه، از میزان ساکارز آن به تدریج کاسته می‌شود و در واقع میزان کاهش ساکارز نشان دهندهٔ اقتصادی بودن افزایش یک واحد عملکرد ریشه خواهد بود. لی و اِسچمِل (۲۰) بیان کردند که حداکثر عملکرد قند خالص با مصرف ۱۲۵ کیلوگرم ازت خالص در هکتار بدست می آید. در حالی‌که در این تحقیق انجام شده به‌علت کمبود شدید نیتروژن خاک مزرعه، حداکثر مقدار با مصرف ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن رفته در هکتار حاصل شد. نتایج مرتبط به تیمارهای کنترل علف‌های‌هرز نشان داد که بیشترین و کمترین عملکرد قند خالص در تیمارهای وجین کامل

علف‌های‌هرز (W_1) و عدم وجین علف‌های‌هرز (W_2) با مقادیر ۶۷۶۰ و ۱۲۷۰ کیلوگرم در هکتار حاصل شد. در تیمار علف‌کش کلریدازون + علف‌کش فن‌مدیفام (W_3) و علف‌کش فن مدیفام + علف‌کش متامیترون (W_4) به ترتیب این مقدار به ۵۶۱۰ و ۵۹۸۰ کیلوگرم در هکتار رسید که نمایانگر برتری تیمار W_4 بر تیمار W_3 در بررسی این صفت بود (جدول ۶). اثرات متقابل کاربرد نیتروژن و روش کنترل علف‌های‌هرز دارای بیشترین و کمترین عملکرد قند خالص در تیمارهای کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم مصرف ازت در هکتار با وجین کامل علف‌های‌هرز (N_3W_1) و عدم مصرف نیتروژن با عدم وجین علف‌های‌هرز (N_0W_2) با مقادیر ۹۷۶۰ و ۱۱۳۰ کیلوگرم در هکتار که به ترتیب دارای اثر متقابل مثبت و منفی در تولید قند خالص داشتند (جدول ۶). با توجه به اینکه در این تیمار نیتروژن مصرف نشده (N_0W_2) و نیتروژن موجود در خاک نیز توسط علف‌های‌هرز مصرف شده بنابراین ریشه رشد کافی نکرده و عملکرد ریشه بسیار پایین بود (جدول ۶) و از آنجائی‌که عملکرد قند قابل استحصال (خالص) حاصلضرب عملکرد ریشه و درصد قند خالص است بنابراین عملکرد قند خالص در این تیمار به شکل معنی‌داری کمتر از سایر تیمارها بود.

راندمان استحصال (نسبت قند خالص به قند ناخالص)

تأثیر کود نیتروژن بر راندمان قابل استحصال در سطح ۰/۰۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۵). در کاربرد چهار سطح کود نیتروژن، بالاترین خلوص شربت خام در تیمارهای عدم مصرف نیتروژن (N_0) به مقدار ۸۷ درصد و کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم مصرف نیتروژن در هکتار (N_1) با ۸۵/۷۴ درصد و هر یک از تیمارهای کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم مصرف نیتروژن در هکتار (N_2) و کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم مصرف نیتروژن در هکتار (N_3) به ترتیب با ۸۳/۷۱ و ۸۳/۷۸ درصد بودند (جدول ۶). ضریب استحصال کارخانه قند تحت تأثیر راندمان استحصال قرار می‌گیرد و هرچه این راندمان بیشتر باشد، ضریب استحصال افزایش خواهد یافت. بنابراین با افزایش راندمان استحصال، هزینه تولید کارخانه قند پایین و درآمد ناشی از آن افزایش می‌یابد. آلیسون و همکاران (۱) خاطر نشان کردند در خاک‌های حاوی مقدار زیادی نیتروژن، افزایش مقدار اندکی کود نیتروژنه منجر به کاهش سریع درصد قند و خلوص عصاره می‌شود. افت خلوص شربت تا حدود زیادی در اثر افزایش غلظت ترکیبات آمین‌هایی است که خود ناشی از جذب زیاد نیترات در اواخر فصل رشد می‌باشد. در طی مطالعهٔ انجام شده در منطقهٔ اصفهان مشخص شد که مصرف زیاد نیتروژن از عوامل اصلی کاهش درصد قند و افزایش ناخالصی‌های شربت خام است (۱۷). در تیمارهای کنترل علف‌های‌هرز بیشترین درصد خلوص شربت مربوط به تیمار وجین کامل علف‌های‌هرز (W_1) ۸۵/۹۴ درصد و کمترین آن مربوط به تیمار ترکیب علف‌کش کلریدازون با علف‌کش فن‌مدیفام (W_3) به مقدار ۸۴/۰۶ درصد بود که دارای اختلاف معنی‌داری با هم در سطح ۰/۰۵ درصد بودند (جدول ۶). این تفاوت را می‌تواند به کنترل بهتر علف‌های‌هرز در تیمار W_1 در مقایسه با تیمار W_3 دانست که این خود باعث کاهش ناخالصی‌های شربت قند (K، Na و Ni) و افزایش خلوص شربت خام خواهد شد. نتایج اثرات متقابل کاربرد نیتروژن و روش کنترل علف‌های‌هرز نشان داد که تیمار عدم کاربرد نیتروژن بهمراه وجین دستی ($N_0\times W_1$) دارای بالاترین راندمان قابل استحصال به مقدار ۸۸/۰۹ درصد بود (جدول ۶).

