E-ISSN: 2538-2187 | P-ISSN: 2251-7901

The Quarterly Scientific Journal of Applied Biology

https://jab.alzahra.ac.ir/
Vol. 37, No.1. (2024) Spring, 1-13
https://doi.org/10.22051/jab.2024.43243.1554

Paper Type: Original Article

Studying the Effect of Ammonium Nitrate and Ammonium Sulfate Feeding on the Physiological Efficiency of Water and Nitrogen Consumption in Fennel (*Foeniculum*)

Abbas Abhari[*1]

[1]*Department of Agriculture, Payam Noor University, Tehran, Iran;*(Assistant Professor: Corresponding author: abbasabhari@pnu.ac.ir).*

Citation:

Abhari, A. (2024). Studying the effect of ammonium nitrate and ammonium sulfate feeding on the physiological efficiency of water and nitrogen consumption in fennel (*Foeniculum*). *The quarterly scientific journal of applied biology, Volume* 37 (Issue No. 1), PP. 1-13

Received: 2022.03.18 Accepted: 2023.02.03

Abstract

Introduction: Environmental effects of excessive use of nitrogen fertilizers, as well as water deficit and drought stress, have caused the reduction of nitrogen fertilizer pollution and increasing the efficiency of water and nitrogen consumption, are of particular importance.

Methods: In order to investigate the feeding of ammonium nitrate and ammonium sulfate on the efficiency of water and nitrogen consumption in fennel, a factorial experiment was conducted in the form of a randomized complete block design in three replications. The first factor consisted of planting date at three levels (first: March 13, second: March 27 and third: April 18) and the second factor was nitrogen fertilizer spraying at three levels (ammonium sulfate (21%), ammonium nitrate (25%), and no fertilizer) with concentrations of one in a thousand in beginning of budding stage.

Results: The results showed that the amount of total chlorophyll and grain protein in all three planting dates and in the treatment of ammonium nitrate and ammonium sulfate were significantly different compared to that of the control. An increase in the percentage of nitrogen remobilization was associated with a decrease in grain yield, and this decrease was steeper in the absence of nitrogen use and the use of ammonium sulfate. The trend of decreasing biological yield followed an exponential function ($Y=580e^{-0.13x}$) with the increase of the contribution of the stem nitrogen remobilization process in the performance. In this model, the initial biological yield was 580, which started to decrease with the contribution of the stem nitrogen remobilization process in the initial yield of -0.13. The efficiency of nitrogen uses in the conditions of foliar application of ammonium nitrate and ammonium sulfate caused a linear increase in water use efficiency, but in the control treatment (no foliar application), nitrogen application efficiency had no effect on water use efficiency.

Conclusion: Therefore, proper nutrition can increase the efficiency of water consumption by increasing the percentage of nitrogen consumption efficiency.

Keywords: Anthesis. Exponential function, chlorophyll, protein and yield

فصلنامه علمی زیست‌شناسی کاربردی دانشگاه الزهرا(س)
دوره ۳۷، شماره ۱، پیاپی ۷۹، بهار ۱۴۰۳، صفحات ۱۳-۱
https://jab.alzahra.ac.ir
https://doi.org/10.22051/jab.2024.43243.1554

نوع مقاله: پژوهشی

مطالعه تاثیر تغذیه نیترات آمونیوم و سولفات آمونیوم بر کارآیی فیزیولوژیکی مصرف آب و کارآیی فیزیولوژیکی مصرف نیتروژن در رازیانه (*Foeniculum*)

عباس ابهری[*1]
[1]استادیار، گروه علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.
(*نویسنده مسئول: *abbasabhari@yahoo.com*)

تاریخ دریافت : ۱۴۰۱/۱۲/۲۸ تاریخ پذیرش : ۱۴۰۲/۱۱/۱۵

چکیده

مقدمه: اثرات زیست محیطی استفاده بیش از حد از کودهای نیتروژنی و هچنین کمبود آب و تنش خشکی سبب شده است که کاهش آلودگی کودهای نیتروژنی و افزایش کارآیی مصرف آب و نیتروژن از اهمیت ویژه ای برخوردار باشد.

روش‌ها: به منظور بررسی تغذیه نیترات آمونیوم و سولفات آمونیوم بر کارآیی مصرف آب و نیتروژن در رازیانه آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. فاکتور اول شامل سه تاریخ کاشت (اول:۹۶/۱۲/۲۳، دوم: ۹۷/۱/۸ و سوم: ۹۷/۱/۳۰) و فاکتور دوم محلول پاشی کود نیتروژن در سه سطح (سولفات آمونیوم (۲۱ درصد نیتروژن)، نیترات آمونیوم (۲۵ درصد نیتروژن) و بدون کود) با غلظت یک در هزار در مرحله شروع غنچه دهی بودند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد میزان کلروفیل کل و پروتئین دانه در هر سه تاریخ کاشت و در تیمار محلول پاشی نیترات آمونیوم و سولفات آمونیوم نسبت به شاهد اختلاف معنی دار داشت. افزایش درصد حرکت مجدد نیتروژن با کاهش عملکرد دانه همراه شد و این کاهش در عدم مصرف نیتروژن و مصرف سولفات آمونیوم با شیب بیشتری صورت گرفت. روند کاهش عملکرد زیستی با افزایش سهم فرآیند حرکت مجدد نیتروزن ساقه در عملکرد از تابع نمایی $Y=580e^{-0.13x}$ پیروی کرد. در این مدل عملکرد بیولوژیکی اولیه ۵۸۰ بود که با سهم فرآیند حرکت مجدد نیتروزن ساقه در عملکرد اولیه ۰/۱۳- شیب کاهش را شروع کرد. کارآیی مصرف نیتروژن در شرایط محلول پاشی نیترات آمونیوم و سولفات آمونیوم باعث شد کارآیی مصرف آب به صورت خطی افزایش یابد اما در تیمار شاهد (عدم محلول پاشی) کارآیی مصرف نیتروژن اثری بر کارآیی مصرف آب نداشت.

نتیجه‌گیری: بنابراین تغذیه صحیح می تواند از طریق افزایش درصد کارآیی مصرف نیتروژن، کارآیی مصرف آب را افزایش دهد.

کلیدواژه‌ها: پروتئین، تابع نمایی، عملکرد، کلروفیل کل، گرده افشانی

مقدمه

تنوع اقلیمی و اکولوژیکی مختلف باعث شده که ایران در زمره غنی ترین کشورهای دارای ذخایر ژنتیکی گیاهان دارویی و مستعد برای کاشت این محصولات باشد. رازیانه (*Foeniculum vulgare*) یکی از پر مصرف‌ترین گیاهان دارویی خانواده چتریان است .این گیاه بومی جنوب اروپا و شمال آفریقاست و به حالت خودرو رشد می کند و امروزه در کشور های مختلف کشت می شود [1]. این گیاه استفاده های مختلفی در صنایع غذایی، دارویی و بهداشتی داشته و سابق بر این در طب سنتی پر کاربرد بوده است [2].

از جمله عوامل تاثیر گذار بر محصولات کشاورزی که باعث ایجاد تغییرات عوامل موثر بر رشد می شود زمان کاشت می باشد. تاریخ کاشت با ایجاد تغییرات دمایی در طول دوره های مختلف رشد از جمله دوره پر شدن دانه بر ماده موثره و درصد پروتئین دانه اثر می گذارد [3]. نیتروژن تقریباً در کلیه خاک های کشاورزی و سیستم‌های زراعی جهان کمبود دارد، بنابراین استفاده از کودهای نیتروژن برای تولید محصولات زراعی جهت برآوردن تقاضای روزافزون مواد غذایی امری ضروری است[4].

