

## واکنش دریافت و استفاده از تشعشع به تغییرات نیتروژن در غلات سرمدوست

مارال اعتصامی<sup>\*</sup>، عباس بیابانی<sup>۱</sup>، علی راحمی کاریزکی<sup>۲</sup>، عبدالطیف قلی‌زاده<sup>۳</sup>، حسین صبوری<sup>۲</sup>

۱. دانشجوی دکتری دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس
  ۲. دانشیار گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس
  ۳. استادیار گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس
- \* مسوول مکاتبه: [ml\\_etesami@yahoo.com](mailto:ml_etesami@yahoo.com)

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۲/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۳/۲۰

## چکیده

به منظور بررسی تاثیر سطوح مختلف نیتروژن بر دریافت و کارایی مصرف نور در غلات سرمدوست، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار در سال ۱۳۹۳-۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه گنبد کاووس اجرا شد. تیمارها شامل غلات گندم نان رقم کوه‌دشت، گندم دوروم رقم سیمره، جو شش ردیفه رقم صحرا، جو دو ردیفه رقم خرم، جو لخت لاین ۱۷، تریتیکاله رقم کانادایی و یولاف زراعی رقم جوانیلو و کود نیتروژنه در دو سطح صفر و مطلوب (گندم نان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، گندم دوروم ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار، جو دو ردیفه ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار، جو شش ردیفه ۲۱۰ کیلوگرم در هکتار، جو لخت ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، یولاف زراعی ۹۰ کیلوگرم در هکتار و تریتیکاله ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار) بود. نتایج نشان داد که سطوح صفر و مطلوب کود نیتروژنه بر ضریب استهلاک نوری تاثیر قابل ملاحظه‌ای نداشتند. ضرایب خاموشی برای تریتیکاله  $0.67 \pm 0.03$ ، گندم نان  $0.86 \pm 0.03$ ، گندم دوروم  $0.77 \pm 0.03$ ، جو شش ردیفه  $0.79 \pm 0.03$ ، جو دو ردیفه  $0.80 \pm 0.03$ ، جو لخت  $0.74 \pm 0.05$  و یولاف زراعی  $0.76 \pm 0.04$  به دست آمد. کارایی مصرف نور در غلات مورد مطالعه بین  $2/02$  تا  $2/78$  گرم بر مگازول متغیر بود. کارایی مصرف نور در یولاف زراعی  $2/17 \pm 0.048$ ، گندم دوروم  $2/02 \pm 0.07$ ، گندم نان  $2/42 \pm 0.13$ ، جو ردیفه  $2/33 \pm 0.09$ ، جو لخت  $2/52 \pm 0.11$ ، جو شش ردیفه  $2/39 \pm 0.08$  و تریتیکاله  $2/78 \pm 0.14$  به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: کارایی مصرف نور، ضریب خاموشی، گندم، نیتروژن

برگ و با بیوماس ارتباط دارد (میران زاده و همکاران، ۲۰۱۱). در مدل‌های شبیه‌سازی گیاهان، میزان رشد گیاهان زراعی (تولید ماده خشک) در غیاب عوامل محدود کننده رشد به صورت حاصل ضرب میزان تشعشع فعال فتوسنتزی رسیده، درصد تشعشع دریافت شده و در نهایت کارایی استفاده از تشعشع بیان می‌شود. تشعشع دریافت شده توسط گیاه به زاویه خورشیدی، شاخص سطح برگ و نحوه توزیع نور در کانوپی بستگی دارد (ریزالی و همکاران، ۲۰۰۲).

## مقدمه

دو عامل مهم که بر روی تولید ماده خشک در گیاهان اثر می‌گذارد، دریافت انرژی خورشیدی و کارایی استفاده از آن است (لی و همکاران، ۲۰۰۹؛ سان‌دانا و همکاران، ۲۰۱۲). در شرایط مطلوب زراعی، یک رابطه خطی بین ماده خشک تجمعی و تشعشع دریافت شده وجود دارد که شیب این رابطه خطی کارایی مصرف نور است (زهانگ و همکاران، ۲۰۱۲). کارایی مصرف نور یک شاخص کلیدی در تعیین عملکرد گیاهان زراعی است و با شاخص سطح

(۲۰۰۷) گزارش کردند که گیاهانی که در معرض نیتروژن بیشتر قرار می‌گیرند سرعت گسترش سطح برگ بیشتری در اوایل فصل دارند و جامعه گیاهی خود را زودتر کامل می‌کنند. با افزایش نیتروژن خاک توسعه سطح برگ افزایش می‌یابد و در نتیجه نفوذ نور به درون سایه‌انداز و کارایی مصرف نور افزایش می‌یابد که این عامل موجب افزایش شاخص سطح برگ، دوام سطح برگ و سرعت رشد محصول می‌گردد.

تاسنیم و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که RUE با افزایش میزان نیتروژن تا ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار افزایش می‌یابد. مقادیر بیشتر نیتروژن موجب رشد سریعتر جامعه گیاهی می‌شود و جذب نور را در دوره زمانی طولانی‌تری در مقادیر بالا حفظ می‌کند. در مقادیر پایین نیتروژن پس از گلدهی به علت انتقال مواد غذایی به بذر، گیاه با کمبود مواد غذایی به ویژه نیتروژن در برگ مواجه و این امر منجر به زرد شدن و ریزش برگ‌ها و کاهش جذب نور می‌شود. از این رو به نظر می‌رسد که وجود نیتروژن طی دوره رشد گیاه موجب افزایش دوام سطح برگ و افزایش جذب نور توسط جامعه گیاهی می‌شود. در مرحله پس از گلدهی مقدار جذب نور به وسیله جامعه گیاهی بر اثر پیری شروع به کاهش می‌کند. هدف از این مطالعه مقایسه ضریب خاموشی در غلات سرمدوست و تاثیر سطوح مختلف نیتروژن بر کارایی مصرف نور در شرایط گنبد کاووس بود.

#### مواد و روش‌ها

آزمایش در سال ۱۳۹۲ به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۴ تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه گنبد کاووس با مختصات جغرافیایی ۵۵ درجه و ۱۲ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه عرض شمالی به اجرا درآمد. تیمارها غلات شامل گندم نان (*Triticum aestivum* L.) رقم کوهدشت، گندم دوروم (*Triticum turgidum* L.) رقم سیمره، جو شش ردیفه رقم صحرا، جو دو ردیفه رقم خرم، جو لخت لاین ۱۷ (*Hordeum vulgare* L.)، یولاف زراعی

