# اثر روش‌هاي مختلف خاک‌ورزي بر برخي خواص فيزيکي خاک و عملکرد گندم ديم در تناوب نخود – گندم در استان همدان

احمد حيدري
عضو هيات علمي مرکز تحقيقات کشاورزي و منابع طبيعي همدان
(تاريخ دريافت: ۱۳۹۰/۴/۲۵- تاريخ تصويب: ۱۳۹۱/۴/۱۲)

## چکيده

گندم ديم يکي از محصولات مهم در غرب ايران به ويژه استان همدان مي باشد که معمولا در تناوب با آيش يا حبوبات (عمدتا نخود) کشت مي شود. اطلاعات کمي در خصوص موفقيت آميز بودن به کارگيري سامانه هاي بي خاک‌ورزي و کم خاک‌ورزي در کاشت نخود - گندم در شرايط ديم وجود دارد. به منظور تعيين اثر پنج سامانه خاک‌ورزي بر برخي خواص فيزيکي خاک و عملکرد گندم، تحقيقي در ايستگاه تحقيقاتي تجرک (شهرستان کبودر آهنگ) در يک خاک لوم رسي سيلت دار به مدت چهار سال (۸۷-۱۳۸۴) انجام شد. سامانه‌هاي خاک‌ورزي شامل :T1- گاوآهن برگرداندار+ ديسک به عنوان خاک‌ورزي مرسوم، T2- گاوآهن قلمي + غلتک به عنوان کم خاک‌ورزي، T3- هرس دوار عمودي(سيکلوتيلر)+ غلتک به عنوان کم‌خاک‌ورزي، T4 - پنجه‌غازي + غلتک به عنوان کم خاک‌ورزي و T5- کاشت مستقيم با خطي‌کار به عنوان بي‌خاک‌ورزي بود. اين تحقيق به صورت طرح آماري بلوک‌هاي کامل تصادفي در چهار تکرار اجرا شد. در حين آزمايش برخي خواص فيزيکي خاک شامل: جرم ويژه ظاهري خاک و سرعت نفوذ آب به خاک اندازه‌گيري شد. همچنين عملکرد و اجزا عملکرد گندم تعيين شد . نتايج نشان داد که اثر روش‌هاي خاک‌ورزي بر جرم ويژه ظاهري خاک و سرعت نفوذ آب به خاک در سطح احتمال ۱% معني‌دار بود و تيمار T2 کمترين جرم ويژه ظاهري و بيشترين سرعت نفوذ آب به خاک را در بين تيمارها داشت. نتايج سه ساله نشان داد که اثر روش‌هاي مختلف خاک‌ورزي بر عملکرد دانه و کاه معني‌دار نبود. متوسط عملکرد دانه گندم در سه سال فصل زراعي براي تيمار T2 (۱۰۵۰کيلو گرم در هکتار)، T3 (۱۰۳۰ کيلو گرم در هکتار)، T4 (۹۸۲کيلو گرم در هکتار)، T5 (۹۷۴ کيلو گرم در هکتار) و T1 (۹۳۲ کيلوگرم در هکتار) بود. مي‌توان نتيجه گرفت که سامانه‌هاي کم خاک‌ورزي و بي خاک‌ورزي موجب افزايش جزيي در عملکرد دانه گندم نسبت به خاک‌ورزي مرسوم شد. بنابراين، دامنه وسيعي از سامانه هاي مختلف کم خاک‌ورزي و بي خاک‌ورزي براي توليد گندم ديم در تناوب نخود- گندم در اراضي ديم استان همدان بدون کاهش در عملکرد، مي‌تواند جايگزين روش مرسوم (شخم با گاوآهن برگرداندار) شود.

**واژه‌هاي کليدي** : خاک‌ورزي، خواص فيزيکي خاک، تناوب نخود- گندم، ديم.

## مقدمه

اجراي نادرست عمليات خاک‌ورزي و تهيه بستر بذر علاوه بر اينکه به بافت خاک صدمه مي‌زند مي‌تواند موجب افت عملکرد محصول نيز شود. در بيشتر مناطق ديم، زارعين تناوب آيش-گندم را اجرا مي‌کنند و تناوب حبوبات-گندم به دليل مشکلات موجود در تهيه بستر بذر (ايجاد کلوخه پس از شخم) مرسوم نيست.

در اکثر مناطق ديم بعد از برداشت حبوبات (جهت تهيه بستر بذر غلات) اجراي عمليات خاک‌ورزي عميق توسط ادواتي نظير گاوآهن برگرداندار ضمن ايجاد کلوخه‌هاي درشت (بخصوص در خاک‌هايي با درصد رس بالا) موجب به سطح خاک آمدن بذور غلات قبلي و علف‌هاي هرز که هنوز قابليت جوانه‌زني را دارند مي‌شود (Diekmen *et al*., 1994). از طرفي استفاده از ادواتي نظير گاوآهن برگرداندار با عمق شخم بيشتر تحت چنين شرايطي به دليل افزايش مقاومت کششي موجب اتلاف انرژي نيز مي‌شود (Eskandari, 1997).

بقاياي گياهي در يک محيط اشباع از بخار آب مي‌تواند۸۰ تا ۹۰ درصد وزن خود آب جذب کند، در صورتيکه تحت همان شرايط مواد رسي فقط ۱۵ تا ۲۰ درصد آب جذب مي‌نمايند (Arshad *et al*., 1999). بنابراين باقي نگه داشتن بقاياي گياهي در سطح خاک براي فراهم آوردن محيطي مناسب براي نفوذ آب در خاک، کاهش تبخير از سطح خاک، ايجاد ساختمان مناسب و با به دام انداختن برف در سطح مزرعه در ذخيره آب مخصوصاً در مناطق ديم مي‌تواند بسيار مؤثر باشد (Hillel, 1982; Unger & Mccalla, 1980; Triplett *et al*.,

* نويسنده مسئول: Heidari299@yahoo.com

(1968). نتايج تحقيقات انجام گرفته در مورد استفاده از مالچ كلشي در مركز و شمال فلات بزرگ امريكا نشان داد كه اصلي‌ترين دليل كاهش ذخيره باران در خاك، توليد كم بقاياي گياهي توسط محصولات ديم است (Unger, 1978).

بررسي‌هاي انجام يافته در وارا در استراليا، در رابطه با فوايد تناوب نخود-گندم نسبت به تناوب گندم-گندم حاكي از افزايش عملكرد دانه گندم به ميزان ٤٠ درصد، پروتين دانه گندم به ميزان ١٤ درصد بود. در همين بررسي بازده استفاده آب از ٩/٢ كيلوگرم دانه در هكتار به ازاء يك ميلي‌متر آب در سامانه تناوب گندم- گندم به ١١/٧ كيلوگرم دانه در هكتار در سامانه تناوب نخود- گندم افزايش نشان مي‌دهد. در همين رابطه ميزان ازت خاك در سامانه تناوب نخود-گندم افزايش قابل توجه‌اي داشت(Dalal *et al*., 1998).