زندگی نیمی از مردم جهان برای تامین مواد غذایی به صورت مستقیم و یا غیر مستقیم به تامین کود نیتروژن بستگی دارد [5]. با وجود اهمیت زیاد کودهـای نیتروژنه در افـزایش رشـد و عملکرد گیاهان زراعی، مصـرف زیاد از حد آن از طریـق آبشویی و فرسایش، باعث آلودگی آب های زیرزمینی و سـطحی و همچنین افـزایش هزینـه هـا می شود. لذا با مصرف بهینه و توجه به حاصلخیزی خاک علاوه بر کاهش آلودگی های نیتراتی، با حفظ تنوع زیستی و اجتناب از استفاده غیر ضروری عناصـر غذایی، ضمن کاهش هزینه¬ها، کارآیی مصـرف نهـاده هـا نیز افزایش پیدا می کند [6].

نیتروژن بعد از کمبود آب از جمله مهمترین عوامل محدودکننده رشد و عملکرد گیاهان است [7]. نیترات و آمونیوم دو شکل نیتروژن قابل جذب گیاه هستند. و چون نیترات تحرک زیادی در خاک دارد به راحتی ممکن است در معرض آبشویی قرار گیرد. مطالعات زیادی در زمینه جذب و انتقال نیترات و آمونیوم در رابطه آب، خاک و گیاه انجام گرفته است. استفاده بهینه از نیتروژن می تواند باعث افزایش عملکرد محصولات، کاهش هزینه های تولید و آلودگی های زیست محیطی گردد [8]. عملکرد دانه و عملکرد پروتئین به وسیله کارآیی گیاه در تخصیص ماده خشک و نیتروژن به دانه تعیین می شود. در غلات پس از مرحله گرده افشانی، دانه ها برای جذب کربن و نیتروژن مقاصد بسیار فعالی هستند. در دوره هایی از رشد، تجمع مواد تولید شده در فتوسنتز بیشتر از میزان نیاز آن برای رشد توسط گیاه است [9]. این مواد مازاد، عمدتاً در ساقه ذخیره شده و در مراحل بعدی رشد (پر شدن دانه) به دانه انتقال می یابد [10]. در بسیاری از فرآیندها از جمله ساختمان آنزیم ها و کلروفیل ها، اسیدهای نوکلئیک، پروتئین ها ، غشای سلول و دیگر ترکیبات سلولی، نیتروژن نقش مهمی دارد لذا کمبود این عنصر بر طول دوره رشد، عملکرد و پروتئین دانه موثر است [11]، [12]، [13]، [14].

انتقال مجدد نیتروژن در نتیجه تعادل بین قدرت منبع و ظرفیت مخزن تعیین می شود [15]. غلظت نیتروژن در برگ ها و فعالیت فیزیولوژیکی و متابولیکی به علت پیری در غلات پس از مرحله گرده افشانی کاهش می یابد. که با انتقال مجدد جبران می شود، برگ های پیرتر پروتئین های خود را تجزیه و نیتروژن آن را به صورت اسیدهای آمینه به اندام های جوان در حال فعالیت مثل برگ های جوان و دانه ها انتقال می دهند [16].

کارآیی مصرف نیتروژن عبارت است از میزان تولید بـه ازای نیتروژن قابل دسترس در خاک که از دو جزء عمده کارآیی جـذب و بهره وری نیتروژن تشکیل شده است. کارآیی جذب نیتـروژن، مقدار نیتروژن جذب شده به ازای ذخیره اولیه این عنصر در خـاک اسـت و بهره وری، میزان تولید دانه به ازای نیتروژن اندام های گیـاه در مرحلـه رسیدگی است [17]. تولید ماده خشک بیشتر در مرحله گرده افشانی باعث افزایش انتقال مجدد در مرحله پرشدن دانه می شود. مطالعات مختلف بیانگر آن است که وجود مقادیر بیشتر نیتروژن و ماده خشک در گیاه تا مرحله گرده افشانی باعث افزایش انتقال مجدد این مواد به دانه می شود. شرایط اقلیمی، نوع خاک، نوع رقم و نوع مدیریت گیاه از عوامل اثرگذار بر انتقال مجدد ماده خشک و نیتروژن می باشد [18]. عمده تجمع نیتروژن قبل از گرده افشانی اتفاق می افتد و پس از پایان این مرحله مقدار آن به حداقل می رسد[19]. اندازه دانه به عنوان یک مقصد نهایی ذخیره مواد حاصل از فتوسنتز می تواند روی کارایی و سرعت فتوسنتز، و همچنین در فرایند انتقال موثر واقع شود. در مطالعه ای

روی رازیانه مشخص شد که در دسترس بودن نیتروژن در مرحله گلدهی باعث افزایش لقاح (تعداد دانه) و همچنین افزایش اندازه دانه شد [20]. در مطالعه روی گندم گزارش شد که انتقال مجدد نیتروژن از اندام های رویشی به دانه، منبع مهمی در تعیین عملکرد و کیفیت دانه می باشد، و برگ ها، پوشینه ها، ساقه ها و غلاف ها جزء مهم ترین منابع برای انتقال مجدد نیتروژن به دانه بودند [21].

در مطالعه ای روی گیاه کینوا (*Chenopodium quinoa Willd*) مشخص شد که افزایش مصرف نیتروژن از ۸۰ به ۳۲۰ کیلوگرم در هکتار در تاریخ کاشت های مختلف باعث کاهش کارآیی مصرف نیتروژن شد [22]. دسترسی به نیتروژن می تواند بهره وری آب را بهبود دهد، اما مقادیر بالای نیتروژن ممکن است منجر به افزایش ماده خشک شده و ذخیره آب خاک برای تولید دانه را کاهش دهد. گزارش شده است که تنش شدید خشکی منجر به کاهش محسوس کارآیی زراعی مصرف نیتروژن شد و در این شرایط زیادی مصرف نیتروژن تأثیر کمی بر افزایش عملکرد دانه داشت و باعث کاهش زیاد کارآیی زراعی مصرف نیتروژن شد [23].

کمبود آب باعث افزایش راندمان مصرف آب می شود؛ به عبارت دیگر در شرایط نزدیک به تنش کمبود آب، گیاهان مختلف در مقایسه با شرایط رطوبتی مناسب، نسبت به میزان آب مصرفی محصول بیشتری تولید می کنند [24]. نیتروژن از یک سو باعث افزایش رشد ریشه و تقویت گیاه شده و می تواند باعث افزایش تحمل گیاه به تنش آبی گردد و از سوی دیگر می تواند با تحریک رشد رویشی و تأخیر در رسیدگی فیزیولوژیکی، باعث افزایش تعرق گیاه شده و ذخایر رطوبتی را برای گیاه محدود کند که در نهایت باعث افزایش شدت تنش آبی می شود [23]، [25].

