تخمین میزان ضایعات تیغه برش کمباین با نظریه هندسه فرکتالی (۶۵۱)

محمد حسین عدالت[۱] ، محمد صادق غضنفری مقدم[۲] ، محمد حسین آق خانی[۳]

چکیده

رشد بی رویه جمعیت جهان و نیاز روزافزون این جمعیت برای تامین غذا بسیاری از دولت مردان و سیاست گزاران را وادار نموده است تا به مقوله کشاورزی به عنوان تامین کننده نیازهای غذایی بشر نگرشی متفاوت داشته باشند. کشاورزی دقیق یکی از مقوله هایی است که امروزه با توجه به این نیاز بخش عمده ای از مطالعات در زمینه کشاورزی را به خود اختصاص داده است. در این خصوص داشتن اطلاعات کافی از تمامی ارکان و عملیات و همچنین میزان دقیق نهاده ها و محصول می تواند بر روی عملکرد تولید در واحد سطح کمک نماید. یکی از عواملی که بر روی عملکرد تاثیر مستقیم می گذارد ضایعات در هنگام برداشت است. هنوز مطالعات مبسوطی به منظور تخمین دقیق میزان ضایعات و پیشنهاد روابطی بدین منظور صورت نگرفته است. در این مقاله میزان ضایعات از دو نوع کمباین معمولی و اصلاح شده برای محصول گندم دیم در چهار مزرعه در استان فارس بررسی گردید، سپس روابطی با نگرشی بر نظریه هندسه فرکتالی برای تخمین میزان ضایعات تیغه برش پیشنهاد گردیده است.

کلیدواژه: ضایعات تیغه برش، کمباین، هندسه فرکتالی، کشاورزی دقیق

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک ماشین های کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، پست الکترونیک: h_edalat@yahoo.com
۲- دانشجوی دکتری تخصصی علوم و مهندسی آب، دانشگاه فردوسی مشهد
۳- استادیار گروه مکانیک ماشین های کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

مقدمه:

گندم یک محصول استراتژیک است که در دنیا از آن به عنوان یکی از مهم ترین محصولات کشاورزی یاد می شود. نگرش صحیح بر مبنای کشاورزی دقیق در تمامی مراحل فراوری این محصول از تسطیح زمین تا انتخاب بذر، مراحل خاکورزی، کاشت، داشت، برداشت و فناوری های پس از برداشت می تواند ضایعات ناشی از عدم مدیریت مناسب را کاهش دهد. در این خصوص یکی از ضایعاتی که همواره عملکرد نهایی تولید را کاهش می دهد ضایعات برداشت است. با توجه به اینکه عموماً این محصول توسط کمباین برداشت می شود دقت و مطالعه در خصوص طراحی و ساخت کمباین هایی که بتواند ضایعات هنگام برداشت را کاهش دهد ضروری به نظر می رسد. با در نظر گرفتن ضایعات در بخش های مختلف کمباین از جمله هد بردارنده، سیستم انتقال دهنده، سیستم کوبنده و سیستم جدا کننده دقت در طراحی تمامی اجزا می تواند در نهایت منجر به کاهش ضایعات کمباین گردد.

مطالعات زیادی در خصوص ضایعات در مرحله برداشت صورت گرفته است. مشاهدات, گزارشها و تحقیقات انجام شده حکایت از بالا بودن تلفات در زمان برداشت دارد به طوریکه بین ۱۰ تا ۲۰ درصد گندم تولیدی در زمان برداشت تلف می شود. [۱] همچنین رهاما و همکاران میزان تلفات برداشت را به صورت میانگین ۱۲ درصد گزارش کردند. [۱۰]

به همین دلیل در طی سالهای ۱۳۷۲ تا ۱۳۸۰ طرح کاهش ضایعات برداشت غلات از طریق معاونت زراعت وزارت کشاورزی با همکاری ادارات فنی و تکنولوژی (توسعه مکانیزاسیون) به اجرا گذاشته شد. [۲]