عملکرد ریشه (Root yield)

نتایج عملکرد ریشه در تیمارهای مصرف نیتروژن روند افزایشی را نشان داد بطوری‌که بیشترین و کمترین عملکرد ریشه به ترتیب مربوط به تیمارهای ۲۰۰ کیلوگرم مصرف نیتروژن در هکتار (N_3) و عدم مصرف نیتروژن (N_0) با مقدار ۳۹۱۸۰ و ۱۷۹۰۰ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۶). کاربرد نیتروژن باعث افزایش تعداد و نمو برگ و افزایش جذب در طی دورهٔ تولید قند شده و منجر به تولید چغندرهایی با ریشه حجیم و در نهایت افزایش عملکرد ریشه می‌شود (۲۸). همچنین بر اساس آنالیزهای رشد، افزایش مصرف نیتروژن باعث افزایش سرعت رشد اندام‌های هوایی، ریشه و شاخص سطح برگ در مقایسه با دیگر تیمارهای کودی شده بود در نتیجه وزن ریشه در سطوح کاربرد بیشتر نیتروژن، افزایش یافته بود. آندرسون و پیترسون (۲) نیز گزارش کردند که با افزایش مصرف نیتروژن وزن ریشه چغندرقند افزایش یافته بود. نتایج حاصل از کنترل علف‌های‌هرز نیز نشان داد که تیمارهای وجین کامل (W_1) و عدم وجین (W_2) علف‌های‌هرز در طول فصل رشد به ترتیب با مقادیر ۴۰۲۲۰ و ۷۲۶۰ کیلوگرم در هکتار دارای بالاترین و کمترین عملکرد ریشه بودند. هر یک از تیمارهای کاربرد ترکیب علف‌کش کلریدازون + فن‌مدیفام (W_3) و ترکیب علف‌کش فن مدیفام + متامیترون (W_4) به ترتیب با عملکرد ۳۷۷۱۰ و ۳۶۶۰۰ کیلوگرم در هکتار دارای اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ درصد بودند (جدول ۶) که نشان دهندهٔ شدت اثر مناسب این تیمارهای علف‌کشی در عملکرد ریشه چغندرقند بود.

در تیمار کنترل و وجین دستی به‌علت عاری نگهداشتن مزرعه از علف‌های‌هرز بخصوص در اوایل فصل رشد، گیاه زراعی فرصت کافی جهت حصول حداکثر رشد، تشکیل اندام‌های فتوسنتزی و همچنین رشد سریع برگ‌ها را در شرایط بدون رقابت با علف‌های‌هرز داشته که منجر به افزایش سریع شاخص سطح برگ، تشکیل کانوپی و در نهایت تولید ریشه‌های حجیم با وزن بالاتری را در پی داشت (۸). در تیمار عدم کنترل علف‌های‌هرز، به علت جوانه‌زنی و رویش سریع برخی از علف‌های‌هرز مانند تاج‌خروس وحشی، گاوپنبه و سلمه‌تره و اشغال کانوپی توسط آنها منجر به محدودیت نور و تولید مواد