هرچند نیتروژن یکی از عناصر مؤثر در افزایش عملکرد گیاهان است، با این وجود مصرف مقادیر بالای نیتروژن اثرات منفی بر خصوصیات کیفی گیاهان دارویی دارد. بنابراین بایستی ترتیبی اتخاذ نمود تا میزان مطلوب این عنصر جهت دسترسی بـه میزان مطلـوب عملکرد کمی و کیفی مشخص شود. مصرف برگی کود نیتروژن می تواند تاثیر های منفی که کود بر خاک دارد را کاهش دهد و اثرات منفی بر خصوصیات کیفی گیاهان دارویـی را کمتر داشته باشد. بنابراین هدف از این مطالعه پیش بینی حرکت مجدد نیتروژن براساس ترکیب محلول پاشی شده روی رازیانه و همچنین بررسی تغذیه نیترات آمونیوم و سولفات آمونیوم بر کارآیی مصرف آب و نیتروژن بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزارع کیذور از توابع شهرستان سبزوار در سال ۱۳۹۷-۱۳۹۶ انجام شد. ارتفاع این منطقه از سطح دریا ۱۱۹۵ متر بوده و در ۳۶ درجه و ۵ دقیقه عرض شمالی و ۴۴ درجه و ۳ دقیقه طول شرقی واقع شده است. قبل از اجرای تحقیق از عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری خاک نمونه برداری شد و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک تعیین گردید (**جدول ۱**). آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. تیمار ها شامل سه تاریخ کاشت (اول:۹۶/۱۲/۲۳، دوم: ۹۷/۱/۸ و سوم:۹۷/۱/۳۰) و نوع کود نیتروژن در سه سطح محلول پاشی (سولفات آمونیوم (۲۱ درصد نیتروژن)، نیترات آمونیوم (۳۴ درصد نیتروژن) و بدون کود (محلول پاشی با آب بدون کود) در غلظت یک در هزار در مرحله شروع غنچه دهی بودند. علت اعمال تیمار ها در این مرحله این است که دسترسی به نیتروژن در این مرحله بر آغازی های دانه (مجموعه یاخته‌های جنینی اولیه تشکیل دهنده دانه) تاثیر گذار است [26]. آبیاری تیمارها هر شش روز یکبار بعد از ظهر انجام شد.

جدول ۱- برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه

Table 1- Some physical and chemical properties of farm soil

Texture	Clay%	Silt%	Sand%	N (%)	K (g/mg)	P (g/mg)	Organic carbon%	EC ds m^{-1}	pH
Clay-loam	24	46	30	1.07	19000	9580	0.97	0.730	7.45

زمین مورد استفاده در پاییز سال قبل شخم نسبتا عمیق خورده (با گاو آهن برگردان دار) و در زمستان به منظور خرد کردن کلوخه‌ها دیسک زده شد. پس از دیسک زدن، زمین مزرعه به کرت‌هایی با ابعاد ۳/۵×۲ متر تقسیم گردید. کشت به صورت ردیفی و با فاصله ردیف ۳۰ سانتی‌متری انجام شد. پس از قرار دادن بذرها در شیارهای روی پشته‌ها، روی بذرها توسط مخلوطی از خاک مزرعه و کود گاوی پوسیده پوشیده شد و اولین آبیاری برای تمام کرت‌ها صورت پذیرفت. کشت مستقیم در زیر پلاستیک صورت گرفت

(جهت جلوگیری از سله بستن و بد سبزی) و پس از سبز شدن پلاستیک جمع آوری شد. اولین مرحله تنک در زمان ظهور برگ‌های لپه‌ای (اولیه) و عملیات تنک نهایی چند روز بعد جهت حصول فاصله تقریبی دو تا سه سانتی‌متری بین بوته‌های روی ردیف انجام شد. همزمان با عملیات تنک نسبت به کنترل مکانیکی علف‌های هرز نیز اقدام گردید. در طول آزمایش از گرده افشانی تا رسیدگی، نیتروژن برگ و ساقه و در مرحله رسیدگی کامل، با نمونه‌برداری از هر کرت به اندازه یک متر مربع، جهت محاسبه عملکرد و اجزای عملکرد انجام شد. اندازه گیری کلروفیل کل به روش در و همکاران [27] و اندازه گیری پروتئین کل به روش بیلسبارو و همکاران [28] انجام شد. در این روش ابتدا یک گرم از نمونه های آسیاب شده را برداشته و درون لوله‌های مخصوص هضم ریخته به آنها ۴ گرم کاتالیزر (به نسبت۰/۵ گرم $CuSO_4$ و ۳/۵ گرم k_2SO_4) و ۱۵ سی‌سی اسید سولفوریک اضافه شد. سپس نمونه‌ها به مدت ۳ ساعت در دمای ۲۹۰ درجه سانتیگراد قرار گرفتند بعد از سرد شدن نمونه‌ها ۷۵ سی‌سی آب مقطر به آنها اضافه شد. پس از تنظیم دستگاه کجلدال به ترتیب لوله‌های حاوی نمونه‌ها در دستگاه قرار گرفته و درصد پروتئین قرائت شد.

کارآیی مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب) با محاسبه نسبت عملکرد دانه بر میزان آب مصرفی در طول فصل رشد محاسبه شد. به این صورت که میزان آب مصرفی) در هر مدار براساس مقدار دبی آب) در زمان بر مساحت زمین محاسبه شد [29]. اندازه گیری درصد نیتروژن نیز به وسیله دستگاه کجلدال انجام شد [30]. برای محاسبه درصد حرکت مجدد نیتروژن برحسب گرم بر متر مربع برای هر رقم و هر تاریخ کاشت از فرمول زیر استفاده شد.

$$\%NTR = \left[\frac{DM_{ant}([N]_{ant} - [N]_{mau})}{DM_{ant}}\right] \times 100 \qquad (۱)$$

که در رابطه فوق، NTR (N Re-translocation) درصد نیتروژن انتقال یافته و DM_{ant} ماده خشک کل در مرحله گرده افشانی برحسب گرم بر متر مربع، درصد غلظت کل نیتروژن اندام های رویشی در مرحله گرده افشانی، درصد غلظت کل نیتروژن اندام های رویشی در مرحله رسیدگی و NTR% درصد حرکت مجدد نیتروژن می باشند.

اندازه گیری درصد نیتروژن نیز انجام شد و برای محاسبه کارآیی فیزیولوژیکی مصرف نیتروژن (PNUE) از رابطه زیر استفاده شد.

$$PNUE = TDM/TNU \qquad (۲)$$

در این رابطه TDM ماده خشک کل (از آون با دمای ۷۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت برای خشک کردن نمونه ها استفاده شد) و TNU کل میزان نیتروژن جذب شده در گیاه می باشد [8]. مقدار نیتروژن در فرآیند حرکت مجدد و سهم فرآیند حرکت مجدد نیتروژن برگ و ساقه در عملکرد دانه از معادلات کاکس و همکاران (۱۹۹۰) [32] و پاپاکوستا و گایانس (۱۹۹۱) [33] محاسبه شد.

$$PRS=(REA/SY)\times 100 \qquad (۲)$$

$$REA=SFEA-FMEA \qquad (۳)$$

که در آنها REA مقدار نیتروژن برگ و ساقه در فرآیند حرکت مجدد، SFEA مقدار نیتروژن برگ و ساقه در شروع پر شدن دانه، FMEA مقدار نیتروژن برگ و ساقه در رسیدگی فیزیولوژیکی، PRS سهم فرآیند حرکت مجدد در عملکرد دانه و SY عملکرد دانه هستند.

تجزیه آماری داده‌های به دست آمده از مزرعه با استفاده از نرم‌افزار SAS، (شماره ۹/۱) انجام شد و نمودارهای مربوطه با برنامه Excel رسم شدند. مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون LSD در سطح ۰/۱ انجام شدند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر تاریخ کاشت، نوع کود و اثر متقابل تاریخ کاشت و محلول پاشی در سطح ۰/۰۱ برای تمامی صفات عملکرد و اجزای عملکرد، کارآیی مصرف آب، پروتئین دانه و کلروفیل کل معنی دار شد بنابراین با توجه به معنی‌دار شدن اثر متقابل، برش دهی صورت گرفت و سطوح تیمار محلول پاشی نیتروژن در هر تاریخ کاشت با هم مقایسه شد (**جدول ۲**).