به منظور بررسي چگونگي تأثير روش بي‌خاك‌ورزي و روش خاك‌ورزي مرسوم برعملكرد بيولوژيكي و ميزان نيتروژن خاک در تناوب حبوبات- غلات آزمايشاتي در آلبرتا كانادا از سال ١٩٨٦ الي ١٩٩٢ به مورد اجرا گذاشته شد. تيمارها شامل دو دوره ٤ ساله تناوب با محصولات ثابت و روش‌هاي خاك‌ورزي متفاوت، ٤ تيمار تناوب جو- جو با تلفيق عمليات خاك‌ورزي و اعمال كود نيتروژنه بودند. بر اساس نتايج به دست آمده در تناوب حبوبات- جو، عملكرد محصول جو در روش بي‌خاك‌ورزي همانند عملكرد آن در تناوب جو- جو با اعمال كود نيتروژنه بود. در كل تناوب بر اساس حبوبات موجب توليد نيتروژن برابر با سامانه غلات- غلات با مصرف كود نيتروژنه در طي ٤ دوره تناوب شد (Izaurralde *et al*., 1995).

براي بررسي اثر عمليات خاك‌ورزي بر عملكرد محصول و رطوبت خاك آزمايشي به مدت ٥ سال زراعي در مركز تحقيقات مناطق خشك ايكاردا در تناوب غلات- حبوبات اجرا شد. تيمارهاي آزمايشي شامل گاوآهن برگرداندار (خاك‌ورزي عميق)، گاوآهن قلمي (خاك‌ورزي حفاظتي عميق) و پنجه‌غازي (خاك‌ورزي سطحي) بودند. نتايج آزمايش مذكور نشان داد كه اثرخاك‌ورزي بر عملكرد گندم معني‌دار بوده و خاك‌ورزي سطحي با پنجه‌غازي بيشترين اثر را در افزايش عملكرد گندم نسبت به دو روش ديگر داشت (Anon., 1990).

براي بررسي اثرخاك‌ورزي، تناوب و كود شيميايي، آزمايش مزرعه‌اي از سال ١٩٨٨ لغايت ١٩٩٤ در آب و هواي مديترانه‌اي در اسپانيا به مورد اجرا گذاشته شد. تيمارهاي خاك‌ورزي شامل بي‌خاك‌ورزي، خاك‌ورزي مرسوم و تناوب‌ها شامل آيش- گندم، گندم- گندم، گندم- نخود، گندم- آفتابگردان و باقلا - گندم بودند. بر اساس نتايج، در سال‌هاي خشك عملكرد گندم در روش بي‌خاك‌ورزي از روش‌هاي ديگر بيشتر بود. برعكس در سال‌هاي پر باران روش خاك‌ورزي مرسوم نتيجه بهتري داشت. همچنين در سال‌هاي خشك اثر متقابل خاك‌ورزي و تناوب بر عملكرد گندم معني‌دار بوده به طوري كه عملكرد به ترتيب در تناوب نخود- گندم، باقلا- گندم، آيش- گندم با روش بي‌خاك‌ورزي نسبت به خاك‌ورزي مرسوم بيشتر بود (Lopez *et al*., 1996).

آزمايش ديگري در طول ٨ فصل زراعي به منظور بررسي اثر روش‌هاي خاك‌ورزي مرسوم در زمان‌هاي مختلف (زود- متوسط- دير) و روش بي‌خاك‌ورزي در دو مرحله زماني ( زود و دير) در تناوب غلات- حبوبات (عدس) در مركز تحقيقات مناطق خشك ايكاردا به اجرا در آمد. نتايج حاصله حاكي از آن است كه عملكرد دانه و عملكرد بيولوژيكي محصول (گندم و عدس) در سامانه بي‌خاك‌ورزي اختلاف معني‌داري با روش مرسوم خاك‌ورزي نداشته ولي برتري روش بي‌خاك‌ورزي در تقليل هزينه‌ها مشهود بود (Anon., 1992). دستاورد ساير محققان در رابطه با اثر بلند مدت تناوب‌هاي زراعي مختلف و روش‌هاي متفاوت خاك‌ورزي بيانگر افزايش عملكرد گندم در شرايط ديم به ميزان ٧٨% در روش خاك‌ورزي حفاظتي نسبت به روش خاك‌ورزي مرسوم است (Mejahed & Sander, 1998). بررسي‌هاي انجام يافته در جنوب آيداهو در امريكا نشان مي‌دهد كه استفاده از ادوات خاك‌ورزي كه ته ساقه‌هاي گندم را در روي خاك باقي مي‌گذارند موجب افزايش رطوبت ذخيره شده در حدود ٤ سانتي‌متر مي شود. بررسي ديگري در كانادا نيز حاكي از ذخيره نزولات زمستانه به ميزان ٣٧ درصد در اراضي كه ته ساقه‌هاي گندم موجود بوده مي‌باشد (Brengle, 1982).

Halvorson *et al*. (1999) در يک آزمايش ١٢ ساله، تاثير خاك‌ورزي و كود نيتروژنه را بر گندم زمستانه ديم در يک سامانه كشت پيوسته بررسي نمودند. سامانه‌هاي خاك‌ورزي شامل خاك‌ورزي مرسوم، كم خاك‌ورزي و بدون خاك‌ورزي و مقادير كود نيتروژن شامل: ٣۴، ۶٧ و ١٠١ كيلوگرم در هكتار در تناوب گندم بهاره- گندم زمستانه- آفتابگردان بود. نتايج نشان داد كه عملكرد گندم در سامانه‌هاي كم خاك‌ورزي (١٩۶٨ كيلوگرم در هكتار) و بدون خاك‌ورزي(٢٠٢٢ كيلوگرم درهكتار) نسبت به خاك‌ورزي مرسوم (١٨٠١ كيلوگرم در هكتار) بيشتر بود. همچنين افزايش كود ازته از ٣۴ كيلوگرم به ۶٧ كيلوگرم، توليد گندم را از ١٨۴۴ كيلوگرم به ١٩۵٣ كيلوگرم افزايش داد. نتايج طولاني مدت نشان داد كه مي‌توان در فلات مرتفع آمريكا، گندم زمستانه را به طور موفقيت آميز در سامانه‌هاي كشت پيوسته بدون استفاده از آيش به كار برد به خصوص اگر از سامانه هاي بدون خاك‌ورزي به همراه كود اضافه نيتروژنه استفاده شود.