فتوسنتزی، مصرف آب و منابع غذایی توسط علف‌های‌هرز و در نهایت کاهش رشد ریشه گیاه زراعی خواهد شد (۳۱ و ۳۴). وَن زویدام و همکاران (۳۰) طی آزمایشی نشان دادند که در آلودگی‌های شدید و عدم مبارزه با علف‌های‌هرز در طول فصل رشد در مزارع چغندرقند، محصول گیاه زراعی بطور کامل از بین خواهد رفت. از طرف دیگر، کاربرد علف‌کش‌های انتخابی در مزارع چغندرقند در مرحلهٔ دو تا چهار برگی سبب کنترل اکثر علف‌های‌هرز و به دنبال آن سبب افزایش رشد چغندرقند و افزایش قدرت رقابت گیاه زراعی با بسیاری از علف‌های‌هرز و علف‌های‌هرز خودرو بعدی خواهد شد (۱۸). اثر متقابل کاربرد کود نیتروژنه با روش‌های کنترل بر عملکرد ریشه در سطح ۰/۰۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۵). بطوری‌که بالاترین و کمترین عملکرد ریشه چغندرقند در تیمارهای ترکیب شدهٔ ۲۰۰ کیلوگرم کاربرد نیتروژن در هکتار با وجین کامل علف‌های‌هرز در طول فصل رشد (N_3W_1) با عملکرد ۵۶۹۸۰ کیلوگرم در هکتار و تیمار ترکیب شدهٔ عدم مصرف نیتروژن به‌همراه عدم وجین علف‌های‌هرز (N_0W_2) با ۶۲۴۰ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۶) که نشان دهندهٔ اثرات متقابل مثبت و منفی تیمارها با یکدیگر (افزایش و کاهش میزان عملکرد این دو تیمار بصورت ترکیب شده در مقایسه با عملکرد کاربرد خالص هر یک از آنها) بود. عدم کاربرد نیتروژن در تیمار N_0W_2 باعث جذب تمام مقادیر نیتروژن موجود در خاک توسط علف‌های‌هرز و در نهایت تولید عملکرد کمتر در ریشه چغندرقند شود (جدول ۶).

قند ملاس

تیمارهای کاربرد نیتروژن از نظر مقدار قند ملاس ریشه دارای اختلاف معنی‌داری با هم در سطح ۰/۰۵ درصد بودند (جدول ۵) و مقدار آن با افزایش مصرف نیتروژن روند صعودی داشت. کمترین مقدار قند ملاس در تیمار عدم مصرف ازت (N_0) با مقدار ۲/۶۹ به‌علت داشتن حداقل ناخالصی مضره (پتاسیم، سدیم و نیتروژن) و بیشترین آن در تیمار کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم مصرف ازت در هکتار (N_3) به مقدار ۳/۲۰ با داشتن حداکثر ناخالصی‌ها بود (جدول ۶). مواد محلول غیر قندی در شربت چغندرقند مانع ازکریستالیزه شدن قند و منجر به کاهش قند قابل استحصال در واحد سطح شده و در نهایت میزان قند ملاس را افزایش می‌دهند (۱۳). لی و اِسچمِل (۲۰) بیان کردند که تغییرات درصد قند ملاس نسبت به مصرف کود نیتروژنه دارای روند خطی بوده و با افزایش کود نیتروژنه مصرفی، درصد قند ملاس به صورت تدریجی و معنی‌داری افزایش می‌یابد. اثر متقابل تیمار کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم مصرف نیتروژن در هکتار به‌همراه عدم وجین علف‌های‌هرز (N_3W_2) دارای بیشترین مقدار ملاس یعنی ۳/۴۷ به‌علت مصرف بالای نیتروژن و عدم کنترل علف‌های‌هرز بود (جدول ۶). در حالی‌که اثر متقابل تیمار عدم مصرف نیتروژن با وجین کامل علف‌های‌هرز (N_0W_1) کمترین مقدار ملاس ریشه را با ۲/۳۸ بعلت عدم مصرف نیتروژن به همراه کنترل کامل علف‌های‌هرز داشته که منجر به کاهش ناخالصی‌های موجود در ریشه شده بود (جدول ۶).