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در تاریخ کاشت اول و دوم (۲۳ اسفند و ۸ فروردین) تیمار محلول پاشی سولفات آمونیوم بیشترین عملکرد و اجزای عملکرد را تولید کرد. در تاریخ کاشت سوم تیمار محلول پاشی سولفات آمونیوم برای تمامی صفات در کمترین مقدار بود و تیمار محلول پاشی نیترات آمونیوم با ۱۷۳/۶ گرم دانه در متر مربع بیشترین عملکرد را تولید کرد. تیمار های محلول پاشی تاثیر زیادی در افزایش عملکرد بیولوژیکی داشت و لذا در هر سه تاریخ کاشت شاخص برداشت در تیمار شاهد (بدون محلول پاشی نیتروژن) بصورت معنی داری افزایش داشت (**جدول ۳**).

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در تاریخ کاشت اول و دوم (تاریخ کاشت۲۳ اسفند و ۸ فروردین به ترتیب با ۸۵/۳ و ۹۲/۹ میلی گرم بر گرم وزن دانه) تیمار محلول پاشی سولفات آمونیوم بیشترین مقدار پروتئین دانه را تولید کرد. با این وجود در تاریخ کاشت ۲۰ فروردین تیمار محلول پاشی نیترات آمونیوم با ۸۱/۱۲ میلی گرم بر گرم وزن دانه بیشترین مقدار پروتئین دانه را تولید کرد (**جدول ۳**). در مورد میزان کلروفیل کل شرایط متفاوت بود به این صورت که در هر سه تاریخ کاشت تیمار محلول‌پاشی نیترات آمونیوم بیشترین مقدار را داشت و با دو تیمار شاهد و محلول پاشی سولفات آمونیوم اختلاف معنی‌داری نشان داد (**جدول ۳**). نیتروژن نقش مهمی در بسیاری از فرآیندها از جمله ساختمان آنزیم ها و کلروفیل ها، اسیدهای نوکلئیک، پروتئین‌ها، غشای سلول و دیگر ترکیبات سلولی دارد لذا کمبود این عنصر بر طول دوره رشد، عملکرد و پروتئین دانه موثر است [12].

بررسی روند تغییرات درصد حرکت مجدد نیتروژن نشان داد که در شرایط عدم محلول پاشی نیترات آمونیوم و سولفات آمونیوم، با تاخیر در کاشت درصد حرکت مجدد افزایش یافت. انتقال مجدد مواد ذخیره شده به دانه در تنش های مختلف افزایش پیدا می کند. بنابراین کاشت دیر هنگام (به علت گرمای آخر فصل و کامل شدن نیاز دمایی (GDD) دوره پر شدن دانه کوتاه شده و محدودیت زمانی برای پر شدن دانه وجود دارد) هم به نوعی تنش محسوب می شود. ولی در شرایط کاربرد نیترات آمونیوم و سولفات آمونیوم درصد حرکت مجدد نیتروژن کاهش یافت، به خصوص از تاریخ کاشت دوم به سوم درصد حرکت مجدد نیتروژن با سرعت بیشتری کاهش یافت (**شکل ۱**).

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات عملکرد و اجزای عملکرد

Table 2- Analysis variance of yield and yield components

S.O.V	Df	Remobilization of total dry mater	Weight of 1000 grain	Number grain per m^2	Number plant per m^2	Nitrogen remobilization
Blok	2	0.002^{ns}	7.14^{ns}	18064833^{ns}	41^{ns}	0.0004^{ns}
Plant date	2	32.2^{**}	8202.2^{**}	51451756^{**}	67954^{**}	1.46^{**}
Fertilizer type	2	8.46^{**}	4928.1^{**}	80706686^{**}	8788^{**}	17.86^{**}
Fertilizer type*Plant date	4	13.09^{**}	26.9^{**}	336617456^{**}	10570^{**}	1.21^{**}
Error	16	0.03	3.85	3001819	6082	0.003
CV	-	5.43	1.86	4.8	2.26	4.4

ادامه جدول ۲- تجزیه واریانس صفات عملکرد و اجزای عملکرد

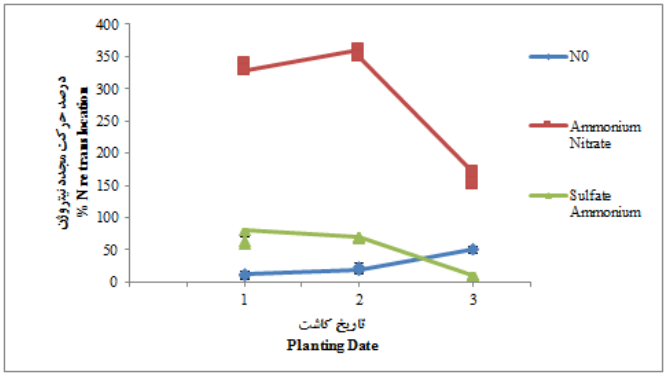
Continuation of Table 2- Analysis variance of yield and yield components

S.O.V	Df	Biological yield	yield	Water use efficiency	Harvest index	Protein	Total chlorophyll
Blok	2	98.94^{ns}	9894^{ns}	5.96^{ns}	0.45^{ns}	0.007^{ns}	0.0001^{ns}
Plant date	2	114719^{**}	114719^{**}	12.2^{**}	147.01^{**}	2.39^{**}	2.55^{**}
Fertilizer type	2	5979^{**}	5979^{**}	30.3^{**}	87^{**}	18.44^{**}	21.07^{**}
Fertilizer type*Plant date	4	31576^{**}	31571^{**}	283^{**}	59^{**}	1.75^{**}	1.75^{**}
Error	16	117.1	117	1.7	0.39	0.014	0.002
CV	-	2.07	1.88	3.45	2.31	1.9	2.9

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات عملکرد و اجزای عملکرد

Table 3- Mean comparison of yield and yield components

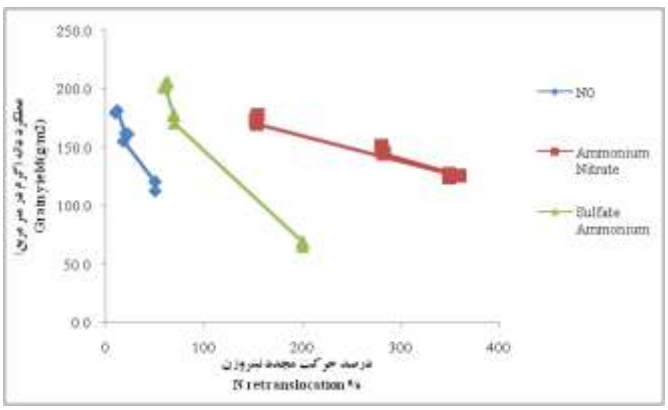
Plant date	Nitrogen spraying	Yield ($kg.m^{-2}$)	Biological yield($kg.m^{-2}$)	Number grain (m^2)	Number plant (m^2)	Weight of 1000 grain(g)	Water use efficiency ($kg.m^{-3}$)	Harvest index%	Protein (mg.g)	Total chlorophyll (mg.g)
March 13	Control	153.4 b	520 c	43002 c	98 a	3.5 b	30.68 b	30.7 a	67.3 c	4.59c
	Ammonium nitrate	147.7 b	578.4 b	43511 a	83 c	3.4 b	29.54 c	25.5 b	75.43 b	8.57a
	Ammonium sulfate	203.8 a	714.6 a	42697 a	91 b	4.8 a	40.76 a	28.5 c	85.3 a	6.04b
	Lsd	8.5	32.5	3325	6.2	0.48	1.2	0.71	0.97	0.1
March 27	Control	159.8 b	452.7 b	38117 b	150.06 a	42.2 a	39.95 b	35.3 a	68.07 c	4.16 c
	Ammonium nitrate	159.8 b	390.06 c	29359 c	83.5 c	4.2 c	32.2 c	33.06 b	85.9 b	7.72 a
	Ammonium sulfate	175.8 a	530.2 a	41859 a	130 b	4.4 a	43.95 a	33.1 b	92.9 a	6.62 b
	Lsd	7.8	13.77	3300	4.1	0.61	1.32	1.39	3.09	0.09
April 18	Control	118.03 b	376.3 b	29062 b	73 b	4.06 a	39.95 b	31.3 a	71.97 c	6.62 b
	Ammonium nitrate	173.6 a	587.7 a	44972 a	81.3 a	3.86 a	57.86 a	29.5 b	81.12 a	8.24 a
	Ammonium sulfate	68.43 c	400.2 b	17148 c	71.7 b	4 a	22.81 c	17.0 c	80.01 b	6.69c
	Lsd	9.77	26.3	2949.4	2.91	0.23	1.85	1.5	0.44	0.09