عواملی که بر روی افزایش یا کاهش ضایعات کمباین مؤثر می باشند شامل ۱- سرعت پیشروی کمباین ۲- ارتفاع برداشت ۳- سرعت دورانی فلکی کلش کش ۴- ارتفاع محور فلکه کلش کش از سطح شانه برش ۵- فاصله طولی محور فلکه کلش کش از شانه برش ۶- تطابق تیغه و انگشتی ۷- فاصله لبه پیچ ارشمیدس از کف و پشت پلاتفرم ۸- نوع فلکه کلش کش ۹- دور در دقیقه کلش کش ۱۰- فاصله کوبنده و ضد کوبنده ۱۱- سرعت دورانی پروانه باد ۱۲- تنظیم غربالهای کمباین ۱۳- وضعیت کاه پران ها ۱۴- مدت زمان کارکرد کمباین ۱۵- سلامت قطعات کمباین ۱۶- انتخاب مسیر صحیح حرکت کمباین ۱۷- وضعیت مزرعه ۱۸- عملکرد محصول و... است که از این ۱۸ مورد ۷ مورد به پلاتفرم کمباین مربوط می شود. و این نشان می دهد که تلفات در پلاتفرم نسبت به سایر واحدها از حساسیت بیشتری در تنظیمات برخوردار بوده و همواره در براورد تلفات سهم بیشتری از کل تلفات را به خود اختصاص می دهد. [۷]

یکی از منابع ایجاد ضایعات در کمباین جاندیر سکوی برش می باشد که درصد قابل توجهی از ضایعات را به خود اختصاص می دهد. شرکت کمباین سازی جاندیر صورت های مختلف تلفات سکوی برش را بریده نشدن محصول بواسطه خراب بودن تیغه و انگشتی , ریزش دانه بواسطه سرعت نامناسب پروانه , ریزش خوشه توسط واحد برش , ریزش محصول بواسطه پائین بودن سکوی برش و سرعت پیشروی زیاد تشریح مینماید. [۱۱]

در نشریه کشاورزی AMA، Brown & Vasey در گزارشی متوسط تلفات کمباین را معادل ۳/۴ درصد عنوان نموده که ۱/۵ درصد آن مربوط به سکوی برش میباشد. [۱۲]

بهروزی لار و همکارن در پژوهشی تحت عنوان طرح ملی افت کمباین غلات تلفات هنگام برداشت را گزارش نمود؛ تلفات سکوی برش بیشترین مقدار را در کل تلفات به خود اختصاص داده بود. [۳]

اکثر محققین تلفات سکوی برش را در حدود ۵۰ درصد ریزش کل کمباین گزارش نموده اند [۲، ۳، ۴، ۵، ۶] . تحقیقات انجام شده بصورت کلی بوده و تلفات مختلف قبل از برداشت، سکوی برش و دیگر قسمتهای کمباین را مورد اندازه گیری قرار داده است.

در این میان برای طراحی پلاتفرم ایده آل نیاز به روابطی است که بتواند میزان دقیق ریزش را در شرایط مختلف تخمین بزند. بدست آوردن چنین روابطی نیاز به نگرش جدیدی در علوم کشاورزی دارد. نگرشی که بتواند به صورت دقیق کلیه جوانب را بررسی کرده و به شرایط واقعی نزدیک تر شود. دیدگاه های جدید در این خصوص می تواند جوابگوی بسیاری از نیازها باشد.