اکانل و همکاران (۲۰۰۴) ضریب خاموشی را به عنوان کارایی کانوپی در دریافت تشعشع تعریف می‌کنند. مقدار K به جهت تشعشع رسیده و زاویه قرارگیری برگ، ساختار کانوپی، گونه گیاهی و الگوی کشت (زارعی و همکاران، ۲۰۰۵) بستگی دارد. مقادیر K در غلات بر اساس تشعشع فعال فتوسنتزی برای جو بین ۰/۴۱ تا ۰/۶۶ و برای گندم بین ۰/۳۷ تا ۰/۸۲ (اکانل و همکاران، ۲۰۰۴) گزارش شده است. تغییرات دمایی (لکوثر و نی، ۲۰۰۳)، کمبود مواد غذایی (کوانکی و همکاران، ۲۰۰۸)، کمبود آب خاک و فشار بخار (کمانیان و همکاران، ۲۰۰۴) نیز بر روی کارایی مصرف نور و هم بر روی تشعشع دریافتی اثر می‌گذارد. افزایش نیتروژن در زمان گلدهی موجب افزایش ۲۰ درصدی تشعشع دریافتی می‌شود (سالواگیوتی و میرالز، ۲۰۰۸). اگرچه کاهش کارایی مصرف نور در مقادیر بالای کود نیتروژن هم قابل مشاهده است (مورینن و پلتونن ساینو، ۲۰۰۶). مقادیر RUE برای گندم بین ۱/۴۶ تا ۲/۹۳ گرم بر مگاژول (گیونتا و همکاران، ۲۰۰۹)، برای جو ۱/۷۹ تا ۲/۳۳ گرم بر مگاژول و یولاف زراعی ۱/۱۱ تا ۱/۱۲ گرم بر مگاژول (اکانل و همکاران، ۲۰۰۴؛ مورینن و پلتن ساینو، ۲۰۰۶) گزارش شده‌اند. در آزمایشی که در سال ۲۰۰۴ بر روی غلات انجام شد، کارایی مصرف نور برای گندم ۳/۵۰ گرم بر مگاژول و در تریتیکاله ۳/۲۱ گرم بر مگاژول و متوسط کارایی مصرف نور در سال‌ها و دوره‌های مختلف رشد بین ۱/۴۰ تا ۱/۹۷ گرم بر مگاژول گزارش شد (سینگر و همکاران، ۲۰۰۷).

نیتروژن مهم‌ترین عامل محدود کننده رشد و عملکرد گیاهان زراعی در بسیاری از نواحی دنیاست (گیلر، ۲۰۰۴) که در تمام مراحل رشد گیاه از مرحله رویشی تا زمان برداشت گیاه مورد نیاز است (علی، ۲۰۱۱؛ رفیق و همکاران، ۲۰۱۰). کمبود نیتروژن در خاک موجب می‌شود که نیتروژن در سطح برگ بیشتری توزیع شود، ولی محتوای نیتروژن برگ کاهش می‌یابد که کاهش کارایی مصرف نور را به دنبال دارد. وانگ و همکاران

خرداد و یولاف زراعی (دیررس ترین غله در غلات مورد مطالعه) در ۶ خرداد سال ۱۳۹۳ برداشت شدند.

جهت اندازه‌گیری سطح برگ و وزن خشک، از ابتدای مرحله پنجه‌زنی هر ۱۰ تا ۱۵ روز یک بار و از ابتدای بهار هر ۷ تا ۱۰ روز یک بار تعداد ۱۰ بوته از هر کرت انتخاب و به آزمایشگاه منتقل شد. برای سنجش سطح برگ از دستگاه سطح برگ‌سنج (DELTA-T) استفاده شد. وزن خشک در هر مرحله از نمونه‌برداری، از طریق خشک کردن نمونه‌ها در آن با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت تعیین گردید. به منظور توصیف روند تغییر شاخص سطح برگ نسبت به روز پس از کاشت، از معادله نمایی ۱ استفاده شد که بهترین برازش را با نقاط اندازه‌گیری شده نشان داد. در این معادله LAI شاخص سطح برگ،  $dap$  روز پس از کاشت و  $a$ ،  $b$  و  $c$  ضرایب معادله هستند (سلطانی، ۱۳۸۴).

$$LAI = \frac{(a * \exp(-a * (dap - b) * c))}{(1 + \exp(-a * (dap - b)))^2} \quad (\text{معادله ۱})$$

برای توصیف وزن خشک در طول زمان از یک معادله لجستیک (۲) استفاده شد (سلطانی، ۱۳۸۴). در این معادله  $a$  ضریب معادله،  $b$  مدت زمان رسیدن به ۵۰٪ تجمع ماده خشک،  $DM_{max}$  حداکثر تجمع ماده خشک،  $dap$  روز پس از کاشت و  $Y$  ماده خشک است.

$$Y = DM_{max} / (1 + \exp(-a * (dap - b))) \quad (\text{معادله ۲})$$

برای محاسبه ضریب خاموشی با برازش معادله بر داده‌های اندازه‌گیری شده، نسبت تشعشع دریافت شده در مقابل LAI محاسبه شد (فرمول ۳). کارایی مصرف نور توسط رگرسیون از بیوماس تجمعی (گرم بر متر مربع) در مقابل تشعشع دریافتی تجمعی (مگاژول بر متر مربع) به صورت شیب خط تعیین گردید (سان و همکاران، ۲۰۱۳؛ سینگر و همکاران، ۲۰۰۷). نسبت دریافت تشعشع با اندازه‌گیری تشعشع در بالا و پایین جامعه گیاهی، با استفاده از دستگاه تشعشع‌سنج مدل DELTA-T صورت

(*Avena sativa* L.) رقم کانادایی و تریتیکاله (*Triticosecale wittmack* L.) رقم جوانیلو در دو سطح نیتروژن صفر و مطلوب با منشا اوره بود. کود نیتروژنه در سه مرحله زمان کاشت، مرحله پنجه‌زنی و ساقه‌رفتن در اختیار گیاه قرار گرفت. حد مطلوب کود نیتروژنه با توجه به عملکرد دانه هر یک از غلات، آزمایش خاک و با توصیه مرکز تحقیقات کشاورزی گنبد کاووس برای گندم نان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، گندم دوروم ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار، جو دو ردیفه ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار، جو شش ردیفه ۲۱۰ کیلوگرم در هکتار، جو لخت ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، یولاف زراعی ۹۰ کیلوگرم در هکتار و تریتیکاله ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شد. تراکم مطلوب برای گندم و تریتیکاله ۳۵۰ بوته در متر مربع و برای جو و یولاف زراعی ۲۷۰ بوته در متر مربع در نظر گرفته شد. هر کرت به طول ۵ متر شامل ۷ خط کشت و فاصله خطوط کشت از یکدیگر ۲۰ سانتی‌متر بود. فاصله بلوک‌ها از یکدیگر ۱ متر و فاصله کرت‌ها از یکدیگر در یک بلوک ۱/۵ متر در نظر گرفته شد. کشت در تاریخ ۱۷ آذر ماه سال ۱۳۹۲ انجام شد. قبل از کشت، ضد عفونی بذور با استفاده از سم رورآل برای جو و یولاف زراعی و سم دیکلوفنول برای گندم و تریتیکاله به نسبت ۲ در هزار انجام گرفت.

قبل از اجرای طرح، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌برداری و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک تعیین شد (جدول ۱). با توجه به آنالیز خاک، کود فسفره به صورت سوپر فسفات تریپل به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به صورت پایه توصیه شد و کود پتاسیمی استفاده نگردید. کشت قبلی در این زمین کلزا بود. جهت مبارزه با بیماری‌ها از قارچ‌کش تیلت به نسبت ۲ در هزار استفاده شد. کشت در کنترل کامل علف‌های هرز و عدم محدودیت آبی انجام گرفت.

زمان برداشت غلات مختلف با یکدیگر متفاوت بود. جو دو ردیفه، جو شش ردیفه و جو لخت در ۲۵ اردیبهشت، گندم نان، گندم دوروم و تریتیکاله در اول

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	pH	موادختی - کربن آلی - نیتروژن (درصد)		فسفر پتاسیم (قسمت در میلیون)		رس لای ماسه (درصد)		بافت خاک
۱/۱۹	۷/۹	۰/۰۷	۰/۶۸	۱۳/۴	۳۵۶	۱۵	۶۴	۲۱ لوم سیلتی

شد. برای رسم نمودارها از نرم افزار EXCEL استفاده شد.

