هر سوال را در محل در نظر گرفته شده پاسخ دهید. پاسخ های خارج از محل تصحیح نمیشوند. شماره دانشجویی باید با اعداد لاتین نوشته شود.

۱. [۲۵] درخت جستجوی دودویی

Describe a data structure that represents an ordered list of elements under the following three types of operations:

access(k): Return the kth element of the list (in its current order).

insert(k, x): Insert x (a new element) after the kth element in the current version of the list.

reverse(i, j) Reverse the order of the *i*th through *j*th elements.

For example, if the initial list is [a, b, c, d, e], then access(2) returns b. After $ext{reverse}(2,4)$, the represented list becomes [a, d, c, b, e], and then access(2) returns d.

Each operation should run in $\mathcal{O}(logn)$ amortized time, where n is the (current) number of elements in the list. The list starts out empty.

Hint: First consider how to implement access and insert using splay trees. Then think about a

special case of reverse in which the [i,j] range is represented by a whole subtree. Use these ideas to solve the real problem. Remember, if you store extra information in the tree, you must state how this information can be maintained under various restructuring operations.

Stro را با نشان دادن مراحل پیدا کنید. توضیح لازم نیست. نشان دادن خروجی	rgly-Connected-Components درگراف زیر rgly-Connected-Components الگوریتم در مراحل مختلف لازم است.
	(3
	4
	5
	6
	\ (3)
	/ 1 \
وس آن G^R نشان دهید که کوچکترین post-order یا کوچکترین/بزرگترین σ^R د. گرفی اور ایر بازی کرد در در در شال لازم ایست شیاردهای σ^R	ر ا G با رسم یک گراف G با حداقل T گره به همراه مع T
نوس آن G^R نشان دهید که کوچکترین post-order یا کوچکترین/بزرگترین در گراف اصلی را پیدا کرد. در هر مثال لازم است شمارههای pre-order و که نیز مشخص شود. همچنین مشخص کنید که بزرگتر/کوچکتر اعداد کدام گرهها به پیدا کردن گره Sink در گراف اصلی پیدا کردن گره با بیشترین post-order	pre-order در هیچکدام از گرافها نمیتوان گره Sink post-order هر نود مشخص شده و گره Sink و Sink
در گراف اصلی را پیدا کرد. در هر مثال لازم است شمارههای pre-order و ؟ نیز مشخص شود. همچنین مشخص کنید که بزرگتر/کوچکتر اعداد کدام گرهها	pre-order در هیچکدام از گرافها نمیتوان گره Sink ource و Sink و Source و هستند. هدف این سوال نشان دادن این است که راه درست
در گراف اصلی را پیدا کرد. در هر مثال لازم است شمارههای pre-order و ؟ نیز مشخص شود. همچنین مشخص کنید که بزرگتر/کوچکتر اعداد کدام گرهها	pre-order در هیچکدام از گرافها نمیتوان گره Sink ource و Sink و Source و هستند. هدف این سوال نشان دادن این است که راه درست
در گراف اصلی را پیدا کرد. در هر مثال لازم است شمارههای pre-order و ؟ نیز مشخص شود. همچنین مشخص کنید که بزرگتر/کوچکتر اعداد کدام گرهها	pre-order در هیچکدام از گرافها نمیتوان گره Sink ource و Sink و Source و هستند. هدف این سوال نشان دادن این است که راه درست
در گراف اصلی را پیدا کرد. در هر مثال لازم است شمارههای pre-order و ؟ نیز مشخص شود. همچنین مشخص کنید که بزرگتر/کوچکتر اعداد کدام گرهها	pre-order در هیچکدام از گرافها نمیتوان گره Sink ource و Sink و Source و هستند. هدف این سوال نشان دادن این است که راه درست
در گراف اصلی را پیدا کرد. در هر مثال لازم است شمارههای pre-order و ؟ نیز مشخص شود. همچنین مشخص کنید که بزرگتر/کوچکتر اعداد کدام گرهها	pre-order در هیچکدام از گرافها نمیتوان گره Sink ource و Sink و Source و هستند. هدف این سوال نشان دادن این است که راه درست
در گراف اصلی را پیدا کرد. در هر مثال لازم است شمارههای pre-order و ؟ نیز مشخص شود. همچنین مشخص کنید که بزرگتر/کوچکتر اعداد کدام گرهها	pre-order در هیچکدام از گرافها نمیتوان گره Sink او Source و Sink و Gource هستند. هدف این سوال نشان دادن این است که راه درست در گراف معکوس میباشد.
در گراف اصلی را پیدا کرد. در هر مثال لازم است شمارههای pre-order و ؟ نیز مشخص شود. همچنین مشخص کنید که بزرگتر/کوچکتر اعداد کدام گرهها	pre-order در هیچکدام از گرافها نمیتوان گره Sink او Source و Sink و Gource هستند. هدف این سوال نشان دادن این است که راه درست در گراف معکوس میباشد.
در گراف اصلی را پیدا کرد. در هر مثال لازم است شمارههای pre-order و ؟ نیز مشخص شود. همچنین مشخص کنید که بزرگتر/کوچکتر اعداد کدام گرهها	pre-order در هیچکدام از گرافها نمیتوان گره Sink و Ource و Sink و Source هستند. هدف این سوال نشان دادن این است که راه درست در گراف معکوس میباشد.
در گراف اصلی را پیدا کرد. در هر مثال لازم است شمارههای pre-order و ؟ نیز مشخص شود. همچنین مشخص کنید که بزرگتر/کوچکتر اعداد کدام گرهها	pre-order در هیچکدام از گرافها نمیتوان گره Sink و Ource و Sink و Source هستند. هدف این سوال نشان دادن این است که راه درست در گراف معکوس میباشد.
در گراف اصلی را پیدا کرد. در هر مثال لازم است شمارههای pre-order و بنیز مشخص شود. همچنین مشخص کنید که بزرگتر/کوچکتر اعداد کدام گرهها post-order و پیدا کردن گره با بیشترین Sink مگرها	pre-order در هیچکدام از گرافها نمیتوان گره Sink و Ource و Sink و Source هستند. هدف این سوال نشان دادن این است که راه درست در گراف معکوس میباشد.
در گراف اصلی را پیدا کرد. در هر مثال لازم است شمارههای pre-order و بنیز مشخص شود. همچنین مشخص کنید که بزرگتر/کوچکتر اعداد کدام گرهها post-order و پیدا کردن گره با بیشترین Sink مگرها	pre-order در هیچکدام از گرافها نمیتوان گره Sink و post-order هستند. هدف این سوال نشان دادن این است که راه درست در گراف معکوس میباشد.
در گراف اصلی را پیدا کرد. در هر مثال لازم است شمارههای pre-order و بنیز مشخص شود. همچنین مشخص کنید که بزرگتر/کوچکتر اعداد کدام گرهها post-order و پیدا کردن گره با بیشترین Sink مگرهها	pre-order در هیچکدام از گرافها نمیتوان گره Sink و post-order هستند. هدف این سوال نشان دادن این است که راه درست در گراف معکوس میباشد.
در گراف اصلی را پیدا کرد. در هر مثال لازم است شمارههای pre-order و بنیز مشخص شود. همچنین مشخص کنید که بزرگتر/کوچکتر اعداد کدام گرهها post-order و پیدا کردن گره با بیشترین Sink مگرهها	pre-order در هیچکدام از گرافها نمیتوان گره Sink و post-order هستند. هدف این سوال نشان دادن این است که راه درست در گراف معکوس میباشد.
در گراف اصلی را پیدا کرد. در هر مثال لازم است شمارههای pre-order و بنیز مشخص شود. همچنین مشخص کنید که بزرگتر/کوچکتر اعداد کدام گرهها post-order و پیدا کردن گره با بیشترین Sink مگرهها	pre-order در هیچکدام از گرافها نمیتوان گره Sink و Ource هستند. هدف این سوال نشان دادن این است که راه درست در گراف معکوس میباشد.