نظریه فرکتال:

یکی از مباحث نوین که امروزه در بسیاری از علوم جایگاه خاصی پیدا کرده است هندسه فرکتالی می باشد. برای اولین بار مندلبروت[1] در سال ۱۹۸۳ نظریه فرکتال‌ها را مطرح کرد. در این نظریه که در مقابل هندسه اقلیدسی قرار می‌گیرد، ابعاد صحیح نبوده و به صورت اعشاری بیان می‌شوند. همچنین اشیاء متقارن نبوده، بلکه خود متشابه‌اند. بـ یاری از عوارض و پدیده‌ها در طبیعت رفتار فرکتالی دارند. از جمله می‌توان به رعد و برق، شاخ و برگ درختان، مغز انسان و ... اشاره کرد. [۸]

در محیط‌های فرکتالی، شکل عمومی نا منظمی‌ها بر روی یک صفحه به درجه بزرگ‌نمایی که تحت آن جسم دیده می‌شود بستگی دارد.(رابطه ۱) [۹]

$$N_2 = N_1 \cdot G^D \qquad (1)$$

در رابطه (۶)، G درجه بزرگ‌نمایی (مقیاس) ، N_1 تعداد نامنظمی‌ها قبل از بزرگ‌نمایی ، N_2 تعداد نامنظمی‌ها بعد از بزرگ‌نمایی و D بعد فرکتالی[2] می‌باشد.

فرضیات:

چگونگی برخورد تیغه و انگشتی در سکوی برش با خوشه های گندم، عامل تعیین کننده میزان ریزش خوشه هـای بریـده شـده از روی تیغه می باشد. با توجه به اینکه این برخورد به توزیع خوشه ها در سطح مزرعه ارتباط مستقیم دارد درک مناسـب از پـراکنش خوشه ها در سطح، کمک می کند تا برآورد ضایعات ذکر شده دقیق تر صورت پذیرد.

به عنوان فرض اولیه توزیع خوشه های گندم در سطح مزرعه فرکتـالی در نظـر گرفتـه شـد. بنـابراین در صـورت صـحت فرضـیه می توان با به دست آوردن بعد فرکتالی، رابطه ای را برای میزان ضایعات تیغه برش بدست آورد. بنابراین اگر فـرض کنـیم تـراکم کشت در یک قطعه زمین مقدار N_1 و مقدار ریزش از تیغه N_2 باشد، می توان با انتخاب درجه بزرگنمایی مناسب برای هر وضعیت تیغه، بعد فرکتالی D را بدست آورد.

مواد و روشها:

داده های مورد استفاده از چهار مزرعه گندم دیم روستاهای جمال بیگ، باصری، تنگ براق و شادی در استان فارس برداشت شـده است. به عنوان نمونه داده های جمع اوری شده از منطقه جمال بیگ در جـدول شـماره ۱ آورده شـده اسـت. داده هـا بـه صـورت تصادفی از سطح مزرعه از قطعه های ۲×۲ متر جمع اوری شده است. کمباین مورد مطالعه جاندیر ۹۵۵ مدل ۱۳۸۰ بـود و در نـوع اصلاح شده زاویه انگشتی و تیغه برش ۱۱ درجه به سمت بالا تغییر داده شد. بدینمنظور اقدام بـه سـاخت ۴۸ عـدد واشـر فلـزی زاویه دار نموده که با قرار دادن زیر و روی شاسی (نبشی) واحد برش (شـکل ۱–ب)، نـوک انگـشتی هـا ۳ سـانتی متـر بـالا آمـد. همچنین برای همخوانی واحد برش و حرکت تیغه در انگشتی ها، سیبک شاتون اره (سیبک بلند) نیز ۱۱ درجه بازسازی شد.

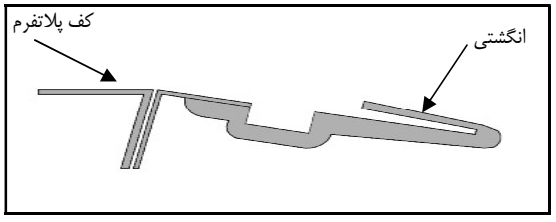
به منظور آزمون فرکتالی بودن توزیع خوشه ها، ۶۵ درصد داده ها در تعیین بعـد فرکتـالی مـورد اسـتفاده قـرار گرفـت. ۳۵ درصـد باقیمانده به منظور تست آزمون میانگین ها مورد استفاده قرار گرفت.