شکل ۱- بررسی روند تغییرات درصد حرکت مجدد نیتروژن رازیانه در تاریخ کاشت های مختلف (N0: شاهد)

Figure 1- Evaluation of the trend of changes in fennel nitrogen remobilization percentage at different planting dates (N0: Control)

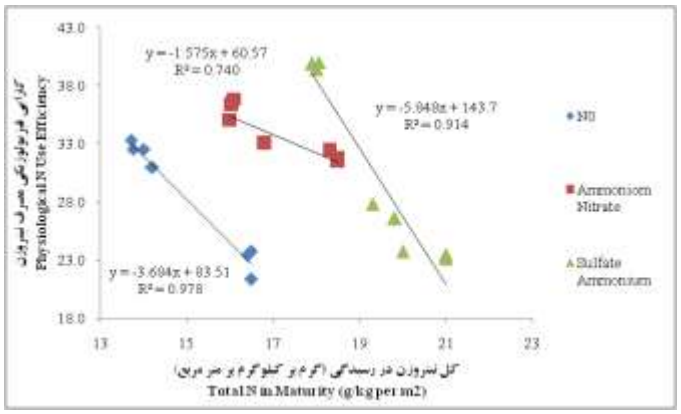
افزایش درصد حرکت مجدد نیتروژن باعث کاهش عملکرد دانه شد و این کاهش در عدم محلول پاشی نیتروژن و محلول-پاشی سولفات آمونیوم با شیب بیشتری صورت گرفت در صورتی که در تیمار محلول پاشی نیترات آمونیوم در هر سه تاریخ کاشت با یک شیب برابر کاهش مشاهده شد (**شکل ۲**).



شکل ۲- بررسی روند تاثیر تغییرات درصد حرکت مجدد نیتروژن رازیانه بر عملکرد دانه (N0: شاهد)

Figure 2- Investigation of the effect of changes in fennel nitrogen remobilization percentage on grain yield (N0: Control)

بررسی روند تاثیر کل نیتروژن در رسیدگی بر کارآیی فیزیولوژیکی مصرف نیتروژن نشان داد که در هر سه شرایط محلول پاشی و عدم محلول پاشی کود نیتروژن هر چه کل نیتروژن در رسیدگی افزایش یافت کارآیی فیزیولوژیکی مصرف نیتروژن کاهش یافت ولی شیب کاهش در نیترات آمونیوم کمتر بود (**شکل ۳**).



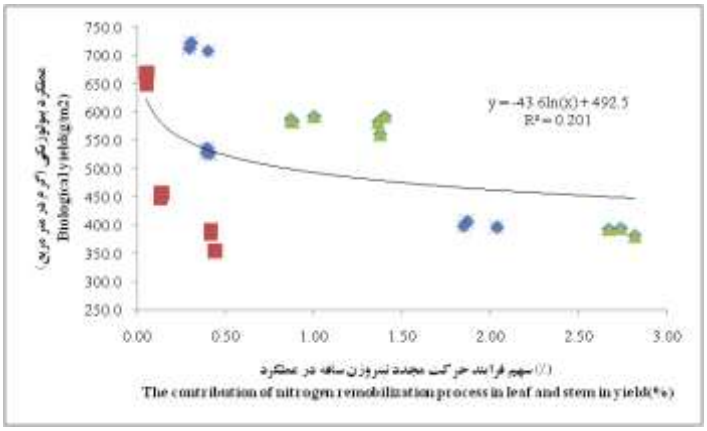
شکل ۳- تاثیر کل نیتروژن در رسیدگی بر کارآیی فیزیولوژیکی مصرف نیتروژن رازیانه (N0: شاهد)

Figure 3- The effect of total nitrogen on maturity on the physiological efficiency of fennel nitrogen use (N0: Control)

ارتباط سهم فرآیند حرکت مجدد نیتروژن ساقه در عملکرد با عملکرد بیولوژیکی رازیانه در تیمار های مختلف کود نیتروژن بررسی شد و مشاهده شد که کاهش عملکرد بیولوژیکی با افزایش سهم فرآیند حرکت مجدد نیتروزن ساقه در عملکرد از تابع نمایی پیروی کرد و برای تمامی تاریخ کاشت ها و انواع تیمار های کودی یک معادله به صورت زیر پیشنهاد شد.

$$Y=580e^{-0.13x} \qquad (۵)$$

که در این معادله عملکرد بیولوژیکی اولیه ۵۸۰ بود که با سهم فرآیند حرکت مجدد نیتروزن ساقه در عملکرد اولیه ۰/۱۳- شیب کاهش را شروع کرد این معادله به صورت y = -43.6ln(x)+492.5 بصورت خطی تبدیل شد (**شکل ۴**).



شکل ۴- ارتباط سهم فرآیند حرکت مجدد نیتروزن ساقه در عملکرد با عملکرد بیولوژیکی رازیانه در تیمار های مختلف کود نیتروژن (▪ شاهد، ♦ نیترات آمونیوم و▲سولفات آمونیوم)

Figure 4- Relationship between the contribution of stem nitrogen remobilization process in yield to fennel with biological yield in different nitrogen fertilizer treatments (blue ▪ Control, green ♦Ammonium nitrate and ▲ Sulfate ammonium)

مطالعه ارتباط سهم حرکت مجدد نیتروژن ساقه در عملکرد پس از گرده افشانی با عملکرد آن نشان داد که ضریب a مساوی ۲۱۰ بود که نشان دهنده بیشترین عملکرد دانه اولیه است. بنابراین کمترین سهم حرکت مجدد نیتروژن ساقه در عملکرد حاصل شده است. با این وجود این ضریب با ضریب a در شرایط محلول پاشی نیترات آمونیوم اختلاف معنی داری نداشت ولی در هر دو شرایط عدم محلول پاشی کود نیتروژن و محلول پاشی نیترات آمونیوم با شرایط محلول پاشی سولفات آمونیوم اختلاف معنی‌دار نشان داد.

در مورد ضریب b که نشان دهنده میزان حداقل سهم فرآیند حرکت مجدد نیتروزن ساقه در عملکرد می باشد بین تیمارهای مختلف محلول پاشی نیترات آمونیوم و سولفات آمونیوم اختلاف معنی دار وجود داشت (**جدول ۴ و شکل ۵**).