Hemmat & Eskandari (2004) در پژوهش چند ساله اثر سامانه‌هاي خاک‌ورزي را بر عملکرد محصول در تناوب گندم – نخود در اراضي ديم آذربايجان شرقي بررسي نمودند. سامانه‌هاي خاک‌ورزي شامل: ۱- شخم با گاوآهن برگرداندار + ديسک به عنوان خاک‌ورزي مرسوم،۲- شخم با گاوآهن قلمي+ ديسک به عنوان کم‌خاک‌ورزي، ۳- پنجه غازي به عنوان کم خاک‌ورزي و ۴- بدون خاک‌ورزي با بقاياي محصول قبلي بود. نتايج نشان داد که بيشترين عملکرد گندم با پنجه غازي حاصل شد در صورتي که بيشترين عملکرد نخود با روش بدون خاک‌ورزي با و بدون بقايا به دست آمد. عملکرد گندم و نخود در روش خاک ورزي با گاوآهن قلمي به ترتيب ۱۴ و ۲۷ درصد بيشتر از خاک ورزي مرسوم بود.

Hemmat & Eskandari (2006) در پژوهشي اثر پنج روش خاک‌ورزي را برعملکرد و اجزا عملکرد گندم در تناوب گندم-گندم در يک خاک لوم رسي در شمال غرب ايران ( مراغه آذربايجان شرقي ) به مدت سه سال مطالعه نمودند. نتايج نشان داد که روش‌هاي مختلف خاک‌ورزي اثر معني‌دار بر عملکرد و اجزاء عملکرد گندم در ۲ سال داشته است. متوسط عملکرد گندم در سه فصل زراعي در روش‌هاي خاک‌ورزي مرسوم، گاوآهن قلمي، پنجه‌غازي، بدون خاک‌ورزي (با بقاياي ايستاده) و بدون خاک‌ورزي (با بقاياي کامل) به ترتيب ۱۰۰۰ ، ۱۱۰۰، ۱۲۰۰،۱۳۰۰و ۱۴۰۰ کيلوگرم در هکتار بود. متوسط عملکرد دانه گندم در روش خاک‌ورزي با گاوآهن قلمي و بدون خاک‌ورزي (با بقاياي کامل) بطور معني‌داري ۴۲-۲۵ درصد بيشتر از روش خاک‌ورزي مرسوم (گاوآهن برگرداندار) بود. تعداد بوته در متر مربع در روش‌هاي خاک‌ورزي با گاوآهن قلمي و بدون خاک‌ورزي به طور معني داري افزايش يافت ولي تعداد دانه در خوشه و طول خوشه تنها در روش بدون خاک‌ورزي نسبت به خاک‌ورزي مرسوم افزايش يافت. روش‌هاي خاک‌ورزي اثر معني‌داري روي وزن هزار دانه نداشتند.

Pikul *et al*. (1993) در آزمايشي طولاني مدت (۱۹ سال) اثر چهار روش خاک ورزي برعملکرد محصول و خواص خاک در يک خاک لومي سيلتي در تناوب نخود سبز- گندم مطالعه نمودند. روش‌هاي خاک‌ورزي اوليه شامل (T1) گاوآهن برگرداندار در پاييز بعد از گندم و نخود، (T2) روتيواتور درپاييز بعد از گندم و پنجه‌غازي درپاييز بعد از نخود،(T3) گاوآهن برگرداندار در بهار بعد از گندم و گاوآهن برگرداندار در پاييز بعد از نخود و (T4) بدون خاک ورزي بعد از گندم و پنجه‌غازي در پاييز بعد از نخود بودند. نتايج حاکي از عدم اختلاف در عملکرد (نخود و گندم) در چهار روش خاک‌ورزي بود. از نقطه نظر فرسايش تيمارهاي(T3) و (T4) نسبت به(T1) و (T2) برتري داشتند، زيرا پوشش سطحي در زمستان ايجاد کردند. آنها نتيجه گرفتند که سامانه مرسوم شخم با گاوآهن برگرداندار در پاييز بعد از نخود و گندم مي‌تواند با ديگر روش‌هاي خاک‌ورزي حفاظتي بدون کاهش عملکرد جايگزين شود.

Rahimzadeh *et al*. (1999) در پژوهشي، پنج سامانه خاک‌ورزي مختلف (روش مرسوم همراه با روش‌هاي حفاظتي) براي کاشت گندم بعد از حبوبات (نخود در مناطق سرد و عدس در مناطق گرم) در چهار منطقه مراغه ، همدان (مناطق سرد)، گچساران و باغملک (مناطق گرم) را مورد تحقيق قراردادند. نتايج نشان داد که اثر روش خاک‌ورزي در مناطق سرد بر عملکرد گندم ديم معني‌دار نشد ولي بر خصوصيات خاک تاثير معني‌دار گذاشت. در مناطق گرم روش خاک‌ورزي بر عملکرد گندم معني‌دار شد. نتايج تحقيق نشان داد به‌منظور جلوگيري از تخريب خاک در هر چهار منطقه امکان جايگزيني يکي از روش هاي خاک‌ورزي حفاظتي (استفاده از گاوآهن قلمي يا پنجه‌غازي) به جاي روش مرسوم (استفاده از گاوآهن برگرداندار) وجود دارد.

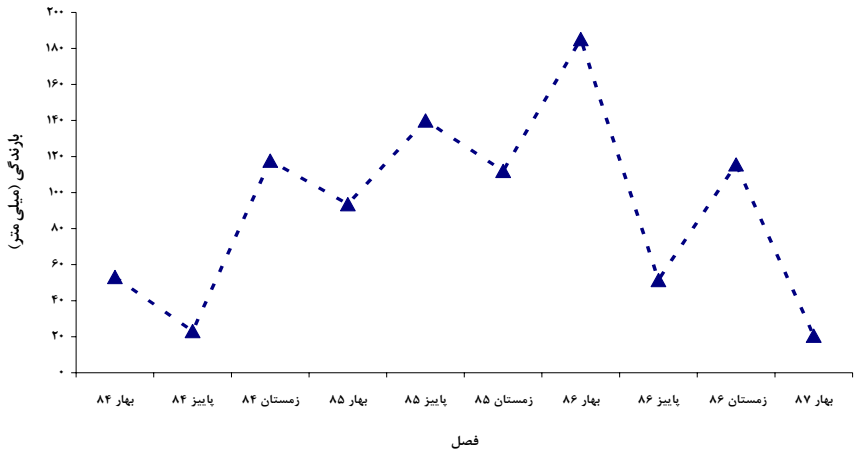
با توجه به موفقيت آميز بودن به کارگيري سامانه هاي خاک‌ورزي حفاظتي در زراعت ديم در ساير مناطق ايران و دنيا، آزمايش حاضر با هدف بررسي اثر روش‌هاي مختلف خاک‌ورزي بر برخي خواص فيزيکي و عملکرد گندم در تناوب با نخود در اراضي ديم استان همدان اجرا شد.

## مواد و روش‌ها

اثر روش‌هاي مختلف خاک‌ورزي بر روي خواص فيزيکي خاک و عملکرد گندم ديم در تناوب نخود- گندم طي چهار سال (۸۷-۱۳۸۴) در ايستگاه تحقيقاتي تجرک مرکز تحقيقات کشاورزي همدان اجرا شد. مشخصات محل آزمايش در جدول (۱) و توزيع بارندگي در فصول مختلف سال‌هاي اجراي آزمايش در شکل (۱) ارائه شده است.