[1] - Mandelbrot
[2] - Fractal dimension

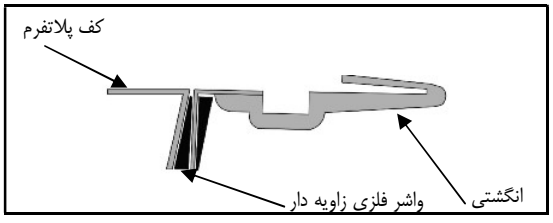
جدول ۱- داده های به دست آمده از منطقه جمال بیگ

ردیف	نوع کمباین	اندازه گیری در ۴ مترمربع			مقایسه در سطح هکتار				عملکرد مزرعه (Kg)
		تعداد خوشه	تعداد دانه	وزن دانه ها (gr)	تعداد خوشه	تلفات (Kg)	متوسط تلفات خوشه	متوسط تلفات گندم (Kg)	
۱	معمولی	۱۳	۲۷۲	۱۰/۵۶	۳۲۵۰۰	۲۶/۴۰	۵۶۵۰۰	۳۷/۰۳	۸۰۰ تا ۱۲۰۰
۲	معمولی	۱۶	۳۳۱	۱۲/۸۶	۴۰۰۰۰	۳۲/۱۵			
۳	معمولی	۲۱	۳۶۹	۱۴/۳۴	۵۲۵۰۰	۳۵/۸۵			
۴	معمولی	۲۷	۴۲۸	۱۶/۶۰	۶۷۵۰۰	۴۱/۵۰			
۵	معمولی	۳۶	۵۰۸	۱۹/۷۰	۹۰۰۰۰	۴۹/۲۵			
۶	اصلاح شده	۷	۱۰۶	۴/۰۵	۱۷۵۰۰	۱۰/۱۲	۳۳۵۰۰	۱۷/۸۷	۸۰۰ تا ۱۲۰۰
۷	اصلاح شده	۹	۱۱۷	۴/۶۰	۲۲۵۰۰	۱۱/۵۰			
۸	اصلاح شده	۱۵	۲۳۶	۸/۵۰	۳۷۵۰۰	۲۱/۲۵			
۹	اصلاح شده	۱۷	۲۵۰	۸/۸۶	۴۲۵۰۰	۲۲/۱۵			
۱۰	اصلاح شده	۱۹	۲۷۰	۹/۷۴	۴۷۵۰۰	۲۴/۳۵			

برای به دست آوردن درجه بزرگ نمایی (مقیاس) به منظور استفاده در روابط فرکتالی (G) از نسبت سطح سایه انداز تیغه (سطح مفید جمع آوری کننده) به سطح کل تیغه (سطح برش) استفاده شد. با توجه به اینکه راستای تیغه برش با کف پلاتفرم در کمباین معمولی ۱۱ درجه زاویه دارد (شکل ۱-الف). درجه بزرگ نمایی (مقیاس) کمباین معمولی با کمباین اصلاح شده که در آن زاویه مذکور به صفر رسیده است (شکل ۱-ب) کمتر می باشد. مشخصات تیغه برش کمباین ها و درجه بزرگ نمایی (مقیاس) به دست آمده در جدول شماره ۲ آمده است.



(الف)



(ب)

شکل ۱- نمای جانبی انگشتی با راستای پلاتفرم در دو کمباین معمولی (الف) و اصلاح شده (ب)

جدول ۲ – مشخصات کمباین ها و مقیاس انتخاب شده

کمباین	زاویه تیغه برش نسبت به راستای پلاتفرم	درجه بزرگ نمایی (مقیاس)
معمولی	۱۱- درجه	۰/۴۸
اصلاح شده	صفر درجه	۰/۵

اگر نمودار $Log(\frac{N_2}{N_1})$ در مقابل $Log(G)$ برای هر بار برداشت رسم شود، شیب نمودار بیانگر بعد فرکتالی (D) می‌باشد (رابطه ۲).

$$Log(\frac{N_2}{N_1}) = D.Log(G) \qquad (2)$$

برای این منظور، تراکم کشت (N_1) در هر قطعه و در هر تکرار مورد نیاز می باشد. داده‌های میدانی فاقد این آمار بودند. البته با توجه داده های عملکرد می توان این مقدار را بدست آورد اما چون مقدار عملکرد در کل مزرعه یکسان فرض می شود، دقت داده های بدست آمده از عملکرد، کافی نمی باشد.