ناخالصی‌های ریشهٔ چغندرقند

نتایج نشان دادند که بیشترین مقدار نیتروژن مضره در تیمار کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم مصرف نیتروژن در هکتار (N_3) به میزان ۶/۴ و کمترین آن در تیمار عدم مصرف نیتروژن (N_0) به میزان ۴/۵۱ میلی اکی والان گرم در صد گرم ریشه می‌باشد. در کاربرد چهار سطح کود نیتروژن بیشترین مقدار نیتروژن مضره در تیمارهای ۲۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم کاربرد نیتروژن در هکتار (N_4 و N_3) و سپس در تیمارهای مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و عدم مصرف نیتروژن (N_1 و N_0) مشاهده شد (جدول ۶). مصرف بی‌رویه نیتروژن و یا کاربرد آن در زمان نامناسب، میزات نیتروژن مضره را افزایش می‌دهد (۹). بلک شو و همکاران (۴) و آندرسون و پیترسون (۲) گزارش دادند که افزایش کود نیتروژن باعث افزایش غلظت ترکیبات آمینه‌ای می‌شود که این خود ناشی از جذب مفرط نیتروژن در اواخر فصل رشد است. در بین تیمارهای کنترل علف‌های‌هرز، کمترین مقدار نیتروژن مضره مربوط به تیمار وجین کامل علف‌های‌هرز (W_1) یعنی؛ ۴/۷۶ میلی اکی والان گرم درصد گرم خمیر بود که با سایر تیمارها در سطح ۰/۰۵ اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۶). همچنین نتایج اثرات متقابل نشان داد که تیمار ۲۰۰ مصرف نیتروژن + وجین کامل علف‌های‌هرز (N_3W_1) دارای بیشترین مقدار نیتروژن مضره به علت عدم وجود علف‌های‌هرز و مصرف بیش از حد نیتروژن توسط چغندرقند بود (جدول ۶) که با سایر تیمارهای کودی اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ درصد داشت.

مقدار پتاسیم موجود در ریشه چغندرقند در تیمارهای مختلف نیتروژن اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۵). اگر چه دان و همکاران (۱۰) نشان دادند که مصرف بی‌رویه نیتروژن باعث افزایش ناخالصی‌های نیتروژن مضره، پتاسیم و سدیم می‌شود، اما به دلیل پایین بودن محتوی نیتروژن خاک در این تحقیق، افزودن مقادیر مختلف نیتروژن تأثیری بر روی مقدار پتاسیم ریشه نداشت (جدول ۶). در تیمارهای کنترل علف‌های‌هرز، کمترین مقدار پتاسیم در تیمار عدم وجین علف‌های‌هرز (W_2) به مقدار ۴/۸۵ مشاهده شد (جدول ۶). در بررسی اثرات متقابل بیشترین مقدار پتاسیم ریشه در تیمار کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم مصرف نیتروژن با ترکیب علف‌کش‌های کلریدازون و فن‌مدیفام (N_2W_3) و کمترین آن در تیمارهای کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم مصرف نیتروژن با عدم وجین علف‌های‌هرز (N_1W_2) و تیمار مصرف ۱۰۰ کیلوگرم مصرف نیتروژن با ترکیب علف‌کش‌های کلریدازون و فن‌مدیفام (N_1W_3) مشاهده شد (جدول ۶).

مقدار سدیم موجود در ریشهٔ چغندرقند در تیمارهای مختلف نیتروژن و کنترل علف‌های‌هرز اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۵). بیشترین مقدار سدیم در تیمار کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم مصرف نیتروژن (N_2) با ۴/۵۵ میلی اکی والان گرم در ۱۰۰ گرم خمیر و کمترین آن در تیمار عدم مصرف نیتروژن (N_0) با ۳/۴۸ میلی اکی والان گرم در ۱۰۰ گرم خمیر بود (جدول ۶). در تیمارهای کنترل علف‌های‌هرز نیز بیشترین مقدار سدیم ریشه در تیمار عدم وجین علف‌های‌هرز (W_2) و کمترین آن در تیمار وجین کامل علف‌های‌هرز (W_1) بدست آمد (جدول ۶). بررسی اثرات متقابل نشان داد که بیشترین مقدار سدیم ریشه در تیمار ۲۰۰ مصرف نیتروژن به‌همراه عدم وجین علف‌های‌هرز (N_3W_2) و کمترین آن در تیمار عدم مصرف نیتروژن با عدم وجین علف‌های‌هرز (N_0W_2) مشاهده شد (جدول ۶).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که افزایش کود نیتروژن به مقدار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد ریشه، قند خالص و ناخالص را افزایش داد. همچنین بالاترین عملکرد قند خالص و ناخالص به ترتیب مربوط به تیمارهای وجین دستی و کاربرد ترکیب علف‌کش‌های متامیترون + فن‌مدیفام و کلریدازون + فن‌مدیفام و نیز کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به‌همراه کنترل کامل علف‌های‌هرز بود. در بین تیمارهای کنترل علف‌های‌هرز، وجین دستی نسبت به کاربرد علف‌کش‌ها و در بین تیمارهای علف‌کشی در بین سطوح مختلف نیتروژن، استفاده از ترکیب علف‌کشی متامیترون + فن‌مدیفام نسبت به ترکیب کلریدازون + فن‌مدیفام منجر به افزایش بیشتری در عملکرد ریشه شد. در بین تیمارهای کنترل شیمیایی، عملکرد قند خالص و ناخالص، وزن خشک اندام هوایی و عملکرد مادهٔ خشک چغندرقند در تیمار ترکیبی علف‌کش متامیترون + فن‌مدیفام بیشتر از ترکیب علف‌کش‌های کلریدازون + فن‌مدیفام بود در حالی‌که تراکم و وزن خشک علف‌های‌هرز در ترکیب علف‌کشی متامیترون + فن‌مدیفام کمتر کلریدازون + فن‌مدیفام بود. در تیمارهای اثرات متقابل، بالاترین عملکرد ریشه و درصد قند خالص و ناخالص به ترتیب با کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن بهمراه کنترل کامل علف‌های‌هرز و عدم کاربرد نیتروژن به‌همراه عدم کنترل علف‌های‌هرز حاصل شد.