#### نتایج و بحث

##### شاخص سطح برگ

همان طور که در جدول ۳ ملاحظه می‌گردد، ادغام ضرایب شاخص سطح برگ در سطح نیتروژن صفر و مطلوب نشان داد که نیتروژن اثر معنی‌داری بر شاخص سطح برگ غلات ندارد، ولی غلات مختلف با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نشان دادند.

شاخص سطح برگ حداکثر در غلات مورد مطالعه از ۶/۰۸ تا ۳/۲۸ متغیر بود. ترتیباله با شاخص سطح برگ حداکثر ۶/۰۸ در ۱۱۷ روز پس از کاشت بالاترین شاخص سطح برگ را نسبت به سایر غلات نشان داد و جو لخت در ۱۱۷ روز پس از کاشت و با شاخص سطح برگ ۳/۲۸ کم‌ترین شاخص سطح برگ حداکثر را در غلات مورد مطالعه نشان داد.

##### تجمع ماده خشک

ادغام ضرایب ماده خشک در غلات مورد مطالعه نشان داد که غلات با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نشان دادند، ولی سطوح کود نیتروژن بر روی تجمع ماده خشک اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۴). ضرایب تبیین بالا نشان داد که این معادله تغییرات ماده خشک را در طول فصل زراعی در گونه‌های غلات به خوبی توصیف می‌کند. بالاترین ماده خشک جمعی در ترتیباله (۲۰۵۴/۹ گرم در متر مربع) و کمترین در گندم دوروم (۱۵۲۸ گرم در متر مربع) مشاهده شد.

گرفت. اندازه‌گیری‌ها از مرحله سه برگی تا بسته شدن کامل کانوبی هر ۷ روز یک بار بین ساعات ۱۲ تا ۱۴ در روزهای صاف و آفتابی انجام شد.

$$F_i = 1 - \exp(-k \times LAI_i) \quad (\text{معادله ۳})$$

$F_i$  نسبت پوشش گیاهی (کسر تشعشع دریافت شده)،  $k$  ضریب خاموشی بر پایه تشعشع فعال فتوسنتزی و  $LAI$  شاخص سطح برگ است (فلنت و همکاران، ۱۹۹۶). ساعات آفتابی برای هر روز از دوره کشت از اداره هواشناسی سینوپتیک شهرستان گنبد کاووس گرفته شد و به تشعشع خورشیدی رسیده تبدیل گردید (دورنباس و پرویت، ۱۹۷۷). مقادیر تشعشع خورشیدی روزانه رسیده از حاصل ضرب تشعشع خورشیدی رسیده و کسر تشعشع دریافت شده در هر روز محاسبه گردید، سپس برای به دست آوردن تشعشع خورشیدی رسیده جمعی، مقدار تشعشع خورشیدی رسیده روزانه با مجموع تشعشع رسیده روزهای قبل جمع شد. کارایی مصرف نور از برآزش رابطه خطی بین تشعشع جمعی دریافت شده و ماده خشک جمعی از کاشت تا رسیدگی محاسبه شد (سینکلر و ماچو، ۱۹۹۹).

گنبد کاووس زمستان سرد و مرطوب و تابستان گرم و خشک دارد. اکثر نزولات جوی در این شهر به صورت باران در زمستان و بهار صورت می‌گیرد. جدول ۲ نشان می‌دهد که در طول فصل رشد غلات مورد مطالعه، بیشترین بارندگی در آذر ماه بوده است. بیشترین دما ۳۵/۲ درجه سانتی‌گراد در خرداد ماه و کمترین دما صفر درجه سانتی‌گراد در بهمن ماه بوده است. ساعات آفتابی نیز از ۱۲۳/۸ ساعت در اسفند تا ۲۹۵ ساعت در خرداد ماه متغیر بود. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح ۵ درصد انجام

جدول ۲. بارندگی، متوسط دما و تشعشع در دوره رشد غلات سرما دوست مورد مطالعه

آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد
۷۰/۸	۶/۵	۲۵/۷	۴۶/۸	۵۵/۴	۲۸/۴	۴۲/۴
بارندگی (mm)						
۱۵/۷	۱۲/۸	۱۳	۱۶/۲	۲۱/۵	۳۰/۴	۳۵/۲
دمای حداکثر (°C)						
۶	۱/۶	۰	۵/۳	۷/۲	۱۵/۳	۲۰
دمای حداقل (°C)						
۱۲۴/۳	۱۶۳/۹	۱۶۸/۱	۱۲۳/۸	۲۲۷/۸	۲۵۵/۵	۲۹۵
ساعات آفتابی						

جدول ۳. ضرایب (a, b, c) پیش‌بینی شاخص سطح برگ در مقابل زمان (n تعداد مشاهده،  $LAI_{max}$  حداکثر شاخص سطح برگ،  $T_{max}$  زمان وقوع حداکثر شاخص سطح برگ، SE خطای استاندارد،  $R^2$  ضریب تبیین)