جدول ۱- مشخصات محل آزمايش

| محل | موقعيت جغرافيايي | بافت خاک | بارندگي در فصل زراعي (ميلي متر) | | | مدت آزمايش |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ۸۵-۱۳۸۴ | ۸۶-۱۳۸۵ | ۸۷-۱۳۸۶ دراز مدت | |
| ايستگاه تحقيقاتي تجرک (کبودراهنگ،استان همدان) | ´۴۵ و °۴۸ طول شرقي و ´۱۴ و °۳۵ عرض شمالي ارتفاع آن از سطح دريا ۱۷۰۰ متر | لوم رسي سيلت دار (۴۹% شن، ۲۵/۷% سيلت و ۲۵/۳% رس) | ۲۳۴/۲ | ۴۳۷/۲ | ۱۸۷/۷ | ۳۳۲/۷ ۴ سال |




شکل ۱- توزیع بارندگي در فصول مختلف سال

اين تحقيق در قالب طرح بلوك‌هاي كامل تصادفي شامل ۵ تيمار و ٤ تكرار اجرا شد . تيمارهاي خاك‌ورزي پياده شده در كرت‌هاي آزمايش شامل :T1- گاوآهن برگرداندار + ديسک به عنوان خاك‌ورزي مرسوم به عمق ۲۰ سانتي‌متر، T2- گاوآهن قلمي + غلتك به عنوان كم خاك‌ورزي به عمق ۲۵ سانتي‌متر، T3- كلوخ خرد كن و بستر ساز (power harrow) معروف به سيكلوتيلر مجهز به تيغه‌هاي عمودي دوار و غلتک به عنوان كم‌خاك‌ورزي به عمق ۲۰ سانتي‌متر، T4 - كولتيواتور پنجه‌غازي + غلتك به عنوان كم خاك‌ورزي به عمق ۲۰ سانتي‌متر و T5- كاشت مستقيم با خطي‌كار (عميق كار ماشين برزگر همدان) به عنوان بي‌خاك‌ورزي بود.

ابتدا دو قطعه زمين هر كدام به ابعاد ۱۱۰×۵۰ متر با خصوصيات فيزيكي و شيميايي مشابه به منظور كشت گندم و نخود انتخاب شد (انتخاب دو قطعه زمين به اين دليل بود كه هر ساله يكي از قطعات زير كشت گندم و قطعه ديگر زير كشت نخود باشد). سپس در اواخر مهر ماه سال۱۳۸۳ در يكي از قطعات گندم ديم (رقم سرداري) ۱۵۰ كيلوگرم در هكتار كشت شد و در اواسط فروردين سال ۱۳۸٤ در قطعه ديگر نخود ديم (رقم آزاد) به مقدار ۷۵ كيلوگرم در هكتار كشت شد. خاك‌ورزي نخود با دستگاه گاوآهن قلمي + غلتک انجام شد و در اوايل بهار در اولين فرصت كه شرايط خاک از نظر رطوبتي اجازه ورود ماشين كاشت را مي‌داد مبادرت به كاشت نخود با عميق كار ماشين برزگر به صورت يک خط در ميان با فاصله كشت ۳٤ سانتي‌مترکرديم. پس از رسيدن كامل نخود، محصول در مردادماه همان سال به روش دستي برداشت شد و قطعه آزمايش جهت اعمال تيمارهاي خاك‌ورزي و كشت گندم آماده شد. ابتدا قطعه آزمايشي كرت بندي شد ( اندازه هر كرت ۹ × ۲۰متر مربع، فاصله كرت‌ها از يكديگر ۱/۵ متر و فاصله تكرار ها از يكديگر ۱۰ متر بود). قبل از اعمال تيمارها نمونه خاك مركب جهت تعيين برخي خواص فيزيكو شيميايي خاک و توصيه كودي تهيه شد. خواص فيزيكي و شيميايي خاک در جدول۲ و ساير مشخصات (تاريخ كشت، مقدار بذر و كود و...) در جدول ۳ و نيز مشخصات فني ادوات مورد استفاده در جدول ٤ نشان داده شده است. لازم به توضيح است كه تمام كود فسفات آمونيوم و دو سوم كود اوره در پاييز و مابقي كود اوره در بهار به زمين داده شد. همچنين رطوبت خاک در زمان اجراي عمليات خاك‌ورزي در حدود ٦ تا ۷ درصد بود.

جدول ۲- برخي خواص شميايي و فيزيكي خاک محل آزمايش

| عمق سانتي‌متر | درصد اشباع s.p | هدايت الكتريكي EC*10³ dS/cm | واكنش گل اشباع | درصد كربن آلي | فسفر قابل جذب ppm | پتاسيم قابل جذب ppm | بافت | اجزا (درصد) شن Sand | سيلت Silt | رس Clay |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۰-۳۰ | - | /۹۳ | ۸/۰۵ | /۳۴ | ۱۰/۲ | ۳۱۰ | SCL | ۴۹ | ۲۵/۷ | ۲۵/۳ |

پس از اعمال روش‌هاي مختلف خاك‌ورزي، تمام قطعه آزمايش به وسيله عميق‌كار ماشين برزگر همدان كشت مي‌شد. همچنين در حين آزمايش و در تاريخ هاي مشخص، برخي خواص فيزيكي خاک شامل: جرم ويژه ظاهري خاک (بعد از

اعمال تيمارهاي خاك‌ورزي) و سرعت نفوذ آب به خاک (در زمان قبل از برداشت محصول) اندازه‌گيري شد. يک هفته قبل از برداشت گندم فاکتورهاي ارتفاع گياه و نيز تعداد خوشه در متر مربع با کادر اندازي در کليه کرت‌ها تعيين شد. سپس در آزمايشگاه فاکتورهاي تعداد دانه در خوشه و وزن هزار دانه، طول خوشه اندازه‌گيري شد جهت تعيين عملکرد دانه از وسط هر کرت سطحي به اندازه ۱۰ مترمربع برداشت و پس از انتقال به مرکز توسط کمباين آزمايشي دانه جدا و توزين شد.

نتايج حاصله از بررسي هاي مزرعه‌اي و همچنين عملکرد تيمارها مورد تجزيه و تحليل آماري قرارگرفته و از آزمون چند دامنه‌اي دانکن جهت مقايسه ميانگين‌ها استفاده شد.