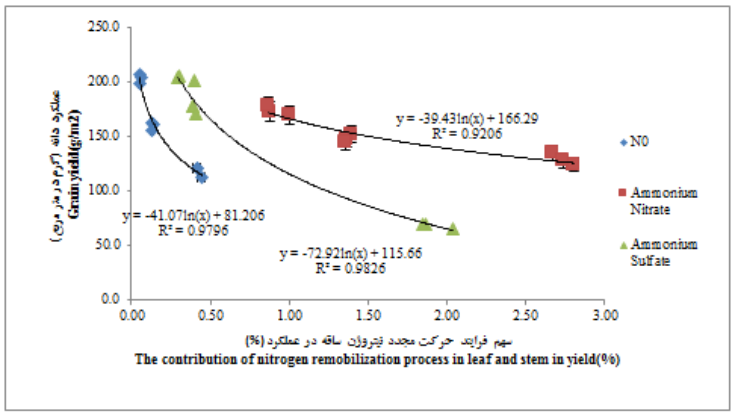
در مطالعه ای تجمع، انتقال مجدد و شاخص برداشت ماده خشک و نیتروژن در گندم بررسی شد و نتایج نشان داد که ۵۷ درصد از نیاز نیتروژن برای رشد دانه از طریق انتقال مجدد نیتروژن از اندام های رویشی قبل از گرده افشانی و ۱۱ درصد آن به صورت جذب مستقیم نیتروژن از خاک و یا انتقال مجدد نیتروژن پس از مرحله گرده افشانی تأمین شد [34]. با زیاد شدن مقادیر نیتروژن سهم فتوسنتز جاری در عملکرد افزایش و سهم حرکت مجدد کاهش پیدا کرد [31].

از عوامل اثرگذار بر انتقال مجدد ماده خشک و نیتروژن می توان به شرایط آب و هوایی، نوع خاک، ویژگی های رقم و نوع مدیریت گیاه اشاره کرد [18].

جدول ۴- مدل نمایی $y=ae^{-bx}$ ارتباط بین سهم فرآیند حرکت مجدد نیتروژن ساقه در عملکرد دانه رازیانه در تیمار های محلول پاشی نیتروژن (عدم مصرف نیتروژن، نیترات آمونیوم و سولفات آمونیوم) را نشان می دهد. a عملکرد دانه اولیه و b میزان اولیه سهم حرکت مجدد نیتروژن دانه در عملکرد می باشد

Table 4- Exponential model $y=ae^{-bx}$ shows the relationship between the contribution of stem nitrogen remobilization process in yield to fennel in nitrogen foliar treatments (no nitrogen, ammonium nitrate and ammonium sulfate). a is the initial grain yield and b is the initial rate of contribution of stem nitrogen remobilization process in yield

Nitrogen spraying	Coefficient	estimate	Criterion error	Confidence limits
Control	a	210.1	7.31	192.8 – 227.1
	b	- 1.46	0.018	-1.89 – -1.01
Ammonium nitrate	a	193.7	7.73	175 - 212
	b	- 0.15	0.02	-0.21 – -0.09
Ammonium sulfate	a	242.2	7.94	223 -261
	b	- 0.66	0.05	-0.79 – -0.53



شکل ۵- ارتباط سهم فرآیند حرکت مجدد نیتروزن ساقه در عملکرد با عملکرد دانه رازیانه در تیمار های مختلف کود نیتروژن (N0: شاهد)

Figure 5- Relationship between stem nitrogen remobilization process yield and fennel seed yield in different nitrogen fertilizer treatments (N0: Control)

تاخیر در کاشت باعث کاهش درصد حرکت مجدد نیتروژن در هر دو شرایط محلول پاشی نیترات آمونیوم و سولفات آمونیوم شد. این کاهش در مورد محلول پاشی نیترات آمونیوم با شیب تند تری رخ داد. در تیمار شاهد با تاخیر در کاشت درصد حرکت مجدد نیتروژن افزایش یافت. بنابراین می توان گفت که محلول پاشی پس از گرده افشانی توانسته نیتروژن مورد نیاز فتوسنتز جاری جهت پر شدن دانه را تامین نماید، لذا حرکت مجدد کاهش یافت. لازم به ذکر است که مسلما نیترات آمونیوم جهت تامین نیتروژن مورد نیاز فتوسنتز جاری محدودیت کمتری وجود دارد (در نیترات آمونیوم ۳۴ درصد و سولفات آمونیوم ۲۱ درصد نیتروژن قابل جذب دیده شد) پس در تاریخ کاشت آخر، به علت فرصت کمتر طول فصل رشد و جذب کمتر نیتروژن از طریق ریشه ها در تیمار محلول

پاشی نیترات آمونیوم عملکرد بهتری مشاهده شد. با افزایش میزان درصد حرکت مجدد نیتروژن، عملکرد دانه در تیمار شاهد و محلول پاشی نیترات آمونیوم و سولفات آمونیوم کاهش یافت ولی شیب کاهش در محلول پاشی نیترات آمونیوم کند تر بود. در مطالعه ای بر روی گندم گزارش شد که انتقال مجدد نیتروژن از اندام¬های رویشی به دانه، منبع مهمی در تعیین عملکرد و کیفیت دانه بود [21].

مطالعه تاثیر کل نیتروژن موجود در رسیدگی در اندام های مختلف بر کارآیی فیزیولوژیکی مصرف نیتروژن نشان داد که با افزایش کل نیتروژن در رسیدگی، کارآیی فیزیولوژیکی مصرف نیتروژن به صورت خطی کاهش یافت و این کاهش با شیب کند تر در محلول پاشی نیترات آمونیوم اتفاق افتاد. کاهش عملکرد در نتیجه سهم فرآیند حرکت مجدد نیتروژن ساقه در عملکرد با عملکرد دانه در مورد تمامی تیمارهای نیتروژن مصرفی صورت گرفت. این کاهش در مورد محلول پاشی نیترات آمونیوم (نیترات آمونیوم با ۳۴ درصد نیتروژن قابل جذب) با شیب کند تری رخ داد. در مطالعه روی لوبیا سبز (*Phaseolous vulgaris*) مشخص شد که برتری میزان پروتئین دانه در سطوح بالای نیتروژن به علت افزایش غلظت نیتروژن در اندام های رویشی و انتقال مجدد آنها و تجمع بیشتر در دانه است [35].

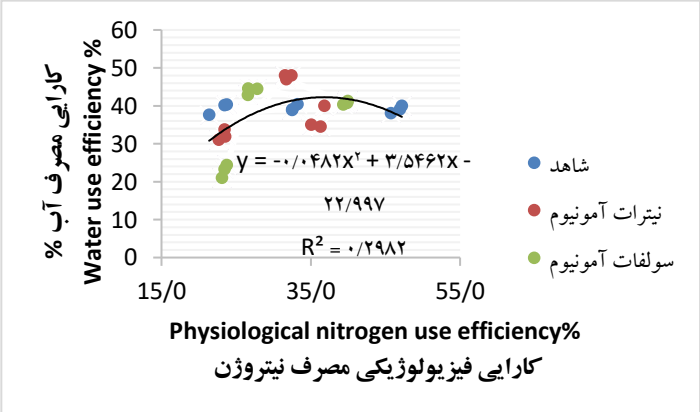
کارآیی مصرف نیتروژن در شرایط محلول پاشی نیترات آمونیوم و سولفات آمونیوم باعث شد کارآیی مصرف آب به صورت خطی افزایش یابد اما در تیمار شاهد (عدم محلول پاشی) کارآیی مصرف نیتروژن اثری بر کارآیی مصرف آب نداشت. بنابراین تغذیه صحیح می تواند از طریق افزایش درصد کارآیی مصرف نیتروژن، کارآیی مصرف آب را افزایش دهد (**شکل ۶**). در مطالعه ای که روی جو در شرایط آبیاری و تنش خشکی انجام شد، مشخص شد که افزایش درصد کارآیی مصرف نیتروژن باعث افزایش خطی کارآیی مصرف آب شد [29].