گونه غلات	n	نیترژن	a±SE	b±SE	c±SE	$LAI_{max}$	$T_{max}$	$R^2$
یولاف زراعی	۹	صفر	۰/۰۸۴±۰/۰۰۱۱	۱۲۱/۵±۲/۱۲	۱۸۷/۹±۱۹/۳۵	۳/۹۴	۱۲۲	۰/۹۶
	۹	مطلوب	۰/۰۹۷±۰/۰۰۰۸	۱۲۲/۱±۱/۲۲	۱۸۱/۳±۱۲/۳۲	۴/۰۷	۱۲۲	۰/۹۸
گندم دوروم	۹	صفر	۰/۰۸۹±۰/۰۰۰۹	۱۱۷/۶±۱/۷۳	۱۸۹/۶±۱۶/۷۸	۴/۱۵	۱۲۰	۰/۹۷
	۹	مطلوب	۰/۰۸۳±۰/۰۰۰۷	۱۱۷/۸±۱/۵۰	۲۰۹/۱±۱۵/۵۵	۳/۹۲	۱۱۸	۰/۹۸
گندم نان	۹	صفر	۰/۰۹±۰/۰۰۰۸	۱۱۸/۵±۱/۴۰	۲۱۳/۳±۱۵/۶۲	۴/۷۹	۱۱۸	۰/۹۸
	۹	مطلوب	۰/۰۹۵±۰/۰۰۰۶	۱۱۶/۷±۰/۹۵	۲۵۲/۴±۱۳/۹۸	۵/۹۹	۱۱۷	۰/۹۹
جو دوردیفه	۹	صفر	۰/۱۰±۰/۰۰۰۷	۱۱۹/۴±۱/۰۵	۲۲۰/۵±۱۳/۲۰	۵/۵۱	۱۱۹	۰/۹۸
	۹	مطلوب	۰/۱۰±۰/۰۰۱۲	۱۱۴/۵±۱/۷۱	۲۰۵/۵±۲۰/۴۳	۵/۱۳	۱۱۴	۰/۹۶
جو لخت	۹	صفر	۰/۰۹±۰/۰۰۰۸	۱۲۰/۵±۱/۹۱	۱۲۴/۵±۸/۲۷	۲/۹۵	۱۲۱	۰/۹۸
	۹	مطلوب	۰/۰۸۵±۰/۰۰۰۱	۱۱۴/۶±۱/۷۵	۱۶۴/۰±۱۶/۶۶	۳/۳۰	۱۱۴	۰/۹۶
جو شش‌ردیفه	۹	صفر	۰/۱۰±۰/۰۰۰۸	۱۱۸/۸±۱/۰۴	۱۶۱/۵±۱۰/۳۸	۴/۰۲	۱۱۸	۰/۹۸
	۹	مطلوب	۰/۰۸۲±۰/۰۰۰۷	۱۱۸/۸±۱/۰۳	۲۰۶/۸±۱۲/۴۷	۴/۲۳	۱۱۹	۰/۹۸
تریتیکاله	۹	صفر	۰/۰۹±۰/۰۰۰۶	۱۱۷/۱±۱/۰۹	۲۱۱/۵±۱۲/۲۶	۵/۵۵	۱۱۷	۰/۹۹
	۹	مطلوب	۰/۰۹±۰/۰۰۱۱	۱۱۶/۸±۱/۷۱	۲۷۵/۲±۲۶/۰۳	۶/۵۳	۱۱۷	۰/۹۷
یولاف زراعی	۹	صفر	۰/۰۹±۰/۰۰۰۹	۱۲۱/۸±۱/۵۵	۱۸۴/۵±۱۴/۸۰	۳/۶۸	۱۲۲	۰/۹۷
	۹	مطلوب	۰/۰۸۶±۰/۰۰۰۷	۱۱۷/۷±۱/۳۷	۱۹۹/۱±۱۳/۵۵	۴/۲۷	۱۱۸	۰/۹۸
گندم دوروم	۹	صفر	۰/۰۹±۰/۰۰۰۷	۱۱۷/۵±۱/۱۰	۲۳۲/۷±۱۴/۱۴	۵/۴۷	۱۱۷	۰/۹۸
	۹	مطلوب	۰/۰۹±۰/۰۰۰۵	۱۱۸/۶±۰/۸۷	۲۱۶/۶±۱۰/۳۷	۵/۴۱	۱۱۹	۰/۹۹
گندم نان	۹	صفر	۰/۰۹±۰/۰۰۰۸	۱۱۷/۳±۱/۲۵	۱۴۵/۹±۱۰/۰۴	۳/۲۸	۱۱۷	۰/۹۸
	۹	مطلوب	۰/۰۹±۰/۰۰۰۷	۱۱۸/۴±۰/۹۹	۱۸۵/۱±۱۰/۹۲	۴/۱۶	۱۱۹	۰/۹۸
جو دوردیفه	۹	صفر	۰/۱۰±۰/۰۰۰۸	۱۱۶/۶±۱/۳۸	۲۴۳/۴±۱۸/۲۵	۶/۰۸	۱۱۷	۰/۹۸
	۹	مطلوب						

تریتیکاله در دریافت منابع محیطی و تبدیل این عوامل به ماده خشک نسبت به سایر غلات برتری دارد. اکانل و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که دریافت تشعشع در کانوپی، مهم‌ترین علت تفاوت فیزیولوژیکی بین گندم، نخود و خردل است.

عدم اختلاف میان سطح صفر و مطلوب کود نیترژنه می‌تواند به دلیل مکفی بودن میزان نیترژن موجود در خاک جهت رشد محصول و دستیابی به حداکثر ماده خشک تجمعی باشد. به نظر می‌رسد که

جدول ۴. ضرایب معادله لجستیک جهت پیش‌بینی ماده خشک تجمعی برای گونه‌های غلات در سطوح صفر و مطلوب نیتروژن (n) تعداد نمونه‌برداری. a و b ضرایب معادله،  $dm_{max}$  حداکثر ماده خشک تولید شده بر حسب گرم بر متر مربع، SE، خطای استاندارد و  $R^2$  ضریب تبیین

گونه غلات	n	نیتروژن	$dm_{max} \pm SE$	$a \pm SE$	$b \pm SE$	$R^2$
یولاف زراعی	۹	صفر	۱۸۱۳/۴ ± ۱۶۹/۸	۰/۰۶۴ ± ۰/۰۰۷	۱۳۲/۶ ± ۳/۸۲	۰/۹۹
	۹	مطلوب	۱۹۴۹/۶ ± ۱۰۹/۵	۰/۰۷۵۷ ± ۰/۰۰۶	۱۲۸/۴ ± ۲/۱۸	۰/۹۹
گندم دوروم	۹	صفر	۱۴۵۹/۷ ± ۵۹/۶۱	۰/۰۹۱ ± ۰/۰۱۱	۱۱۲ ± ۱/۷۴	۰/۹۹
	۹	مطلوب	۱۶۴۲/۷ ± ۱۱۸/۹	۰/۰۶۸ ± ۰/۰۰۹	۱۲۰/۲ ± ۳/۲۵	۰/۹۹
گندم نان	۹	صفر	۱۶۹۸/۵ ± ۲۳۵/۵	۰/۰۷۷ ± ۰/۰۲۳	۱۱۸/۶ ± ۵/۹۶	۰/۹۹
	۹	مطلوب	۲۱۶۹/۷ ± ۳۴۸/۵	۰/۰۸۱ ± ۰/۰۱۱	۱۱۷/۳ ± ۲/۵۱	۰/۹۹
جو دوردیفه	۹	صفر	۱۶۶۹/۶ ± ۶۲/۱	۰/۰۹ ± ۰/۰۰۹	۱۱۴/۹ ± ۱/۵۵	۰/۹۹
	۹	مطلوب	۱۷۹۵/۹ ± ۹۲/۸	۰/۰۸۵ ± ۰/۰۰۱	۱۱۷/۱ ± ۲/۱۷	۰/۹۹
جو لخت	۹	صفر	۱۶۹۱/۲ ± ۷۲/۱۳	۰/۰۸۳ ± ۰/۰۰۶	۱۲۵/۷ ± ۱/۶۳	۰/۹۹
	۹	مطلوب	۲۱۳۰/۸ ± ۲۴۸	۰/۰۶۴ ± ۰/۰۰۹	۱۳۱/۵ ± ۴/۸۰	۰/۹۸
جو شش ردیفه	۹	صفر	۱۹۰۵/۹ ± ۵۲/۷	۰/۰۸۱ ± ۰/۰۰۴	۱۲۶/۸ ± ۱/۰۶	۰/۹۹
	۹	مطلوب	۲۱۹۰/۵ ± ۱۶۶/۱	۰/۰۶۷ ± ۰/۰۰۷	۱۲۸/۱ ± ۳/۱۴	۰/۹۹
تریتیکاله	۹	صفر	۱۹۱۴/۶ ± ۱۰۰/۳	۰/۱۰۲ ± ۰/۰۱۷	۱۱۲ ± ۲/۱۵	۰/۹۹
	۹	مطلوب	۲۲۱۴/۷ ± ۱۳۸	۰/۰۸ ± ۰/۰۱۱	۱۲۰/۳ ± ۲/۵۹	۰/۹۹
یولاف زراعی	۹	صفر	۱۸۶۹/۴ ± ۱۲۱/۲	۰/۰۷ ± ۰/۰۰۶	۱۳۰/۱ ± ۲/۵۷	۰/۹۹
	۹	مطلوب	۱۵۲۸ ± ۷۸/۵۸	۰/۰۷۸ ± ۰/۰۰۹	۱۱۵/۵ ± ۲/۲۹	۰/۹۹
گندم دوروم	۹	صفر	۱۹۲۸/۵ ± ۱۵۶/۹	۰/۰۸ ± ۰/۰۱۵	۱۱۷/۸ ± ۳/۴۸	۰/۹۹
	۹	مطلوب	۱۷۲۹/۸ ± ۷۳/۶۱	۰/۰۸۸ ± ۰/۰۰۱	۱۱۶ ± ۱/۷۸	۰/۹۹
گندم نان	۹	صفر	۱۸۹۵/۳ ± ۱۰۶/۶	۰/۲۰۷ ± ۰/۰۰۶	۱۲۸/۵ ± ۲/۲۴	۰/۹۹
	۹	مطلوب	۲۰۴۶/۶ ± ۹۹/۹۴	۰/۰۷۲ ± ۰/۰۰۵	۱۲۷/۴ ± ۱/۹۵	۰/۹۹
جو دوردیفه	۹	صفر	۲۰۵۴/۹ ± ۱۲۲/۱	۰/۰۸۴ ± ۰/۰۱۴	۱۱۶/۱ ± ۲/۴۹	۰/۹۹
	۹	مطلوب				