جدول۳ – تاريخ کشت گندم و ساير مشخصات

| سال زراعي | تناوب | تاريخ کشت | رقم گندم | مقدار بذر (کيلو گرم بر هکتار) | کود مصرفي(کيلوگرم بر هکتار) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | اوره (۴۶%نيتروژن) | فسفات آمونيم(۴۶%فسفر) |
| ۸۵ -۱۳۸۴ | نخود-گندم | ۱۳۸۳/۷/۲۴ | سرداري | ۱۵۰ | ۷۵ | ۳۰ |
| ۸۶ -۱۳۸۵ | نخود- گندم | ۱۳۸۴/۷/۱۵ | سرداري | ۱۵۰ | ۷۵ | ۳۰ |
| ۸۷ -۱۳۸۶ | نخود-گندم | ۱۳۸۵/۷/۹ | سرداري | ۱۵۰ | ۷۵ | ۳۰ |

جدول۴- مشخصات فني ادوات مورد استفاده

| نوع ماشين | عرض کار (سانتي متر) | مشخصات فني |
|---|---|---|
| گاوآهن برگرداندار | ۹۰ | سوار شونده ، سه خيش ، عرض برش هر خيش ۳۰ سانتي‌متر |
| گاوآهن مرکب | ۲۰۰ | قابليت تجهيز به تيغه هاي قلمي و پنجه غازي - داراي غلطک دندانه‌دار - عرض کار ۲ متر- داراي ۷ بازو- ساخت شرکت ماشين زراعت همدان |
| کلوخ خردکن و بستر ساز فعال- سيکلوتيلر | ۲۵۰ | مدلHRB 252D - مجهز به تيغه‌هاي عمودي و غلطک دندانه‌دار- قدرت مورد نياز (۱۰۰ اسب بخار)- عرض کار مفيد ۲۵۰ سانتي‌متر- ساخت شرکت ماشين زراعت همدان |
| عميق کار | ۲۳۱ | مدل الوند شرکت ماشين برزگرهمدان- ۱۳ رديفه- فاصله بين رديف(۱۷ سانتيمتر)- شيار بازکن بيلچه‌اي- پوشانده از نوع چرخ فلزي |
| هرس بشقابي (ديسک) | ۲۰۰ | سوار شونده – تاندوم- ۲۸ پره- لبه صاف- قطر پره ۴۸ سانتي‌متر |

روش اندازه‌گيري جرم ويژه ظاهري خاک

براي تعيين جرم ويژه ظاهري خاك، از استوانه‌هاي نمونه‌برداري استفاده شد ابتدا قطر داخلي و ارتفاع استوانه‌هاي نمونه‌برداري اندازه‌گيري شد (قطر استوانه ۷۷/۲ ميلي‌متر و ارتفاع ان ٤۱/۸ ميلي‌متر) سپس از هر کرت شش نمونه دست نخورده از دو عمق ۱۰-۰ و ۲۰-۱۰ سانتي‌متري خاک برداشت شد. نمونه‌هاي دست نخورده توزين و به مدت۲٤ ساعت در آون با دماي ۱۰۵ سلسيوس قرار داده شد تا کاملا خشک شود و مجدداً توزين شد. براي محاسبه جرم ويزه ظاهري خاک از رابطه (۱) استفاده شد.

$$BD=W_s/V \quad (1)$$

BD = جرم ويژه ظاهري خاك($g/cm^3$)

$W_s$ = جرم خاك خشك (g)

V = حجم کل خاك ($cm^3$)

تعيين سرعت نفوذ آب به خاک

براي اندازه‌گيري نفوذپذيري خاک به آب از روش استوانه مضاعف استفاده شد. استوانه‌ها در سطح زمين به شکل متحدالمرکز به طوري که هر دو استوانه به اندازه ۱۰ تا ۱۵ سانتي‌متر در خاک نفوذ کند قراردادیم. سپس داخل هر دو استوانه آب ريخته به اندازه‌اي که عمق آب داخل استوانه کوچک از لبه آن بين ۷ تا ۱۲ سانتي‌متر فاصله داشته باشد. پايين رفتن سطح آب استوانه داخلي نسبت به زمان مرتب اندازه‌گيري شد. آب بين استوانه داخلي و خارجي فقط براي کنترل حرکت عمودي آب در استوانه داخلي است تا از حرکات جانبي آن که ممکن است موجب اشتباه در آزمايش شود جلوگيري گردد، بنابراين هيچگونه اندازه‌گيري روي آن صورت نگرفت. توضيح اينکه فواصل قرائت در اوايل کوتاه و به تدريج افزايش يافت. زماني که عمق آب نفوذي در قرائت هاي انجام شده ناچيز و به تعادل رسيد اندازه‌گيري خاتمه يافت. در اين آزمايش ميزان نفوذ در مدت زماني کل ۱۲۰ دقيقه و در فاصله زماني يك الي ده دقيقه، هر دقيقه يك بار، در فاصله زماني ۱۵ الي ٦۰ دقيقه، هر ۵ دقيقه يك بار و در فاصله زماني ٦۰ الي ۱۲۰ دقيقه، هر دقيقه يك بار اندازه‌گيري شد.

## نتايج و بحث

جرم ويژه ظاهري خاک

نتايج تجزيه واريانس سالانه و چند ساله مرکب و نيز

مقايسه ميانگين‌هاي اثر روش‌هاي مختلف خاک‌ورزي بر جرم ويژه ظاهري خاک طي سال‌هاي ۸۷-۱۳۸٤ در جداول ٥، ٦ و۷ آورده شده است. همانگونه که مشاهده مي‌شود اثر روش‌هاي خاک‌ورزي بر جرم ويژه ظاهري خاک معني‌دار شده است و به ترتيب تيمارهاي T2 و T3 در اعماق ۱۰ و ۲۰ سانتي‌متري خاک، کمترين مقدار جرم ويژه ظاهري خاک را داشته‌اند. علت اين امر به علت نفوذ بهتر در شرايط خشکي خاک و سست نمودن بهتر خاک تا عمق۲۰ سانتي‌متري بوسيله يک بار عبور دستگاه‌هاي گاواهن قلمي+غلتک و سيکلوتيلر+غلتک بود. علت بالا بودن جرم ويژه ظاهري خاک در تيمار T4 (پنجه‌غازي + غلتک) به اين دليل بود که با توجه به شکل تيغه در شرايط خشکي خاک زياد قادر نبود به عمق خاک نفوذ کند. شخم با گاوآهن برگرداندار در شرايط خشکي خاک باعث ايجاد کلوخه‌هاي بزرگ و سختي شد که براي شکستن آن نياز به چند بار ديسک زدن و در نتيجه عبور تراکتور بود که باعث متراکم شدن دوباره خاک شد. در حالي که خاک‌ورزي با ديگر ادوات (قلمي، پنجه‌غازي و سيکلوتيلر) در شرايط خشکي خاک ايجاد کلوخه نمي‌کردند.