کارآیی فیزیولوژیکی مصرف نیتروژن باعث کارآیی مصرف آب شد و این افزایش کارآیی مصرف آب در نهایت باعث افزایش تولید عملکرد دانه در رازیانه شد. از معادله درجه دو برای پیش بینی رابطه کارآیی فیزیولوژیکی مصرف نیتروژن با کارآیی مصرف آب (برای مجموع تیمار های شاهد، محلول پاشی نیترات آمونیوم و سولفات آمونیوم) استفاده شد. با مساوی صفر قرار دادن مشتق معادله مشخص شد که در کارآیی مصرف نیتروژن ۳۶/۵ درصد بالاترین کارآیی مصرف آب حاصل شد (**شکل ۶**).

$$y = -0.0482x^2 + 3.5462x - 22.997$$

برای پیش بینی رابطه کارآیی مصرف آب با عملکرد دانه از معادله درجه دو (برای مجموع تیمار های شاهد، محلول پاشی نیترات آمونیوم و سولفات آمونیوم) استفاده شد. با مساوی صفر قرار دادن مشتق معادله مشخص شد که در کارآیی مصرف آب ۵۱/۳ درصد، بالاترین عملکرد دانه رازیانه تولید شد (**شکل ۷**).

$$y = -0.1565x^2 + 15.382x - 192.91$$

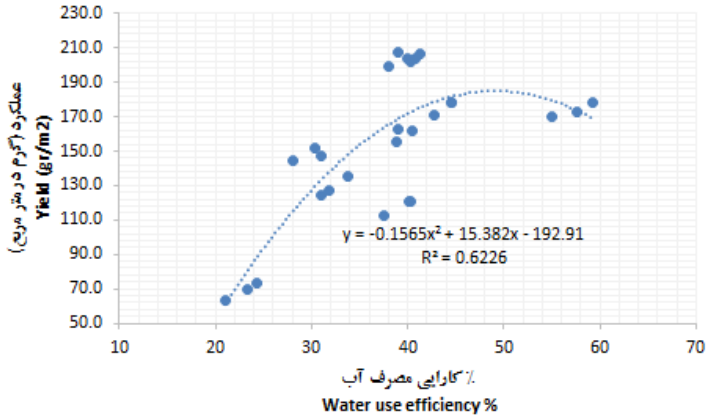


شکل ۶- تاثیر نیترات آمونیوم و سولفات آمونیوم بر رابطه کارآیی مصرف نیتروژن با کارآیی مصرف آب رازیانه

Figure 6- The effect of ammonium nitrate and ammonium sulfate on the relationship between nitrogen use efficiency and fennel water use efficiency

نتایج مجدم (۲۰۰۹) [36] نشان داد که نیتروژن بر کارآیی فتوسنتز موثر بود و کارآیی فتوسنتز با عملکرد دانه و مؤلفه های مربوط به حرکت مجدد همبستگی منفی و معنی داری داشت بنابراین اثر نیتروژن بر کارآیی فتوسنتز کاهشی و بر خصوصیات مربوط به عملکرد و حرکت مجدد افزایشی بود. در برنج رابطه منفی بین مقدار نیتروژن جذب شده و کارآیی داخلی نیتروژن برای تولید ماده خشک و تولید دانه گزارش شد و بیان شد که مقدار کارآیی درونی نیتروژن به رقم و میزان مصرف کود نیتروژن بستگی داشت [8].

$$y = -0.0482x^2 + 3.5462x - 22.997$$



شکل ۷- رابطه کارآیی مصرف آب با عملکرد دانه رازیانه (گرم در متر مربع)

Figure 7- The relationship between fennel water use efficiency and grain yield (grm $^{-1}$)

نتیجه‌گیری

تولید میزان کلروفیل کل و در نهایت تولید پروتئین دانه، کیفیت و کمیت محصول، تحت تاثیر مستقیم دسترسی به نیتروژن قرار می گیرد، لذا کاربرد خارجی ترکیبات مختلف قابل جذب نیتروژن در مراحل حساس نقش مهمی در کارآیی فیزیولوژیکی نیتروژن و کارآیی مصرف آب دارد.

با افزایش کارآیی مصرف نیتروژن در شرایط محلول پاشی نیترات آمونیوم و سولفات آمونیوم، کارآیی مصرف آب افزایش یافت. در نتیجه افزایش کارآیی مصرف آب افزایش تولید عملکرد دانه در رازیانه یافت. در تیمار شاهد کارآیی مصرف نیتروژن، اثری بر کارآیی مصرف آب نداشت، بنابراین تغذیه صحیح می تواند از طریق افزایش درصد کارآیی مصرف نیتروژن، کارآیی مصرف آب را افزایش دهد.

حرکت مجدد نقش مهمی در وزن دانه در دوره پرشدن دارد و با توجه به اینکه سهم فرآیند حرکت مجدد نیتروژن ساقه در عملکرد با عملکرد دانه رابطه منفی داشت (ولی شیب این رابطه منفی در مورد محلول پاشی نیترات آمونیوم کند تر بود)، بنابراین محلول پاشی با نیترات آمونیوم در تاریخ کاشت های دیرتر می تواند به عنوان یک راهکار مناسب جهت افزایش کارآیی فیزیولوژیکی مصرف نیتروژن در جهت افزایش عملکرد باشد.

کارآیی فیزیولوژیکی نیتروژن (که از کل ماده خشک تولید شده تقسیم بر نیتروژن جذب شده حاصل می شود) در حقیقت نشان دهنده ارتباط دسترسی به نیتروژن با تولید ماده خشک است. هر چه کارآیی فیزیولوژیکی نیتروژن (بدون توجه به محلول-پاشی نیترات آمونیوم و سولفات آمونیوم در تاریخ کاشت های مختلف) تا حدود ۳۶/۵ درصد افزایش یافت کارآیی مصرف آب نیز اضافه شد. بنابراین می توان گفت دسترسی به نیتروژن درون بافت گیاهی تأثیر مثبتی بر کارآیی مصرف آب دارد.

دسترسی به نیتروژن تاثیر مستقیم در تولید میزان کلروفیل کل و در نهایت تولید پروتئین دانه، کیفیت و کمیت محصول دارد، لذا کاربرد خارجی ترکیبات مختلف قابل جذب نیتروژن در مراحل حساس نقش مهمی در کارآیی فیزیولوژیکی نیتروژن و کارآیی مصرف آب دارد.

اعلام تعارض منافع

نویسنده اعلام می‌کند که هیچ تضاد منافعی ندارد.

سپاسگزاری

به این وسیله از مجموعه آزمایشگاهی دانشگاه پیام نور مرکز سبزوار تقدیر و تشکر می‌شود.

منابع

[1] Biljana, D., Zika, L., Vladimir, Z. and Aleksandar, T., 2005. Extraction of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) seeds with supercritical CO2: Comparison with hydrodistillation. *Food Chemistry Journal, 92* (18), 143-149.

[2] Namavar Jahromi, B., Tartifizadeh, A. and Khabnadideh, S., 2003. Comparison of fennel and mefenamic acid for the treatment of primary dysmenorrhea. *The International Journal of Gynecology and Obstetrics, 80* (2), 153-157.

[3] Singh Y. S., Gupta R., Singh J. and Singh G. 2010. Nitrogen and residue management effects on agronomic productivity and nitrogen use efficiency in rice–wheat system in Indian Punjab. *Nutr Cycl Agroecosystem, 84*, 141–154.

[4] Mohan, S., Singh, M and Kumar, R. 2015. Effect of nitrogen, phosphorus and zinc fertilization on yield and quality of kharif fodder -A review. *Agricultural Reviews, 36*, 218-226.

[5] Yadav M. R., Rakash Kumar Parihar C. M., Yada R. K. Jat S. L., Ram H. Meena R. K. Singh M., Birbal, Verma A. P., Kumar U. Ashish Ghosh, and Jat M. l. 2017. Strategies for improving nitrogen use efficiency: A review. *Agricultural Reviews, 38* (1), 29- 40.