### ضریب خاموشی

در جدول ۵ تعداد مشاهدات، مقدار ضریب خاموشی (K) غلات و ضرایب تبیین ( $R^2$ ) نشان داده شده است. ضرایب تبیین بالا گویای آن است که این رابطه برازش مناسب با داده‌های اندازه‌گیری شده نشان می‌دهد. ادغام ضرایب K نشان داد که سطوح صفر و مطلوب کود نیتروژنه بر ضریب خاموشی نور اختلاف قابل ملاحظه‌ای با یکدیگر نداشتند. به نظر می‌رسد که مقدار نیتروژن ذخیره خاک برای رشد گیاه و گسترش سطح برگ کافی بوده است و افزایش کود نیتروژنه تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر تجمع ماده خشک و ضریب خاموشی

نور نداشته است. ضرایب خاموشی برای تریتیکاله  $۰/۶۷ \pm ۰/۰۳$ ، گندم نان  $۰/۸۶ \pm ۰/۰۳$ ، گندم دوروم  $۰/۷۷ \pm ۰/۰۳$ ، جو شش ردیفه  $۰/۷۹ \pm ۰/۰۳$ ، جو دو ردیفه  $۰/۸ \pm ۰/۰۳$ ، جو لخت  $۰/۷۴ \pm ۰/۰۵$  و یولاف زراعی  $۰/۷۶ \pm ۰/۰۴$  محاسبه شد.

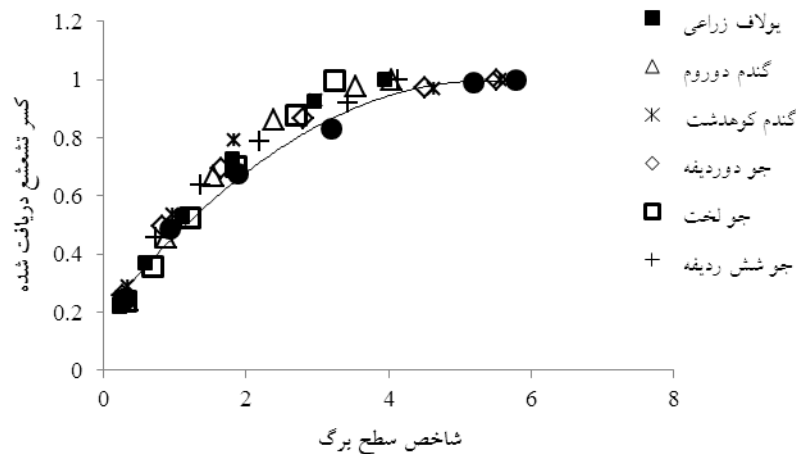
مقدار ضریب خاموشی به چگونگی توزیع برگ در سطح جامعه گیاهی، مقدار نور عبور یافته و شاخص سطح برگ بستگی دارد. عدم اختلاف معنی‌دار بین ضریب استهلاک نوری در غلات را می‌توان به دلیل تیپ رشدی یکسان و ساختار همانند برگ در کلیه غلات دانست.

شکل ۱ تغییرات سطح برگ را در مقابل نسبت تشعشع دریافت شده در غلات مورد مطالعه نشان می‌دهد. با گذشت زمان میزان کسر تشعشع دریافت شده در کانوپی به حالت ثبات نزدیک می‌گردد که به دلیل افزایش سن برگ‌ها است. وارگاس و همکاران (۲۰۰۲) نیز بیان کردند که کاهش جذب تابش توسط پوشش گیاهی پس از گرده‌افشانی در غلات ناشی از پیری تدریجی برگ‌های پایین و سایه‌اندازی برگ‌های بالایی است.

اختلاف بین ضریب استهلاک نوری گیاهان می‌تواند به دلیل اختلاف در ساختار تاج پوشش به ویژه آرایش برگ‌ها و شاخص سطح برگ باشد (اکمل و جانسنس، ۲۰۰۴). مورین و پلتونن ساینیو (۲۰۰۶) در مطالعه‌ای دو ساله در محاسبه کارایی مصرف نور غلات بهاره جدید و قدیمی در سطوح صفر و ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، ضریب استهلاک نوری را برای یولاف زراعی ۰/۶۲ تا ۰/۶۴، برای جو دو ردیفه ۰/۷۰ تا ۰/۷۲، برای جوشش ردیفه ۰/۵۹ تا ۰/۷۹ و برای گندم نان ۰/۶۲ تا ۰/۷۹ گزارش دادند.

جدول ۵. ضرایب خاموشی نور (K) و ضریب تبیین ( $R^2$ ) برای غلات مورد مطالعه در سطوح صفر و مطلوب کود نیتروژنه (n تعداد مشاهده)

گونه غلات	سطح نیتروژن	n	K±SE	$R^2$
یولاف زراعی	صفر	۵	۰/۷۰±۰/۰۴	۰/۹۹
	مطلوب	۵	۰/۸۳±۰/۰۵	۰/۹۹
گندم دوروم	صفر	۵	۰/۷۵±۰/۰۳	۰/۹۹
	مطلوب	۵	۰/۷۹±۰/۰۵	۰/۹۹
گندم نان	صفر	۵	۰/۸۸±۰/۰۳	۰/۹۹
	مطلوب	۵	۰/۸۴±۰/۰۶	۰/۹۹
جو دوردیفه	صفر	۵	۰/۷۹±۰/۰۶	۰/۹۹
	مطلوب	۵	۰/۸۱±۰/۰۴	۰/۹۹
جو لخت	صفر	۵	۰/۸۷±۰/۰۶	۰/۹۹
	مطلوب	۵	۰/۶۴±۰/۰۵	۰/۹۹
جو شش ردیفه	صفر	۵	۰/۸۶±۰/۰۶	۰/۹۹
	مطلوب	۵	۰/۷۲±۰/۰۳	۰/۹۹
تریتیکاله	صفر	۵	۰/۷۳±۰/۰۴	۰/۹۹
	مطلوب	۵	۰/۶۱±۰/۰۵	۰/۹۹
یولاف زراعی		۵	۰/۷۶±۰/۰۴	۰/۹۹
گندم دوروم		۵	۰/۷۷±۰/۰۳	۰/۹۹
گندم نان		۵	۰/۸۶±۰/۰۳	۰/۹۹
جو دوردیفه		۵	۰/۸۰±۰/۰۳	۰/۹۹
جو لخت		۵	۰/۷۴±۰/۰۵	۰/۹۹
جو شش ردیفه		۵	۰/۷۹±۰/۰۳	۰/۹۹
تریتیکاله		۵	۰/۶۷±۰/۰۳	۰/۹۹