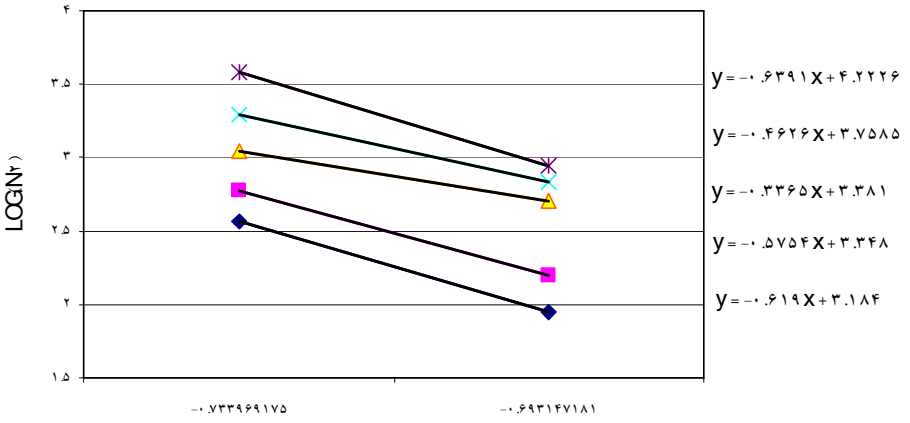
از طرفی مقدار تراکم کشت (N_1) در هر تکرار برای هر دو کمباین یکسان بوده است. لذا می توان مقدار N_1 را در رابطه ۲ ثابت فرض کرد؛ بنابراین به جای $Log(\frac{N_2}{N_1})$ از مقدار $Log(N_2)$ در رسم نمودارها استفاده شد. (رابطه ۳)

$$Log(N_2) = D.Log(G) \qquad (3)$$

لذا با داشتن مقدار تلفات تیغه در هر کمباین و دانستن درجه بزرگ نمایی (مقیاس)، بعد فرکتالی از ۶۵ درصد داده ها (۲۵سری) تخمین زده شد و مقادیر بدست با یک سوم باقیمانده (۱۵سری) آزمون شد.

بحث و نتیجه گیری:

نمودار $Log(N_2)$ در مقابل $Log(G)$ برای ۲۵ سری داده رسم شد (شکل ۲).



شکل ۲- نمودار $Log(N_2)$ در مقابل $Log(G)$ (تنها ۵ سری داده از ۲۵ سری ترسیم شده است.)

برای ۲۵ سری داده شیب‌ها تعیین گردید. محاسبات آماری توسط نرم افزار JUMP V.4.0.4 صورت پذیرفت. شیب ها از توزیع نرمال پیروی کرده و میانگین آنها برابر با ۰/۵۲ می باشد. (جدول ۲)

جدول ۲- محاسبات آماری توزیع شیب ها با استفاده از نرم افزار JUMP

میانگین	۰/۵۲
انحراف معیار	۰/۱۱۷۱۳۹
میانگین خطای استاندارد	۰/۰۴۵۶۰۷
حد بالای ۹۵٪	۰/۶۳۷۲۳۶۶
حد پایین ۹۵٪	۰/۴۰۲۷۶۳۴