منابع

1- Allison M.F., Armstrong M.J., Jaggard K.W., Todd A.D., and Milford G.F.J. 1996. An analysis of the agronomic, economic and environmental effect of applying N fertilizer to sugar beet (*Beta vulgaris*). Journal of Agriculture Science, 127:475-486.
2- Anderson F.N., and Peterson G.A. 2010. Effect of incrementing nitrogen application on sucrose yield of suga beet. Agronomy Journal, 80:709-712.
3- Bandeghi M.R., and Armin M. 2014. Effect of weed interference with sugar beet under different nitrogen amounts. Journal of Plant Ecophysiology, 6(19):45-57. (in Persian with English abstract)
4- Blackshaw R.E., Brandt R.N., Janzen H.H., Entz T., Grant C.A., and Derksen D.A. 2003. Differential response of weed species to added nitrogen. Weed Science, 51:532-539.
5- Chitband A.A., Ghorbani R., Rashed Mohassel M.A., Abbaspoor M., and Abbasi R. 2015. Reduced dose of PSII + fatty acid inhibitors herbicides and clopyralid mixtures and their chlorophyll fluorescence evaluation to control important broadleaf weeds in Sugarbeet (Beta vulgarisL.) (Ph.D. Thesis). Department of Agronomy, Faculty of Agriculture: Ferdowsi University of Mashhad. (in Persian with English abstract)
6- Cioni F., and Maines G. 2011. Weed Control in Sugar beet. Sugar Technology, 12:243-255.
7- Deveikyte I., and Seibutis V. 2006. Broadleaf weeds and sugar beet response to phenmedipham, desmedipham, ethofumesate and triflusulfuron-methyl. Agronomy Research, 4:159-162.
8- Di Tomaso J.M. 1995. Approach for improving crop competiveness through the manipulation of fertilization stragies. Weed Science, 43:491-497.
9- Drycott A.P., Webb D.J., and Wricht E.M. 1973. The effect if time of sowing and arvesting on growth yield and n fertilizer requirement of sugar beet yield and nitrogen uptake at harvest. Global Agriculture Science Combination, 81:267-275.
10- Dunn G., Lee G.S., and Schmehl W.R. 2009. Effective of planting date and nitrogen fertilization on siluble carbohydrate concentration in sugar beet. Sugar Beet Technology, 27:1-10.
11- Farzane S., Zaefizadeh M., SeyedSharifi R., Dehghanshear M., and Asvadi J. 2006. Determining of suitable N.P.K. fertilizer levels in sugar beet seed production in Ardabil area. Sugar beet Journal, 22(2):79-90. (in Persian with English abstract)
12- Fathy M.F., Motagally A., and Attia K.K. 2009. Response of sugar beet plants to nitrogen and potassium fertilization in sandy calcareous soil. International Journal of Agriculture Biology, 11:695-700.
13- Guhari J., Fazli H., Touhidloo G.h., Talghani F., and Shikholeslami R. 2002. Optimum sample size of sugar beet roots for determination sugar content. Sugar beet Journal, 18(1):67-79. (in Persian with English abstract)