شکل ۱. رابطه بین کسر تشعشع دریافت شده در مقابل شاخص سطح برگ در غلات مورد مطالعه

۲/۷۸±۰/۱۴ به دست آمد. بسته شدن سریع تر کانوپی، رسیدن سریعتر به حداکثر شاخص سطح برگ و اختصاص ماده خشک بیشتر به برگها، موجب بالاتر رفتن مقدار تشعشع دریافت شده در تریتیکاله نسبت به سایر غلات است که این خود مهمترین عامل در بالاتر بودن ماده خشک تجمعی نهایی در این گیاه است. وجود نیتروژن کافی در خاک موجب افزایش گسترش سطح برگ و دریافت بیشتر تابش است. به نظر می‌رسد که نیتروژن موجود در خاک برای افزایش سطح برگ و دریافت تشعشع کافی بود و افزایش کود نیتروژنه تا حد مطلوب تاثیری بر افزایش دریافت نور و کارایی مصرف نور نداشته است.

احمد و همکاران (۲۰۱۲) بیان داشتند که تفاوت در کارایی مصرف نور در گندم و یولاف به تفاوت در شاخص سطح برگ و ضریب خاموشی آن‌ها مربوط است. که با نتایج ماکالا و همکاران (۲۰۰۴) نیز مطابقت دارد. با توجه به نقش نیتروژن در ساختمان کلروفیل، افزایش نیتروژن موجب افزایش تولید کلروفیل و رشد رویشی در گیاه و افزایش رشد رویشی موجب افزایش ماده خشک می‌شود. از آن جایی که دستگاه فتوسنتزی بیش از نیمی از نیتروژن موجود در یک برگ را به خود اختصاص می‌دهد، فتوسنتز به شدت توسط قابلیت دسترسی نیتروژن تحت تاثیر قرار می‌گیرد، به طوری که با افزایش نیتروژن فتوسنتز

#### کارایی مصرف نور

برای توصیف رابطه بین ماده خشک تجمعی گیاه در مقابل تشعشع دریافت شده تجمعی (بر اساس تشعشع فعال فتوسنتزی) از رگرسیون خطی ساده استفاده و شیب خط حاصل به عنوان کارایی مصرف نور در نظر گرفته شد. رابطه بین تشعشع تجمعی دریافت شده و بیوماس تجمعی از کاشت تا رسیدگی در غلات مورد مطالعه با ضرایب تبیین بالاتر از ۰/۹۷ به خوبی توصیف شد. ادغام ضرایب  $RUE \pm SE$  در سطح صفر و مطلوب کود نیتروژنه، نشان داد که کود نیتروژنه اثر معنی داری بر کارایی مصرف نور در غلات نداشته است (جدول ۶). مطلوب بودن میزان ذخیره نیتروژن موجود در خاک و عدم تفاوت معنی دار بین تیمارهای کود صفر و مطلوب و عدم اختلاف معنی دار در سطح برگ غلات و دریافت تشعشع خورشیدی می‌تواند این امر را توجیه کند. غلات از نظر کارایی مصرف نور با یکدیگر اختلاف معنی داری نشان دادند.  $RUE$  در غلات مورد مطالعه بین ۲/۰۲ تا ۲/۷۸ گرم بر مگاژول متغیر بود. کارایی مصرف نور در یولاف زراعی  $2/17 \pm 0/08$ ، گندم دوروم  $2/02 \pm 0/07$ ، گندم نان  $2/42 \pm 0/13$ ، جو دو ردیفه  $2/33 \pm 0/09$ ، جو لخت  $2/52 \pm 0/11$ ، جو شش ردیفه  $2/39 \pm 0/08$  و تریتیکاله



نیترژن سبب می‌شود که نقطه اشباع نوری افزایش نور دریافتی کارایی مصرف نور را کاهش می‌دهد. بدین ترتیب تولید آسیمیلات‌ها و انتقال آن‌ها به اندام‌های اقتصادی کاهش می‌یابد.

تینگ هو و همکاران (۲۰۰۶) افزایش نیترژن در گیاه را سبب افزایش شاخص سطح برگ و افزایش ماده خشک دانستند و شرط اول برای افزایش عملکرد و تولید بالا را برای بهینه‌سازی جذب از طریق شاخص سطح برگ و کارایی مصرف نور بیان کردند. آرگیو و کومدا (۲۰۰۸) با انجام آزمایشی بر روی دو رقم گندم در اتافک رشد خاطر نشان کرد که کمبود نیترژن موجب تسریع در پیر شدن اندام‌های رویشی به ویژه برگ به عنوان اندام فتوستتر

نیز افزایش می‌یابد و عامل محرک آن تشعشع است. یابد و گیاه بیشتر از نور استفاده می‌کند (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۸۷).

مونثیت (۱۹۷۲) گزارش کرد که کارایی مصرف نور در غلات در حدود ۱/۴ گرم ماده خشک به ازای هر مگاژول انرژی خورشیدی جذب شده است. ایشان بیان کرد که اگر چه کارایی مصرف نور بیشتر از طریق عوامل ژنتیکی تحت تاثیر قرار می‌گیرد، ولی عوامل محیطی و عملیات مدیریتی مانند تاریخ کاشت، تراکم و رقم به دلیل نقش مهمی که در فعالیت فتوسنتزی دارند این عامل را تحت تاثیر قرار می‌دهند. واجد و همکاران (۲۰۰۷) بیان داشتند که کاهش رطوبت قبل یا بعد از گلدهی با کاهش