[6] Dobermann, A. 2005. Nitrogen use efficiency-state of the art. IFA International workshop on enhanced-efficiency fertilizers Frankfurt, Germany.

[7] Lemaire G., Jeuffroy M., Gastal F. (2008). Diagnosis tool for plant and crop N status in vegetative stage Theory and practices for crop N management. *European Journal of Agronomy, 28*, 30-40.

[8] Zhang, Y. L., Fan, J. B., Wang, D. S, and Shen, Q. R. 2009. Genotypic differences in grain yield and physiological nitrogen use efficiency among rice cultivars. *Pedosphere, 19*, 681-691.

[9] Fathi, ah. A. 2006. Evaluation of the effects of water stress at anthesis and different amounts of nitrogen on dry matter yield and remobilization in different wheat cultivars. *Iranian Journal of Crop Sciences, 2*, 267-277.

[10] Netanos, D. A. and Koutroubas, S. D. 2012. Dry matter and N accumulation and translocation for Indica and Japonica rice under Mediterranean conditions. *Field Crops Research, 74*, 93-101.

[11] Gholinezhad E., Darvishzadeh R. and Abhari A. 2022. Evaluation of heritability for oil and protein contents of sesame (*Sesamum indicum* L.) lines under different irrigation regimes and mycorrhizal fungi. *The Quarterly Scientific Journal of Applied Biology, 34* (4), 113-132.

[12] Gan, Y., S. S. Malhi, S. Brandt, F. Katepa-Mupondwa, and C. Stevenson. 2011. Nitrogen use efficiency and nitrogen uptake of Jancea canola under diverse environments. *Agronomy Journal, 100*, 285-295.

[13] Ahmadi R., and S. Maleki Farahani S. 2021. Effects of sowing date and nitrogen fertilizer on quantitative and qualitative characteristics, and nitrogen efficiency in *Lallemantia iberica* (M.Bieb.) Fisch. & C.A.Mey. and *Lallemantia royleana* (Benth.) Benth. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 37* (1), 65-82.

[14] Jahani R., Hassani A. and Samadi A. 2018. Effect of Foliar Application of Urea, Aspartic Acid and Glutamic Acid on Growth, Physiological and Biochemical Characteristics of Anise Hyssop (*Agastache foeniculum*). *Applied soil research, vol. 5* (6), 95-107.

[15] Lingan K., Yan X., Ling H., Bo F. and Shengdong L. 2016. Remobilization of vegetative nitrogen to developing grain in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Field Crops Research, 196*,134-144.

[16] Lemaire, G., Onillon, B., Gosse, G., Chartier, M. and Allirand, J. M. 2013. Nitrogen distribution within a Lucerne canopy during re-growth: relation with light distribution. *Annual Botany, 68*, 483-488.

[17] Moles, D.J., S.S. Rangai, R.M. Bourke, and C.T. Kasamani. 1984. Fertilizer Responses of Taro in Papua New Guinea. In: "Edible Aroids. Chandra, S. (Ed.)". Clarendon Press, Oxford, pp. 64-71.

[18] Dordas, C. A. and Sioulas, C. 2009. Dry matter and nitrogen accumulation, partitioning, and retranslocation in Safflower (Carthamus tinctorius L.) as affected by nitrogen fertilization. *Field Crops Research, 110*, 35-43.

[19] Hocking, P. J. and Stapper, M. 2014. Effects of sowing time and nitrogen fertilizer on canola and wheat, and nitrogen fertilizer on Indian mustard. I. Dry matter production, grain yield, and yield components. *Australian Journal of Agricultural Research, 52*, 623-634.

[20] Arabaci, O. & Bayram, E. (2004). The Effect of Nitrogen Fertilization and Different Plant Densities on Some Agronomic and Technologic Characteristic of *Ocimum basilicum* L. (Basil). *Journal of Agronomy, 3*, 255-262.

[21] Perez, P., Martinez-Carrasco, R. and Sanchez, L. 2013. Uptake and distribution of nitrogen in wheat plants supplied with different amounts of nitrogen after stem elongation. *Annual Apply of Biology, 102*, 399-406.

[22] Saeidi, S. M., Siadat S. A., Moshatati A., Moradi -Telavat M. R. and Sepahvand N. A. 2020. Effect of sowing time and nitrogen fertilizer rates on growth, seed yield and nitrogen use efficiency of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) in Ahvaz, Iran. *Journal of Agricultural Sciences of Iran, 21*(4), 354-367.

[23] Fallahi, H. A., Nasseri A. and Siadat A. 2008. Wheat yield components are positively influenced by nitrogen application under moisture deficit environments. *International Journal Agriculture Biological, 10*, 673-676.

[24] Shahrasbi S., Emam Y., Ronaghi A. and Pirasteh-Anosheh H. 2016. Effect of drought stress and nitrogen fertilizer on grain yield and agronomic nitrogen use efficiency of wheat (*Triticum aestivum* L. cv. Sirvan) in Fars Province, Iran conditions. *Journal of Iranian Crop Science, 17* (4), 349-363.

[25] Smart, R. E., and Bingham G. E. 1974. Rapid estimates of relative water content. *Plant Physiology, 53*, 258-260.

[26] Ugarte, C., Calderini, D.F., and Slafer, G.A., 2007. Grain Weight grain number responsiveness to pre-anthesis temperature in wheat, barley and triticale. *Field Crops Reserch, 100*, 240-248.

[27] Dere, S., T. Gunes and R. Sivaci.1998.Spectrophotometric determination of chlorophyll - a, b and total carotenoid contents of some algae species using different solvents. *Turkish Journal of Botany, 22*, 13-17.

[28] Bilsborrow , P.E.,E.J.Evans & F.J .Zhao .1993 .The influence of spring nitrogen on yield , yield components and glucosinolate content of autumn –sown oilseed rape (*Brassica napusl*.) *Journal of Agriculture Science Cambridge, 120*, 219 –224.

[29] Abhari A. and Radman A. R. 2021. The effect of salicylic acid on the physiological efficiency of nitrogen and water consumption in barley plants under irrigation stress conditions. *Plant Production Research Journal, 20* (2), 187-200.

[30] Bremner, J.M. and Mulvaney, C.S. (1982) Nitrogen-Total. In: Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties, Page, A.L., Miller, R.H. and Keeney, D.R. Eds., American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, 595-624.

[31] Alavi Fazel M. 2015. Evaluation of remobilization rate of bread and durum wheat genotypes in response to nitrogen values. *Journal of Crop Physiology, 28* (18), 18-4.

[32] Cox, M.C., Qualset, C.O., and Rains, D.W. 1990. Genetic variation for nitrogen assimilation and translocation in wheat. III. Nitrogen translocation accumulation in relation to grain yield and protein. *Crops Science, 26*, 737- 740.

[33] Papakosta. D.K. and Gagianas, A.A., 1991. Nitrogen and dry matter accumulation, remobilization, and losses for Mediterranean wheat during grain filling. *Agronomy Journal, 83*: 864-870.

[34] Bakhshandeh E., Soltani A., Zeinali E. and Ghadiryan R. 2014. Study of dry matter and nitrogen accumulation, remobilization and harvest index in bread and durum wheat cultivars. *Journal of Crop Production, 6* (1), 39-59.

[35] Lack, Sh., M. Kermanshahi and H. Noryani. 2015. Variation Trend of Leaf Area Index, Yield and Yield Components of Green Beans (Phaseolous vulgaris L.) by Using Zinc Sulfate and Nitrogen. *Journal of Crop Ecophysiology, 9* (4), 559-610. (In Persian)

[36] Mojaddam M. 2009. The effect of nitrogen management and forage harvest time on forage yield, seed yield and remobilization rate of southern cultivar. *Journal of Crop Physiology, 4*, 97-85.