14- Hellal F.A., Taalab A.S., and Safaa A.M. 2009. Influence of nitrogen and boron nutrition on nutrient balance and Sugar beet yield grown in calcareous Soil .Ozean Journal Applied Science, 2(1):1-10.
15- Hellwing K.B., Johnson W.G., and Scharf P.C. 2002. Grass weeds interference and nitrogen accumulation in no-tillage corn. Weed Science, 19:757-762.
16- Houba V.J.G., Van Egmond F., and Wittich E.M. 2005. Changes in production of organic nitrogen and carboxylates in yong sugar beet plants grown in nutrient solutions of different nitrogen composition. Netherland Journal of Agriculture Science, 19:39-47.
17- Jahad-Akbar M.R., Tabatabaii-Nim Avard R., and Ebrahimiyan H.R. 2004. Critical period of weed competition with sugar beet in Kabotarabad-Esfahan. Sugar beet Journal, 20:73-92 (in Persian with English abstract)
18- Kaya R., and Buzluk Ş. 2006. Integrated weed control in sugar beet through combinations of tractor hoeing and reduced dosages of a herbicide mixture. Turkey Journal of Agriulture, 30:137-144.
19- Khayamim S., Mazaheri D., Banayan M., Guhari J., and Jahansuz M.R. 2002. Determination of sugar beet extinction coefficient and radiation use efficiency at different plant density and nitrogen use levels. Sugar beet Journal, 18(1):51-66. (in Persian with English abstract)
20- Lee S.G., and Schmehl W.R. 2001. Effect of chemical control and nitrogen fertilization on growth sucrose accumulation and foliar development of the sugar beet plant. Sugar Beet Technology, 12:309-329.
21- Malnou C.S., Jaggard K.W., and Sparkes D.L. 2006. A canopy approach to nitrogen fertilizer recommendation for the sugar beet crop. European Journal of Agronomy, 25:254-263.
22- Orr J.P., Canevari M., Jackson L., Wenning R., Carner R., and Nishimoto G. 1996. Post-emergence herbicides and application nitrogen in wheat yields. California Agriculture, 50:32-36.
23- Paolini R., Principi M., Froud-William R.J., Del Puglia S., and Binacardi E. 1999. Competition between sugar beet and Sinapis arvensis and *Chenopodium album*, as affected by timing of nitrogen fertilization. Weed Research, 39:425-440.
24- Partovi M., Zand E., Alizade M.H., and Atri A. 2007. Investigation of herbicide resistance in pigweed (*Amaranthus* sp.) to chloridazon, desmedipham and mixture of these herbicides in some sugar beet fields of Iran. Journal of Plant Pest and diseases, 75(2):73-88. (in Persian with English abstract)
25- Phillips R.E., Egli D.B., and Thompson L. 2005. Absorotion of herbicides by sugar beet and their influence on emergence and seedling growth. Weed Science, 20:506-510.
26- Reinfeld E., Emmerich A., Baumgarten G., Winner C., and Beiss U. 1974. Zur voraussage des melassezuckers aus rubenanalysen. Zucker, 27:2-15.
27- Scott R.K., Wilcockson S.J., and Moisey F.R. 2003. The effects of time of weed removal on growth and yield of sugar beet. Journal of Agriculture Science, 93:693-709.
28- Sweeney A.E., Renner K.A., Laboski C., and Davis A. 2008. Effect of fertilizer nitrogen on weed emergence and growth. Weed Science, 56:714-721.
29- Thomas A.G. 1985. Weed survey system used in saskatchewan for cereal and oilseed crops. Weed Science. 33: 34-43.
30- Van Zuydam R.P., Sonneveld C., and Naber H. 2007. Weed control in sugar beet by precision guided implements. Crop Protection, 14(4):335-340.
31- Wiltshire J.J., Tillett N.D., and Hague T. 2003. Agronomic evaluation of precise mechanical hoeing and chemical weed control in sugar beet. Weed Research, 43:236-244.
32- Zand E., Rahimian H., Kocheki A., Khalghani J., Mousavi K., and Ramezani K. 2004. The ecology of weeds (Management applications). Mashhad University of Jehad Press P: 544. (In Persian).
33- Ziaeyan A.A., Niromand N., and Noshad H. 2011. Sugar beet response to the application of slow-release nitrogen fertilizers. Sugae beet Journal, 27 (1):85-99. (in Persian with English abstract)
34- Zimdal R.L., and Fertig S.N. 2005. Influence of weed competition on sugar beet. Weed Science, 35:336- 339.