جدول ۵- تجزيه واريانس سالانه( ميانگين مربعات ) اثر تيمار بر جرم مخصوص ظاهري خاک

| منابع تغييرات | درجه آزادي | ميانگين مربعات | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | سال ۸۵-۱۳۸۴ | | سال ۸۶-۱۳۸۵ | | سال ۸۷-۱۳۸۶ | |
| | | عمق خاک (سانتي‌متر) | | عمق خاک (سانتي‌متر) | | عمق خاک (سانتي‌متر) | |
| | | ۱۰ | ۲۰ | ۱۰ | ۲۰ | ۱۰ | ۲۰ |
| تکرار | ۳ | ۰/۰۱۲ ns | ۰/۰۰۲ ns | ۰/۰۲۸ ns | ۰/۰۰۱ ns | ۰/۰۰۶ ns | ۰/۰۰۱ ns |
| روش خاک ورزي | ۴ | ۰/۰۱۹* | ۰/۰۲۹* | ۰/۰۵۷ ns | ۰/۰۶۵** | ۰/۰۵۲** | ۰/۰۸۶** |
| خطاي آزمايش | ۱۲ | ۰/۰۰۴ | ۰/۰۰۶ | ۰/۰۲۲ | ۰/۰۰۶ | ۰/۰۱ | ۰/۰۰۵ |
| مجموع | ۱۹ | | | | | | |

ns ، *و** به ترتيب عدم وجود تفاوت معني‌دار، معني دار در سطح ۵% و ۱% .

جدول ۶- تجزيه واريانس مرکب ( ميانگين مربعات ) اثر تيمار بر جرم مخصوص ظاهري خاک

| منابع تغييرات | درجه آزادي | ميانگين مربعات |
|---|---|---|
| سال | ۲ | ۰/۰۸۶** |
| تيمار | ۴ | ۰/۱۴۴** |
| عمق | ۲ | ۰/۰۰۰۰۰۱ ns |
| خطا | ۸۱ | ۰/۰۰۸ |

ns ، *و** به ترتيب عدم وجود تفاوت معني‌دار، معني دار در سطح ۵% و ۱% .
درصد ضريب تغييرات (CV%) : ۶/۵

جدول۷- ميانگين جرم مخصوص ظاهري خاك (**g/cm3**) در روش‌هاي مختلف خاك ورزي

| تيمار | عمق ۱۰-۰ سانتيمتر | عمق ۲۰-۱۰ سانتيمتر |
|---|---|---|
| T1 | ۱/۴۳ b | ۱/۴۴ b |
| T2 | ۱/۳۲ a | ۱/۲۸ a |
| T3 | ۱/۳۵ a | ۱/۳۶ a |
| T4 | ۱/۴۴ b | ۱/۴۹ b |
| T5 | ۱/۴۵ b | ۱/۴۶ b |

اعداد هر ستون که داراي حروف مشترکي هستند از نظر آماري اختلاف معني دار بر اساس آزمون چند دامنه اي دانکن در سطح احتمال ۱% ندارند.

سرعت نفوذ آب به خاک

نتايج تجزيه واريانس چند ساله مرکب اثر روش‌هاي مختلف خاک‌ورزي بر سرعت نفوذ آب به خاک طي سال‌هاي ۸۷-۱۳۸٤ در جدول ۸ آورده شده است. همان گونه که مشاهده مي‌شود اثر روش‌هاي خاک‌ورزي بر سرعت نفوذ آب به خاک در سطح احتمال ۵% معني‌دار شده است. همان گونه که از شکل (۲) مشاهده مي‌شود تيمارT2 بيشترين سرعت نفوذ آب به خاک (۰/۳۱ سانتي‌متر در دقيقه) و تيمار T5 کمترين سرعت نفوذ آب به خاک (۰/۲۴ سانتي‌متر در دقيقه) را در بين تيمارها داشتند. علت بيشتر بودن سرعت نفوذ آب در خاک در تيمار گاوآهن قلمي+ غلتک مي‌تواند به دليل تيغه‌هاي قلمي دستگاه باشد که مي‌توانست در شرايطي که خاک خشک بود نسبت به وسايل ديگر بيشتر در خاک نفوذ کند.

جدول ۸- تجزيه واريانس مرکب ( ميانگين مربعات ) اثر تيمار بر سرعت نفوذ آب به خاک

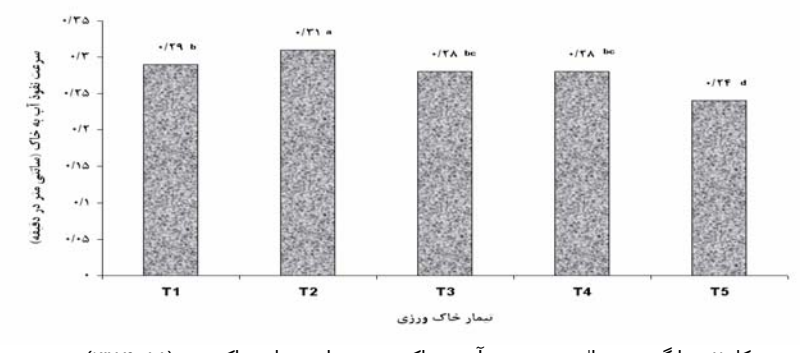
| منابع | درجه | ميانگين |
|---|---|---|
| سال | ۲ | ۰/۰۶۶* |
| تيمار | ۴ | ۰/۱۱* |
| خطا | ۸۱ | ۰/۰۰۵ |

ns، *و** به ترتيب عدم وجود تفاوت معني‌دار، معني دار در سطح ۵% و ۱%.

صفات زراعي گندم

نتايج تجزيه واريانس مرکب سه ساله (جدول۹) نشان داد که روش‌هاي مختلف خاک‌ورزي بر روي هيچ يک از صفات زراعي گندم معني‌دار نمي‌باشد. اثر سال به غير از وزن هزار دانه بر روي ساير صفات اثر معني‌دار دارد که با توجه به اختلاف شرايط آب و هوايي در سال هاي مختلف اين نتيجه دور از ذهن

نبود. اثر سال در تيمار نيز تنها بر روي تعداد دانه در خوشه معني‌دار بوده و بر ساير پارامترها اثر معني‌دار ندارد. معني‌دار نبودن اثر سال در تيمار نشان مي دهد كه با وجود متفاوت بودن شرايط آب هوايي در سال هاي مختلف اثر روش‌هاي مختلف خاك‌ورزي برروي خصوصيات زراعي (به غير از تعداد دانه در خوشه) يكسان مي باشد.