جدول ۶. کارایی مصرف نور (RUE)، ضریب تغییرات، ضریب تبیین (R<sup>2</sup>) در غلات

R <sup>2</sup>	CV	RMSE	RUE±SE	سطح نیترژن	گونه غلات
۰/۹۹	۶/۸۸	۳۷/۰۸	۲±۰/۰۴۸	صفر	یولاف زراعی
۰/۹۹	۷/۶۴	۴۸/۴۹	۲/۳۳±۰/۰۶	مطلوب	
۰/۹۶	۱۵/۳۹	۱۰/۵۳	۲/۰۵±۰/۱۴۸	صفر	گندم دوروم
۰/۹۹	۷/۷۹	۵۲/۰۱	۲/۰۱±۰/۰۶۵	مطلوب	
۰/۹۵	۲۰/۲۳	۴۲/۷۵	۲/۱۲±۰/۱۷	صفر	گندم نان
۰/۹۸	۱۰/۴۰	۹۳/۹۶	۲/۶۹±۰/۶۹	مطلوب	
۰/۹۷	۱۳/۷۶	۱۰۴/۲۷	۲/۲۳±۰/۱۲	صفر	جو دوردیفه
۰/۹۹	۸/۱۲	۶۲/۶۰	۲/۴۷±۰/۰۷	مطلوب	
۰/۹۹	۵/۷۹	۳۳/۹۰	۲/۴۴±۰/۰۴	صفر	جو لخت
۰/۹۷	۱۷/۶۶	۱۱۵/۲۸	۲/۷۲±۰/۱۷	مطلوب	
۰/۹۹	۸/۳۹	۵۴/۱۰	۲/۴۴±۰/۰۷	صفر	جو شش ردیفه
۰/۹۹	۵/۹۷	۴۳/۴۸	۲/۴۴±۰/۰۵	مطلوب	
۰/۹۶	۱۶/۶۵	۵۳/۳۱	۲/۸۱±۰/۱۹	صفر	تریتیکاله
۰/۹۹	۸/۳۹	۷۴/۱۲	۲/۸۵±۰/۰۹	مطلوب	
۰/۹۸	۷۸	۱۳/۲۹	۲/۱۷±۰/۰۴۸		یولاف زراعی
۰/۹۷	۹۷/۳۶	۱۴/۱۹	۲/۰۲±۰/۰۷		گندم دوروم
۰/۹۴	۶۶/۶۳	۲۰/۳۵	۲/۴۲±۰/۱۳		گندم نان
۰/۹۹	۱۰۳/۱۹	۱۳/۵۰	۲/۳۳±۰/۰۹		جو دوردیفه
۰/۹۶	۱۰۹/۸۳	۱۷/۷۴	۲/۵۲±۰/۱۱		جو لخت
۰/۹۸	۹۲/۰۱	۱۳/۴۰	۲/۳۹±۰/۰۸		جو شش ردیفه
۰/۹۶	۱۵۸/۹۰	۱۷/۶۲	۲/۷۸±۰/۱۴		تریتیکاله

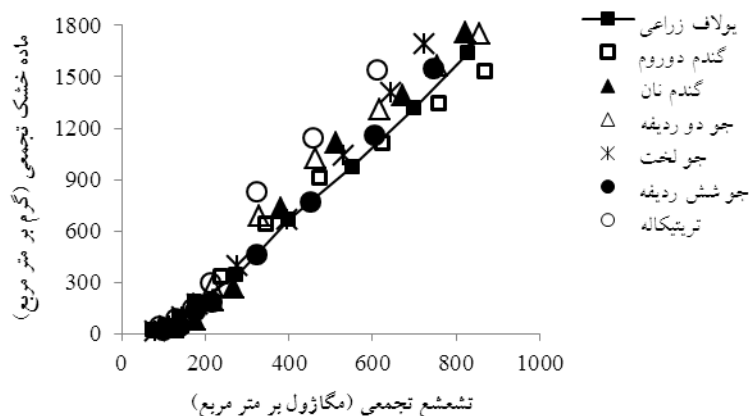
ذخیره مواد فتوسنتزی به اندام‌های هوایی و کاربرد آن‌ها در ساخت عملکرد دارد (داینبروک، ۲۰۰۰).

### نتیجه‌گیری کلی

در این مطالعه کاربرد و عدم کاربرد کود نیتروژنه بر ضریب استهلاک نوری و کارایی مصرف نور اثر معنی‌داری نداشت، ولی غلات در دریافت تشعشع با یکدیگر متفاوت بودند. بالاترین کارایی مصرف نور و ضریب استهلاک نوری در تربیتکاله مشاهده شد که بالاترین شاخص سطح برگ و بیشترین ماده خشک تجمعی را نیز در بین غلات مورد مطالعه دارا بود. به نظر می‌رسد که تربیتکاله سازگاری بالاتری با شرایط آب و هوایی گنبد کاووس دارد و به ازای دریافت هر واحد تشعشع ماده خشک بیشتری را تولید کرده است.

کننده می‌شود. بنابراین، کمبود نیتروژن جذب نور به وسیله کانوپی را کاهش می‌دهد. افزایش نیتروژن در زمان گلدهی موجب افزایش ۲۰ درصدی تشعشع دریافتی می‌شود (سالواگیوتی و میرالز، ۲۰۰۸). اگرچه کاهش کارایی مصرف نور در مقادیر بالای کود نیتروژنه هم قابل مشاهده است (مورینن و پلتونن ساینیو، ۲۰۰۶).

شکل ۲ برازش خطی  $(y=ax+b)$  رگرسیون ماده خشک تجمعی غلات مورد مطالعه را در برابر تشعشع تجمعی در سطح صفر و مطلوب کود نیتروژنه نشان می‌دهد. شیب این خط (a) برابر کارایی مصرف نور (RUE) است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود شیب این خط در تربیتکاله بیشتر از سایر غلات و در یولاف زراعی کمترین است (جدول ۶). شیب افزایش ماده خشک بیشتر در مقابل تشعشع تجمعی نشان از کارایی بالاتر انتقال و



شکل ۲. برازش رگرسیون خطی ماده خشک تجمعی (گرم بر متر مربع) در برابر تشعشع تجمعی (مگاژول بر متر مربع)

### منابع

- سلطانی، ا. ۱۳۸۴. تعیین پارامترهای تجمع و توزیع نیتروژن در گیاه نخود. گزارش طرح پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. کوچکی، ع.، سرمندیا، غ. ۱۳۸۷. فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی. مشهد.
- Ahmad, S., Ali, H., Ismail, M., Nadeem, M., Anjam, M.A., Zia-ul-haq, Firdous, N.M., Khan, M.A. 2012. Radiation and nitrogen use efficiency of C3 winter cereals to nitrogen spilt application. *Pak J Bot.* 44(1): 139-149.
- Akmal, M., Janssens, M.J. 2004. Productivity and light use efficiency of perennial ryegrass with contrasting water and nitrogen supplies. *Field Crops Res.* 88: 143-155.
- Ali, E.A. 2011. Impact of nitrogen application time on grain and protein yields as well as nitrogen use efficiency of some two-row barley cultivars in sandy soil. *Amer-Eur J Agric Environ Sci.* 10: 425-433.