۱۹. [۲۵] ورودی متد زیر یال های یک گراف بدون جهت است. خروجی آن چیست؟ پیچیدگی محاسباتی این متد بر حسب تعداد گره ها $\mathcal{O}(\underline{\hspace{1cm}})$ و تعداد یال ها \mathcal{E} چیست؟ ($\underline{\hspace{1cm}}$ $\mathcal{O}(\underline{\hspace{1cm}})$ در نقطه چین زیر توضیح دهید.

```
// "edges" contains a list of edges for an undirected
// graph. Each edge is represented by an array of size 2.
// The first element is the source node and the second
// element is the target node.
public static bool Solve(long nodeCount, long[][] edges)
{
    DisjointSet ds = new DisjointSet(edges.Length);
    for(int i=0; i<nodeCount; i++)
        ds.MakeSet(i);

    foreach(var edge in edges)
    {
        var x = ds.Find(edge[0]);
        var y = ds.Find(edge[1]);
        if (x == y)
            return true;
        ds.Union(x, y);
    }
    return false;
}</pre>
```

را به ترتیب در یک Left Leaning Red Black Tree به همراه درخت ۲-۳ متناظر آن اضافه کرده و درختهای ید. نودهای قرمز را با دو دایره تو در تو مشخص کنید.	 اعداد زیر نتیجه را رسم کن
۷، ۳، ۷، ۲۱، ۸۱، ۵، ۹، ۱۶	'