آزمون T-test برای شیب‌ها در ۳۵ درصد باقیمانده داده ها، با فرض میانگین برابر با ۰/۵۲انجام شد. نتایج آزمون با توجه به داده های میدانی نشان می‌دهد که با اطمینان ۸۳ درصد می‌توان فرض بعد فرکتالی برابر با ۰/۵۲ را پذیرفت.(جدول ۳)

جدول ۳- t-Test برای آزمون میانگین با استفاده از نرم افزار JUMP

فرض میانگین	۰/۵۲
میانگین واقعی	۰/۶
درجه آزادی	۱۴
انحراف معیار	۰/۲۲۰۶۶
t- Test	
مقدار t	۱/۳۷۸۳
احتمال > |t|	۰/۱۷۶۶
احتمال > t	۰/۰۸۸۳
احتمال < t	۰/۹۱۱۷

با توجه به آزمون های آماری صورت گرفته و نتایج بـ ست آمده از آنها می توان رابطه ای را پیـشنهاد داد کـه بـا اسـتفاده از آن بـا داشتن مقدار تراکم کشت (N_1) و وضعیت تیغه کمباین (G)، میزان ضایعات تیغه برش (N_2) را به صـورت دقیـق محاسـبه نمـود. (رابطه ۴)

$$N_2 = N_1 \cdot G^{0.52} \qquad (4)$$

نتایج حاصل از این مقاله می تواند در کشاورزی دقیق و محاسبه جزء به جزء ضایعات برداشت، مورد استفاده قرار گیرد. البته لازم به ذکر است تحقیقات گسترده تر با در نظر گرفتن شرایط مختلف و همچنین در نظر گرفتن عوامل بیـشتر در محاسـبه درجـه بـزرگ نمایی (مقیاس) می تواند نتایج ارزشمند تری را به ارمغان آورد.

منابع:

۱- مدرس رضوی، م. (۱۳۷۵) ماشینهای برداشت غلات و دانه‌های گیاهی. انتشارات دانشگاه امام رضا(ع)
۲- بنگاه توسعه ماشینهای کشاورزی فارس(۱۳۸۰) گزارش ضایعات کمباین. وزارت کشاورزی
۳- بهروزی لار، م. و همکاران (۱۳۷۴) گزارش نهایی پژوهش افت کمباینی غلات (طرح ملی) نشریه شماره ۳۷. تحقیقـات فنی مهندسی کشاورزی- وزارت کشاورزی
۴- مینایی، س. (۱۳۷۹) "کاهش ضایعات گندم از تولید تا مصرف" متن طرح ویژه ملی مصوب شـورای پژوهـشهای علمـی کشور
۵- - شهرستانی، ع. و مینایی، س. (۱۳۸۰) بررسی و تعیین تلفات برداشت مکانیزه گندم توسط کمبـاین هـای جـان دیـر و کلاس. گزارش طرح اجرا شده در شرکت تعاونی تولید خدابنده، استان زنجان.
۶- منصوری،ح. (۸۲- ۱۳۸۱) پایان نامه کارشناسی ارشد مکانیزاسیون
۷- یاوری، ا و شاهپسند، م. راهنمای برداشت گندم، معاونت آموزش و تجهیز نیروی انـسانی سـازمان تحقیقـات و آمـوزش جهاد کشاورزی

8- Mandelbrot, B.B. (1982). The Fractal Geometry of Nature. W.H. Freeman and Company. ISBN 0-7167-1186-9.
9- Paul S Addison, 2005: Fractal and chaos,2005, oversea press (India) 256
10- Rahama A.M., O.A., Ali,M.E.,Dawel Beit, M.I. (1997) On-farm Ervluation of Combine Harvester Losses in the Gezira Scheme in the Sudan. Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America 28(2): 23-26 .
11- Anon. (1973) Fundamentals of Machine Operation (FMO) Combine Harvesting- John Deere and Co., Moline , OH .
12- Bukhari, S.B., Baloch ,J.M., Rattar F.M. (1983) Losses in wheat Harvesting and threshing. Agricultural Mechanization in Asia , Africa and Latin America 14(4): 61-67