شكل ۲- ميانگين سه ساله سرعت نفوذ آب به خاک در روش‌هاي مختلف خاک‌ورزي (۸۸-۱۳۸۴)

جدول ۹- تجزيه واريانس مركب صفات زراعي گندم بر اساس تيمارهاي مختلف

| منابع تغيير | درجه آزادي | عملكرد دانه | عملكرد بيولوژيكي (دانه+كاه) (kg/ha) | خوشه در متر مربع | تعداد دانه در خوشه | وزن هزار دانه | ارتفاع بوته | طول خوشه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| سال | ۲ | ۸۰۰۹۵۸۸** | ۵۴۵۷۱۸۲۴** | ۴۱۶۱۳۸** | ۱۳۴/۳** | ۱۲ ns | ۱۱۵۱۹** ** | ۱۹** |
| خطا | ۹ | ۲۳۵۵۷ | ۱۵۲۷۹۰ | ۵۴۲۴ | ۴/۹ | ۱۴/۷ | ۹/۰۹ | ۰/۲۵ |
| تيمار | ۴ | ۲۶۶۰ ns | ۱۴۷۴۲۴ ns | ۶۵۱ ns | ۳/۸ ns | ۱۹/۲ ns | ۵/۱۸ ns | ۰/۵۴ ns |
| سال*تيمار | ۸ | ۱۷۵۳۹ ns | ۱۸۵۲۹۳ ns | ۱۱۲۲ ns | ۵/۵ * | ۹/۳ ns | ۶/۹ ns | ۰/۲۵ ns |
| خطا | ۳۶ | ۱۷۳۴۳ | ۱۶۲۹۳۶ | ۲۹۴۲ | ۲/۲ | ۱۸ | ۹/۷۹ | ۰/۱۹ |
| CV% | | ۱۳/۳ | ۱۶/۲ | ۱۹ | ۱۴/۵ | ۱۳ | ۶/۷ | ۸ |

ns ، *و** به ترتيب عدم وجود تفاوت معني‌دار، معني دار در سطح ۵% و ۱% .

براساس جدول ميانگين سه ساله (جدول۱۰) از نظر عملكرد دانه اگر چه اختلاف بين تيمارها معني دار نمي‌باشد ولي تيمارهاي T2 با متوسط عملكرد (۱۰۵۰ كيلوگرم در هكتار)، T3 (۱۰۳۰ كيلوگرم در هكتار)، T4 (۹۸۲ كيلوگرم در هكتار) و T5 (۹۷٤ كيلوگرم در هكتار) نسبت به روش مرسوم يعني تيمارT1 (۹۳۲ كيلوگرم در هكتار) به ترتيب باعث افزايش عملكرد دانه به مقدار ۱۲/۷، ۱۰/۵، ۵ و ٤/۵ درصد شدند. از نظر عملكرد كاه، به ترتيب تيمارهاي T2 (۱٦۱۲ كيلوگرم در هكتار)، T4 (۱۵۰۹ كيلوگرم در هكتار)، T5 (۱٤۹۸ كيلوگرم در هكتار)، T3 (۱٤۷۵ كيلوگرم در هكتار) بيشترين عملكرد كاه و تيمار شاهد (T1) (۱٤۲۰ كيلوگرم در هكتار) كمترين عملكرد كاه را داشتند. اين نتايج با نتايج گزارش شده ساير محققان (Anon., 1990; Hemmat & Eskandari, 2004; Halvorson *et al*.,1999; Lopez *et al*., 1996) مبنني بر برتري سامانه‌هاي خاك‌ورزي حفاظتي نسبت به خاك‌ورزي مرسوم در زراعت گندم ديم مطابقت دارد.

جدول ۱۰- ميانگين صفات زراعي گندم در تيمارهاي مختلف (طي سال‌هاي ۸۷-۱۳۸۴)

| تيمار | تعداد خوشه در متر مربع | تعداد دانه در خوشه | وزن هزاردانه | عملكرد بيولوژيكي (دانه+كاه) (kg/ha) | عملكرد دانه (kg/ha) | ارتفاع بوته (cm) | طول خوشه (cm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| T1 | ۲۹۶/۲ | ۹/۶ | ۳۲/۱ | ۲۳۵۲ | ۹۳۲ | ۴۶/۲ | ۵/۸ |
| T2 | ۲۸۷/۲ | ۱۰/۹ | ۳۴/۵ | ۲۶۶۲ | ۱۰۵۰ | ۴۶/۹ | ۶/۲ |
| T3 | ۲۷۶/۶ | ۱۰/۸ | ۳۴ | ۲۵۰۵ | ۱۰۳۰ | ۴۵/۵ | ۵/۸ |
| T4 | ۲۸۲/۴ | ۹/۸ | ۳۵ | ۲۴۹۰ | ۹۸۲ | ۴۷/۵ | ۵/۶ |
| T5 | ۲۸۲/۲ | ۱۰/۳ | ۳۳/۱ | ۲۴۷۲ | ۹۷۴ | ۴۶ | ۵/۶ |

عملکرد گندم در سال‌هاي مختلف

نتايج تجزيه واريانس اثر روش‌هاي مختلف خاک‌ورزي بر عملکرد دانه و عملکرد بيولوژيکي در سال‌هاي زراعي ۸۵-۱۳۸٤، ۸٦-۱۳۸۵و ۸۷-۱۳۸٦ به تفکيک در جدول (۱۱) ارائه شده است. همان گونه که مشاهده مي‌شود اثر روش‌هاي خاک‌ورزي بر عملکرد دانه و عملکرد بيولوژيکي معني‌دار نشده است. با توجه به اينکه سال‌هاي زراعي ۸۵-۱۳۸٤ و ۸۷-۱۳۸٦ نسبتا کم باران و سال زراعي ۸٦-۱۳۸۵ نسبتا پر باران بود مي‌توان نتيجه گرفت که تغيير سامانه خاک‌ورزي مرسوم به سامانه خاک‌ورزي حفاظتي با توجه به تغييرات بارندگي تغييري در عملکرد گندم ديم ايجاد نشد حتي عملکرد گندم در روش‌هاي خاک‌ورزي حفاظتي نسبت به خاک‌ورزي مرسوم به طور جزيي افزايش يافت (شکل۳).