- Arregui, L.M., Quemada, M. 2008. Strategies to improve nitrogen use efficiency in winter cereal crops under Rainfed conditions. *Agron J.* 100: 277–284.
- Diepenbrock, W. 2000. Yield components of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): review. *Field Crops Res.* 67: 35-49.
- Doorenbos, S.J., Pruitt, W.O. 1977. Guidelines for predicting crop water requirements. 2nd ed. FAO Irrig and Drain. Paper 24. FAO, Rome.
- Felent, F., Kiniry, J.R., Board, J.E., Westgate, M.E., Reicosky, D.C. 1996. Row spacing effects on light extinction coefficient of corn, sorghum, soybean and sunflower. *Agron J.* 88: 185-190.
- Giller, K.E. 2004. Emerging technologies to increase the efficiency of use of fertilizer nitrogen. In: A.R. Mosier, J.K. Syers, J.R. Freney (eds), *Agriculture and the nitrogen cycle*. Scope 65. Island Press Washington DC pp. 35-51.
- Giunta, F., Giovanni, P., Motzo, R. 2009. Radiation interception and biomass and nitrogen accumulation in different cereal and grain legume species. *Field Crops Res.* 110: 76–84.
- Kemalian, A.R., Stockle, C.O., Huggins, D.R. 2004. Variability of barley radiation-use efficiency. *Crop Sci.* 44: 1662–1672.
- Lecoeur, R., Ney, B. 2003. Change with time in potential radiation use efficiency in field pea. *Eur J Agron.* 19: 91-105.
- Li, M., Liu, J., Zhang, B.D., Bai, Q. 2009. Biomass accumulation and radiation use efficiency of winter wheat under deficit irrigation regimes. *Plant Soil Environ.* 55(2): 85–91.
- Makela, P., Muurinen, S., Peltonen-Sainio, P. 2004. Alterations in growth and canopy architecture among dwarf, semi dwarf and tall oat lines grown under northern conditions. *Agric Food Sci.* 13: 170-185.
- Miranzadeh, H., Emam, Y., Seyyed, H., Zare, S. 2011. Productivity and radiation use efficiency of four dry land wheat cultivars under different levels of nitrogen and chloromequat chloride. *J Agric Sci Technol.* 13: 339-351
- Monteith, J.L. 1972. Solar radiation and productivity in tropical ecosystems. *J Appl Ecol.* 9: 747-766.
- Muurinen, S., Peltonen-Sainio, P. 2006. Radiation use efficiency of modern and old spring cereal cultivars and its response to nitrogen in northern growing condition. *Field Crops Res.* 96: 363–373.
- Oconnell, M.G., Leary, O., Whitfield, G.J., Conner, D.J. 2004. Interception of photosynthetically active radiation and radiation use efficiency of wheat, field pea and mustard in a semi arid environment. *Field Crop Res.* 85:111-124.
- Quanqi, L., Yuhai, C., Mengyu, L., Xunbo, Z., Songlie, Y., Baodi, D. 2008. Effects of irrigation and planting patterns on radiation use efficiency and yield of winter wheat in North China. *Agric Water Manag.* 95:469-476.
- Rafiq, M.A., Ali, A., Malik, M.A., Hussain, M. 2010. Effect of fertilizer levels and plant densities on yield and protein contents of autumn planted maize. *Pak J Agri Sci.* 47: 201-208.
- Rizzalli, R.H., Villalobos, F.J., Orgaz, F. 2002. Radiation interception, radiation use efficiency and dry matter partitioning in garlic (*Allium Sativa* L.). *Eur J Agron.* 18: 33-43.
- Salvagiotti, F., Miralles, D. J. 2008. Radiation interception, biomass production and grain yield as affected by the interaction of nitrogen and sulfur fertilization in wheat. *Eur J Agron.* 28: 282–290.
- Sandana, P., Ramirez, T., Pinochet, M.D. 2012. Radiation interception and radiation use efficiency of wheat and pea under different P availabilities. *Field Crops Res.* 127: 44–50.
- Sinclair, T.R., Muchow, C.R. 1999. Radiation use efficiency, A review. *Adv Agron.* 65: 215- 265.
- Singer, J.W., Sauer, T.J., Blaser, B.C., Meek, D.W. 2007. Radiation use efficiency in dual winter cereal–forage production systems. *Agron J.* 99: 1175–1179.
- Soltani, A. 2005. Determination of effective parameters on accumulation and distribution nitrogen on chickpea. Research design reported. The university of agricultural science and natural resources of Gorgan. 120 p.
- Sun, H., Shao, L., Chen, S., Wang, Y., Zhang, X. 2013. Effects of sowing time and rate on crop growth and radiation use efficiency of winter wheat in the North China Plain. *Int J Plant Produc.* 7:1, 117-138
- Tasneem, K., Ashfaq, A., Abid, H., Ranjha, M. 2008. Impact of nitrogen rates on growth, yield, and radiation use efficiency of maize under varying environments. *Pak J Agri Sci.* 45(3): 223-237.
- Ting-Hui, D., Xin, C., Sheng-Lil, G., Ming-De, M., Heng, D.L. 2006. Effect of nitrogen management on yield and water use efficiency of rainfed wheat and maize in northwest China. *Pedosphere.* 16: 495-504.
- Vargas, L.A., Andersen, M.N., Jensen, C.R., Orgenses, V.J. 2002. Estimation of leaf area index, light interception and biomass accumulation of *Miscanthus sinensis* ‘Goliath’ from radiation measurements. *Biomass and Bioenergy.* 22: 1-14.
- Wajid, A., Hussain, K., Maqsood, M., Ahmad, A., Hussain, A. 2007. Influence of drought on water use efficiency in wheat in semi-arid regions of Punjab. *Soil and Environ.* 26: 64-68.

- Wang, K., Wang, R.J., Buresh, R.J. 2007. Residue management for improving soil fertility and sustainable crop productivity in China. Proceeding International Rice Conference, New Delhi, India. 689-697.
- Zarea, M.J., Ghalavand, A., Daneshian, J. 2005. Effect of planting patterns of sunflower on yield and extinction coefficient. *Agron Sustain Develop.* 25: 513-518.
- Zhang, N., Turner, C., Poole, M.L. 2012. Increasing the harvest index of wheat in the high rainfall zones of southern Australia. *Field Crops Res.* 129: 11: 111-123.

## Light Interception and Radiation Use Efficiency in Response to Nitrogen Changes in winter cereals

Maral Etesami\*<sup>1</sup>, Abbas Biabani<sup>2</sup>, Ali Rahemi Karizaki<sup>3</sup>, Abdolatif GholiZadeh<sup>3</sup>,  
Hossien Sabouri<sup>2</sup>

1. PhD student of crop physiology. Gonbad- e- Kavous University.
  2. Associate Prof., Dept. of plant production Gonbad- e- Kavous University
  3. Assistant Prof., Dept. of plant production. Gonbad- e- Kavous University
- \*For Correspondence: [ml\\_etesami@yahoo.com](mailto:ml_etesami@yahoo.com)

Received: 10.03.15

Accepted: 09.06.15

---

### Abstract

In order to evaluate the effects of different nitrogen rates on light interception and radiation use efficiency in winter cereals, an experiment was carried out in research field of Gonbad-e-Kavous University with four replications during 2013-2014. Treatments were cereals including bread wheat cv. Koohdasht, durum wheat cv. Seimareh, six row barley Sahra, two row barley Khoram, hull less barley Line 17, Canadian triticale and oat cv. Javaniloo and nitrogen fertilizer at two levels as zero and optimum (bread wheat 150 kg ha<sup>-1</sup>, durum wheat 120 kg ha<sup>-1</sup>, two row barley 120 kg ha<sup>-1</sup>, six row barley 210 kg ha<sup>-1</sup>, hull less barley 150 kg ha<sup>-1</sup>, oat 90 kg ha<sup>-1</sup> and triticale 240 kg ha<sup>-1</sup>). Results indicated that zero and optimum amount of nitrogen rate had no significant effect on extinction coefficient. Calculated K were for triticale 0.67±0.03, bread wheat 0.86±0.03, for durum wheat 0.77±0.03, for six rowed barley 0.79±0.03, for two rowed barley 0.80±0.03, for hull less barley 0.74±0.05 and for oat 0.76±0.04. Radiation use efficiency obtained from 2.02 to 2.78 grMJ<sup>1</sup> m<sup>-2</sup> in cereals. Radiation use efficiency gained were for oat 2.17± 0.048, for durum wheat 2.02±0.07, for bread wheat 2.42±0.13, for two rowed barley 2.33± 0.09, for hull less barley 2.52±0.11, for six rowed barley 2.39±0.08 and for triticale 2.78± 0.14

**Key words:** Radiation use efficiency, extinction coefficient, wheat, nitrogen.