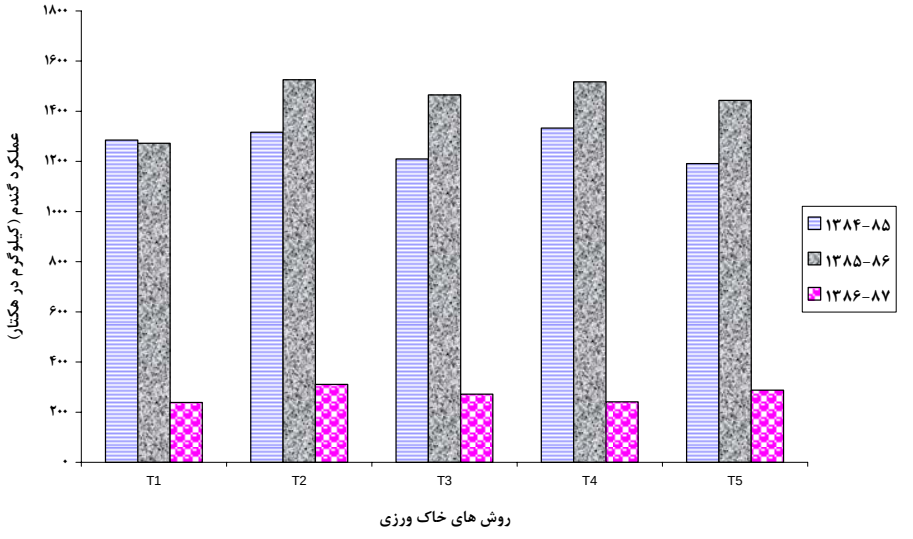
نتيجه‌گيري کلي

با توجه به افزايش جزيي در عملکرد گندم در روش‌هاي کم‌خاک ورزي و بي‌خاک ورزي نسبت به خاک‌ورزي مرسوم (استفاده از گاوآهن برگرداندار) و همچنين بهبود خواص فيزيکي خاک از جمله کاهش جرم ويزه ظاهري خاک، و نيز افزايش سرعت نفوذ آب به خاک و با توجه به مشکلات استفاده از گاوآهن برگرداندار جهت تهيه زمين گندم بعد از نخود (ايجاد کلوخه و نياز به خاک‌ورزي ثانويه بيشتر) مي‌توان خاک‌ورزي حفاظتي را جايگزين روش مرسوم نمود و به‌ترتيب اولويت از ادوات و روش‌هاي گاوآهن قلمي، سيکلوتيلر، پنجه‌غازي و بدون‌خاک‌ورزي به جاي گاوآهن برگرداندار استفاده نمود.

جدول ۱۱- تجزيه واريانس مرکب صفات زراعي گندم بر اساس تيمارهاي مختلف

| منابع تغيير | درجه آزادي | سال زراعي ۸۵-۱۳۸٤ | | سال زراعي ۸٦-۱۳۸۵ | | سال زراعي ۸۷-۱۳۸٦ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | عملکرد دانه | عملکرد بيولوژيکي (دانه+کاه) | عملکرد دانه | عملکرد بيولوژيکي (دانه+کاه) | عملکرد دانه | عملکرد بيولوژيکي (دانه+کاه) |
| تکرار | ۳ | ۴۳۹۲۰/۰** | ۱۸۲۳۳۹/۴* | ۱۵۸۹۰/۸ ns | ۲۴۹۳۴۷/۹ ns | ۱۰۸۶۰ ns | ۲۸۶۸۴ ns |
| روش خاک ورزي | ۴ | ۱۶۱۱۰ ns | ۱۶۰۳۳۰/۱ ns | ۴۱۷۴۱/۷ ns | ۳۴۹۲۷۸/۷ ns | ۳۸۲۹/۷ ns | ۴۱۳۰/۸ ns |
| خطاي آزمايش | ۱۲ | ۵۷۸۵/۸ | ۴۹۲۱۹/۸ | ۴۲۶۵۲/۴ | ۴۱۲۶۵/۷ | ۳۵۹۱ | ۲۰۷۸۶ |
| مجموع | ۱۹ | | | | | | |

ns ، *و** به ترتيب عدم وجود تفاوت معني‌دار، معني دار در سطح ۵% و ۱% .




شکل ۳- عملکرد گندم در روش‌هاي مختلف خاک‌ورزي و در سال‌هاي مختلف

## REFERENCES

Anonymous. (1990). *Farm resource management program.* Annual report for 1990. ICARDA. Allepo. Syria.

Anonymous. (1992). *Farm resource management program.* Annual report for 1992. ICARDA. Allepo. Syria.

Arshad, M.A., Franzluebbers, A. J., & Gill, K.S. (1999). Improving barley yield on an acidic

Boralf with crop rotation, and zero tillage. *Soil & Tillage Reseach*, 50, 47-53.

Brengle, K.C. (1982). *Principles and practices of dryland farming*. Colorado Associated University Press. Boulder. Colorado 309.

Dalal, R. C., Strong, W. M., Weston & E.J., Cooper . (1998). Sustaining productivity of a Vertisol at Warra, Queensland, with fertilizers, no-tillage, or legumes. Wheat yields, nitrogen benefits and water-use efficiency of chickpea-wheat rotation. *Australian Journal of Experimental Agriculture.* 38(5)489-501, 33.

Diekmenn, J., Bansal, R. K. & Moonroe, G.E. (1994). *Developing and delivering mechanization for cool season food legume*. Kulwer Academic Publisher. Netherlands.

Eskandari, I. (1997). *Determination of tractor drawbar power in different depths in dryland conditions.* Research Report. Dryland Agricultural Research Institute. (in Farsi)

Halvorson, A. D., Blak, A. L., Krupinsky, J. M, & Merril, S. D. (1999). Dryland winter wheat response to tillage and nitrogen within an annual cropping system. *Agronomy Journal*, 91, 702-707.

Hemmat, A. & Eskandari, I. (2004). Tillage system effects upon productivity winter wheat-chickpea rotation in the northwest region of Iran. *Soil & Tillage Research*, 78(11), 69-81.

Hemmat, A. & Eskandari, I. (2006). Dryland winter wheat response to conservation tillage in a continuous cropping system in northwestern Iran. *Soil & Tillage Research*, 86, 99-109.

Hillel, D. (1982). *Introduction to soil physics.* Academic Press, New York.

Izaurralde, R.C., Choudhary, M., Juma, G.N. McGill, W. B. & Haherlein, L. (1995). Crop and nitrogen yield in legume-based rotations practiced with zero tillage and low input methods. *Agronomy Journal*, 87 (5), 968-964.

Lopez-Bellido, L., M, Fuentes., Castillo, J.E. & E.J.Fernandez. (1996).Long-term tillage, crop rotation, and nitrogen fertilizer effects on wheat yield under rained Mediterranean condition. *Agronomy Journal*, 88 (5), 783-791.

Mejahed, E.I & Sander, K. D. H. (1998). Rotation, tillage and fertilizer effects on wheat-based rainfed crop rotation in semiarid Morocco. Proceeding of *3rd European Conference on Grain Legumes.* Opportunities for high quality, healthy and added-value crops to meet European demands. Valladolid, Spain, 442-454.

Pikul, Jr., J. L., Ramig, R. E., & Wilkins, D. E. (1993). Soil properties and crop yield among four tillage systems in a wheat- pea rotation. *Soil & Tillage Research*, 26, 151-162.

Rhimzadeh, R., Heidari, A., Loveimi. N., & Naraki. F. (2009). *Study on the effects of different tillage method on physical properties of soil and wheat yield in legume- wheat rotation in dryland area.* Research Report. Dryland Agricultural Research Institute. (in Farsi)

Triplett, Jr.G.B., Vandoren Jr D.M. & Schmidt, B.L. (1968). Effect of corn straw mulch on no tillage corn yield and water infiltration. *Agronomy Journal*, 60, 236-239.

Unger, P. W. 1978. Straw mulch rate effect on soil water storage and sorghum yield. *Soil Science Society of American Journal*, 42, 486 - 491.

Unger, P.W., & Mccalla, T.M. (1980). Conservation tillage systems. *Advances in Agronomy*, 33, 1-58.